

**Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева**

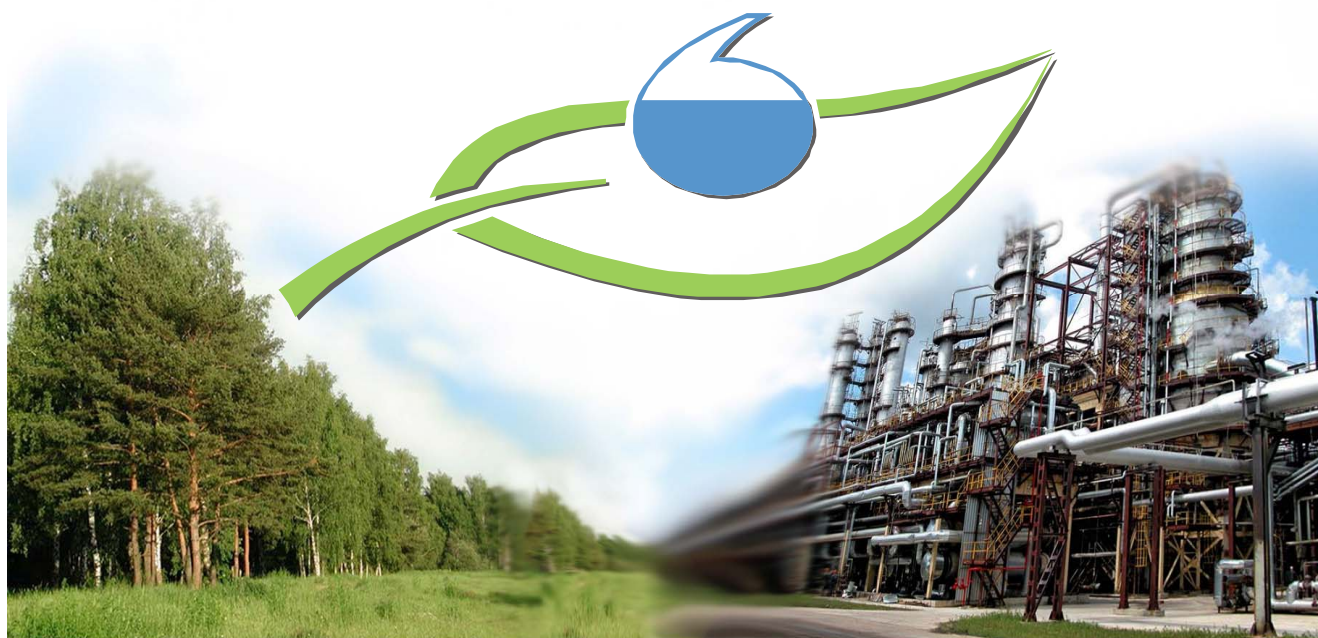
**при поддержке**

**Министерства образования и науки Российской Федерации  
Агентства науки и инновационного развития Красноярского края  
Министерства лесного хозяйства Красноярского края  
Администрации города Красноярска**

# **ЛЕСНОЙ И ХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКСЫ – ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ**

**Сборник материалов по итогам Всероссийской  
научно-практической конференции  
(2–4 сентября 2019 г., Красноярск)**

**Электронный сборник**



**Красноярск 2019**

**© СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2019**

УДК 630\*86  
ББК 35.76  
Л50

### **Редакционная коллегия**

Председатель редакционной коллегии:

Ю. Ю. Логинов, проректор по научной и инновационной деятельности, профессор

Члены редакционной коллегии:

Н. А. Аксеновская, Ю. Д. Алашкевич, Т. В. Батвенкина, М. А. Баяндин, И. А. Воронин,  
Г. А. Доррер, В. Н. Ермолин, А. А. Кукушкин, В. В. Левшина, Р. Н. Матвеева,  
А. В. Никончук, В. Ф. Полетайкин, О. Е. Подвербных, М. В. Репях, Г. М. Рудакова,  
Т. В. Рязанова, С. М. Самохвалова, Г. А. Субоч, Е. М. Товбис, М. С. Товбис,  
Е. В. Трошкова, О. С. Федорова, И. С. Федорченко, С. Л. Шевелев,  
О. А. Герасимова (технический секретарь)

Л50 **Лесной и химический комплексы – проблемы и решения** [Электронный ресурс] : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (2–4 сентября 2019 г., Красноярск). – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 9,1 МБ). – Систем. требования : Internet Explorer; Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf) ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. – Режим доступа: <https://www.sibsau.ru/scientific-publication/>. – Загл. с экрана.

Представлены статьи по актуальным проблемам развития лесного и химического комплексов.

Материалы публикуются на языке оригинала, в статьях сохранен авторский стиль изложения. При использовании научных идей и материалов этого сборника, ссылки на авторов и издания являются обязательными.

Предназначен для студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и специалистов лесного и химического комплексов.

*Информация для пользователя:* в программе просмотра навигация осуществляется с помощью панели закладок слева; содержание в файле активное.

**УДК 630\*86  
ББК 35.76**

Подписано к использованию: 02.09.2019. Объем 9,1 МБ. С 211/19.

Корректурa, макет и компьютерная верстка *Л. В. Звонаревой, М. А. Светлаковой*

Редакционно-издательский отдел СибГУ им. М. Ф. Решетнева.  
660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.  
E-mail: [rio@mail.sibsau.ru](mailto:rio@mail.sibsau.ru). Тел. (391) 201-50-99.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция

#### «ЛЕСНЫЕ СООБЩЕСТВА: ИЗУЧЕНИЕ, ОХРАНА И ВОСПРОИЗВОДСТВО»

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Ануев Е. А., Кербис Е. С.</b> Биологическая продуктивность еловых насаждений Манзинского лесничества .....                                                                      | 10 |
| <b>Артемьев О. С.</b> Оценка минимального расстояния между деревьями яблони сибирской в городских посадках .....                                                                   | 14 |
| <b>Атрошенко К. В., Бакшеева Е. О., Иванов А. В.</b> Эмиссии при пожарах в пригородных лесах Красноярска .....                                                                     | 17 |
| <b>Багаев С. С., Багаев Е. С., Чудецкий А. И., Коршунов Г. И.</b> Опыт оставления осины на корню при сплошных рубках в Костромской области .....                                   | 20 |
| <b>Бакшеева Е. О., Морозов А. С., Михайлов П. В., Иванов В. А.</b> Анализ горимости лесов Енисейского лесничества в период вспышки сибирского шелкопряда 2014–2018 гг. ....        | 24 |
| <b>Борисова Н. В., Соболева С. В., Почекутов И. С., Воронин В. М.</b> Исследование загрязнения лесных экосистем с использованием в качестве биоиндикатора сосны обыкновенной ..... | 30 |
| <b>Боровик К. С.</b> Политика природопользования в мировом сообществе .....                                                                                                        | 35 |
| <b>Булаева К. С., Кузьмичева М. Н., Конюхова В. В.</b> Проект ландшафтного парка «Белые росы» .....                                                                                | 39 |
| <b>Буторова О. Ф., Гончарук Д. С., Коржова Ю. С., Купрякова П. И.</b> Изменчивость видов смородины в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского .....                                | 44 |
| <b>Галдина Т. Е.</b> Произрастание лиственницы в центральной лесостепи .....                                                                                                       | 47 |
| <b>Головина А. Н., Иванов В. А.</b> Санитарное состояние в лесах Российской Федерации и назначение санитарно-оздоровительных мероприятий .....                                     | 53 |
| <b>Гришлов Д. А., Гришлова М. В.</b> Изучение роста сосны кедровой сибирской алтайского (ур. Курли) происхождения после декапитации на плантации «Известковая» .....               | 56 |
| <b>Гришлова М. В., Братилова Н. П., Гришлов Д. А.</b> Показатели роста 54-летней сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения на плантации «Метеостанция» .....             | 59 |
| <b>Каленская О. П., Буряк Л. В., Сафеева Н. Т.</b> Влияние пожаров на кедровые насаждения государственного природного биосферного заповедника «Центральносибирский» .....          | 62 |
| <b>Клепченко М. В., Игнатова Е. В.</b> Влияние автотранспорта на состояние лиственницы в городских посадках Красноярска .....                                                      | 67 |
| <b>Клинкович Е. В., Спицына Т. П.</b> Экологические группы травянистых растений хребта Гремячая гряда г. Красноярска .....                                                         | 72 |
| <b>Лашеных Ю. А., Танутерян Е. А., Игнатова Е. В.</b> Влияние автомагистрали на состояние плодовых деревьев .....                                                                  | 75 |
| <b>Мартынов В. С., Очкас И. В., Пронькин Е. В.</b> Изменчивость 12-летней сосны кедровой сибирской разного географического происхождения .....                                     | 79 |
| <b>Москальченко С. А.</b> Влияние антропогенных факторов на возникновение лесных пожаров в условиях Идринского лесничества Красноярского края .....                                | 82 |
| <b>Москальченко С. А.</b> Анализ горимости территории КГБУ «Манзенское лесничество» Красноярского края и пути её снижения .....                                                    | 87 |
| <b>Нарзяев В. В.</b> Рост семенного потомства плюсовых деревьев сосны кедровой сибирской на архивном участке «Собакина речка» в 2017–2018 годах .....                              | 92 |

|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Отмахова В. И., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М.</b> Изучение сезонного изменения пигментного состава древесных растений в условиях урбанизированной среды города Красноярска ..... | 96  |
| <b>Очкас И. В., Ковылина О. П.</b> Подбор растений для рекультивации нарушенных земель в Маганском лесничестве Красноярского края .....                                            | 100 |
| <b>Попова С. В., Щерба Ю. Е.</b> Изменчивость семян сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения на плантации «Метеостанция» (урожай 2016 г.) .....                           | 104 |
| <b>Романова Л. И.</b> Особенности пыления лиственницы сибирской, произрастающей в озеленительных посадках г. Красноярска и его окрестностей .....                                  | 107 |
| <b>Салцевич Ю. В.</b> Применение биопрепаратов при выращивании саженцев ели сибирской в открытом грунте .....                                                                      | 110 |
| <b>Свалова А. И., Братилова Н. П.</b> Влияние полноты древостоя на рост подпологовых кедровых культур .....                                                                        | 113 |
| <b>Соболева С. В., Филиппова С. Н.</b> Определение запыленности атмосферного воздуха города Красноярска биоиндикационным методом .....                                             | 115 |
| <b>Сультсон С. М., Михайлов П. В., Романов И. И.</b> Анализ накопления фитомассы в древостоях пихты сибирской в условиях Большемуртинского лесничества Красноярского края .....    | 119 |
| <b>Суслина М. А., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М.</b> Изменение пигментного комплекса в хвое лиственницы сибирской в условиях техногенной среды города Красноярска .....              | 123 |
| <b>Ткаченко А. Н., Спицына Н. Т.</b> Живой напочвенный покров рекреационных насаждений массива «Березовая роща» г. Красноярска .....                                               | 126 |
| <b>Чудецкий А. И.</b> Характер возобновления ели под пологом смешанных сосново-еловых культур в условиях Костромской области .....                                                 | 129 |
| <b>Шапорова Я. А.</b> Развитие грибного туризма на ООПТ Беларуси .....                                                                                                             | 132 |
| <b>Шевелев С. Л., Плахотнюк А. А., Майоров Д. О.</b> Особенности формирования коры дуба у деревьев дуба монгольского в среднем Приамурье .....                                     | 137 |
| <b>Щерба Ю. Е., Комарницкий В. В.</b> Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской – семенного потомства клонов читинского происхождения .....                                | 140 |
| <b>Юшкевич М. В., Шинтар Д. А.</b> Восстановление хвойных древостоев естественного происхождения .....                                                                             | 142 |

#### *Секция*

### **«ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВКИ И ДЕРЕВООБРАБОТКИ»**

#### **ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВКИ**

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Баранов А. Н., Филиппов Н. А.</b> Обоснование технологии строительства лесовозной дороги с использованием дренирующего материала и древесных элементов ..... | 146 |
| <b>Баранов А. Н., Филиппов Н. А.</b> Обоснование эффективности технологии строительства лесовозной дороги на габионном основании .....                          | 149 |
| <b>Бословяк К. А., Лозовой В. А., Жданова Д. Н., Никончук А. В.</b> Влияние расположения пильных дисков на процесс раскряжевки древесных хлыстов .....          | 152 |
| <b>Васильев Р. В., Корпачев В. П.</b> Анализ технологии лесосводки и лесочистки лож водохранилища Богучанской ГЭС .....                                         | 156 |



|                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Евстегнеев И. А., Никончук А. В., Степанов М. Ю., Еремин С. С.</b><br>О необходимости разработки программного комплекса по моделированию<br>и оптимизации раскряжёвки .....                                                               | 159 |
| <b>Еналеева-Бандура И. М., Бровкин С. А.</b> Выбор рационального способа<br>поставок лесного сырья автомобильным транспортом .....                                                                                                           | 162 |
| <b>Еналеева-Бандура И. М., Шувалова В. А.</b> Моделирование цепи поставок<br>лесного сырья с учётом факторов неравномерности в перевозочном процессе .....                                                                                   | 165 |
| <b>Ковалева Е. С., Задонская Е. С., Шишоркин Н. Н., Полянова В. В.,<br/>Давыдова А. Л.</b> Математическая модель доставки лесного сырья<br>на деревоперерабатывающие предприятия в динамической постановке<br>с учетом факторов рисков ..... | 168 |
| <b>Коченовский В. И., Пивчук А. Д.</b> Определение объемов земляных работ<br>на компьютере .....                                                                                                                                             | 171 |
| <b>Лозовой В. А., Жданова Д. Н., Бословяк К. А., Никончук А. В.</b> Предпосылки<br>для совершенствования технологии получения круглых лесоматериалов .....                                                                                   | 174 |
| <b>Мотявина Д. С., Черных Р. А.</b> Проектирование лесовозных дорог ЛЗП<br>в Енисейском лесничестве Красноярского края с использованием САПР .....                                                                                           | 178 |
| <b>Оленева И. А., Черных Р. А.</b> Проектирование схем лесовозных дорог<br>с применением ГИС-технологий .....                                                                                                                                | 181 |
| <b>Пряничникова А. В., Смертин Н. В., Долматов С. Н.</b> Смазочные материалы<br>для лесозаготовительных машин .....                                                                                                                          | 184 |
| <b>Скоробогатова Т. Е., Дмитренко Г. А., Якутис И. Д.</b> Надежность конструкции<br>телескопического гидроманипулятора лесных машин .....                                                                                                    | 187 |
| <b>Смертин Н. В., Долматов С. Н.</b> Перспективы малогабаритных машин<br>для лесозаготовительных работ в Красноярском крае .....                                                                                                             | 191 |
| <b>Степанов М. Ю., Никончук А. В., Евстегнеев И. А.</b> Рециклинг лесосечных<br>отходов .....                                                                                                                                                | 195 |
| <b>Штерн С. С., Задонская Е. С., Шишоркин Н. Н., Полянова В. В.,<br/>Давыдова А. Л.</b> Алгоритм прогнозирования влияния рисков<br>на транспортно-технологический процесс поставок лесного сырья .....                                       | 199 |

#### ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

|                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Басов В. А., Кравчук С. И., Кравченко Н. В., Очирова Л. А., Воробьев А. А.</b><br>Особенности назначения и контроля параметров режима заточки дереворежущего<br>инструмента ..... | 202 |
| <b>Беляева Д. В., Николаева Д. Н., Баяндин М. А., Намятов А. В.</b> Модификация<br>клеев биологического происхождения для изготовления клееной продукции .....                       | 205 |
| <b>Василькова А. Я., Баяндин М. А., Намятов А. В.</b> Исследование огнестойкости<br>теплоизоляционных плит из древесных волокон .....                                                | 208 |
| <b>Дубинина Н. Н., Баяндин М. А., Ермолин В. Н.</b> Исследование влияния<br>поглощения антипирена на огнестойкость древесины .....                                                   | 211 |
| <b>Елисеев С. Г., Ермолин В. Н., Ступников С. С.</b> Исследование влияния<br>сверхвысокочастотного излучения на продольную проницаемость древесины<br>лиственницы сибирской .....    | 214 |
| <b>Клепалов С. А., Криворотова А. И., Штефан П. В.</b> Исследование свойств<br>теплоизоляционной плиты с применением в качестве связующего коры древесины<br>хвойных пород .....     | 218 |
| <b>Корзун М. Н., Орлов А. А., Корчук Ю. А.</b> Повышение энергоэффективности<br>сушки березовых пиломатериалов в конвективных камерах периодического действия .....                  | 222 |

|                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Мелешко А. В., Романова С. С., Шадапов Б. Б.</b> Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двойного бруса .....                                                          | 225 |
| <b>Митина Е. В., Романова Н. А.</b> Технологии создания рельефного орнамента для декорирования мебели .....                                                                                                        | 229 |
| <b>Морозова М. С., Логинова Г. А.</b> Свойства лакокрасочных покрытий с маслом OSMO на древесине лиственницы .....                                                                                                 | 233 |
| <b>Николаева Д. Н., Беляева Д. В., Баяндин М. А., Намятов А. В.</b> Разработка экологически безопасных клеевых составов для получения фанеры .....                                                                 | 237 |
| <b>Орлов А. А., Корзун М. Н.</b> Методика определения продолжительности импульсной сушки березовых пиломатериалов .....                                                                                            | 240 |
| <b>Руденко Б. Д.</b> Закономерности образования цементно-древесного композита .....                                                                                                                                | 243 |
| <b>Сапожникова Т. Д., Заева А. А., Криворотова А. И., Орлов А. А.</b> Исследование процесса термообработки шпона .....                                                                                             | 248 |
| <b>Усольцев О. А., Огурцов А. А., Огурцов В. В., Каргина Е. В., Матвеева И. С.</b> Влияние сортировки брёвен по толщине на эффективность производства пиломатериалов .....                                         | 252 |
| <b>Усольцев О. А., Огурцов А. А., Огурцов В. В., Каргина Е. В., Матвеева И. С.</b> Зависимость дробности сортировки брёвен по толщине от соотношения стоимости сырья и затрат на производство пиломатериалов ..... | 255 |
| <b>Шадапов Б. Б., Мелешко А. В., Романова С. С.</b> Повышение эффективности конструкторско-технологической подготовки производства домов из двойного бруса .....                                                   | 258 |
| <b>Янушкевич А. А., Карпович А. Г.</b> Совершенствование технологии распиловки бревен на радиальные пиломатериалы для клееных брусев .....                                                                         | 262 |

#### *Секция*

### **«ПРОЦЕССЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ ЛЕСА»**

#### **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

|                                                                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Алашкевич Ю. Д., Пен Р. З., Каретникова Н. В., Чендылова Л. В.</b> Роспуск влагопрочной макулатуры .....                                                                                              | 266 |
| <b>Алашкевич Ю. Д., Каплёв Е. В., Юртаева Л. В.</b> Факторы, влияющие на качество волокнистых полуфабрикатов при безножевом способе размола .....                                                        | 270 |
| <b>Атаманов А. А.</b> Экстрагирование биологически активных веществ из плодов <i>Sorbus aucuparia</i> .....                                                                                              | 273 |
| <b>Белкина О. А., Исаева Е. В.</b> Каротиноиды листьев тополя .....                                                                                                                                      | 275 |
| <b>Васильева Д. Ю., Юртаева Л. В., Алашкевич Ю. Д.</b> Влияние вида сырья на бумагообразующие свойства волокнистой массы .....                                                                           | 278 |
| <b>Вигуль Д. О., Тарабанько Н. В., Кайгородов К. Л., Смирнова М. А., Тарабанько В. Е.</b> Влияние гемицеллюлоз на процесс окислительной переработки древесины в ванилин и целлюлозу .....                | 281 |
| <b>Вуйтович С. М., Литвинова Е. А., Тимофеев А. А., Литовка Ю. А.</b> Скрининг микробиоты – биодеструкторов для очистки промышленных сточных вод .....                                                   | 285 |
| <b>Исаева Е. В., Рязанова Т. В.</b> Влияние экстрактивных веществ тополя на развитие овощных культур .....                                                                                               | 289 |
| <b>Киселева О. В., Тарнопольская В. В., Петрунина Е. А., Миронов П. В.</b> Использование гидродинамически активированного растительного сырья при выращивании посевного материала для биоконверсии ..... | 292 |

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Рязанова Т. В., Куриленко Н. И., Федорченко И. С., Лоскутов С. Р.,</b><br><b>Анискина А. А.</b> Получение пихтового масла на малогабаритной установке .....                          | 295 |
| <b>Рязанова Т. В., Федоров В. С., Харьянова Е. В.</b> Получение целлюлозы<br>из вегетативной части топинамбура .....                                                                    | 300 |
| <b>Хромогин П. В., Эназаров Р. Х., Маколова П. В., Дусматова М. И.,</b><br><b>Литовка Ю. А.</b> Подбор оптимальных условий для культивирования гриба<br><i>Beauveria bassiana</i> ..... | 303 |

## МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Абросимов Е. В., Федорова О. Н., Решетова Н. С., Алашкевич Ю. Д.</b><br>Влияние основных конструктивных параметров ножевой гарнитуры при размоле<br>волокнистой массы ..... | 306 |
| <b>Богаткова А. В., Земцов Д. А., Жукова О. П., Войнов Н. А.</b> Гидродинамика<br>вихревой ступени при барботаже .....                                                         | 311 |
| <b>Гончаров А. В., Федорова О. Н., Марченко Р. А., Алашкевич Ю. Д.</b><br>Влияние ножевого и безножевого способов размола на волокнистый материал .....                        | 315 |
| <b>Картышова Ю. А., Кожухова Н. Ю., Войнов Н. А.</b> Модернизация газосепаратора<br>высокого давления .....                                                                    | 318 |
| <b>Пен В. Р., Левченко С. И.</b> Оценка влияния частоты вращения мельницы<br>на динамику размола целлюлозы .....                                                               | 320 |
| <b>Рябцева Т. А., Земцов Д. А., Войнов Н. А.</b> Методы расчета колонн термической<br>ректификации .....                                                                       | 323 |
| <b>Севергин В. А., Федорова О. Н., Решетова Н. С., Алашкевич Ю. Д.</b><br>Исследование некоторых бумагообразующих показателей волокнистой массы<br>в процессе размола .....    | 326 |
| <b>Шаронова М. З., Долматов С. Н., Шаронова Д. З.</b> Строительные материалы<br>на основе древесно-цементных композитов, история и перспективы .....                           | 329 |
| <b>Шуркина В. И., Марченко Р. А.</b> Совершенствование процесса размола<br>волокнистой массы с использованием гарнитуры с ножами криволинейной<br>формы .....                  | 333 |

## *Секция*

## «ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА»

|                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Агафонов Д. В.</b> Проблема выбора системы хит для энергоёмких<br>накопителей энергии .....                                                                                                                  | 336 |
| <b>Андреева А. В., Бобров П. С., Любяшкин А. В., Товбис М. С.</b> Восстановление<br>1-этилзамещенных 4-нитрозопиразолов .....                                                                                   | 339 |
| <b>Иванищев А. В., Гридина Н. А., Рыбаков К. С., Ушаков А. В.,</b><br><b>Иванищева И. А.</b> Материалы катода литий-ионного аккумулятора на основе<br>полианионных соединений лития и переходных металлов ..... | 342 |
| <b>Казанцев А. И., Кожухова Н. Ю.</b> Пути повышения эффективности установок<br>атмосферно-вакуумной перегонки нефти .....                                                                                      | 347 |
| <b>Кокорин А. Н., Шишко В. С.</b> Аспекты безопасности литий-ионного аккумулятора ....                                                                                                                          | 350 |
| <b>Кокорин А. Н., Ткачук С. А.</b> Водное связующее для литий-ионного аккумулятора ....                                                                                                                         | 353 |

|                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Малеев А. И., Конышев В. П., Товбис М. С.</b> Поиск сшивающих агентов для гуаргама и изучение их свойств .....                                                                  | 356 |
| <b>Монташев Н. А., Какарцев В. Л., Фроленко Т. А.</b> Синтез 3,5-диметил-4-нитрозо-1-(4-пиридинойл)-1Н-пиразола .....                                                              | 358 |
| <b>Персидская Д. И., Кукушкин А. А., Роот Е. В., Субоч Г. А.</b> Синтез 3(5)-фенил-4-амино-5(3)-пиридин-4-ил-1Н-пиразола .....                                                     | 361 |
| <b>Поваров И. Г., Шиленков Н. А., Перьянова О. В., Поткина Н. К., Товбис М. С.</b> Изучение биологической активности ацетамидных производных п-аминофенола и 4-аминопиразола ..... | 364 |
| <b>Усольцева А. В., Борисова Т. В., Абрамов А. А., Гаврилова Н. А., Субоч Г. А.</b> Синтез N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиаминов .....                                             | 367 |
| <b>Чудинов Е. А., Резвов С. А.</b> Анодный материал на основе аморфного металлического стекла для литий-ионного аккумулятора .....                                                 | 370 |
| <b>Чудинов Е. А., Резвов С. А.</b> Литий-ионный аккумулятор с электродами на основе водного связующего .....                                                                       | 375 |
| <b>Шамай Е. Н., Монташев Н. А., Фроленко Т. А.</b> Синтез N-адамонтаноил-4-нитрозопиразолов .....                                                                                  | 380 |

#### *Секция*

### **«ИНФОРМАЦИОННОЕ, НАУЧНОЕ И КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛЕСНОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ»**

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Аёшина Е. Н., Емелина Т. Н., Готовчикова А. О.</b> Применение групповой работы при преподавании графических дисциплин .....                                                          | 383 |
| <b>Белых О. А., Белых В. В.</b> Таможенная экспертиза лесоматериалов .....                                                                                                              | 386 |
| <b>Борисов А. А., Михайлов А. С.</b> Моделирование процесса монетизации YouTube-канала .....                                                                                            | 391 |
| <b>Габитов Д. Д., Рудакова Г. М.</b> Влияние компьютера на здоровье человека .....                                                                                                      | 396 |
| <b>Габитов Д. Д., Рудакова Г. М.</b> Разработка информационного сайта для КГБПОУ «Красноярский политехнический техникум» .....                                                          | 400 |
| <b>Гофман П. М., Колесник В. В.</b> Вопросы экологического мониторинга пылеугольных тепловых электростанций .....                                                                       | 405 |
| <b>Мессинева Е. М., Михайленко М. А., Фетисов А. Г., Черняев А. В.</b> Влияние прибрежной растительности малых водотоков на осаждение нефтяных загрязнений при аварийных разливах ..... | 410 |
| <b>Огурцов Д. А., Ушанов С. В.</b> Оценка статистики критериев согласия Фроцини и омега-квадрат методом статистических испытаний в среде MATLAB .....                                   | 413 |
| <b>Подвербных О. Е.</b> Проблемы и направления развития трудового потенциала крупных и средних предприятий лесной отрасли Красноярского края .....                                      | 417 |

#### *Секция*

### **«УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА»**

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Бабенкова Ю. Е., Мельникова Е. В.</b> Инновационные методики выработки эффективных управленческих решений в лесопромышленном комплексе ..... | 421 |
| <b>Белых О. А.</b> Реализация принципов устойчивого управления лесными системами в Иркутской области .....                                      | 424 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Бословяк К. А., Медова А. А.</b> Проблема обоснованности научных данных .....                                                                          | 429 |
| <b>Водопьянова Т. П., Карпович К. А.</b> Краудинвестинг как форма осуществления инвестиций в «зеленую» экономику Республики Беларусь .....                | 433 |
| <b>Долгих А. С.</b> Учет материально-производственных запасов для принятия управленческих решений .....                                                   | 437 |
| <b>Жданова Д. Н., Шмарин Н. В., Медова А. А.</b> Эволюция научных представлений о биосфере .....                                                          | 440 |
| <b>Захарова Л. Н., Брусенко С. В.</b> Факторы развития функций логистики в региональной экономике .....                                                   | 443 |
| <b>Зыкова Т. Б.</b> Управленческая отчетность деревообрабатывающих предприятий .....                                                                      | 447 |
| <b>Зыкова Т. Б., Михайлова С. В.</b> Сущность и классификация доходов и расходов как основных элементов финансового результата .....                      | 452 |
| <b>Ивакина И. И., Малосаева О. В.</b> Аудит готовой продукции: цель, задачи, методика .....                                                               | 457 |
| <b>Ивакина И. И., Евдаков Е. В.</b> Затраты на качество и их влияние на эффективность производства .....                                                  | 462 |
| <b>Кнауб А. А., Федорова И. Ю.</b> Сегментирование деятельности организаций лесного комплекса .....                                                       | 466 |
| <b>Кудрявцев В. В., Федорова И. Ю.</b> Аудиторские процедуры сбора аудиторских доказательств при проверке кредиторской задолженности .....                | 470 |
| <b>Куприянова Т. А.</b> Оценка методов учета затрат в организациях деревообрабатывающей промышленности .....                                              | 474 |
| <b>Малашевич Д. Г., Дашкевич Е. А.</b> Внедрение принципов «зеленой» экономики в лесное хозяйство Республики Беларусь .....                               | 478 |
| <b>Медведев С. О.</b> Необходимость исследования ресурсного потенциала лесной территории .....                                                            | 482 |
| <b>Мохирев А. П., Давыденко А. Н., Медведев С. О.</b> Определение влияния среднего объема хлыста и запаса древесины на прямые затраты лесозаготовки ..... | 485 |
| <b>Ноговицына А. Е., Куприянова Т. А.</b> Управление затратами в организациях лесного хозяйства: методы и особенности выбора .....                        | 489 |
| <b>Огрызкова Т. И., Фадеева Н. В.</b> Оценка качества услуги на примере организации по предоставлению банковских услуг .....                              | 494 |
| <b>Позднякова М. О., Мохирев А. П.</b> Экологическая доступность древесных ресурсов Красноярского края .....                                              | 499 |
| <b>Слесарева Д. В., Фадеева Н. В.</b> Квалиметрические подходы к оценке уровня качества круглых лесоматериалов лиственных пород .....                     | 502 |
| <b>Солдатов Н. А., Фадеева Н. В.</b> Ресурсы для мониторинга и измерений в системе менеджмента качества предприятий лесопромышленной отрасли .....        | 507 |
| <b>Фадеева И. С.</b> Повышение эффективности экономики через формирование менталитета бережливого природопользования .....                                | 511 |
| <b>Фадеева И. С.</b> Государство как стимулятор развития лесного комплекса .....                                                                          | 515 |
| <b>Шаронова М. З., Медова А. А., Шаронова Д. З.</b> Эксперимент и его место в структуре научной методологии .....                                         | 518 |

УДК 630\*524

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МАНЗИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Е. А. Ануев, Е. С. Кербис

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: djekizion@mail.ru

*Представлена характеристика запаса мертвой древесины еловых насаждений Манзинского лесничества. Рассчитан запас углерода (отпада). Определены конверсионные коэффициенты сухостойных деревьев по таблицам хода роста Средне-Сибирской низкогорно-плоскогорной лесохозяйственной области (II), среднетаежного лесохозяйственного района (7), тип леса – мшисто-ягодный, класс бонитета – III, также для более детального изучения вопроса данная таблица была дополнена такими показателями, как количество отпада, запас отпада, плотность древесины, масса сухостоя, запас углерода. Приведен сравнительный график, который отражает показатели изменения конверсионных коэффициентов детрита углерода с возрастом для конверсионных коэффициентов сухостойных деревьев по таблицам хода роста, конверсионных коэффициентов запаса углерода в мертвой древесине по методике «ЦЭПЛ РАН» и конверсионный коэффициент запаса углерода в мертвой древесине по методике расчета поглощения углерода лесными насаждениями «ЦЭПЛ РАН, 2009».*

*Ключевые слова: углеродный запас, Манзенское лесничество, биологическая продуктивность, еловые насаждения.*

## BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF SPRUCE FORESTS MANSIISKOGO FORESTRY

E. A. Anuev, E. S. Kerbis

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: djekizion@mail.ru

*This paper presents the characteristics of the stock of dead wood of spruce forests Mansiiskogo forestry. Calculated carbon stock (drop). Determined conversion coefficients are dead trees on the tables of growth of the Central Siberian lowland-upland forest region (II) middle-taiga forestry district (7), forest types – mossy-berry, class of bonitet – III, as well for a more detailed study of the issue this table has been supplemented with indicators like; number of mortality, the stock of mortality, wood density, the mass of dead wood, carbon stock. A comparative graph is presented, which reflects the indicators of changes in the conversion coefficients of carbon detritus with age for conversion coefficients of dead trees according to the tables of growth, conversion*

*factors of carbon stock in dead wood according to the method of “cepl RAS” and conversion factor of carbon stock in dead wood according to the method of calculation of carbon uptake by forest plantations “cepl RAS, 2009”.*

*Keywords: carbon stock, Musinskoe forestry, biological productivity of spruce plantations.*

В настоящее время одной из актуальных проблем экологически безопасного природопользования является оценка распределения запасов углерода в фитомассе насаждений на лесопокрытых площадях [1]. В связи с этим сегодня публикуется множество работ, отражающих результаты измерения фитомассы на пробных площадях, накопление и обобщение этих данных, моделирование взаимосвязи фитомассы с таксационными показателями и, наконец, составление нормативов – таблиц биологической продуктивности. Созданы многочисленные системы оценки лесного углерода. Их большая часть является инструментом научного исследования. Количество научных публикаций по этой проблеме исчисляется десятками тысяч, при этом большинство научных коллективов опираются на инструменты оценки собственной разработки [2].

Начиная с 2010 года были использованы методы и специальная программа для расчета выбросов и поглощения CO<sub>2</sub> на региональном уровне, разработанные Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (ЦЭПЛ РАН). Эта методика была доработана с учетом замечаний по результатам проверки национального доклада о кадастре парниковых газов в 2010 г., что привело к полному перерасчету углеродного бюджета управляемых лесов за весь отчетный период. Согласно методологическим рекомендациям МГЭИК, информационно-аналитическая оценка запасов и бюджета углерода проводится для следующих пулов:

- 1) фитомасса древостоя (древесного яруса);
- 2) мертвая древесина (сухостой и валеж);
- 3) подстилка;
- 4) органическое вещество почвы [3].

Территория России охватывает различные природные зоны, поэтому углеродные параметры лесов существенно варьируют в зональном и региональном отношении. В настоящей работе использован принцип зонально-провинциального деления территории России (табл. 1).

Таблица 1

**Таксационная характеристика и запас мертвой древесины, запаса углерода (отпада) еловых насаждений Манзинского лесничества**

| № п/п                         | Состав     | Возраст, лет | Полнота | Запас древесины, т/га | Бонитет | Площадь, га | Запас мертвой древесины, т | Запас углерода (отпада), т |
|-------------------------------|------------|--------------|---------|-----------------------|---------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>МОЛОДНЯКИ (1, 2 КЛАСС)</b> |            |              |         |                       |         |             |                            |                            |
| 1                             | 6Е1ЛЗБ     | 20           | 0,4     | 10                    | 4       | 24,0        | 6,744                      | 3,372                      |
| 2                             | 6Е2П2Б     | 20           | 0,4     | 10                    | 4       | 23,0        | 6,463                      | 3,231                      |
| 3                             | 6Е2Л2Б     | 30           | 0,4     | 20                    | 4       | 4,0         | 2,248                      | 1,124                      |
| <b>СРЕДНЕВОЗРАСТНЫЕ</b>       |            |              |         |                       |         |             |                            |                            |
| 4                             | 6Е2Л2Б     | 70           | 0,4     | 60                    | 4       | 6,0         | 51,516                     | 25,758                     |
| <b>ПРИСПЕВАЮЩИЕ</b>           |            |              |         |                       |         |             |                            |                            |
| 5                             | 6Е2К2Б+Л+С | 85           | 0,4     | 90                    | 4       | 10,0        | 152,19                     | 76,095                     |
| 6                             | 6Е2К1Л1Б   | 90           | 0,6     | 160                   | 4       | 9,0         | 568,176                    | 284,088                    |



**Таксационная характеристика и запас мертвой древесины, запаса углерода (отпада)  
еловых насаждений Манзинского лесничества**

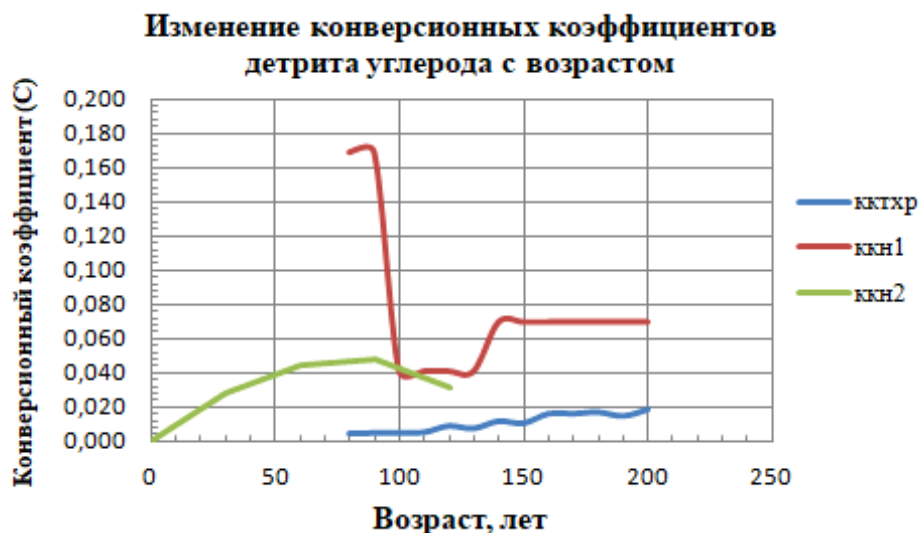
| №<br>п/п           | Состав     | Возраст,<br>лет | Полнота | Запас<br>древесины,<br>т/га | Бонитет | Площадь,<br>га | Запас<br>мертвой древе-<br>сины, т | Запас<br>углерода<br>(отпада), т |
|--------------------|------------|-----------------|---------|-----------------------------|---------|----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>СПЕЛЫЕ</b>      |            |                 |         |                             |         |                |                                    |                                  |
| 7                  | 7Е2К1Б     | 130             | 0,6     | 180                         | 4       | 37,0           | 273,9                              | 136,95                           |
| 8                  | 6Е4Б+К     | 110             | 0,7     | 200                         | 4       | 8,0            | 66,4                               | 33,2                             |
| 9                  | 6Е1К3Б+П   | 110             | 0,6     | 140                         | 4       | 24,0           | 139,44                             | 69,72                            |
| <b>ПЕРЕСТОЙНЫЕ</b> |            |                 |         |                             |         |                |                                    |                                  |
| 10                 | 6Е2К2Б     | 150             | 0,5     | 160                         | 4       | 12,0           | 134,784                            | 67,392                           |
| 11                 | 5Е2П2К1Б+Л | 150             | 0,5     | 160                         | 4       | 18,0           | 202,176                            | 101,088                          |
| 12                 | 6Е1П2Л1К   | 200             | 0,8     | 300                         | 4       | 34,0           | 716,04                             | 358,02                           |

Полученные системы уравнений использованы для уточнения конверсионных коэффициентов Запас древесины/ запас фитомассы ( $K_f = Ph / M$ ) с целью более точного определения углеродного пула в фитомассе лесов Российской Федерации (табл. 2).

Таблица 2

**Таблица хода роста, количество отпада, запас отпада, плотность древесины, масса сухостоя, запас углерода и конверсионные коэффициенты сухостойных деревьев, Средне-Сибирской низкогорно-плоскогорной лесохозяйственной области (II), среднетаежного лесохозяйственного района (7), Тип леса – мшисто-ягодный, класс бонитета – III**

| Возраст, лет | Количество ство-<br>лов на 1 га, шт. | Общий запас,<br>м <sup>3</sup> | Количество<br>отпада, шт. | Запас отпада,<br>м <sup>3</sup> /га | Плотность<br>древесины | Масса<br>сухостоя, т/га | Запас углерода,<br>т/га | Конверсионный<br>коэффициент су-<br>хостойных<br>деревьев |
|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 70           | 530                                  | 190                            | 0                         | –                                   | 0,321                  | –                       | –                       | –                                                         |
| 80           | 515                                  | 196                            | 15                        | 6                                   | 0,321                  | 1,89                    | 0,95                    | 0,005                                                     |
| 90           | 500                                  | 208                            | 15                        | 6                                   | 0,321                  | 2,06                    | 1,03                    | 0,005                                                     |
| 100          | 485                                  | 214                            | 15                        | 6                                   | 0,321                  | 2,06                    | 1,03                    | 0,005                                                     |
| 110          | 470                                  | 220                            | 15                        | 7                                   | 0,316                  | 2,19                    | 1,10                    | 0,006                                                     |
| 120          | 445                                  | 224                            | 25                        | 12                                  | 0,316                  | 3,66                    | 1,83                    | 0,009                                                     |
| 130          | 424                                  | 227                            | 21                        | 10                                  | 0,316                  | 3,07                    | 1,54                    | 0,008                                                     |
| 140          | 400                                  | 231                            | 24                        | 15                                  | 0,316                  | 4,75                    | 2,37                    | 0,012                                                     |
| 150          | 380                                  | 235                            | 20                        | 14                                  | 0,316                  | 4,30                    | 2,15                    | 0,011                                                     |
| 160          | 350                                  | 237                            | 30                        | 20                                  | 0,316                  | 6,45                    | 3,22                    | 0,016                                                     |
| 170          | 320                                  | 239                            | 30                        | 20                                  | 0,316                  | 6,45                    | 3,22                    | 0,016                                                     |
| 180          | 295                                  | 235                            | 25                        | 22                                  | 0,316                  | 6,83                    | 3,41                    | 0,017                                                     |
| 190          | 275                                  | 233                            | 20                        | 19                                  | 0,316                  | 5,93                    | 2,97                    | 0,015                                                     |
| 200          | 250                                  | 231                            | 25                        | 23                                  | 0,316                  | 7,42                    | 3,71                    | 0,019                                                     |



Показатели изменения конверсионных коэффициентов детрита углерода с возрастом для конверсионных коэффициентов сухостойных деревьев по таблицам хода роста (кктхр), конверсионных коэффициентов запаса углерода в мертвой древесине по методике «ЦЭПЛ РАН» (ккн1) и конверсионный коэффициент запаса углерода в мертвой древесине по методике расчета поглощения углерода лесными насаждениями «ЦЭПЛ РАН, 2009» (ккн2)

В данной работе получены следующие выводы:

- произведен расчет запаса мертвой древесины еловых насаждений Манзинского лесничества, минимальный показатель которого равен 2,248 т, а максимальный 716,04 т.
- на разных площадях запас варьируется. По таблицам хода роста были получены конверсионные коэффициенты, которые менялись в зависимости от классов возраста; молодняки 1 класса возраста – 0,0281, молодняки 2 класса возраста – 0,0852, средневозрастные – 0,1431, приспевающие – 0,1691, спелые – 0,0415 и перестойные 0,0702 (см. рисунок).
- сопоставлены различные конверсионные коэффициенты, который показывает что данные конверсионного коэффициента сухостоя примерно в 2 раза меньше чем конверсионный коэффициент по мертвой древесине, с учетом того, что расчеты производились по размеру сухостойных деревьев, а нормативные данные несут в себе информацию не только о сухостойных деревьях, но показатели валежника соответственно применительно к мертвой древесине в целом, существует неопределенность в данных конверсионных коэффициентов запаса углерода в мертвой древесине по методике «ЦЭПЛ РАН» до 60 лет.

### Библиографические ссылки

1. Бабич Н. А., Клевцов Д. Н., Евдокимов И. В. Зональные закономерности изменения фитомассы культур сосны. Архангельск, 2010.
2. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М. : Наука, 1993. 293 с.
3. Вайс А. А. Мониторинг таксационных показателей еловых насаждений Средней Сибири на основе таблиц хода роста // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014. № 7.

© Ануев Е. А., Кербис Е. С., 2019

## ОЦЕНКА МИНИМАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ДЕРЕВЬЯМИ ЯБЛОНИ СИБИРСКОЙ В ГОРОДСКИХ ПОСАДКАХ

О. С. Артемьев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: ol.artemjev2010@yandex.ru

*Изложена методика для оценки минимального расстояния между деревьями в городских посадках. Приведена таблица для оценки минимального расстояния между деревьями яблони сибирской в городе Красноярске.*

*Ключевые слова: яблоня сибирская, городские посадки, расстояние между деревьями, крона дерева.*

## EVALUATION OF THE MINIMUM DISTANCE BETWEEN THE SIBERIAN APPLE TREES IN URBAN CROPS

O. S. Artemyev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: ol.artemjev2010@yandex.ru

*A method for estimating the minimum distance between trees in urban plantings is described. A table is given for estimating the minimum distance between trees of a Siberian apple tree in the city of Krasnoyarsk.*

*Keywords: Siberian apple tree, urban planting, distance between trees, tree crown.*

**Введение.** При посадках деревьев необходимо стремиться к тому, чтобы деревья в процессе их роста не конкурировали между собой. Это достигается тем, что посадки деревьев осуществляются на таком расстоянии, чтобы их кроны не соприкасались друг с другом.

Как правило, посадочный материал при создании городских зеленых насаждений – саженцы высотой 2,5–4 м. В силу их небольших размеров рекомендуется первоначально для более быстрого получения эстетического эффекта создавать загущенные посадки с последующим их прореживанием по мере роста деревьев. Если в дальнейшем прореживание не производить, то из-за большой плотности посадок, деревья начинают приспосабливаться к условиям произрастания, в результате чего их кроны вытягиваются, приобретают флагообразную форму, ухудшается декоративность деревьев; страдает также корневая система, что сказывается на снижении устойчивости деревьев к заболеваниям.

С целью получения максимально эстетического эффекта и для нормальной жизнедеятельности деревьев посадки должны быть размещены так, чтобы кроны деревьев могли размещаться свободно и не мешать друг другу даже во взрослом состоянии, спустя несколько десятилетий после посадки.

В литературе [1] указываются примерные расстояния между деревьями, не учитывающие ни региона, ни возраста деревьев. Так, например, в справочнике «Озеленение населен-

ных мест» [2] указано, что расстояние между ширококронными деревьями должно быть 8–10 м, между узкокронными деревьями – 5–6 м. В процессе ухода за посадками работникам зеленого хозяйства нужны более конкретные сведения.

Существующие рекомендации о расстоянии между деревьями в городских посадках [1; 2] не учитывают ни размеры дерева, ни условия произрастания, что вызывает затруднения в применении этих рекомендаций.

Для расчета минимального расстояния между деревьями в городских посадках была разработана следующая методика.

Известно, что дерево лучше всего развивается, при прочих равных условиях, в том случае, если его крона не соприкасается с кроной другого дерева. Таким образом, диаметр кроны дерева, растущего без соприкосновения с кронами других деревьев, равен минимальному расстоянию, которое должно быть между деревьями с одинаковыми таксационными показателями.

Для того чтобы определить это минимальное расстояние необходимо рассчитать взаимосвязь между диаметром кроны дерева и диаметром шейки корня. Диаметр шейки корня был выбран, в отличие от наиболее часто используемого в таксации диаметра на высоте груди, в силу того, что стволы тех пород деревьев, которые чаще всего используются в декоративных посадках (яблоня, вяз, клен), довольно часто разветвляются ниже 1,3 м, что делает невозможным измерение у них диаметра на высоте груди. Измерение диаметра шейки корня производилось с помощью мерной вилки Никитина.

В качестве примера была составлена таблица по расчету минимального расстояния между деревьями яблони сибирской для условий Красноярска. Для составления этой таблицы была найдена зависимость между диаметром шейки корня и диаметром кроны у свободно растущих деревьев яблони сибирской. Яблоня сибирская была выбрана в связи с тем, что по данным инвентаризации городских зеленых насаждений в Красноярске больше всего произрастает деревьев этой породы [3].

Для сбора исходных данных были проведены измерения 200 деревьев яблони сибирской. Измерения проводились в 3 районах Красноярска, в типичных для города условиях произрастания, в рядовых, групповых и одиночных посадках яблони сибирской. Для обмера выбирались деревья, кроны у которых не соприкасаются друг с другом. Деревья выбирались в различных видах зеленых насаждений (внутриквартальные, скверы, насаждения улиц, набережная), так как в каждом виде зеленых насаждений деревья имеют свою специфику роста и развития.

Измерялись деревья с диаметром шейки корня от 4 до 26 см, так чтобы в каждой четырехсантиметровой ступени толщины было минимум 15 измерений, причем в различных условиях местопроизрастания.

Обработка результатов дало следующее уравнение взаимосвязи между диаметром шейки корня и диаметром кроны:

$$Y = 200,45 \ln(x) - 147,27.$$

где  $Y$  – диаметр кроны;  $x$  – диаметр шейки корня.

Коэффициент детерминации уравнения 0,8173, что свидетельствует о высокой связи между диаметром шейки корня и диаметром кроны у яблони сибирской, растущей в условиях г. Красноярска.

Используя полученное уравнение можно в условиях загущенных городских посадок яблони сибирской, зная диаметр шейки корня, вычислить диаметр кроны этого дерева, в условиях, когда бы на нее не воздействовали кроны других деревьев. Найденный диаметр кроны и будет минимальным расстоянием, которое должно быть между деревьями, чтобы их кроны не мешали друг другу.

В том случае, если рядом находятся деревья с различным диаметром шейки корня, минимальное расстояние вычисляется для дерева с наибольшим диаметром. Это обосновано

тем, что при прореживании в первую очередь необходимо удалять угнетенные деревья, а это, как правило, деревья с наименьшими диаметрами шейки корня, а следовательно и с меньшими диаметрами кроны.

На основе полученного уравнения составлена таблица для оценки минимального расстояния между деревьями в зависимости от диаметра шейки корня.

#### **Минимальное расстояние между деревьями яблони сибирской в условиях Красноярска**

| Ступени толщины шейки корня, см | Минимальное расстояние между деревьями яблони сибирской, м |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 4                               | 1,3                                                        |
| 8                               | 2,7                                                        |
| 12                              | 3,5                                                        |
| 16                              | 4,1                                                        |
| 20                              | 4,6                                                        |
| 24                              | 4,9                                                        |

Приведенная методика оценки минимального расстояния между деревьями в городских насаждениях позволяет определить по мере роста деревьев время, когда необходимо прореживание древостоя. Это время наступает, когда минимальное расстояние между деревьями превышает определенное по таблице расстояние между деревьями. В этом случае при ведении зеленого хозяйства необходимо проводить работы по прореживанию посадок яблони сибирской.

#### **Библиографические ссылки**

1. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населенных мест : учеб. пособие. М. : Агропромиздат, 1990. 240 с.
2. Озеленение населенных мест : справ. / В. И. Ерохина, Г. П. Жеребцова, Т. И. Вольф-труб и др. М. : Стройиздат, 1987. 480 с.
3. Итоги таксации древесных растений в урбанизированной среде (на примере г.Красноярска) / О. С. Артемьев, А. А. Россинина, С. Л. Шевелев и др. // Проблемы озеленения крупных городов : материалы 14 Междунар. конф. Чита, 2011. С. 148–149.

© Артемьев О. С., 2019

## ЭМИССИИ ПРИ ПОЖАРАХ В ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСАХ КРАСНОЯРСКА

К. В. Атрошенко\*, Е. О. Бакшеева, А. В. Иванов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: ovarepova@yandex.ru

*Об оценке объема эмиссий при горении некоторых видов ЛГМ в пригородных лесах города Красноярска.*

*Ключевые слова: эмиссия, лесной пожар, лесной горючий материал.*

## EMISSIONS FROM FIRES IN SUBURBAN FORESTS OF THE KRASNOYARSK

K. V. Atroshenko\*, E. O. Baksheeva, A. V. Ivanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: ovarepova@yandex.ru

*The estimation of the volume of emissions from combustion of some types of LGM in suburban forests of Krasnoyarsk.*

*Keywords: Emission, forest fire, forest fuel.*

В результате лесных пожаров в атмосферу Земли поступает около 20 % загрязнителей. Только в Северном полушарии выбросы углерода (CO) составляют около 11–106 т/год, аэрозолей – 35–360 т/год, аммиака – 12–106 т/год. Во время лесных пожаров зафиксированы из космоса огромные облака сажи над территорией Сибири [1]. Лесные пожары считают вторым после океана источником выбросов в атмосферу хлорорганических соединений. Выделяющиеся при пожарах эмиссии оказывают влияние на состав и химию атмосферы, являются одной из составляющих глобального цикла углерода. К сожалению, с каждым годом наблюдается ухудшение экологии, которое влечет за собой губительные последствия для окружающей среды.

Пожары растительности чаще всего возникают вблизи населенных пунктов и дорог, а также в местах лесозаготовок, сельхоз палов, работ различных экспедиций и в рекреационных лесах. Проведенный Н. П. Курбатским (1962) анализ показал, что на 5-километровую зону вокруг городов и поселков Сибири приходится до 60 %, а на 10-километровую зону до 93 % от общего числа лесных пожаров [2].

Одним из отрицательных факторов пожаров является устойчивое и длительное задымление атмосферы на больших площадях. Иногда до 7–10 дней населенный пункт погружается в дым. Сотни тысяч людей испытывают на себе воздействие токсичных продуктов горения лесных горючих материалов [3]. Подобная ситуация наблюдалась в городе Красноярске в 2013 году. Город занимает лидирующую позицию в рейтинге самых загрязненных регионов.

В связи с вышеизложенным, нами была проведена оценка эмиссий от пожаров, которые были зарегистрированы в лесах лесничеств, граничащих с городами Красноярского края. К ним отнесены Красноярское, Емельяновское, Маганское, Мининское, Сухобузимское

лесничества. Учет эмиссий проведен за весь пожароопасный сезон 2018 года. Расчет объема эмиссий образующихся при сгорании лесных горючих материалов проводили по методике С. В. Белова (1982), позволяющей оценить объем углеродосодержащих газов и аэрозолей [4]. При этом в качестве базовых показателей использовали данные Э. В. Конева (1977) по содержанию таких химических элементов как углерод, кислород, водород и азот в ЛГМ [5].

Всего в 2018 году было зарегистрировано 74 пожара разной интенсивности в пригородных лесах. Общая площадь лесных пожаров составила 184,6 га. Распределение площади пожаров и запасов лесных горючих материалов (ЛГМ) по типам леса представлены ниже (табл. 1). Пожары были зарегистрированы в разнотравных типах леса. Средняя площадь одного пожара составила 2,5 га. Средний запас ЛГМ – 59,7 т /га.

Таблица 1

Распределение площади пожаров и запасов ЛГМ по типам леса

| Тип леса               | Общая площадь пожаров, га | Запас сгоревших ЛГМ, т |                                    |
|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|
|                        |                           | на 1 га                | на всю площадь, пройденную пожаром |
| Сосняк разнотравный    | 108,9                     | 10,6                   | 1154,1                             |
| Березняк разнотравный  | 63,5                      | 7,1                    | 444,5                              |
| Пихтарник разнотравный | 10,0                      | 6,4                    | 63,7                               |
| Осинник разнотравный   | 2,1                       | 18,3                   | 38,4                               |
| Итого                  | 184,6                     |                        | 1700,7                             |

В основном пожары возникали в весенний период. Первый пожар был зарегистрирован 21 апреля. Пожары развивались от 1 до 4 класса пожарной опасности (КПО). При первом классе пожарной опасности было зафиксировано 10 % пожаров, возникающих пожаров зарегистрировано при втором – 45 %, при 3 классе – 44 % и при 4 классе – 1 %.

Обычно при расчетах эмиссий при лесных пожарах используют весь запас напочвенных ЛГМ. По нашему мнению, это не совсем корректный подход. При оценке эмиссий при лесном пожаре необходимо учитывать, что имеющийся запас ЛГМ сгорает не полностью, а величина недожога зависит от интенсивности горения.

Недожог горючих материалов означает неполное сгорание углерода, при этом часть его поступает в атмосферу в виде аэрозоля. Количественная оценка химического недожога при лесных пожарах составляет около 10–20 % углерода, содержащегося в ЛГМ [5; 6]. В нашем случае недожог составил 20 %.

По имеющиеся литературным данным при сгорании 1 кг мха Шребера в абсолютно сухом состоянии образуется 6,38 кг продуктов горения ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{C}_{\text{дисп}}$ ). При сгорании 1 кг осочки в абсолютно сухом состоянии образуется 5,97 кг продуктов горения, 1 кг листьев березы в абсолютно сухом состоянии образуется 6,24 кг продуктов горения. При сгорании 1 кг брусники в абсолютно сухом состоянии образуется 6,78 кг продуктов, 1 кг лишайника в абсолютно сухом состоянии образуется 5,55 кг продуктов горения, лесной подстилки 6,26 кг, багульника 7,08 кг. При сгорании 1 кг хвои многолетней и однолетней в абсолютно сухом состоянии образуется 6,68 кг продуктов горения. При этом потребность при сгорании 1 кг абсолютно сухого материала в кислороде суммарно составила 12,98 кг, в воздухе 56,84 кг.

Используя полученные данные о количестве сгоревших лесных горючих материалах и о составе газовых эмиссий, мы рассчитали объемы эмиссий во время пожаров разной интенсивности (табл. 2).

Наименьшее количество выделенных эмиссий при пожарах наблюдалось в апреле, что составило 45033,6 кг, а в сентябре образовалось в 11 раз больше (табл. 3).

Таблица 2

**Объем эмиссии при разных классах пожарной опасности в разнотравных типах леса**

| Класс пожарной опасности | Тип леса              | Эмиссии, кг      |                   |                 |        |
|--------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|--------|
|                          |                       | H <sub>2</sub> O | C <sub>дисп</sub> | CO <sub>2</sub> | Итого  |
| КПО 1                    | Сосняк разнотравный   | 5474             | 824               | 11787           | 18085  |
|                          | Пихтач разнотравный   | 3349             | 499               | 7196            | 11044  |
|                          | Березняк разнотравный | 1496             | 206               | 2947            | 4649   |
| Итого                    |                       | 10319            | 1529              | 21930           | 33779  |
| КПО 2                    | Сосняк разнотравный   | 7152             | 1068              | 15336           | 23557  |
|                          | Пихтач разнотравный   | 5462             | 808               | 11712           | 17982  |
|                          | Березняк разнотравный | 3548             | 496               | 7220            | 11265  |
| Итого                    |                       | 16163            | 2372              | 34269           | 52804  |
| КПО 3                    | Сосняк разнотравный   | 8499             | 1226              | 17301           | 27025  |
|                          | Пихтач разнотравный   | 38               | 191               | 2707            | 2936   |
|                          | Березняк разнотравный | 1743             | 246               | 3585            | 5573   |
|                          | Осинник разнотравный  | 11899            | 1690              | 24590           | 38179  |
| Итого                    |                       | 23569            | 10292             | 49108           | 82969  |
| КПО 4                    | Сосняк разнотравный   | 3025             | 389               | 2427            | 5841   |
| Общее                    |                       | 51686            | 7644              | 106809          | 166138 |

Таблица 3

**Распределение эмиссии при лесных пожарах по месяцам пожароопасного сезона 2018 года**

| Месяц    | Число лесных пожаров | Площадь лесных пожаров, га | Выделенные эмиссии, кг |
|----------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| Апрель   | 18                   | 52                         | 45034                  |
| Май      | 14                   | 39                         | 37796                  |
| Июнь     | 17                   | 25,3                       | 22067                  |
| Июль     | 9                    | 22                         | 38835                  |
| Август   | 10                   | 39,5                       | 16524                  |
| Сентябрь | 2                    | 3,1                        | 4151                   |
| Октябрь  | 4                    | 3,7                        | 4964                   |
| Итого    | 74                   | 184,6                      | 166138                 |

В течение пожароопасного сезона преобладали юго-западное и северо-восточное направления ветра.

**Библиографические ссылки**

1. Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В. Биосфера, экология, охрана природы : справ. пособие. Киев : Наукова Думка, 1987. 472 с.
2. Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. Гослесбумиздат, 1962. 153 с.
3. Лесной пожар и его влияние на лес [Электронный ресурс] / М. И. Ушаков [и др.] // Молодой ученый. 2016. № 1. С. 282–286. URL: <https://moluch.ru/archive/105/24977/> (дата обращения: 22.11.2018).
4. Белов С. В. Лесная пирология. Ленинград : Изд-во ЛТА, 1982. 68 с.
5. Конев Э. В. Физические основы горения растительных материалов. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 236 с.
6. Курбатский Н. П. К дискуссии о классификации лесных пожаров // Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1973. С. 76–92.

© Атрошенко К. В., Бакшеева Е. О., Иванов А. В., 2019



## ОПЫТ ОСТАВЛЕНИЯ ОСИНЫ НА КОРНЮ ПРИ СПЛОШНЫХ РУБКАХ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С. С. Багаев\*, Е. С. Багаев, А. И. Чудецкий, Г. И. Коршунов

Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция»  
Российская Федерация, 156013, г. Кострома, проспект Мира, 134  
\*E-mail: ce-los-lh@mail.ru

*Приведены результаты анализа и оценки опыта оставления осины на корню при рубках спелых и перестойных насаждений в Костромской области, влияние на возобновление леса и формирование новых поколений леса.*

*Ключевые слова: осина, сплошная рубка, еловый подрост, оставление на корню, перестойные насаждения.*

## EXPERIENCE OF ABANDONMENT OF ASPEN ON THE VINE AS FINAL FELLING OPERATIONS IN THE KOSTROMA REGION

S. S. Bagaev\*, E. S. Bagaev, A. I. Chudeckij, G. I. Korshunov

Branch of ARRISMF "Central European Forest Experiment Station"  
134, Mira Av., Kostroma, 156013, Russian Federation  
\*E-mail: ce-los-lh@mail.ru

*The results of the analysis and evaluation of the experience of abandonment of aspen on the vine when logging of mature and overmature in the Kostroma region, impact on the renewal of the forest and the formation of a new generation of forest.*

*Keywords: aspen, clearcutting spruce trees, staying on the vine, overmature stands.*

**Введение.** Осиновые насаждения широко представлены на землях лесного фонда Костромской обл. В течение последних 50 лет они стабильно занимают около 10% лесопокрытых земель [1]. Однако по причине уменьшения спроса на осину и сокращения вовлечения спелых и перестойных осинников в рубку их общие запасы с 1956 по 2016 гг. возросли в 2,2 раза (с 27,7 до 61,0 млн м<sup>3</sup>). С 1993 по 2016 гг. запасы древостоев перестойных осинников увеличились почти в 3 раза (с 10,2 до 30,4 млн м<sup>3</sup>). Фактические ресурсы осины в Костромской области гораздо выше, так как она повсеместно входит в состав хвойных и лиственных лесов: в среднем примесь осины в ельниках составляет 2 единицы, в березняках – 3 единицы. Осина в составе смешанных насаждений при поступлении в рубку «перестаивает» более 20–40 лет, так как возраст ее рубки наступает в 41 год, а березняков и ельников – в 61 и 81 год соответственно. Такая осина, как правило, поражена стволовой гнилью и является «некоммерческой». Кроме того, пораженная гнилью осина после рубки дает обильное корнеотпрысковое возобновление, в результате чего происходит увеличение площадей низкокачественных осинников. В сложившихся экономических условиях заготовка осины в многолесных районах таежной зоны является для лесозаготовительных предприятий убыточной. Затраты на лесосечные работы, вывозку осины превышают цену реализации. Одним из решений данной проблемы является оставление фаутовой осины на корню при рубках спелых и перестойных лесных насаждений для заготовки древесины.

**Цель исследований** – дать анализ и оценку опыта оставления осины на корню при рубках спелых и перестойных насаждений для заготовки древесины в Костромской области, изучить влияние оставления осины на корню при сплошных рубках на возобновление леса и формирование новых поколений леса.

**Объекты и методы.** В качестве основных объектов взяты опытные участки, заложенные Центрально-европейской (Костромской) лесной опытной станцией ВНИИЛМ в 1998–2003 гг. в Костромском, Галичском, Буйском, Шарьинском, Павинском и Вохомском лесничествах Костромской области. На данных участках проводилось изучение возобновления и формирования леса на вырубках с оставлением осины, химическая и механическая подсушка осины. Дополнительно заложены опытные объекты в Костромском, Шарьинском и Чухломском лесничествах, где проведены маршрутные обследования с закладкой временных пробных площадей. Производилось изучение и обобщение накопленных в фондовых и литературных источниках материалов анализа и оценки опыта оставления осины на корню при рубках спелых и перестойных насаждений. Исследования по изучению влияния оставления осины на корню при проведении сплошных рубок спелых и перестойных лесных насаждений на возобновление леса и формирование новых поколений леса на опытных объектах проводились при маршрутных обследованиях с закладкой временных пробных площадей с использованием общепринятых методик.

**Результаты исследований.** Результаты исследований, проведенных Центрально-Европейской (Костромской) лесной опытной станцией в 1998–2005 гг. в ряде лесничеств Костромской области свидетельствуют о целесообразности оставления на корню перестойной осины при сплошных рубках в смешанных лесах [2]. Это дает следующие положительные лесоводственные эффекты.

1. Существенно снижается корнеотпрысковое возобновление осины. Данный эффект усиливается при химической подсушке и кольцевании оставляемой осины по разработанному технологическому регламенту.

2. Создаются благоприятные условия для формирования подроста ели, подлеска и живого напочвенного покрова. В пасаках с оставляемой осиной сохранность подроста составляет 70 % и более. Оставляемая осина является защитным «зонтиком» для ели. В случае ее механической или химической «подсушки» будет происходить постепенная адаптация подрост ели к меняющимся условиям среды.

3. Обогащаются бедные подзолистые почвы органическим веществом от постепенного опада из крон и стволов деревьев осины. Перестойная осина служит питательной средой для будущего подрост в течение многих лет.

4. Сохраняется лесная среда и мозаичность лесорастительных условий, что обеспечивает сохранение биологического разнообразия.

5. Повышается доходность использования лесов по причине снижения объема заготовки неликвидной древесины.

Окольцовывание оставляемой перестойной осины следует проводить при участии осины в составе древостоя 1–2 единицы, за 3 года до рубки. Для максимального ослабления корнеотпрысковой способности осины наиболее эффективна химическая подсушка деревьев инъекцией в стволы концентрированных доз препаратов глифосатной группы. При этом деревья отмирают и теряют способность давать корневые отпрыски и поросль в течение 1,5–3 месяцев. Значительного ослабления вегетативного возобновления осины можно добиться обработкой арборицидами периферической части пней деревьев на волоках сразу после рубки. Разработку лесосек с участием осины целесообразно проводить в зимний период, так как в это время обеспечивается наилучшее сохранение подрост и снижается травмирование корневых систем осины, провоцирующее появление корневых отпрысков.

Выполненные в 2018 году экспериментальные работы подтвердили результаты проведенных ранее исследований и позволили сделать следующие выводы.

1. При существующем экстенсивном ведении лесного хозяйства, при котором преобладают шаблонные сплошные рубки, а лесокультурное производство имеет низкую эффективность, доля мягколиственных лесов, в том числе осинников, на землях лесного фонда Костромской области будет возрастать.

2. После сплошной рубки насаждений с участием осины не менее 2 единиц, на вырубках формируются густые молодняки с преобладанием осины. Максимальное вегетативное возобновление осины имеет место после рубки древостоев с долей участия осины не менее 5 единиц, минимальное – при 1 единице.

3. Оставление осины на корню способствует снижению возобновления осины, при этом создаются благоприятные условия для формирования темнохвойного подроста.

4. Для более полного подавления корнеотпрыскового возобновления оставляемой осины целесообразно:

- проведение химической или механической подсушки деревьев перед рубкой насаждения;

- при проведении рубок ухода – подавление корнеотпрысковой способности деревьев инъекцией арборицидов или окольцовыванием как способ содействия естественному лесовосстановлению (формирование предварительного темнохвойного подроста) и как метод химического ухода при регулировании состава лесных насаждений.

5. Наибольшее ослабление вегетативного возобновления осины имеет место при полноте оставляемой части насаждения в виде расстроенного недоруба с полнотой 0,4 и выше (не менее 120–150 деревьев на 1 га). Этого можно добиться, проводя в насаждениях с участием осины выборочные рубки в соответствии с имеющимися рекомендациями.

6. Оставление осины на корню при сплошных рубках способствует сохранению биологического разнообразия. Отдельно стоящие деревья старовозрастной осины и их биогруппы могут рассматриваться соответственно как ключевые элементы древостоя и ключевые биотопы, рекомендуемые для сохранения биоразнообразия при разработке лесосек. Для Костромской области, где ведутся интенсивные лесозаготовки, вопросы сохранения биоразнообразия актуальны. При сплошных рубках, проводимых в «классическом» варианте, без применения специальных мер по сохранению лесной среды, возможны значительные потери биологического разнообразия, средообразующих функций лесов, смена хвойных лесов на мягколиственные. Перечень объектов биоразнообразия, подлежащих сохранению при заготовке древесины в Костромской области, критерии выбора объектов биоразнообразия, рекомендации по их сохранению приведены в лесохозяйственных регламентах всех лесничеств департамента лесного хозяйства Костромской области.

7. Определены условия оставления осины при сплошных рубках, чтобы не допустить ухудшения структуры лесного фонда и накопления перестойных осинников [3]:

- при разработке лесосек с достаточным для естественного возобновления количеством елового подроста полнота оставляемой части древостоя после рубки не должна превышать 0,2;

- при разработке лесосек без достаточного количества елового подроста, с последующим созданием лесных культур, общее количество оставляемых старовозрастных деревьев не должно превышать 25–30 шт./га. При этом целесообразно обрабатывать свежие пни на волоках арборицидами.

**Заключение.** Таким образом, оставление перестойной осины на корню при сплошных рубках позволяет уменьшить их вредное воздействие на лесную среду и одновременно повысить доходность лесопользования. Это – один из путей решений проблемы использования неликвидной осины.

### Библиографические ссылки

1. Дудин В. А. Леса земли Костромской. Кострома : Линия График Кострома, 2011. 264 с.
2. Багаев Е. С., Рыжова Н. В., Шутов В. В. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области : монография. Кострома : Изд-во КГТУ, 2014. 138 с.
3. Багаев С. С., Багаев Е. С., Дудин В. А. Об оставлении на корню перестойной осины при проведении сплошных рубок в смешанных древостоях [Электронный ресурс] // Лесохозяйственная информация. 2016. № 3. С. 107–114. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 22.02.2019).

© Багаев Е. С., Багаев С. С., Чудецкий А. И., Коршунов Г. И., 2019

## **АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ ЕНИСЕЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА В ПЕРИОД ВСПЫШКИ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА 2014–2018 гг.**

Е. О. Бакшеева<sup>1</sup>, А. С. Морозов<sup>2\*</sup>, П. В. Михайлов<sup>1</sup>, В. А. Иванов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии, развития технологий охраны  
лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов»

Российская Федерация, 660062, г. Красноярск, ул. Крупской, 42

\*E-mail: MorozovAS@firescience.ru

*Приведен анализ фактической горимости лесов Енисейского лесничества Красноярского края за период 2000–2018 гг. Выявлено, что периоду с 2011–2018 гг., характеризующему вспышкой сибирского шелкопряда, предшествовал период повышенной горимости лесов.*

*Ключевые слова: сибирский шелкопряд, лесные пожары, пожароопасный сезон, частота пожаров.*

## **ANALYSIS OF FIRE FREQUENCY OF THE YENISEI FORESTRY AREA IN THE PERIOD OF OUTBREAKS OF SIBERIAN SILKWORM IN 2014–2018**

E. O. Baksheeva<sup>1</sup>, A. S. Morozov<sup>2\*</sup>, P. V. Mikhailov<sup>1</sup>, V. A. Ivanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup>Branch of ARRISMF «Center of forest pyrology»  
42, Krupskaya Str., Krasnoyarsk, 660062, Russian Federation

\*E-mail: MorozovAS@firescience.ru

*The analysis of the actual fire frequency of forests of the Yenisei forestry of the Krasnoyarsk Territory for the period 2000-2018 is given. It was revealed that the period from 2011-2018 is characterized by the outbreak of the Siberian silkworm and the increased fire frequency of forests.*

*Keywords: Siberian silkworm, forest fire, fire season, fire frequency.*

Лесные пожары, массовое размножение насекомых, ветровалы, снеголомы и селевые потоки в горах зачастую приводят к полной гибели лесных насаждений или их компонентов. Наибольший вред лесу причиняют пожары и вспышки массового размножения вредных организмов.

По данным Центра защиты леса Красноярского края на территории Енисейского лесничества в период с 2014 по 2018 гг. сибирским шелкопрядом повреждено более 600 тыс. га насаждений.

Возникновению вспышек массового размножения сибирского шелкопряда способствует двух-трехлетний засушливый вегетационный период, во время которого возникающие лесные пожары уничтожают зимующих в подстилке энтомофагов, что, по мнению некоторых исследователей, приводит к подъему численности вредителей [1–4].

Таким образом, анализ динамики горимости лесов важен для оценки взаимосвязи с развитием очагов сибирского шелкопряда.

Вспышка шелкопряда, возникшая в 2014 году в лесах Назимовского участкового лесничества Енисейского лесничества, распространилась в западном и северо-восточном направлении, охватила часть территории Нижне-Енисейского лесничества и подошла к границе Северо-Енисейского лесничества. По прогнозам Центра защиты леса Красноярского края, на территории Северо-Енисейского лесничества в дальнейшем также возможна вспышка массового размножения шелкопряда на значительных площадях.

Учитывая вышеизложенное, проведение анализа горимости территории Енисейского лесничества может дать возможность оценить его взаимосвязь со вспышками сибирского шелкопряда, и в дальнейшем послужить их индикатором, так как погодные условия оказывают влияние и на пожарную опасность леса и, как следствие, на численность насекомых вредителей.

Енисейское лесничество характеризуется средним классом природной пожарной опасности. Это объясняется преобладанием здесь зеленомошных, черничных, брусничных и лишайниковых типов леса, обуславливающих повышенную потенциальную горимость лесов, которая в сочетании с неблагоприятными климатическими условиями (сильные ветры в весенне-осенний период, небольшое количество осадков с октября по март – всего 179 мм, сухая весна, жаркое лето) создает постоянную угрозу возникновения лесных пожаров. Кроме того, значительная часть участков лесничества представлена злаково-разнотравными типами леса и вырубками, в которых накопившийся к весне сухой травяной покров представляет высокую опасность как горючий материал в случае возникновения лесного пожара.

Средний класс природной пожарной опасности лесничества составляет 3.2, что свидетельствует о возможности возникновения низовых пожаров в течение всего пожароопасного сезона на всей территории лесничества. Возможны верховые пожары в периоды весенне-летних и осенних пожарных максимумов. Ветровой режим характеризуется преобладанием (60 %) ветров юго-восточного (ночью и утром) и северо-западного (днём) направлений. В среднем за год наблюдается 20 дней с сильным ветром (15 м/с и более). Наиболее высокие средние скорости ветра регистрируются с апреля по июнь. Малое количество осадков и невысокая относительная влажность воздуха в весенний период также способствуют возникновению пожаров.

Анализ горимости проведен с 2000 по 2018 годы, в том числе с использованием системы ИСДМ-Рослесхоз [5]. За анализируемый период на территории лесничества зарегистрировано 695 пожаров с колебаниями от 4 до 123 пожаров в год. Общая площадь, пройденная пожарами – 47 466 га (рис. 1).

В среднем за год на территории лесничества регистрируется около 36 пожаров на общей площади свыше 2 тыс. га, средняя площадь пожара – 68 га. Преобладают низовые пожары. Наиболее горимыми за рассматриваемый период были последние 8 лет.

Возникновению вспышки шелкопряда предшествовали четыре пожароопасных сезона 2011–2014 гг., о чем свидетельствует приведенная динамика продолжительности календарного пожароопасного сезона и количество дней с высоким показателем класса природной пожарной опасности в зависимости от условий погоды в этот период (рис. 2).

Календарный пожароопасный сезон начинается сразу после схода снега и заканчивается с началом появления снежного покрова. Средняя многолетняя его продолжительность в условиях Енисейского лесничества составляет 159 дней.

В период с 2011 по 2014 год продолжительность календарного пожароопасного сезона превысила среднюю многолетнюю продолжительность в 2012 и 2014 годах на 50 дней (более 25 %), а суммарная продолжительность пожароопасного сезона за последние 8 лет составляет 50 % от всего рассматриваемого периода.

Влияние погодных условий на вероятность возникновения и возможный вред от лесных пожаров в лесу характеризуется тремя показателями через уровень засухи, вычисляемый с начала календарного пожароопасного сезона; через суточную динамику погодных условий; через грозы [6].

Классификация пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды определяет степень вероятности (возможности) возникновения и распространения лесных пожаров на соответствующей территории в зависимости от метеорологических условий, влияющих на пожарную опасность лесов.

Анализ показал, что в период с 2011 по 2014 годы количество дней с 3–5 классом превысило среднее многолетнее значение на 21 %.

За 2011–2014 годы зарегистрировано 216 пожаров (37 % от числа всех пожаров), а площадь, пройденная огнем, составила 26656 га или 56 % от суммарной площади пожаров за 19 лет. Особенно высокая горимость наблюдалась в 2012 году, когда показатель площади пожаров превысил среднее многолетнее значение в 19 раз.

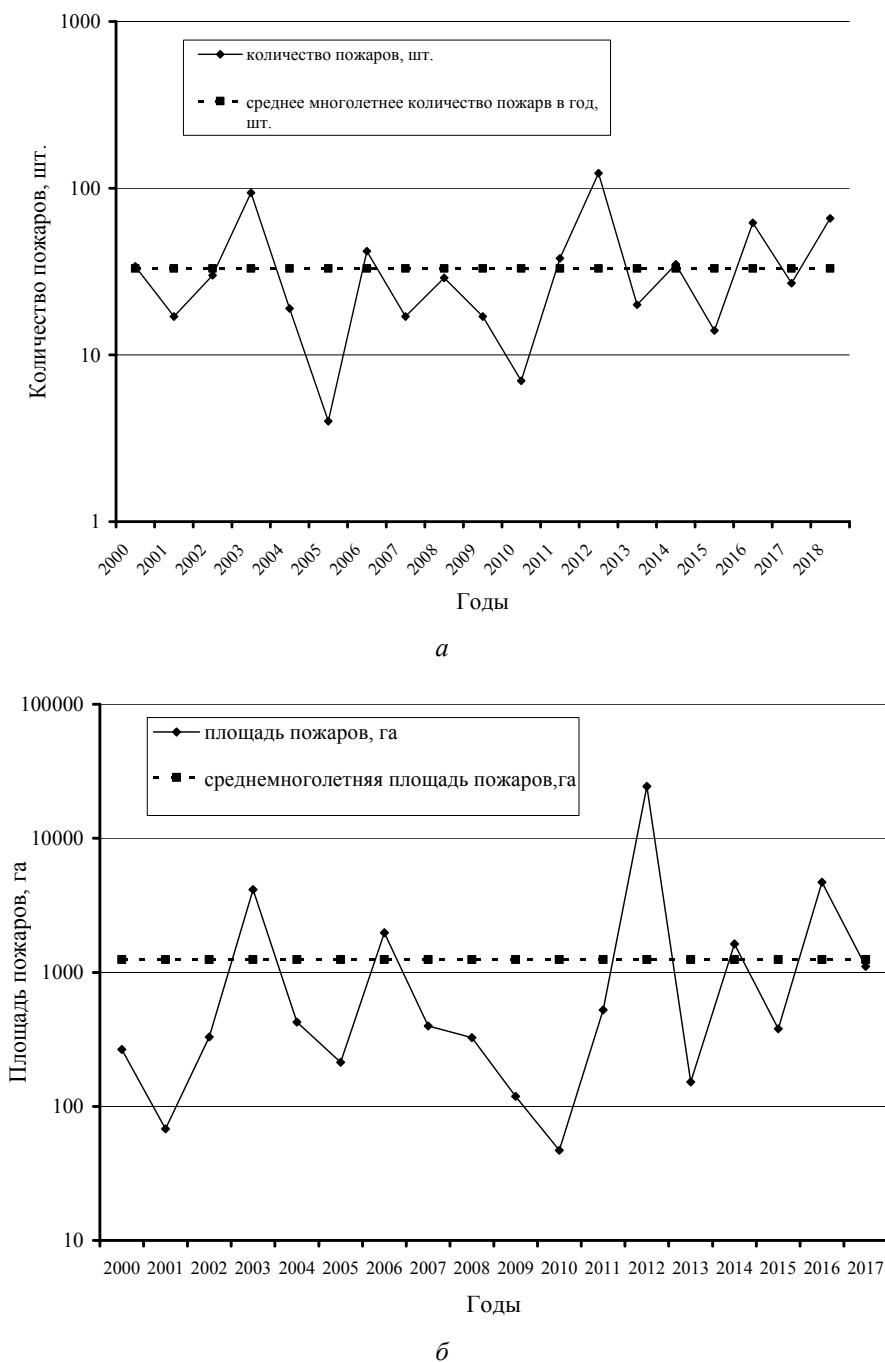


Рис. 1. Динамика пожаров в лесах Енисейского лесничества за 2000–2018 гг.:  
а – количество пожаров; б – площадь пожаров

Продолжительность фактического пожароопасного сезона на территории Енисейского лесничества колеблется от 42 до 147 дней. Средняя продолжительность фактического пожароопасного сезона с 2000 по 2010 год составляла 48 дней, а в период с 2011 по 2018 гг. увеличилась в 1,6 раза (78 дней).

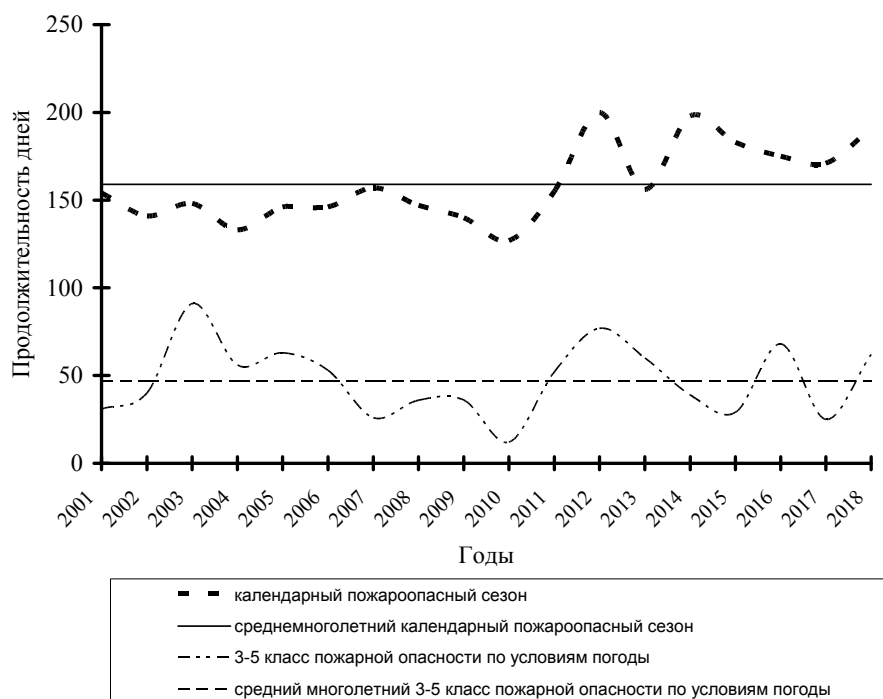


Рис. 2. Изменение продолжительности календарного пожароопасного сезона и количество дней с 3–5 классом пожарной опасности, в зависимости от условий погоды за 2000–2018 гг.

Основное количество пожаров возникает в мае и июне (55 % от общего количества) в разнотравных типах леса. В начале июля наблюдается значительное увеличения площади пожаров в связи с тем, что и зеленомошные типы леса достигают пожарной зрелости (рис. 3).

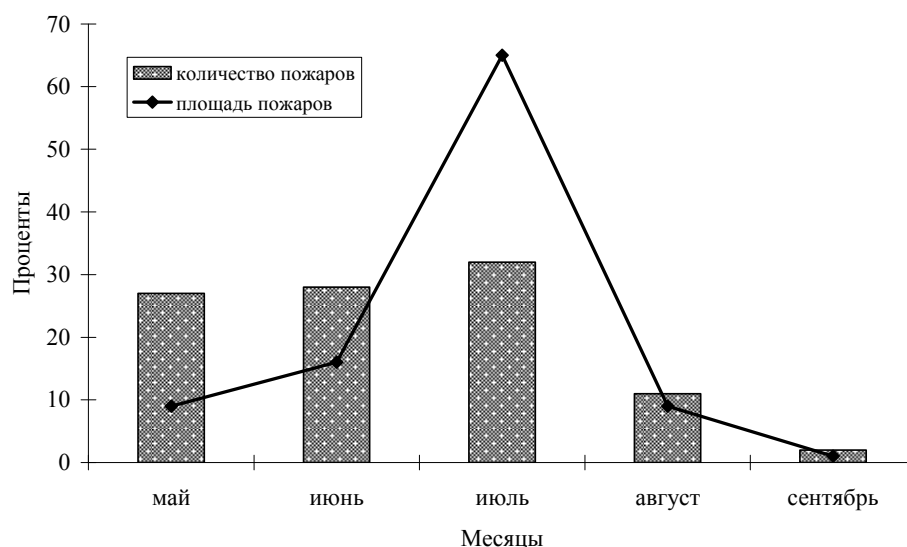


Рис. 3. Распределение лесных пожаров по месяцам пожароопасного сезона за период 2000–2018 гг. (в % от общего числа и площади пожаров за сезон)



Большая часть выгоревшей площади приходится на сосновые, березовые и осиновые насаждения. Особенно большие площади пройдены пожарами в период 2011–2018 гг., за этот период площадь пожаров в кедровых, еловых, пихтовых насаждениях превысила более чем в 3 раза, а в сосновых насаждениях более чем в 5 раз площадь, пройденную за предыдущий период (табл. 1).

В табл. 2 приведены сравнительные показатели, характеризующие фактическую горимость лесов по периодам 2000–2010 гг. и 2011–2018 гг.

Таблица 1

**Распределение количества и площади лесных пожаров по основным лесообразующим породам**

| Наименование показателя     | Порода |       |             |            |               |
|-----------------------------|--------|-------|-------------|------------|---------------|
|                             | кедр   | сосна | лиственница | ель, пихта | береза, осина |
| 2000–2010 гг.               |        |       |             |            |               |
| Количество пожаров, случаев | 22     | 149   | 5           | 47         | 64            |
| Площадь, пожара, га         | 767    | 4362  | 100         | 1186       | 1358          |
| Средняя площадь пожара, га  | 34,8   | 29,2  | 20          | 25,2       | 21,2          |
| 2011–2018 гг.               |        |       |             |            |               |
| Количество пожаров, случаев | 15     | 156   | 1           | 45         | 160           |
| Площадь пожара, га          | 2862   | 25704 | 23          | 4661       | 5360          |
| Средняя площадь пожара, га  | 190,8  | 164,7 | 23          | 103,5      | 33,5          |

Таблица 2

**Показатели горимости лесов Енисейского лесничества**

| Наименование показателей                                                    | Среднее значение показателей   |                                | Изменение показателей, %<br>$\Delta = (P_2/P_1 \cdot 100) - 100$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                                             | P <sub>1</sub> (2000–2010 гг.) | P <sub>2</sub> (2011–2018 гг.) |                                                                  |
| Общее количество пожаров, случаев                                           | 310                            | 385                            |                                                                  |
| Общая площадь пожаров, тыс. га                                              | 8,3                            | 39,3                           |                                                                  |
| Средняя площадь одного пожара, га                                           | 26,8                           | 102                            | 280                                                              |
| Частота пожаров/100тыс. га за сезон, п                                      | 0,66                           | 1,13                           | 70                                                               |
| Относительная площадь пожаров, S за сезон, га/100 тыс. га                   | 17,8                           | 115,8                          | 550                                                              |
| Индекс горимости $\Gamma_{\phi} = k \sqrt{n} S$                             | 1,7                            | 5,7                            | 236                                                              |
| Средняя продолжительность календарного пожароопасного сезона, дни           | 144                            | 178                            | 23                                                               |
| Средняя продолжительность фактического пожароопасного сезона, дни           | 48                             | 78                             | 62                                                               |
| Среднее количество дней с 3-5 классом пожарной опасности по условиям погоды | 44                             | 51                             | 15                                                               |

Оценивая горимость лесов по частоте и относительной площади пожаров по шкале, предложенной М. А. Софроновым, можно сделать вывод о том, что период 2011–2018 гг. характеризуется как умеренный по частоте пожаров с повышенной степенью горимости. Как видно из табл. 2 – индекс горимости в указанный период увеличился на 236 %, частота пожаров на 100 тыс. га выросла на 70 %, а относительная площадь пожаров на 550 %, чему способствовало большое количество дней с высокими показателями классов природной пожарной опасности. Особенно стоит отметить период 2011–2014 гг., который характеризовался наибольшими показателями горимости вызванной погодными условиями, которые, возможно, и обусловили выход популяции сибирского шелкопряда из фазы депрессии.

Таким образом, показатели пожарной опасности могут рассматриваться как один из возможных индикаторов реализации вспышек массового размножения хвое-листогрызущих насекомых.

### Библиографические ссылки

1. Болдаруев В. О. Причины, прогноз и особенности массового размножения сибирского шелкопряда : сб. трудов СИБНИИЛХЭ. Вып. 2. Красноярск, 1961. С. 3–26.
2. Аверенский А. И. Стволовые вредители лесов Южной Якутии : автореф. канд. дис. Владивосток, 1974. 21 с.
3. Послепожарная динамика лесов Лапландского заповедника / В. Ю. Нешатаев, А. А. Добрыш, М. В. Нешатаев, А. О. Пестеров // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века : материалы Всеросс. конф. Ч. 5: Геоботаника. Петрозаводск : Карельск. НЦ РАН, 2008. С. 231–233.
4. Яновский В. М. Концепция и методология энтомоиндикации состояния лесных экосистем // Сибирский экологический журнал, 2001. № 6. С. 729–134.
5. Организация работы со спутниковыми данными в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) / Е. А. Лупян [и др.]. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 222–250.
6. Софронов М. А., Волокитина А. В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. 205 с.

© Бакшеева Е. О., Морозов А. С., Михайлов П. В., Иванов В. А., 2019

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ БИОИНДИКАТОРА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Н. В. Борисова, С. В. Соболева, И. С. Почекутов, В. М. Воронин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru

*Исследована возможность использования сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора состояния экосистемы Богучанского района. Полученные данные могут служить для оценки загрязнения лесных экосистем.*

*Ключевые слова: сосна обыкновенная, биоиндикация, лесные экосистемы.*

## THE STUDY OF POLLUTION OF FOREST ECOSYSTEMS, USING AS BIOINDICATOR OF SCOTS PINE

N. V. Borisova, S. V. Soboleva, I. S. Pochekutov, V. M. Voronin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru

*The paper investigates the possibility of using Scots pine as a bioindicator of the state of the Boguchansky district ecosystem. The data obtained can be used to assess the pollution of forest ecosystems.*

*Keywords: Scots pine, bioindication, forest ecosystems.*

**Введение.** В настоящее время идет интенсивное освоение северных и восточных районов территории Красноярского края (п. Богучаны). Концентрация таких объектов, как БАЗ, ЦБК и др. в пределах формирующихся промузлов может привести к деградации окружающей среды, изменению метеоусловий, накоплению синергических эффектов различных поллютантов. Такие явления можно наблюдать в районе строительства ЦБК (дер. Ярки) [1].

Целью научного исследования была оценка воздействия комплекса предприятий на лесную экосистему биоиндикационными методами и накопления в ней тяжелых металлов. В качестве объекта исследования взяли древесную зелень сосны обыкновенной, произрастающей в районах с различной антропогенной нагрузкой, в качестве фона использовали пробы, отобранные в районе леспромхоза д. Манзя. Пробы отбирали в осенний период 2018 года с молодняка массива деревьев в количестве не менее 10 шт. на высоте 1,3 м от земли. Пробы анализировались на показатели средней арифметической длины хвои веток сосны обыкновенной, мм, влажность, зольность. Золу исследовали на наличие тяжелых металлов спектрометрическим методом на приборе «Спектроскан». По интенсивностям аналитических линий и сравнения их с образцом определяли концентрацию тяжелых металлов в пробе. Результаты исследований обрабатывали статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel с достоверностью  $P \leq 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Методика проведения данных исследований заключалась в следующем: выбирались сосны высотой 1–1,5 м на открытой местности с 8–15 боковыми побегами. Очень важен при выборе деревьев показатель вытоптанности участка произрастания сосны, который оценивается баллами 1–4: 1 – вытаптывания нет; 2 – вытоптаны тропы; 3 – нет ни травы, ни кустарников; 4 – осталось немного травы вокруг деревьев. При вытоптанности территории, оцениваемой баллами 3 и 4, экспресс-оценка воздушного загрязнения невозможна. У каждого дерева осматривались хвоинки предыдущего года (вторые сверху мутовки). Если деревья очень большие, то обследование проводилось на боковом побеге в четвертой сверху мутовке [2]. Всего собирались не менее 30 хвоинок (в нашем случае было отобрано 34–40 хвоинок) с каждой точки наблюдения.

Проводилась оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по оценочной шкале, включающей возрастные характеристики хвои, а также классы повреждения хвои на побегах второго года жизни. Оценка степени загрязнения воздуха проводилась по оценочной шкале, включающей возрастные характеристики хвои, а также классы повреждения хвои на побегах второго года жизни по табл. 1.

Таблица 1

Оценка степени повреждения хвои

| Максимальный возраст хвои |    | Класс повреждения хвои на побегах второго года жизни |        |
|---------------------------|----|------------------------------------------------------|--------|
| 4                         | I* | I–II                                                 | III    |
| 3                         | I  | II                                                   | III–IV |
| 2                         | II | III                                                  | IV     |
| 2                         | –  | IV                                                   | IV–V   |
| 1                         | –  | IV                                                   | V–IV   |
| 1                         | –  | –                                                    | VI     |

\*Примечания: I – воздух идеально чистый; II – чистый; III – относительно чистый («норма»); IV – загрязненный («тревога») [2].

Для наблюдения было взято 3 пробных площади в чистом, загрязненном и фоновом районах. Исследование проводилось по специальной шкале – шкала категорий состояния деревьев. Шкала категорий состояния деревьев

1. Здоровое дерево. Дерево не имеет видимых повреждений кроны и ствола (>10 %). Закончившая рост хвоя зеленого или темно-зеленого цвета. Продолжительность жизни хвои рассматривается в зависимости от региона.

2. Поврежденное дерево. Снижение густоты на 30 % за счет преждевременного опадения или недоразвития хвои, или повреждения кроны, наличие ≤ 30 % усохших ветвей в верхней части дерева, выключение из ассимиляционной деятельности 30 % всей площади хвои атмосферным загрязнением или другими причинами.

3. Сильно поврежденное дерево. Снижение густоты на 60 % за счет преждевременного опадения или недоразвития хвои, или повреждения кроны, наличие ≤ 60 % усохших ветвей в верхней части дерева, выключение из ассимиляционной деятельности 60 % всей площади хвои атмосферным загрязнением или другими причинами.

4. Отмирающее дерево. Крона разрушена, ее густота менее 15–20 % по сравнению со здоровой: более 70 % ветви по всему стволу дерева, усыхающие или сухие. Оставшаяся на дереве хвоя бледно-желтого или оранжево-красного цвета.

5. Умершие деревья: свежий сухостой – деревья, умершие менее года назад; старый сухостой – деревья, умершие более года назад (постепенно утрачиваются ветви и кора).

Жизненное состояние древостоев определяется по состоянию кроны, хвои, по отмирающим ветвям. На основании проведенных исследований рассчитываем показатель

жизненного состояния древостоев. Индекс состояния древостоев оценивается по бальной системе: 1–1,5–здоровые, 1,6–2,5 – ослабленные, 2,6–3,5 – сильно ослабленные, 3,6–4,5 – отмирающие, 4,6 и выше – сухостой.

В табл. 2 и 3 представлены данные по структуре насаждений древостоев сосны обыкновенной и показателям средней арифметической массы 100 шт. хвои сосны обыкновенной п. Богучаны и приближенным у нему районам.

Согласно данным табл. 2 можно проследить изменение структуры насаждений древостоев сосны обыкновенной в зависимости от места произрастания. На участке п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1) наблюдается наибольшее отклонение от фоновых насаждений –20 %, ослабленные деревья составляют 15 %, поврежденные –2 %, отмирающие 3 %. Необходимо отметить, что анализу подвергались средневозрастные древостои от 20 до 40 лет. На участке № 2 (п. Богучаны 500 м) от наблюдается изменения от фонового с содержанием здоровых деревьев – 85 %, ослабленных 10 % и отмирающих и поврежденных 5 %, что характеризует этот участок как наиболее приближенный к фоновому.

Гравиметрические изменения хвои под воздействием загрязнения атмосферы обусловлены как непосредственно ослаблением метаболической активности организма, так и изменением его влажности. В конечном счете это выражается в уменьшении прироста и биомассы деревьев. Отмечаемое снижение фитомассы и объема хвои находится в соответствии с таким представлением (табл. 3). Не менее важны при оценке степени загрязнения биоиндикационными методами показатели длины, массы и объема хвои сосны обыкновенной. Происходящие изменения могут служить основанием для использования биомассы ассимиляционного аппарата ели в качестве биомаркера загрязнения воздушной среды территории.

Таблица 2

**Структура насаждений древостоев сосны обыкновенной п. Богучаны, % на сентябрь 2018 г.**

| Насаждения                        | Здоровые | Ослабленные | Поврежденные | Отмирающие |
|-----------------------------------|----------|-------------|--------------|------------|
| п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1)  | 80       | 15          | 2            | 3          |
| п. Богучаны 500 м от Ангары (№ 2) | 85       | 10          | 2            | 3          |
| Фон (в районе леспромхоза № 3)    | 93       | 5           | 1            | 1          |

Таблица 3

**Длина, масса и объем хвои сосны обыкновенной в зависимости от места произрастания, сентябрь 2018 года**

| Место произрастания                | Длина хвои, мм |              | Масса 100 шт. хвои, мг |              | Объем хвои, средний, мм <sup>3</sup> | Категория загрязнения |
|------------------------------------|----------------|--------------|------------------------|--------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                    | первого года   | второго года | первого года           | второго года |                                      |                       |
| п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1)   | 50,5±0,5       | 52,9±0,4     | 17,27±0,2              | 20,53±0,1    | 18,08                                | среднее               |
| п. Богучаны 500 м от Ангары (№ 2)  | 46,5±0,4       | 53,5±0,3     | 23,6±0,7               | 24,21±0,2    | 24,7                                 | условно «чистое»      |
| Фоновая (в районе леспромхоза № 3) | 56,8±0,6       | 59,5±0,9     | 28,30±0,5              | 29,36±0,7    | 29,9                                 | фоновое               |

Согласно полученным данным можно проследить изменение длины, средней арифметической массы 100 шт. и объема хвои сосны обыкновенной в зависимости от места произрастания. Средняя арифметическая масса 100 хвоинок позволяет оценить состояние древо-

стоя в целом и его жизненную способность и энергию, чем больше масса, тем лучше состояние дерева. Фоновый участок наиболее благополучен, на этом участке наблюдается максимальная длина и масса хвои, а также объем. Данные, собранные на участке № 2 наиболее приближены к фоновому и отличаются от него на 5–7 % в меньшую сторону, что позволяет классифицировать его как условно «чистый». Участок № 3 отличается от двух предыдущих наименьшей длиной, массой хвои и объема что характеризует среднюю категорию его загрязнения поллютантами.

Известно, что усиление загрязнения атмосферы наряду со снижением скорости метаболизма сопровождается нарушением водного режима, потерей воды хвоей [3]. Считается, что негативные воздействия загрязнителей связаны прежде всего с отрицательной деструкцией мембран клеток. Влажность, удержание воды тканями растения рассматривается, как интегральный показатель многих реакций, протекающих в организме, что служит аргументом ее использования в качестве биомаркера [4]. Адаптация к условиям произрастания состоит в регулировании обменных процессов ассимиляционного аппарата с целью обеспечения жизнедеятельности организма. Исходя из этого, можно предполагать, что варьирование влажности хвои сосны обыкновенной также может рассматриваться в качестве индикатора аэрогенной нагрузки. Насыщаемость ею ассимиляционного аппарата контрольных деревьев изменяется в течение сезона. Эти данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Влажность хвои сосны обыкновенной, %**

| Время отбора  | п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1) | п. Богучаны 500 м от Ангары (№ 2) | Фоновая (в районе леспромхоза № 3) |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Зима 2018 г.  | 44,75±0,35                       | 53,60±0,03                        | 59,61±0,22                         |
| Весна 2018 г. | 45,96±0,09                       | 55,5±0,15                         | 62,75±0,13                         |
| Осень 2018 г. | 49,12±0,17                       | 54,19±0,08                        | 61,8±0,05                          |
| Среднее       | 46,61±0,2                        | 54,43±0,08                        | 61,38±0,13                         |

Согласно данным табл. 4 можно проследить изменение влажности сосны обыкновенной в зависимости от сезона и места произрастания. Сезонная динамика на всех участках зимой, весной и осенью практически одинакова и отличается на 1–2 %. Согласно данным табл. 3, можно сделать выводы, что сезонная динамика незначительно влияет на влажность ДЗ сосны обыкновенной, а в большей степени влияет место произрастание и наличие загрязнителей. В нашем случае на участке № 1 основным загрязнителем является автотранспорт, так как участок вплотную примыкает к оживленной автодорожке (50 м от трассы). Влажность хвои сосны обыкновенной на участке № 1 наименьшая и составляет 46,61±0,2 %. На участке № 2 влажность хвои приближена к фоновому (61,38±0,13) % и составляет (54,43±0,08) %, что позволяет сделать вывод о наименьшем загрязнении места произрастания древостоев и присвоить ему категорию условно «чистое».

Общеизвестно, что минеральные вещества активно участвуют во многих обменных процессах организма, в связи с чем изменение их состава сказывается на росте и развитии растений, что прежде всего отражается на состоянии ассимиляционного аппарата [4]. Загрязнение воздушной среды, заключающееся в привнесении несвойственных для ее минеральных компонентов, ухудшает функционирование и устойчивость насаждений.

Содержание минеральных веществ сосны обыкновенной исследуемых участков можно проследить по показателю зольности пробы, она изменяется в интервале 1,93–2,61 %, и изменяется незначительно. Минимальное его количество найдено в хвое лесных фитоценозов – 2,08±0,04 % (уч. № 3). Эти данные приведены в табл. 5.

Исходя из данных табл. 5 можно сделать вывод о небольшом превышении зольности на участке № 1. По видимому, это связано с его расположением (50 м от трассы). Наименьшая зольность пробы наблюдается на фоновом участке (в районе леспромхоза № 3).

Таблица 5

## Зольность хвои сосны обыкновенной, %

| Время отбора  | п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1) | п. Богучаны 500 м от Ангары (№ 2) | Фоновая (в районе леспромхоза № 3) |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Зима 2018 г.  | 2,50+0,04                        | 2,41+0,05                         | 2,25+0,02                          |
| Весна 2018 г. | 2,61+0,09                        | 2,20+0,07                         | 2,05+0,06                          |
| Осень 2018 г. | 2,60+0,05                        | 2,14+0,08                         | 1,93+0,03                          |
| Среднее       | 2,57+0,06                        | 2,25+0,06                         | 2,08+0,04                          |

При оценке вклада минеральных загрязнителей хвои более аргументированно рассматривать ее химический состав, а именно содержание в золе тяжелых металлов с использованием для ее определения прибора Спектроскан [5]. Эти данные приведены в табл. 6.

Таблица 6

## Содержание тяжелых металлов в древесной зелени сосны, мкг/г на а.с.с. сентябрь 2018 г.

| Время отбора | п. Богучаны 50 м от трассы (№ 1) | п. Богучаны 500 м от Ангары (№ 2) | Фоновая (в районе леспромхоза, № 3) |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Mn           | 14,81                            | 5,38                              | 2,58                                |
| Fe           | 4,87                             | 12,40                             | 12,40                               |
| Cu           | 5,82                             | 5,62                              | 5,78                                |
| Zn           | 17,43                            | 14,27                             | 11,55                               |
| Ca, I        | следы                            | следы                             | следы                               |

**Закключение.** Согласно представленным данным наблюдается небольшое превышение содержание тяжелых металлов таких как Zn, Fe, Cu в древесной зелени сосны обыкновенной на участке № 1, (п. Богучаны 50 м от трассы), расположенной вблизи оживленной автомагистрали. Хвоя на этом участке аккумулирует в 2–4 раза больше пыли и аэрозолей, чем насаждения, произрастающие вне зоны влияния трассы (участок № 2 и фон). Эти данные хорошо согласуются с литературными, так согласно [6], древостои региона Восточной Сибири накапливают в своей биомассе ТМ, мг/кг: Zn – (15–150); Cu – (3 – 40); Fe – (20 – 300); Mn – (15 – 150), соответственно и могут быть использованы для оценки загрязнения лесных экосистем.

## Библиографические ссылки

1. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году : Гос. докл. Красноярск : КГБУ «ЦРМПиООС, 2018. 301 с.
2. Мелехова О. П., Егорова Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М. : Академия, 2007. 288 с.
3. Петункина Л. О., Ковригина Л. Н., Тарасова Л. П. Сосна обыкновенная как средство мониторинга состояния среды // Проблемы сохранения биологического разнообразия Южной Сибири. Кемерово, 1997. С. 234–235.
4. Степень Р. А., Есякова О. А., Соболева С. В. Оценка загрязнения атмосферы биоиндикационными методами : монография / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2013. 142 с.
5. Методика выполнения измерений массовой концентрации тяжелых металлов в биологических объектах на рентгено-флуоресцентном спектрометре «Спектроскан». СПб. : ГП ВНИИФТРИ, 1994. 102 с.
6. Соболева С. В., Ченцова Л. И., Почекутов И. С. Исследование морфофизиологических показателей насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в разных экологических условиях // Вестник КрасГАУ. 2018. № 1. С. 199–205.

© Борисова Н. В., Соболева С. В., Почекутов И. С., Воронин В. М., 2019

## ПОЛИТИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В МИРОВОМ СООБЩЕСТВЕ

К. С. Боровик

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: sborovik2008@mail.ru

*Исследователи различных научных областей, занимающиеся вопросами окружающей среды рассматривают новые и сложные экологические проблемы, которые влияют на благосостояние людей и экологическое здоровье. Охрана окружающей среды вышла за рамки местных проблем и стала носить глобальный характер, данной проблеме посвящена эта статья.*

*Ключевые слова: экология, природопользование, природные ресурсы, ООН, международные конвенции, территориальная экологическая политика.*

## POLICY OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE WORLD COMMUNITY

K. S. Borovik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: sborovik2008@mail.ru

*Researchers in various scientific fields dealing with the environment consider new and complex environmental problems that affect human well-being and environmental health. Environmental protection has gone beyond local issues and has become global in nature, this article is dedicated to this issue.*

*Keywords: ecology, nature management, natural resources, UN, international conventions, territorial environmental policy.*

Наследием современной цивилизации стали значительный прирост населения планеты, интенсификация использования природных ресурсов, выбросы вредных веществ в атмосферу, свалки экологически небезопасных отходов производства, нарушение экологического баланса Земли, более того загрязняется даже околоземное пространство. Человечество находится на грани глобальной планетарной катастрофы. Экологические проблемы возникли и возникают дальше по причине нерационального взаимодействия окружающей среды и человека и его хозяйственной деятельности, что усиливает антропогенную и техногенную нагрузку на окружающую среду.

На фоне общей деградации окружающей среды все чаще стали возникать экологические катастрофы, обусловлены рядом факторов: стихийными природными явлениями, которые могут быть спровоцированы человеческой деятельностью; неверными технологическими решениями, как это случилось при аварии на Чернобыльской АЭС; сознательным разрушением природной среды во время военных действий или актов диверсии. Общее количество и частота локальных экологических катастроф в мире на протяжении второй половины XX в. значительно увеличилось [4, p. 25].



Проблемы рационального использования природных ресурсов и сохранения окружающей среды, обоснования теории и практики ведения хозяйства в корне измененных природных экосистемах, а также управление природными ресурсами нашли отражение во многих научных трудах отечественных и зарубежных исследователей.

В начале 1970-х годов философы стали обращать свое внимание на вопросы, касающиеся природной среды. Первоначально философия окружающей среды охватывала различные типы запросов, в том числе прикладную этику, ориентированную на такие вопросы, как ядерная энергетика и размещение токсичных химических веществ; более абстрактные экстраполяции традиционных этических теорий, таких как кантианство и утилитаризм, в экологические контексты; а также радикальный проект, связанный с переоценкой основных посылок западной мысли в свете их последствий для нашего отношения к естественному миру.

Первые два были в основном продолжением существующих областей философии, и это, возможно, третий проект, который часто описывается как «экологическая философия» или «экофилософия», который представляет собой совершенно новую ветвь философии [3, p. 121].

Было обнаружено, что процесс разработки нового экологического взгляда на мир выявляет контуры уже глубоко укоренившегося мировоззрения, организованного вокруг принципа разделения, лежащего в основе и формирования традиционных потоков современной мысли.

Остановимся подробнее на международной экологической политике, которая охватывает целый ряд вопросов: защита климата, устойчивая энергетическая политика, сохранение биологического разнообразия и сохранение лесов, морей и почв. Другими смежными темами являются: опустынивание, обращение с отходами и защита от опасных веществ. Почти все эти вопросы требуют всеобъемлющих стратегий для обеспечения того, чтобы охрана окружающей среды рассматривалась в других областях политики, таких как сотрудничество с развивающимися странами.

Международная экологическая политика особенно важна в периоды растущей глобализации. Экологическую дипломатию можно разбить на две общие категории: конвенции, регулирующие использование природных ресурсов, и конвенции, регулирующие загрязнение. В каждом случае главная проблема заключается в том, что политические границы редко отражают биологические границы, поэтому, поскольку национальные экономики потребляют ресурсы и производят загрязнение, они распространяют экологические проблемы далеко за пределами своих национальных границ.

Рассмотрим некоторые программы об охране окружающей среды в рамках Организации Объединенных Наций [5].

Организация Объединенных Наций учредила свою Программу по окружающей среде ЮНЕП (Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде) уже в 1972 году. С тех пор число экологических соглашений под эгидой ООН неуклонно растет. Первым был «Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой». Саммит Земли в 1992 году в Рио-де-Жанейро сосредоточил международные отношения на глобальных экологических проблемах. Последовали многочисленные конвенции, такие как Рамочная конвенция об изменении климата, Конвенция о биологическом разнообразии, Киотский протокол, Конвенция о международной торговле видами, находящимися под угрозой исчезновения, Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях [5].

ЮНЕП стремится к прозрачности и сотрудничеству между нациями и организациями, она советует включать экологические вопросы в рабочие переговоры, а не рассматривать окружающую среду как отдельный вопрос. Примером того, как связана экономическая и экологическая безопасность, является случай редкоземельных минералов, которые являются

компонентами электроники. Однако добыча и доступ к этим минералам чрезвычайно разрушительны для окружающей среды, и она была объявлена вне закона в Австралии и Соединенных Штатах [5].

Киотский протокол является единственным важнейшим инструментом международной климатической политики на сегодняшний день. Настоящий Протокол является первым юридически обязательным международным обязательством промышленно развитых стран сократить свои выбросы по меньшей мере на 5 процентов к 2012 году по сравнению с 1990 годом. Правительство Германии считает, что промышленно развитые страны должны стремиться к 2050 году сократить свои выбросы на 80–95 процентов, международного сообщества в целом, направленного на сокращение выбросов по крайней мере вдвое [5].

В рамках Международной инициативы в области климата, которая была начата в 2008 году, продвигаются проекты по защите климата в развивающихся, новых индустриальных странах и странах с переходной экономикой. Меры поддержки включают в себя создание благоприятной для климата экономики в странах-партнерах, разработку мер по адаптации к изменению климата и сохранение и устойчивое использование поглотителей природного углерода, таких как леса и водно-болотные угодья [5].

Что касается нашей страны, то экологическая политика в России представляет собой весь спектр мер, используемых для обеспечения долгосрочной экологической безопасности с учетом экономических возможностей и социальных потребностей общества [1, с. 25].

В рамках экологической политики можно выделить две области: 1) глобальные – то есть развитие международных правовых, политических и внешнеэкономических действий, учитывающих экологические ограничения социально-экономического развития, доступные глобальные природные ресурсы и их распределение между различными странами; 2) государственно-социально-экономические действия, построенные с учетом всех преимуществ и недостатков, связанных с состоянием окружающей среды территории, акватории, воздушного пространства страны и природных ресурсов, содержащихся в этой стране [2, с. 198].

В настоящее время развиваются еще две области или, еще лучше, уровня экологической политики – территориальные (в том числе муниципальные) и местные.

Территориальную экологическую политику можно также рассматривать как межрегиональную (например, политику на Дальнем Востоке, политику Северного региона, политику Московского региона и т. д.) И взаимосвязанные с территориями в пределах конкретного субъекта Российской Федерации (например, экологическая политика в черноморской курортной зоне Краснодарского края) или ограничены границами конкретных городов и поселков.

Местная экологическая политика осуществляется отдельными предприятиями (фирмами). Международные и российские стандарты по экологическому менеджменту ISO 14000 определяют экологическую политику как утверждение фирмы относительно ее целей и задач, связанных с ее общей экологической эффективностью. Однако эти стандарты в России носят исключительно рекомендательный характер. Местная экологическая политика российского бизнеса сегодня полностью зависит от государства и регулируется требованиями национального экологического законодательства, которое, в свою очередь, в значительной степени зависит от международных рекомендаций [2].

Весьма разумно рассматривать глобальную экологическую политику как независимую сеть взаимосвязанных правовых, экономических и организационных инструментов, разработанных мировым сообществом и ее членами, с тем чтобы использовать экологический компонент в качестве предпосылки для устойчивого развития. Только в течение последних 25 лет XX века стало ясно, что нужно будет иметь дело не с конкретными составляющими исторически сложившегося стиля управления окружающей средой страны, но необходимо изменить основные руководящие принципы этого стиля принимая во внимание ответственность за сохранение окружающей среды и стабильность биосферы. События последнего

десятилетия показали, что когда-то на пути к реформированию мировое сообщество столкнется с грандиозной задачей, не замеченной ранее в истории человечества.

Незавершенные реформы приводят к ряду серьезных проблем, связанных с координацией действий между различными странами, неадекватной готовности населения в большинстве стран принять довольно неясные экономические жертвы, направленные на часто двусмысленное «экологическое» будущее, междисциплинарные споры, частные интересы сложившейся рыночной экономики и многих других проблем переходного периода. В такой ситуации в соответствии с экологической философией следует стремиться разрабатывать мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду. Такими мероприятиями могут стать [4]:

1. Разработка экологически чувствительных продуктов и технологий.
2. Сохранение ресурсов, сохранение и повторное использование ресурсов на стадии разработки.
3. Сокращение выбросов CO<sub>2</sub> за счет экономии энергии и эффективного использования ресурсов.
4. Содействие сохранению биоразнообразия.
5. Соблюдение правил и сокращение нагрузки на окружающую среду путем предотвращения загрязнения.
6. Постоянное совершенствование и укрепление системы экологического менеджмента.
7. Повышение осведомленности о деятельности по охране окружающей среды посредством экологического просвещения и информационной деятельности.
8. Поддержание и совершенствование системы экологического менеджмента с помощью внутренних экологических аудитов.

#### **Библиографические ссылки**

1. Ретеюм А. Ю. Управление окружающей средой по ИСО 14001 : сл.-справ. М. : Хорион, 2006. 159 с.
2. Экологическая политика: проблемы и перспективы [Текст] : материалы IV Межвуз. студенч. науч.-практ. конф.; отв. ред. В. В. Ельшина] (26 мая 2016 г., Пермь, ПГНИУ) / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь : Изд. центр ПГНИУ, 2016. 268 с
3. Actual Environmental Problems: Proceedings of the VII International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students (November 23–24 2017, Minsk, Republic of Belarus) ; edited by S. A. Maskevitch, S. S. Poznjak / ISEI BSU. Minsk, 2017. 220 p.
4. Burke T., Wayne E. Cascio, Rethinking Environmental Protection: Meeting the Challenges of a Changing World Environ Health Perspect. 2017 Mar; 125(3) 118 p.
5. Convention on environment and human rights crucial for ecological protection / UN News, URL: <https://news.un.org/en/> (дата обращения: 15.11.2018).

© Боровик К. С., 2019

## **ПРОЕКТ ЛАНДШАФТНОГО ПАРКА «БЕЛЫЕ РОСЫ»**

К. С. Булаева, М. Н. Кузьмичева, В. В. Конюхова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: bulaeva14@mail.ru

*Рассмотрены вопросы организации пространства территории ландшафтного парка на примере проекта «Ситуационный план парка «Белые росы». Проведен анализ проектирования плана парка. Обозначен выбор больших и малых архитектурных форм, элементов озеленения в соответствии с характерными особенностями английского стиля. Приведен план благоустройства территории.*

*Ключевые слова: экология, парк, план благоустройства территории, стиль ландшафтного дизайна.*

## **THE PROJECTLANDSCAPEPARK “WHITE DEWS”**

K. S. Bulaeva, M. N. Kuzmicheva, V. V. Konyuhova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: bulaeva14@mail.ru

*The questions of the organization of the territory of the landscape park are considered on the example of the project “Situation plan of the White Dews park”. An analysis of the design of the park plan. Marked the choice of large and small architectural forms, elements of gardening in accordance with the characteristics features of the Englishstyle. The plan of improvement of the territory is given.*

*Keywords: ecology, park, territory improvement plan, landscape design style.*

В настоящее время в условиях происходящих в стране социально – экономических изменений, которые сопровождаются ростом городов, актуальны вопросы создания зеленых территорий в городских условиях. Активная жилая застройка на протяжении последних 10–15 лет не способствовала увеличению площади зеленых насаждений на территории Красноярска, что создало предпосылки к созданию дисбаланса экологической обстановки в городе. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что создание парка в городе не только придает ему индивидуальную контрастную архитектурно- художественную обстановку, но и позволяет населению восстанавливать связь с природой, что, в свою очередь, ведет к положительным результатам в плане оздоровления населения. Парки и вся система озелененных территорий выполняют разнообразные функции, из которых наиболее важными являются: очищение городского воздушного бассейна, улучшение микроклимата жилых районов и города в целом, формирование садово-парковых и архитектурно-ландшафтных ансамблей с целью создания благоприятной среды для массового отдыха горожан.

Потому в последнее время широкое распространение получил раздел архитектуры, посвященный организации объектов, в которых материалом является ландшафт. Этот вид деятельности называется ландшафтной архитектурой. Именно она позволяет создать благо-

приятные условия для горожан, чтобы ослабить негативное влияние загрязненной атмосферы, полуфабрикатной еды, постоянной эмоциональной и физической перегруженности.

В задачи проекта входило обоснование выбора стиля парка, создание уникального экстерьера, максимальное использование земельного участка при планировке, органичное вложение малых архитектурных форм в имеющийся природный ландшафт, детальная планировка парка и подбор ассортимента зелёных насаждений. Разработанный ситуационный план парка – это документ, на котором отображено взаимодействие объектов озеленения, малых и больших архитектурных форм, выявлены композиционные, функциональные и транспортные связи, что дает возможность оценить планировочное решение застройки, а также благоустройства и озеленения территории.

Ситуационный план включает план парка с указанием границ, высотных отметок, существующих и проектируемых зданий и сооружений, дорог, площадок, проездов, пешеходных дорожек, зеленых насаждений, выполняется на основе основных правил архитектурно-ландшафтной композиции, придерживаясь определенного архитектурно-ландшафтного стиля. Ситуационный план выполняется без указания координационных осей, координат и размерных привязок. В чертежах ситуационного плана верхняя часть соответствует северной стороне территории, поэтому указатель направления на север не наносят.

Основное назначение городского парка – обеспечение отдыха посетителей. В парках культуры и отдыха должны быть зоны тихого и активного отдыха. В активной зоне нужно запланировать зоны для развлечений, игр и физкультурно-оздоровительных целей. В состав парков могут быть включены территории памятников архитектуры и садово-паркового искусства.

Основной задачей проектирования и строительства нового или реконструкции существующего парка является создание контрастной по отношению к городу архитектурно-художественной и гигиенической обстановки. Тишина, чередование открытых и затененных пространств, гладь водоемов и струи фонтанов, красочные цветники, живописные группы деревьев и кустарников на фоне газонов, органически включенные в этот природный комплекс, оказывают положительное влияние на нервную систему, настроение и самочувствие посетителей.

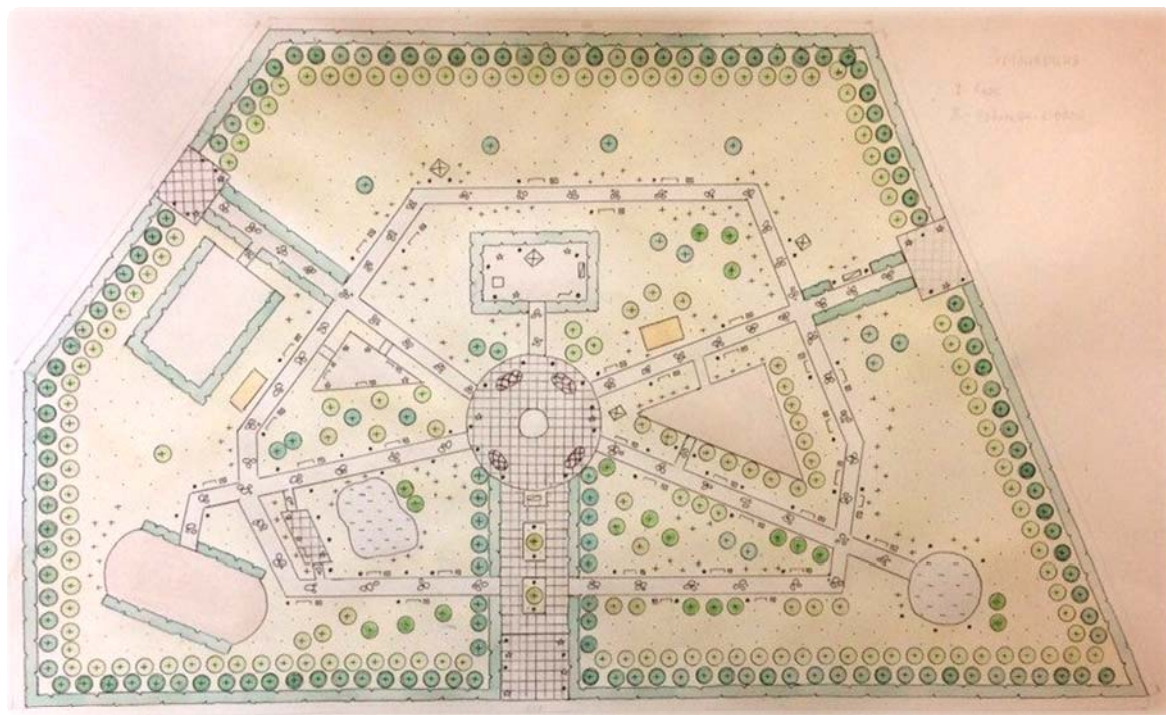
Создание такой обстановки выдвигает определенные требования к характеру и архитектуре парковых сооружений. В парке не должно быть крупных сооружений «городского» типа – дворцов культуры большого объема, клубов, театров и так далее.

Все сооружения должны отличаться «парковой спецификой», которая находит отражение в объемной, пространственной и декоративной композиции каждого сооружения. Любое сооружение в парке воспринимается объемно (со всех сторон) и поэтому в его архитектуре не должно быть «задних» фасадов. Все сооружения – органическая часть данного паркового ансамбля, их объем и цветовая характеристика должны гармонизировать с окружающими насаждениями. Существенной особенностью парковых сооружений является возможность их использования летом и зимой.

Проектируемому парку присвоено название «Белые росы», он расположен в Свердловском районе города Красноярска. Площадь участка 2,72 га. Рельеф равнинный с небольшим возвышением в северо-западной части. Форма участка – неправильная трапеция (см. рисунок). К границам прилегают следующие объекты: с юга – магистраль городского типа, с севера, запада и востока – жилой массив (застройка). Парк спроектирован в английском стиле, особенностью которого является добавление ландшафтного стиля в определенных зонах [2]. Так парадная зона соответствует регулярному, строгому стилю, с рядовыми посадками и строго геометрическим по форме цветником.

Зоны для отдыха, наоборот, по большей части соответствуют стилю, максимально приближенному к природе. Здесь присутствует искусственный водоем неправильной формы, различные пейзажные группы деревьев и кустарников, но даже в этих зонах оставлены дорожки правильных геометрических форм.

Английский стиль подразумевает использование на территории парка фонтана, садовой мебели, выполненной из натурального сырья [3]. Вода – неотъемлемая часть ландшафта английского стиля. Фонтан состоит из нескольких ярусов, представленных чашами, уменьшающимися в диаметре. В парке используются скамьи из дерева с кованными элементами. Они расположены по всей территории парка, в основном вдоль главных дорожек. На смотровой площадке, которая находится в северо-западной части около водоема, стоит беседка. Она также выполнена из древесины. Комплекты мебели, придающие утонченность и красоту, установлены в зоне тихого отдыха, на видовых площадках.



Ситуационный план парка (вид сверху)

Для украшения в летнее время года использованы вазоны и кашпо для цветов. Красивую вторую жизнь получили такие старые предметы, как телега и велосипед – дизайн-решение, выполненное в английском стиле [6].

Освещение – необходимая часть при создании уютного парка. Большие столб-фонари расположены вдоль главных и дополнительных дорожек, так же там находятся фонари, подсвечивающие дорогу и расположенные вдоль дорожек малые архитектурные формы. Для утилитарных целей на территории используются декоративные урны.

При разработке проекта озеленения использовались приемы формирования пространства, распространенные в садово-парковом искусстве, важная роль отводилась взаимоотношениям растительности и среды, биологическим свойствам и декоративным качествам растений [1]. Процесс формирования растений, композиций после посадок продолжается длительное время. Даже в детально разработанном проекте невозможно предусмотреть все изменения, которые происходят с растениями: видоизменяется форма, меняются условия роста, выпадают (от бури, старости или болезни) деревья – все это сказывается на создании задуманной композиции. По мере роста растительности следует корректировать посадки – удалять ненужное, дополнять то, что поможет сделать объект интересным с художественной точки зрения. Каждый парк должен соответствовать своему целевому назначению, полностью отвечать в построении и внешнем облике поставленным задачам, быть удобным, краси-

вым и достаточно экономичным. Экономичность зеленых насаждений достигается за счет использования механизации при ведении строительных работ и уходе за насаждениями.

При подборе дендрологического состава деревьев учитывались почвенно-климатические условия Красноярска [4]. Для достижения целей всесезонности парка для его озеленения предлагается использовать большое количество хвойных пород деревьев. Наиболее подходящими являются ели. Ель сибирская – высокое дерево, занимающее приличное пространство в ширину (до полутора метров и более), отличается пышной кроной с остроко-нечной четырехгранной хвоей около 2–2,5 см в длину, благодаря своей неприхотливости и выносливости, прекрасно соседствует с более мощными сородичами. Кроме того, сибирской красавице свойственно довольно красочное цветение. Ель колючая, в зависимости от сорта, может достигать высоты от 80 см до 25 м. Растение это, помимо того, что отличается высокими декоративными качествами, еще и очень неприхотливо. Это по большей мере и опреде-ляет его популярность в качестве декоративного. Крона у голубой ели может быть пира-мидальной или конусовидной. Высаженные вдоль прямых аллей, данные деревья создадут законченность композиции.

Не обойтись на территории парка и без лиственных пород. Планируется озеленение бе-резой повислой, грушей уссурийской и рябиной сибирской. Живые изгороди выполнены из кустарников – сирень венгерская, барбарис Тунберга и кизильник блестящий. Деревья и куст-тарники являются наиболее рациональным видом озеленения, не требующим колоссального систематического ухода, как цветы. И все же, воплощая английский стиль в озеленении пар-ка, невозможно обойтись без строгих цветочных клумб и стриженных газонов. При выборе цветочных растений предпочтение было отдано однолетним неприхотливым растениям, обла-дающим, однако, высокой декоративностью – бархатцам прямостоячим, петунии гибрид-ной, капусте декоративной, а также зимостойким многолетникам – целлозии перистой и дельфиниуму гибриднему [5].

У входа в парк располагается «разгрузочная» площадка, она плавно переходит в глав-ную алею. Покрытие «разгрузочной» площадки, аллеи и площадок в зоне тихого отдыха вы-полнено из плитки. Второстепенные дорожки, ведущие к площадкам в зоне тихого отдыха, из камней. Для детских площадок используется прорезиненное покрытие, так как оно мягкое и, следовательно, будет смягчать падения.

Проектирование парка с учетом всех современных требований – это творческий и увле-кательный процесс, подразумевающий работу по подбору единых композиционных объек-тов, которые должны сочетаться и гармонизировать друг с другом. В данной работе был создан ситуационный план парка в масштабе 1:500 в английском стиле для массового, активного и содержательного отдыха жителей города. Все материалы для отделки, покрытия, растения, малые архитектурные формы были подобраны в данном стиле. Основными преимуществами спроектированного парка является его общедоступность для населения города, всесезон-ность и качество отдыха за счет созданных в нем условий.

### **Библиографические ссылки**

1. Алексеев Ю. Е., Жмылев П. Ю., Крапухина Е. А. Деревья и кустарники. Энциклопедия природы России. М, 1997. 592 с. 48 с. ил.
2. Английский стиль в ландшафтном дизайне [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sadrum.ru/landscape-design/anglijskij-stil-v-landshaftnom-dizajne.html> (дата обращения: 22.02.2019).
3. 10 стилей ландшафтного дизайна [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://remstroiblog.ru/natalia/2017/03/02/10-stiley-landshaftnogo-dizayna-i-ih-harakternyie-chertyi-foto/> (дата обращения: 22.02.2019).

4. Красиков И. И., Гапонова Г. А., Ревина К. В. Дендрология. Декоративные деревья и кустарники для озеленения городов Сибири : учеб. пособие / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2011. 155 с.

5. Краткая энциклопедия садового дизайна. Современный ландшафтный дизайн вашего сада / авт.-сост. Ю. С. Кирьянова. М. : АСТ, 2009. 238 с.

6. Сад в английском стиле [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dachanaladoni.ru/landshaftnyy-dizayn/planirovanie/kak-sozdat-sad-v-anglijskom-stile-svoimi-rukami.html> (дата обращения: 22.02.2019).

© Булаева К. С., Кузьмичева М. Н., Конюхова В. В., 2019



## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВИДОВ СМОРОДИНЫ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ им. Вс. М. КРУТОВСКОГО

О. Ф. Буторова, Д. С. Гончарук, Ю. С. Коржова, П. И. Купрякова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: selekcia@sibgu.ru

*Изучена изменчивость биометрических показателей Ribes alpinum L., R. lucidum Kit., R. diacanthum Pall., R. aureum Pursh., R. saxatile Pall., R. komarovii Pojark., произрастающей в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Средняя высота растений составила от 1,1 до 2,4 м. Наибольшая длина и ширина листовой пластинки и плодов отмечена у Ribes alpinum. Уровень изменчивости высоты, диаметра кроны от низкого до очень высокого, диаметра ствола – от низкого до высокого, размеров листовой пластинки – от низкого до среднего.*

*Ключевые слова: смородина, изменчивость, листья, ботанический сад.*

## THE VARIABILITY OF SPECIES OF CURRANT IN THE BOTANICAL GARDEN of Vs. M. KRUTOVSKY

O. F. Butorova, D. S. Goncharuk, Ju. S. Corjova, P. I. Kuprjakova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: selekcia@kts.ru

*The variability of biometric indicators Ribes alpinum L., R. lucidum Kit., R. diacanthum Pall., R. aureum Pursh., R. saxatile Pall., R. komarovii Pojark. in the Botanical Garden named Vs. M. Krutovskogo of SibSU named Reshetnev was studied. Average plant height ranged from 1.1 to 2.4 m. The maximum length and width of leaves and fruits is marked in Ribes alpinum. The level of variability of Crown diameter is from low to very high, the diameter of the trunk-from low to high, the size of the leaf blade-from low to medium.*

*Keywords: currant, variability, the leaves, the Botanical Garden.*

Смородина – ценная порода, широко используемая в лесном хозяйстве для степного, полезащитного лесоразведения, озеленения. Ее плоды содержат соли железа, фосфора и кальция, сахара, яблочную и лимонную кислоты, витамины А и С.

Семейство крыжовниковые (*Grossulariaceae*) включает свыше 150 видов листопадных кустарников. У многих видов ветви имеют шипы, расположенные в узлах стеблей. Цветки мелкие, колокольчатые, собраны в кисти. Плоды сочные, ягодовидные, красные, черные, до 1 см в диаметре. Смородина (*Ribes*) растет в подлеске и по опушкам лесов в различных природных зонах Северного полушария [1; 2].

Смородина – один из самых популярных ягодных кустарников, в культуре известна уже несколько столетий и выращивалась еще в садах Московской Руси. В России около 40 дикорастущих видов смородины. Многие виды или их культурные сорта широко разводят

как ценные ягодные кустарники, имеющие большое пищевое значение, используют в медицине [3; 4].

Исследования проводились в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского СибГУ им. М. Ф. Решетнева, который находится в пригородной зоне г. Красноярска на стыке Канско-Рыбинской котловины и лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины с предгорьями Восточных Саян. Сад расположен в южной части г. Красноярска, на правом берегу р. Енисея, в устье р. Лалетиной. В интродукционном отделении сада произрастают несколько видов смородины: альпийская (*Ribes alpinum* L.), блестящая (*R. lucidum* Kit.), двуиглая, или таранушка (*R. diacanthum* Pall.), золотистая (*R. aureum* Pursh.), каменная (*R. saxatile* Pall.), Комарова (*R. komarovii* Pojark.).

Нами изучена изменчивость растений смородины по биометрическим показателям. У растений в биогруппах измеряли высоту, диаметр ствола, кроны. Оценивали зимостойкость по 7-балльной шкале ГБС. Уровень варьирования определяли по шкале С. А. Мамаева.

Установлено, что высота растений варьирует от 0,9 до 2,8 м при средних значениях 1,1–2,4 м. Большую высоту достигают растения смородины Комарова, существенно превышающие по данному показателю другие виды на 1,4,3–118,2 % ( $t_{\phi} = 6,01\text{--}10,15$ ). Уровень варьирования показателя – от низкого до очень высокого (табл. 1).

Таблица 1

**Биометрические показатели растений**

| Вид смородины      | min | max | $\bar{X}$ | $\pm\sigma$ | $\pm m$ | V, % | $t_{\phi}$ |
|--------------------|-----|-----|-----------|-------------|---------|------|------------|
| Высота, м          |     |     |           |             |         |      |            |
| Альпийская         | 0,9 | 1,3 | 1,1       | 0,47        | 0,13    | 42,7 | 9,56       |
| Двуиглая           | 1,8 | 2,4 | 2,1       | 0,19        | 0,03    | 9,0  | 6,01       |
| Золотистая         | 1,1 | 1,8 | 1,4       | 0,23        | 0,09    | 16,4 | 10,15      |
| Комарова           | 2,1 | 2,8 | 2,4       | 0,23        | 0,04    | 9,6  | –          |
| Диаметр ствола, см |     |     |           |             |         |      |            |
| Альпийская         | 0,5 | 0,9 | 0,7       | 0,13        | 0,04    | 18,6 | 7,73       |
| Двуиглая           | 1,3 | 1,8 | 1,6       | 0,16        | 0,03    | 10,0 | 3,12       |
| Золотистая         | 1,5 | 3,0 | 2,2       | 0,49        | 0,19    | 22,3 | –          |
| Комарова           | 1,0 | 1,7 | 1,4       | 0,23        | 0,04    | 16,4 | 4,12       |
| Диаметр кроны, м   |     |     |           |             |         |      |            |
| Альпийская         | 0,8 | 1,4 | 1,1       | 0,19        | 0,05    | 17,3 | 20,14      |
| Двуиглая           | 2,3 | 3,7 | 3,0       | 0,45        | 0,08    | 15,0 | –          |
| Золотистая         | 0,7 | 2,2 | 1,4       | 0,49        | 0,19    | 35,0 | 7,76       |
| Комарова           | 2,2 | 2,9 | 2,6       | 0,23        | 0,04    | 8,8  | 4,47       |

По данным Т. Н. Встовской [5], в Новосибирске смородины альпийская и двуиглая имеют высоту 0,8–1,2 м, Комарова – 1,4 м, золотистая – 1,8–2 м.

Диаметр ствола находится в пределах 0,5–3,0 см. Наибольший диаметр ствола отмечен у смородины золотистой, превышающей по данному показателю остальные виды в 1,4–3,1 раза, уровень изменчивости от низкого до высокого.

По диаметру кроны различие между изучаемыми видами составило до 2,7 раза. Крона большего диаметра сформировалась у растений смородины двуиглой, достигая у отдельных экземпляров 3,7 м. Слабо развита крона у смородины альпийской.

Изучена изменчивость листьев (табл. 2).

Наибольшей длиной листовой пластинки отличается смородина альпийская: на 13,3–30,8 % больше в сравнении с другими видами, наименьшей – смородина Комарова. Достоверность различий подтверждается  $t$ -критерием. Уровень изменчивости показателя у сравниваемых видов – от среднего до очень высокого.

Ширина листовой пластинки у смородины альпийской также превышает (на 26,9–50,0 %) другие виды, кроме смородины золотистой. Наименьшая ширина листьев у смородины двуиглой. Уровень изменчивости ширины листа варьирует от низкого до высокого.

Таблица 2

**Размеры листьев смородины, см**

| Вид смородины | min | max | $\bar{x}$ | $\pm\sigma$ | $\pm m$ | V, % | $t_{\phi}$ |
|---------------|-----|-----|-----------|-------------|---------|------|------------|
| Длина         |     |     |           |             |         |      |            |
| Альпийская    | 2,2 | 4,3 | 3,4       | 0,51        | 0,09    | 15,0 | –          |
| Блестящая     | 1,1 | 4,2 | 2,8       | 0,76        | 0,14    | 27,1 | 3,61       |
| Двуиглая      | 2,2 | 3,7 | 2,9       | 0,37        | 0,07    | 12,8 | 4,39       |
| Золотистая    | 2,0 | 3,7 | 3,0       | 0,42        | 0,08    | 14,0 | 3,32       |
| Каменная      | 2,0 | 4,4 | 2,7       | 0,59        | 0,11    | 21,8 | 4,93       |
| Комарова      | 1,2 | 3,9 | 2,6       | 0,66        | 0,12    | 25,4 | 5,33       |
| Ширина, см    |     |     |           |             |         |      |            |
| Альпийская    | 1,9 | 4,2 | 3,3       | 0,56        | 0,10    | 16,9 | –          |
| Блестящая     | 1,3 | 3,7 | 2,5       | 0,59        | 0,11    | 23,6 | 5,38       |
| Двуиглая      | 1,7 | 2,6 | 2,2       | 0,22        | 0,04    | 10,0 | 10,21      |
| Золотистая    | 2,3 | 4,2 | 3,3       | 0,46        | 0,08    | 13,9 | 0,00       |
| Каменная      | 1,7 | 4,4 | 2,6       | 0,66        | 0,12    | 25,4 | 6,50       |
| Комарова      | 1,7 | 3,4 | 2,5       | 0,42        | 0,08    | 16,8 | 6,25       |

Зимостойкость растений высокая, 1–2 балла по 7-балльной шкале ГБС.

В результате проведенных исследований проведен отбор перспективных видов и экземпляров для размножения и выращивания адаптированного посадочного материала.

**Библиографические ссылки**

1. Алексеев Ю. Е., Жмылев П.Ю., Карпухина Е. А. Деревья и кустарники. Энциклопедия природы России. М. : ABF, 1997. 592 с.
2. Аксенов Е. С., Аксенова Н. А. Декоративные растения (Деревья и кустарники). Энциклопедия природы России. М. : ABF, 1997. Т. 1. 560 с.
3. Булыгин Н. Е., Ярмишко В. Т. Дендрология. М. : МГУЛ, 2010. 528 с.
4. Энциклопедия декоративных садовых растений [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://flower.onego.ru/kustar/ribers\\_b.html](http://flower.onego.ru/kustar/ribers_b.html) (дата обращения: 22.02.2019).
5. Встовская Т. Н. Древесные растения – интродуценты Сибири. Новосибирск : Наука, 1986. 287 с.

© Буторова О. Ф., Гончарук Д. С., Коржова Ю. С., Купрякова П. И., 2019

## ПРОИЗРАСТАНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Т. Е. Галдина

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова  
Российская Федерация, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8  
E-mail: invitro11@bk

*Представлены результаты обследования опытных объектов, заложенных в 50-е годы с целью изучения интродукции различных видов лиственниц в условиях Воронежской области. Географические культуры лиственницы, заложенные Р. И. Дерюжским в 1954 г., служат инструментом для детального изучения адаптационной способности данной лесобразующей породы. Изучение особенности произрастания лиственницы в геокультурах служат инструментом для разработки рекомендаций по повышению биоразнообразия и его сохранения в условиях Центральной лесостепи, являются важным резервом повышения продуктивности и устойчивости вновь создаваемых лесов в данном регионе.*

*Ключевые слова: лиственница, продуктивность лесных культур, географические культуры, сохранность лиственницы в геокультурах, интродукция лиственницы.*

## GROWING LARCH IN CENTRAL FOREST-STEPPE

T. E. Galdina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov  
8, Timiryazev Str., Voronezh, 394087, Russian Federation  
E-mail: invitro11@bk

*The article presents the results of a survey of experimental objects laid in the 1950s with the goal of studying the introduction of various species of larch in the conditions of the Voronezh Region. Provenance trial plantations of larch, laid by R. I. Deryuzhkin in 1954, serve as a tool for detailed study of the adaptive ability of this forest-forming species. The study of the peculiarities of the growth of larch in provenance trial plantations serves as a tool to develop recommendations for increasing biodiversity and its preservations in the Central Forest Steppe; it is an important reserve for increasing productivity and sustainability of newly created forests in this region.*

*Keywords: larch, productivity of forest plantations, provenance trial plantation, larch conservation in trial plantation, introduction of larch.*

**Введение.** Повышение эффективности лесовосстановления является сегодня важнейшей проблемой лесной отрасли, а также остро актуальной в связи с переходом лесного хозяйства на новую ступень развития, как биоэкономика.

Древесные интродуценты широко используются в лесных культурах, а также для создания рекреационных лесов, садов и парков.. Интродукция древесных растений относится к числу наиболее актуальных проблем лесной отрасли и является одним из слагаемых повышения производительности лесных площадей. Использование существующих в различных лесорастительных районах продуктивных древесных пород приводит к 1,5–2 кратному увеличению продуктивности и сокращению оборотов рубки. Однако неграмотное без испытания переселение таких же продуктивных древесных пород может привести к обратному эффекту,

как ослабления древостоя и как следствие гибель лесных культур полностью, а значит снижение лесистости, продуктивности и товарной продукции по программе биоэкономика.

Чтобы избежать отрицательный результат, необходимо особое внимание уделять вопросу влияния происхождения семян на особенности произрастания лесных культур, которое имеет общебиологическое и лесоводственное значение и многолетнюю историю. Для изучения вопроса об использовании привозного репродуктивного материала с целью лесовосстановления в конкретном регионе были созданы опыты с географическими культурами. Изучение формового разнообразия древесных пород, а также адаптационных свойств в геокультурах является важным резервом повышения продуктивности лесного фонда Центральной лесостепи [1].

Лиственница, произрастающая на территории России, по площади и запасу занимает первое место среди главных лесообразующих пород. Ее высокая адаптационная способность к различным климатическим условиям обусловила широкую видовую изменчивость признаков и свойств, а также разнообразную генетическую природу, передающуюся по наследству при семенном размножении [2].

Лиственница как вид исторически сложилась в условиях гор и континентального климата, что объясняет повышенные требования ее к обмену воздуха, его сухости и большому количеству тепла в период вегетации. Однако, естественно произрастая в суровых условиях континентального климата европейского и азиатского севера, в горах Урала и Саян, лиственница, перенесенная в более благоприятные условия зоны смешанных лесов и лесостепи, растет здесь лучше, чем у себя на родине [2]. По скорости роста и качеству древесины лиственница в лесостепи на 20–50 % превосходит основные местные лесообразующие породы – сосну, ель, дуб, березу.

Попытки вводить лиственницу в условиях лесостепи были начаты уже давно (в 80-х годах XIX века (Тимофев В. П., 1947; Делис Н. В., 1961; Редько Г. И., 1984). До наших дней сохранились, в частности, прекрасная лиственничная аллея Г. Ф. Корнаковского в Теллермановском лесу и замечательная роща посадки Я. В. Успенского в Усманском бору.

**Цель исследования.** Целью данной работы явилось изучение современного состояния и продуктивности культур лиственницы в лесостепи и разработка рекомендаций по лесовыращиванию лиственниц различных видов в данном регионе, учитывая требования ее вида и экотипов к почвенно-климатическим и лесорастительным условиям.

**Материал и методы исследования.** Объектом нашего изучения послужили геокультуры лиственницы, произрастающие в квартале 54 Правобережного лесничества и кв. 7 Животиновского лесничества УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова.

Коллекционно-географические культуры лиственниц УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова были заложены под руководством М. М. Вересина при непосредственном участии Р. И. Дерюжкина 2-х летними сеянцами с размещением 1,5×0,5 м на участке площадью 1 га. Почвы серые лесные суглинистые. Тип условий местопроизрастания – Д<sub>2</sub> (54 кв.) и В<sub>2</sub> (7 кв.).

Данный объект расположен в лесостепной зоне, характеризующаяся более теплым, сухим и континентальным климатом. Для этой лесорастительной зоны характерна контрастность элементов климата, а также неустойчивость увлажнения, проявляющаяся в чередовании влажных и засушливых лет. С пятилетней периодичностью наблюдается одна сильная и одна средняя засухи. Годовое количество осадков примерно в пределах от 600 до 300 мм. Большая часть лесостепной зоны лежит в области преобладания западных ветров – влажных и теплых зимой, влажных и относительно прохладных летом.

Многолетняя среднемесячная относительная влажность воздуха равна 73,7 %. Лесостепь единственная зона умеренного пояса, где климатические условия позволяют существовать одновременно лесу и степи. Однако и леса, и степи лесостепной зоны разнообразны и неповторимы, так как первые имеют мало общего с лесами лесной зоны, вторые – со степями степной ландшафтной зоны.

На отобранных объектах (рис. 1, 2) в 2015 г. (биологический возраст культур составил 60 лет) были заложены пробные площади в 3-х кратной повторности (по 0,15 га), на которых проводился сплошной пересчет деревьев с подробным описанием по определенной форме и учет пустых посадочных мест. Это позволило определить сохранность культур. С помощью мерной вилки на высоте груди по двум взаимно перпендикулярным направлениям с точностью до 1 см измерялся диаметр. С помощью высотомера у 25 деревьев в наиболее характерных рядах измеряли высоту с точностью 0,5 м.

Полученные материалы подвергались статистической обработке.



Рис. 1. Лиственница в кв. 54 Правобережного лесничества УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова:  
*а* – лиственница Сукачева; *б* – лиственница Сибирская



Рис. 2. Лиственница в кв. 7 Животиновского лесничества УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова:  
*а* – лиственница Сукачева; *б* – лиственница Сибирская

**Результаты исследования и их обсуждение.** Происхождение семенного материала оказывает существенное влияние на устойчивость и производительность культур, о чем свидетельствуют полученные данные обследований геокультур лиственниц в условиях лесостепи (табл. 1 и 2).

Данные табл. 1 свидетельствуют, что лиственница сибирская по сохранности лучшие показателями имеет происхождение из Хакасии (53°–55° с. ш.), Иркутской (54°–56° с. ш.) и Красноярской (55°–56° с. ш.) областей (сохранность составляет 10–14 %), худшие – из Алтая (сохранность – 6 %). Наибольший диаметр отмечен у Тувинского, Хакаского и Алтайского

происхождения ( $D = 21,0$  см). Хорошими показателями по высоте характеризуется лиственница сибирская из Иркутска (24,7 м) и Алтая (24,0). По запасу на 1 га – из Хакасии (491–579 м<sup>3</sup>).

Таблица 1

**Таксационная характеристика лиственниц произрастающих в 54 кв.  
Правобережного лесничества УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова**

| Происхождение (область, район) | Координаты, с. ш. | Таксационные показатели на момент обследования |             |     |            |         |                               |                              |                   |         |                             |              |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------|-----|------------|---------|-------------------------------|------------------------------|-------------------|---------|-----------------------------|--------------|
|                                |                   | Сохранность, %                                 | Диаметр, см |     |            |         |                               |                              | Средняя высота, м | Бонитет | Колич. стволов на 1 га, шт. | Запас, м³/Га |
|                                |                   |                                                | min         | max | $\mu_{CP}$ | $\pm m$ | $c = \frac{\sigma}{\mu_{CP}}$ | $t = \frac{\mu_{CP}}{\pm m}$ |                   |         |                             |              |
| 1                              | 2                 | 3                                              | 4           | 5   | 6          | 7       | 8                             | 9                            | 10                | 11      | 12                          | 13           |
| Лиственница сибирская          |                   |                                                |             |     |            |         |                               |                              |                   |         |                             |              |
| 1. Иркутская                   | 56–59°            | 10                                             | 11          | 34  | 18,8       | 0,68    | 0,26                          | 27,65                        | 24,7              | 1а      | 1275                        | 409          |
| 2. Иркутская                   | 54–56°            | 9                                              | 12          | 29  | 19,1       | 0,47    | 0,22                          | 40,64                        | 22,3              | 1       | 1157                        | 345          |
| 3. Иркутская                   | 52–54°            | 10                                             | 12          | 26  | 18,2       | 0,38    | 0,20                          | 47,89                        | 21,9              | 1       | 1371                        | 369          |
| 4. Алтай                       | 49°               | 6                                              | 10          | 33  | 20,5       | 1,07    | 0,30                          | 19,16                        | 24,0              | 1а      | 800                         | 297          |
| 5. Хакассия                    | 53–55°            | 9                                              | 12          | 27  | 19,4       | 0,56    | 0,22                          | 34,64                        | 23,1              | 1       | 1180                        | 387          |
| 6. Тувинский                   | 51–52°            | 8                                              | 9           | 33  | 20,6       | 1,08    | 0,31                          | 18,15                        | 23,4              | 1       | 1033                        | 358          |
| 7. Красноярск                  | 55–56°            | 10                                             | 10          | 32  | 18,6       | 0,59    | 0,28                          | 31,53                        | 22,7              | 1       | 1267                        | 395          |
| 8. Хакассия (горно-степной)    |                   | 8                                              | 12          | 29  | 21,1       | 1,17    | 0,25                          | 18,03                        | 20,3              | 1       | 1000                        | 392          |
| 9. Хакассия (горно-травяной)   |                   | 11                                             | 12          | 29  | 19,7       | 0,68    | 0,23                          | 28,97                        | 19,9              | 1       | 1467                        | 491          |
| 10. Хакассия (травяной)        |                   | 14                                             | 9           | 29  | 18,3       | 0,64    | 0,26                          | 28,59                        | 20,4              | 1       | 1900                        | 579          |
| Лиственница Сукачева           |                   |                                                |             |     |            |         |                               |                              |                   |         |                             |              |
| 1. Архангельская               | 61–64°            | 8                                              | 11          | 31  | 20,1       | 0,79    | 0,26                          | 25,44                        | 21,3              | 1       | 1075                        | 401          |
| 2. Свердловская                |                   | 10                                             | 11          | 34  | 18,4       | 0,47    | 0,25                          | 39,15                        | 22,3              | 1       | 1371                        | 419          |
| 3. Иваново-калинин             | 57–58°            | 10                                             | 12          | 41  | 19,9       | 0,72    | 0,27                          | 27,64                        | 21,5              | 1       | 1375                        | 480          |
| 4. Прибалтика                  | 57–59°            | 9                                              | 10          | 38  | 21,3       | 0,89    | 0,32                          | 23,93                        | 22,6              | 1       | 1140                        | 505          |
| 5. Львовская и Челябинская     | 55°               | 9                                              | 12          | 39  | 21,4       | 0,85    | 0,24                          | 24,0                         | 22,7              | 1       | 1133                        | 449          |
| Лиственница европейская        |                   |                                                |             |     |            |         |                               |                              |                   |         |                             |              |
| Львовская и Прибалтика         |                   | 10                                             | 9           | 43  | 21,1       | 0,67    | 0,31                          | 31,49                        | 23,3              | 1       | 1371                        | 577          |
| Лиственница даурская           |                   |                                                |             |     |            |         |                               |                              |                   |         |                             |              |
| Бурятмонголия                  |                   | 2                                              | 9           | 28  | 18,5       | 1,92    | 0,36                          | 9,64                         | 19,8              | 1       | 200                         | 63           |

У лиственницы Сукачева отмечено, что лучшие показатели по сохранности отмечены у происхождений из Свердловской области и Иванова (12 %). По среднему диаметру высокими показателями характеризуются происхождения из Прибалтики (57–59° с. ш.) и Челябинской области (55°) ( $d_{cp} = 21,3$  и  $21,4$  см соответственно). Худшие показатели для данного региона отмечены у лиственницы Сукачева из Архангельской области (61–64° с. ш.) – сохранность 8 %,  $d_{cp} = 20,1$  см,  $H_{cp} = 21,3$  м. Наибольшим запасом на 1 га характеризуется лиственница Сукачева из Прибалтики (505 м<sup>3</sup>).

Также в условиях Центральной лесостепи Воронежской области благоприятно произрастает лиственница европейская из Прибалтики характеризующаяся следующими показателями: сохранность 14 %,  $d_{cp}=21,1$  см,  $H_{cp} = 23,3$  м,  $M = 557$  м<sup>3</sup>.

Лиственница Даурская из Бурят-Монголии в условиях Центральной лесостепи имеет низкие таксационные показатели – сохранность 2 %,  $d_{cp} = 18,5$  см,  $H_{cp} = 19,8$  м,  $M = 63$  м<sup>3</sup>.

Таким образом, на рост и продуктивность лиственниц различного вида существенное значение оказывает видовая принадлежность и географическое положение материнского насаждения, с которого собраны семена для посева. По полученным показателям в комплексе можно отметить, что наилучшие результаты среди лиственниц произрастающих в Правобережном лесничестве (тип условий произрастания – Д<sub>2</sub>) дали экотипы лиственницы сибирской из Иркутской области 56–59° с. ш. – сохранность – 10 %,  $d_{cp}=18,8$  см,  $H_{cp} = 24,7$  м,  $M = 409$  м<sup>3</sup>, из Хакасии (травяной) (сохранность – 14 %,  $d_{cp} = 18,3$  см,  $H_{cp} = 20,4$  м,  $M = 579$  м<sup>3</sup>), лиственницы европейской из Львовской области и Прибалтики (сохранность 10 %,  $d_{cp} = 21,1$  см,  $H_{cp} = 23,3$  м,  $M = 577$  м<sup>3</sup>). Однако, неплохие результаты имеет и лиственница сибирская Хакасского, Красноярского происхождения, а также лиственница Сукачева из Прибалтики 57–59° с. ш. (сохранность 9 %,  $d_{cp} = 21,3$  см,  $H_{cp} = 22,6$  м,  $M = 505$  м<sup>3</sup>).

Из табл. 2 также видна разница в таксационных показателях. У сибирской лиственницы лучший результат отмечен у экотипа из Хакасии (сохранность 7 %,  $d_{cp} = 21,7$  см,  $H_{cp} = 21,8$  м,  $M = 404$  м<sup>3</sup>) и Иркутской области 56–59° с. ш. (сохранность 5 %,  $d_{cp} = 22,4$  см,  $H_{cp} = 21,2$  м,  $M = 319$  м<sup>3</sup>), так как эти виды отличаются большим отпадом и как следствие большим диаметром и высотой.

Таблица 2

**Таксационная характеристика лиственниц произрастающих в 7 кв.  
Животиновское лесничество УОЛ ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова**

| Происхождение (область, район) | Координаты, с. ш. | Таксационные показатели на момент обследования |             |     |            |         |                             |                         |                   |         |                            |              |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------|-----|------------|---------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|---------|----------------------------|--------------|
|                                |                   | Сохранность, %                                 | Диаметр, см |     |            |         |                             |                         | Средняя высота, м | Бонитет | Колич. стволов на 1 га, шт | Запас, м³/га |
|                                |                   |                                                | min         | max | $\mu_{CP}$ | $\pm m$ | $c=\frac{\sigma}{\mu_{CP}}$ | $t=\frac{\mu_l}{\pm m}$ |                   |         |                            |              |
| Лиственница сибирская          |                   |                                                |             |     |            |         |                             |                         |                   |         |                            |              |
| 1. Иркутская                   | 56–59°            | 5                                              | 11          | 36  | 22,4       | 1,25    | 0,29                        | 17,92                   | 21,2              | 1a      | 650                        | 319          |
| 2. Иркутская                   | 54–56°            | 4                                              | 13          | 40  | 23,8       | 1,0     | 0,28                        | 23,8                    | 22,5              | 1a      | 550                        | 284          |
| 3. Хакассия                    | 53–55°            | 7                                              | 10          | 34  | 21,7       | 1,02    | 0,28                        | 21,28                   | 21,8              | 1a      | 875                        | 404          |
| 4. Хакассия (горно-степной)    |                   | 2,5                                            | 14          | 36  | 23,6       | 2,06    | 0,32                        | 11,46                   | 20,8              | 1       | 325                        | 176          |
| 5. Красноярск                  | 55–56°            | 3                                              | 12          | 53  | 22,6       | 2,68    | 0,48                        | 8,43                    | 21,2              | 1a      | 400                        | 220          |
| Лиственница Сукачева           |                   |                                                |             |     |            |         |                             |                         |                   |         |                            |              |
| 1. Архангельская               | 61–64°            | 2                                              | 12          | 34  | 22,6       | 2,63    | 0,33                        | 8,59                    | 20,6              | 1       | 200                        | 92           |
| 2. Молотовская                 | 57–58°            | 8                                              | 9           | 39  | 20,6       | 1,11    | 0,36                        | 18,56                   | 21,1              | 1a      | 1125                       | 455          |
| 3. Свердловская                |                   | 7                                              | 12          | 44  | 21,0       | 0,96    | 0,29                        | 21,88                   | 20,1              | 1       | 975                        | 375          |
| 4. Прибалтика                  | 57–59°            | 7                                              | 10          | 45  | 25,6       | 1,64    | 0,39                        | 15,61                   | 22,4              | 1a      | 975                        | 612          |

Менее продуктивной оказалась лиственница из Хакасии (горно-степной тип леса) – сохранность составила 2,5 %,  $d_{cp} = 23,6$  см,  $H_{cp} = 20,8$  м,  $M = 176$  м<sup>3</sup>. Среди лиственниц Сукачева лучшей является лиственница из Прибалтики (сохранность 7 %,  $d_{cp} = 25,6$  см,



$H_{\text{ср}} = 22,4$  м,  $M = 612$  м<sup>3</sup>) и Молотовской области (сохранность 8 %,  $d_{\text{ср}} = 20,6$  см,  $H_{\text{ср}} = 21,1$  м,  $M = 455$  м<sup>3</sup>). Самые низкие показатели у лиственницы Архангельского происхождения (сохранность 2 %,  $d_{\text{ср}} = 22,6$  см,  $H_{\text{ср}} = 20,6$  м,  $M = 92$  м<sup>3</sup>), имеющей очень маленькую сохранность в данных условиях.

Таким образом в Животиновском лесничестве (тип условий местопрорастания – В<sub>2</sub>) лучшими явились экотипы лиственницы Сукачева происхождением из Прибалтики 57–59° с. ш. – сохранность 7 %,  $d_{\text{ср}} = 25,6$  см,  $H_{\text{ср}} = 22,4$  м,  $M = 612$  м<sup>3</sup>. Также следует отметить лиственницу сибирскую из Иркутской области 56–59° с. ш. и Хакасии 53–55° с. ш. имеющих запас 319 и 404 м<sup>3</sup>/га.

Сравнивая продуктивность разных видов лиственниц произрастающих в различных ТУМ можно отметить, что лиственница сибирская происхождением из Иркутской области 56–59° с. ш. в условиях и Д<sub>2</sub> и В<sub>2</sub> показала хорошие результаты. Также неплохие результаты в указанных условиях дал экотип из Хакасии.

Необходимо отметить и лиственницу Сукачева происхождением из Прибалтики и Молотовской области, тоже показавшим достойные результаты. Резко отличаются показатели лиственницы Сукачева из Архангельской области. В Животиновском лесничестве в условиях В<sub>2</sub> этот вид дал не очень хорошие результаты (сохранность – 2 %,  $d_{\text{ср}} = 22,6$  см,  $H_{\text{ср}} = 20,6$  м,  $M = 92$  м<sup>3</sup>).

**Выводы.** Для обогащения видового состава, повышения функций насаждений Центральной лесостепи и увеличения их производительности следует вводить такие древесные породы, которые характеризуются не только хорошими таксационными показателями, но и являются устойчивыми в данных условиях произрастания. Лиственница, произрастая в Воронежской области, имеют довольно высокие показатели, что убедительно доказывает ценность внедрения этой породы для лесовосстановления в лесостепных условиях, учитывая требования ее к почвенно-климатическим условиям.

По результатам комплексного анализа показателей следует, что для внедрения в лесные культуры, а также для полезащитного лесоразведения в Центральной лесостепи наиболее целесообразно завозить семена лиственницы сибирской из Хакасии, Иркутской и Красноярской областей (55–56° с. ш.), лиственница Сукачева из Прибалтики (57–59° с. ш.), а также лиственница Европейская из Прибалтики, что позволит значительно обогатить видовой состав лесов, повысить их продуктивность и защитные условия.

Испытание образцов лиственницы Сукачева, сибирской, европейской, Даурской в условиях Центральной лесостепи позволило отметить факт обособления популяций в результате длительной эволюции, которые отличаются друг от друга по биологическим и экологическим свойствам и хозяйственным признакам, которые сохраняются и при выращивании вида за пределами естественного ареала.

### Библиографические ссылки

1. Галдина Т. Е., Романова М. М. Исследование особенности роста географических культур сосны обыкновенной в условиях Центральной лесостепи [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127.
2. Пак Л. Н. Географические культуры как объект сохранения биологического разнообразия лиственницы в Забайкальском крае // Успехи современного естествознания. 2017. № 5. С. 61–65.

© Галдина Т. Е., 2019

## **САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ В ЛЕСАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НАЗНАЧЕНИЕ САНИТАРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

А. Н. Головина<sup>1,2</sup>, В. А. Иванов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии, развития технологий  
охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов»  
Российская Федерация, 660062, г. Красноярск, ул. Крупской, 42

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: annang@list.ru

*Даны определения устойчивости и санитарного состояния лесных насаждений. Представлен обзор основных используемых шкал, а так же проанализированы правила и порядок назначения санитарно-оздоровительных мероприятий.*

*Ключевые слова: лес, санитарное состояние, устойчивость лесных насаждений, санитарно-оздоровительные мероприятия.*

## **THE SANITARY CONDITION IN THE FORESTS OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE APPOINTMENT OF SANITARY AND HEALTH MEASURES**

A. N. Golovina<sup>1,2</sup>, V. A. Ivanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Branch of ARRISMF "Center of forest pyrology"  
42, Krupskaya Str., Krasnoyarsk, 660062, Russian Federation

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: annang@list.ru

*Definitions of stability and sanitary condition of forest plantations are given. The article presents an overview of the main used scales, as well as the rules and procedure for the appointment of sanitary and recreational activities.*

*Keywords: forest, sanitary condition, sustainability of forest plantations, sanitary and recreational measures.*

Лес как важнейший компонент биосферы несёт в себе массу полезных функций: экологические, водоохранные, рекреационные, санитарно-гигиенические. От санитарно-гигиенических функций напрямую зависит дальнейшее существование лесонасаждения, а также обеспечение непрерывного лесопользования.

Лесонасаждения России активно подвержены комплексу неблагоприятных факторов, под воздействием которых лесные насаждения теряют устойчивость. Из-за влияния таких факторов происходят процессы дигрессии лесных насаждений, они теряют устойчивость, и более не способны сопротивляться патогенным организмам.

Понятие устойчивости и санитарного состояния на сегодняшний момент звучат как синонимы, некоторые авторы разделяют их А. А. Рожков, Ю. И. Дробышев, так устойчивость они определяют как совокупность характеристик, а санитарное состояние это взаимодействие этих характеристик [1; 2]. Для определения устойчивости необходимы критерии,

по которым можно судить об устойчивости, для всех формаций, структурных параметров, в разных лесорастительных зонах и т. п. В. Г. Стороженко (2007) выделяет два обязательных условия: первое неизменно следующий один биогеоценоз за другим, второе условие это неизменность климатических, почвенных и гидрологических характеристик [3].

Для определения санитарного состояния лесов и дальнейшего назначения мероприятий необходимо проведение лесопатологического обследования (ЛПО), при этом руководствуются приказом № 480 Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [4].

По результатам ЛПО назначают санитарно-оздоровительные мероприятия (СОМ). СОМ проводятся с целью улучшения санитарного состояния лесных насаждений, уменьшения угрозы распространения вредных организмов, обеспечения лесными насаждениями своих целевых функций, а также снижения ущерба от воздействия неблагоприятных факторов (вредные организмы, воздействие огня, погодные условия, почвенно-климатические факторы и другие, биотические и абиотические факторы, наносящие ущерб устойчивости или целевой функции лесов) [5].

В правилах санитарной безопасности дана шкала категорий состояния деревьев по которой дается оценка каждому дереву, подобную шкалу для оценки общего санитарного состояния предложил Б.И. Ковалев [6], она проще на 5 категорий, чем шкала данная в правилах. Исходя из определяемых категорий назначаются санитарные мероприятия.

Шкала по Ковалеву [6], предполагает визуальную оценку: I – без признаков ослабления, II – ослабленные, III – сильно ослабленные, IV – усыхающие, V – сухостой текущего года (свежий), VI – сухостой прошлых лет (старый).

В правилах санитарной безопасности 11 категорий, они более подробно расписаны и разделены на хвойные и лиственные: 1 – здоровы (без признаков ослабления), 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – свежий сухостой, 5а – свежий ветровал, 5б – свежий бурелом, 6 – старый сухостой, 6а – старый ветровал, 6б – старый бурелом, 7 аварийные деревья.

При химических загрязнениях рассчитывается индекс состояния древостоев по формулам В.А. Алексеева [7] для общей оценки с лесопатологической точки зрения. Индекс состояния (ИС) оценивался по шестиступенчатой шкале: I – здоровые деревья, без признаков ослабления (при ИС = 1,0–1,5); II – ослабленные (при ИС = 1,6–2,5); III – сильно ослабленные (при ИС = 2,6–3,5); IV – усыхающие (при ИС = 3,6–4,5); V – сухостой текущего года (свежий); VI – сухостой прошлых лет (старый) (при ИС выше 4,6).

Существует балловая шкала для оценки состояния деревьев И. И. Журавлёва: 0 – признаки усыхания отсутствуют, дерево здорово, 1 – в кроне усохло до 25% ветвей, 2 – кроне усохло 26–50 %, 3 в кроне усохло 51–75 % ветвей, 4 – в кроне усохло более 76 % ветвей, дерево погибает.

При государственном ЛПО используют шкалу, предусмотренную в правилах. Для научных целей выбор шкалы зависит от методики, требований.

Настоящими правилами определено, что к СОМ относится рубка погибших и поврежденных лесных насаждений уборка неликвидной древесины, а также аварийных деревьев [5].

Факторы, оказывающие угнетение на устойчивость лесных насаждений многочисленны и разнообразны. Пожары, вспышки массового размножения энтомо-вредителей, болезни, вызываемые патогенными организмами, ветровалы, ветроломы, буреломы, снеголомы, снеговалы, а также антропогенные факторы основной вред от человека – загрязнение окружающей среды.

В этих случаях и возникает вопрос о проведении СОМ. Различные виды рубок назначаются в зависимости от стадии, в которой находится древостой, так в погибших и сильно поврежденных насаждениях назначаются сплошные санитарные рубки, для поврежденных выборочная санитарная рубка.

Помимо СОМ проводят профилактические мероприятия для повышения устойчивости лесов и предотвращения неблагоприятных воздействий на леса. Эти мероприятия подразделяют на лесохозяйственные и биотехнические. Лесохозяйственные мероприятия – это использование удобрений и минеральных добавок, в неблагоприятные периоды, лечение деревьев (заключается в обрезке отдельных усыхающих и поврежденных ветвей, удалении плодовых тел дереворазрушающих грибов, лечении ран, санации дупел) и применение пестицидов для предотвращения появления очагов вредных организмов, использование пестицидов только внесенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов. Биохимические мероприятия включают: улучшение условий обитания и размножения насекомоядных представителей фауны, путем посадки деревьев и кустарников, сохранение и создание в лесу источников воды.

В связи с тем, что на сегодняшний момент все же понятие устойчивости отделено от понятия санитарного, невозможно применять универсальные СОМ, определенных правилами санитарной безопасности, для всех возможных нарушений лесных насаждений.

### **Библиографические ссылки**

1. Рожков А. А. Оценка устойчивости и состояния лесов // Лесоведение. 2003. № 1. Р. 66–72.
2. Дробышев Ю. И., Коротков С. А. Устойчивость древостоев: структурные аспекты // Реферативная информация. 2003. № 7. Р. 2–11.
3. Стороженко В. Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент. Тула : Гриф и К., 2007. 192 р.
4. Приказ Минприроды России (Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 16 сентября 2016 года № 480 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420377904> (accessed: 20.11.2018).
6. Ковалев Б. И. Оценка степени изменения состояния лесов // Лесное Хозяйство. 1999. № 2. Р. 45–46.
7. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л. : Наука, 1990. 200 р.

© Головина А. Н., Иванов В. А., 2019

**ИЗУЧЕНИЕ РОСТА СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ АЛТАЙСКОГО  
(УР. КУРЛИ) ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОСЛЕ ДЕКАПИТАЦИИ  
НА ПЛАНТАЦИИ «ИЗВЕСТКОВАЯ»**

Д. А. Гришлов, М. В. Гришлова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Grishloff@yandex.ru

*В результате декапитации кроны сосны кедровой сибирской алтайского (ур. Курли) происхождения было удалено от 2 до 7 лидирующих побегов. Были выделены деревья № 54 и № 153 с наибольшим количеством лидирующих боковых побегов. Отмечен умеренный уровень изменчивости по высоте деревьев данного происхождения.*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, декапитация, рост, биометрические показатели, плантация.*

**STUDY OF THE GROWTH OF SIBERIAN CEDAR PINE ALTAI (UR. KURLY)  
ORIGIN AFTER DECAPITATION ON A PLANTATION OF “IZVESTKOVAY”**

D. A. Grishlov, M. V. Grishlova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Grishloff@yandex.ru

*As a result of the decapitation of the crown of Siberian cedar pine Altai (ur. Kurly) origin, from 2 to 7 leading shoots were removed. Trees № 54 and № 153 were identified with the largest number of leading lateral shoots. A moderate level of variability in height of trees of this origin is noted.*

*Keywords: pinus sibirica, decapitation, growth, biometrics, plantation.*

О целесообразности декапитации деревьев писали Н. П. Щерба, А. В. Водин (2000). Отмечено, что после обрезки крон с интенсивностью 55 % протяженности кроны, деревья отличались наилучшим ростом. Также декапитацией кедровых сосен занимались Р. Н. Матвеева, А. Г. Пешкин, 2006; Н. П. Братилова, 2014, 2015. Они установили возможность формирования низкорослых деревьев путем обрезки кроны. Однако изучение проблемы создания плантаций кедровых сосен с низкой кроной недостаточно изучена.

На участке «Известковая» Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева были измерены и вторично декапитированы деревья сосны кедровой сибирской алтайского происхождения из ур. Курли. Плантация создана весной 1983 г. по схеме 5×5. Семена на плантации высеяны весной 1964–1965 гг. после стратификации.

Сопоставлены следующие показатели деревьев: высота до спила, после спила, диаметр ствола, формирование боковых ветвей.

Высота лидирующих ветвей деревьев до второй декапитации представлена в табл. 1.

Из приведенных данных видно, что декапитированные деревья алтайского происхождения из ур. Курли сформировали по 2–7 шт. основных боковых побегов, сформировавших

крону. Наибольшее их количество было у деревьев № 54 и № 153. Максимальная высота ветвей деревьев варьировала от 4,9 до 8,7 м.

Показатели деревьев при первой декапитации приведены в табл. 2.

Таблица 1

**Высота лидирующих ветвей сосны кедровой сибирской, сформировавших крону, м**

| Номер дерева     | Высота |     |     |     |     |     |     | Среднее |
|------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Ку-8             | 5,4    | 5,6 |     |     |     |     |     | 5,5     |
| Ку-38            | 5,5    | 6,2 | 5,2 | 5,2 |     |     |     | 5,5     |
| Ку-54            | 7,2    | 7,1 | 8,1 | 6,8 | 6,2 | 7,4 | 7,8 | 7,2     |
| Ку-70            | 8,2    | 7,8 |     |     |     |     |     | 8,0     |
| Ку-86            | 6,9    | 8,7 |     |     |     |     |     | 7,8     |
| Ку-103           | 8,0    | 8,0 | 8,2 |     |     |     |     | 8,0     |
| Ку-120           | 8,0    | 7,9 | 7,2 | 6,6 |     |     |     | 7,4     |
| Ку-136           | 7,1    | 6,4 | 6,8 | 6,9 |     |     |     | 6,8     |
| Ку-153           | 6,0    | 5,5 | 4,9 | 7,2 | 5,5 |     |     | 5,8     |
| Среднее значение | 6,9    | 7,0 | 6,7 | 6,5 | 5,8 | 7,4 | 7,8 | 6,8     |

Таблица 2

**Показатели деревьев при первой декапитации кроны**

| Номер дерева     | Высота дерева при первой декапитации |       | Диаметр ствола у поверхности почвы |       | Количество лидирующих побегов |       |
|------------------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
|                  | м                                    | %     | см                                 | %     | шт.                           | %     |
| Ку-8             | 1,7                                  | 94,4  | 20                                 | 98,0  | 2                             | 54,0  |
| Ку-38            | 1,5                                  | 83,3  | 24                                 | 117,6 | 4                             | 108,1 |
| Ку-54            | 2,3                                  | 127,8 | 18                                 | 88,2  | 7                             | 189,2 |
| Ку-70            | 1,7                                  | 94,4  | 20                                 | 98,0  | 2                             | 54,0  |
| Ку-86            | 1,4                                  | 77,8  | 26                                 | 127,4 | 2                             | 54,0  |
| Ку-103           | 1,9                                  | 105,5 | 20                                 | 98,0  | 3                             | 81,1  |
| Ку-120           | 1,9                                  | 105,5 | 20                                 | 98,0  | 4                             | 108,1 |
| Ку-136           | 1,5                                  | 83,3  | 20                                 | 98,0  | 4                             | 108,1 |
| Ку-153           | 1,8                                  | 100,0 | 16                                 | 78,4  | 5                             | 135,1 |
| Среднее значение | 1,8                                  | 100,0 | 20,4                               | 100,0 | 3,7                           | 100,0 |

Наибольший диаметр ствола у деревьев 38 и 86 (24 см и 26 см соответственно). Следует отметить, что при большем диаметре ствола у декапитированных деревьев остается наибольшее количество боковых побегов для формирования кроны.

Высота боковых ветвей увеличилась в среднем на 5,0 м (табл. 3).

Таблица 3

**Высота боковых ветвей сосны кедровой сибирской, м**

| Номер дерева | Высота |     |     |     |     |     |     | X <sub>ср.</sub> |
|--------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|
| Ку-8         | 3,7    | 3,9 |     |     |     |     |     | 3,8              |
| Ку-38        | 4,0    | 4,7 | 3,8 | 3,7 |     |     |     | 4,0              |
| Ку-54        | 4,9    | 4,7 | 5,8 | 4,4 | 3,9 | 5,0 | 5,4 | 4,9              |

| Номер дерева      | Высота |     |     |     |     |     |     | X <sub>ср.</sub> |
|-------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|
| Ку-70             | 6,5    | 6,0 |     |     |     |     |     | 6,2              |
| Ку-86             | 5,5    | 7,3 |     |     |     |     |     | 6,4              |
| Ку-103            | 6,0    | 6,0 | 6,3 |     |     |     |     | 6,1              |
| Ку-120            | 6,0    | 6,0 | 5,2 | 4,7 |     |     |     | 5,5              |
| Ку-136            | 5,6    | 4,9 | 5,3 | 5,4 |     |     |     | 5,3              |
| Ку-153            | 4,2    | 3,7 | 3,0 | 5,4 | 3,7 |     |     | 4,0              |
| Среднее значение: | 5,1    | 5,2 | 4,9 | 4,7 | 3,8 | 5,0 | 5,4 | 5,0              |

Изменчивость высоты декапитированных деревьев показана в табл. 4.

Таблица 4

#### Высота дерева сосны кедровой сибирской

| Показатели               | max | min | X <sub>ср.</sub> | ±m   | ±σ   | V, % | P, % | Уровень изменчивости |
|--------------------------|-----|-----|------------------|------|------|------|------|----------------------|
| До второй декапитации    | 5,4 | 3,8 | 5,0              | 0,18 | 0,54 | 10,8 | 3,6  | низкий               |
| После первой декапитации | 2,3 | 1,4 | 1,8              | 0,1  | 0,30 | 16,7 | 5,5  | средний              |
| Общая                    | 7,8 | 5,8 | 6,8              | 0,22 | 0,67 | 9,9  | 3,2  | низкий               |

Уровень изменчивости высоты деревьев варьирует от низкого до среднего. Средняя высота составила  $6,8 \pm 0,22$  м.

Исследования показали, что декапитируя деревья сосны кедровой сибирской, можно сформировать низкорослые экземпляры при создании урожайных лесосеменных плантаций.

#### Библиографические ссылки

1. Братилова Н. П., Шамова С. С. Декапитация кедровых сосен на плантациях / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2014. 105 с.
2. Братилова Н. П. Влияние декапитации крон на биологическую продуктивность сосны кедровой сибирской // Хвойные бореальной зоны. 2015. Т. XXXIII. № 3-4. С. 113–115.
3. Матвеева Р. Н., Пешкин А. Г. Изменчивость кедрового 42-летнего возраста после декапитации кроны // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений : материалы IX Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2006. С. 86–91.
4. Щерба Н. П., Водин А. В. Влияние качества посадочного материала, агротехники выращивания и декапитации крон на рост и формирование фитомассы кедрового / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2000. 84 с.

© Гришлов Д. А., Гришлова М. В., 2019

## **ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА 54-ЛЕТНЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ БИРЮСИНСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ»**

М. В. Гришлова, Н. П. Братилова, Д. А. Гришлов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Grishlova@mail.ru

*Представлен анализ показателей роста сосны кедровой сибирской, произрастающей на плантации «Метеостанция». Выделены деревья 8-3 и 8-5, отличающиеся лучшим ростом, которые целесообразно использовать для размножения и создания высокопродуктивных плантационных кедровых культур.*

*Ключевые слова: плантация, сосна кедровая сибирская, изменчивость, рост, биометрические показатели.*

## **THE GROWTH 54-YEAR-OLD SIBERIAN CEDAR PINE OF BIRYUSINSKY ORIGIN ON THE PLANTATION “WEATHER STATION”**

M. V. Grishlova, N. P. Bratilova, D. A. Grishlov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Grishlova@mail.ru

*This article presents the analysis of growth indicators of Siberian cedar pine, growing on the plantation “Weather station”. The trees 8-3 and 8-5 with the highest height were selected, which should be used for the reproduction and creation of highly productive plantation of pinus sibirica cultures.*

*Keywords: plantation, pinus sibirica, variability, growth, biometrics.*

В условиях юга Средней Сибири различия по биометрическим показателям потомств сосны кедровой сибирской разного географического происхождения проявлялись с первых лет выращивания растений [3; 5]. В настоящее время большое внимание уделяется изучению биологической продуктивности кедровых культур в зависимости от их географической принадлежности [1; 3; 6].

В основу исследования положен комплексный подход к определению изменчивости биометрических показателей развития деревьев, проведению селекционной оценки и отбору деревьев-лидеров бирюсинского (местного) происхождения.

Исследования проводили на плантации «Метеостанция» Караульного участкового лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева, заложенной в 1983 г. Посадки были проведены по схеме 5×5 м на склоне южной экспозиции с уклоном 4° [4].

Сопоставляли показатели деревьев бирюсинского происхождения по высоте, диаметру ствола на высоте 1,3 м, диаметру и протяженности кроны, приросту боковых ветвей, длине хвои, числу заложённых мутовок и ветвей в них. Полученные данные обрабатывали статистически, уровень варьирования показателей оценивали по шкале С. А. Мамаева, достоверность различий – по t-критерию [2].



На момент исследований деревья сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения достигли 54-летнего биологического возраста. Средняя высота деревьев составила  $12,6 \pm 0,29$  м. Диаметр ствола на высоте 1,3 м варьировал в пределах от 24 до 32 см и в среднем составляет  $29,2 \pm 0,95$  см (табл. 1).

Таблица 1

**Изменчивость показатели роста сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения**

| Показатель   | Высота, м | Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см | Протяженность живой кроны, м | Средний диаметр кроны, м | Число мутовок, шт. | Длина хвои, см |
|--------------|-----------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------|
| max          | 14,2      | 32,0                               | 13,2                         | 7,7                      | 39                 | 12,8           |
| min          | 11,4      | 24,0                               | 10,4                         | 6,0                      | 32                 | 9,8            |
| $X_{cp}$     | 12,6      | 29,2                               | 11,7                         | 6,9                      | 35,6               | 11,4           |
| $\pm m$      | 0,29      | 0,95                               | 0,27                         | 0,16                     | 0,97               | 0,34           |
| $\pm \sigma$ | 0,93      | 3,01                               | 0,86                         | 0,50                     | 3,06               | 1,08           |
| V, %         | 7,4       | 10,3                               | 7,4                          | 7,2                      | 8,6                | 9,5            |
| P, %         | 2,3       | 3,3                                | 2,3                          | 2,3                      | 2,7                | 3,0            |

Диаметр кроны деревьев изменялся от 6 до 7,7 м, в среднем составляя  $6,9 \pm 0,16$  м, протяженность кроны равна  $11,7 \pm 0,27$  м. К 54-летнему возрасту деревья имели  $35,6 \pm 0,97$  шт. сформированных мутовок. Отмечен средний уровень изменчивости диаметра ствола и длины хвои, низкий – по остальным изученным параметрам.

Среди изученных деревьев сосны кедровой сибирской местного (бирюсинского) происхождения лучшими показателями роста отличался экземпляр 8-3 (превышение по высоте над средним значением составило 12,7 %) и 8,5 (имеющий преимущество по большинству изученным показателям). Дерево под номером 8-6 имеет меньшие показатели роста (11,4 м в высоту и 24 см по диаметру ствола) (таблица 2).

Таблица 2

**Биометрические показатели сосны кедровой сибирской бирюсинского происхождения**

| Номер дерева     | Высота, м | % от среднего | Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см | % от среднего | Протяженность живой кроны, м | % от среднего | Средний диаметр кроны, м | % от среднего | Длина хвои, см | % от среднего |
|------------------|-----------|---------------|------------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------|---------------|
| 8-7              | 12,1      | 96,0          | 32                                 | 109,6         | 11,1                         | 94,9          | 6,8                      | 97,1          | 10,0           | 87,7          |
| 8-6              | 11,4      | 90,5          | 24                                 | 82,2          | 10,4                         | 88,9          | 6,8                      | 97,1          | 11,2           | 98,2          |
| 8-5              | 13,2      | 104,8         | 30                                 | 102,7         | 11,9                         | 101,7         | 7,7                      | 110,0         | 12,1           | 106,1         |
| 8-4              | 13,6      | 107,9         | 24                                 | 82,2          | 12,9                         | 110,3         | 6,0                      | 85,7          | 12,1           | 106,1         |
| 8-3              | 14,2      | 112,7         | 30                                 | 102,7         | 13,2                         | 112,8         | 7,0                      | 100,0         | 11,0           | 96,5          |
| 8-2              | 13,3      | 105,6         | 28                                 | 95,9          | 12,3                         | 105,1         | 7,4                      | 105,7         | 9,8            | 86,0          |
| 8-8              | 12,2      | 96,8          | 32                                 | 109,6         | 11,3                         | 96,6          | 7,1                      | 101,4         | 12,1           | 106,1         |
| 8-9              | 11,9      | 94,4          | 30                                 | 102,7         | 11,1                         | 94,9          | 7,4                      | 105,7         | 12,5           | 109,6         |
| 8-20             | 12,0      | 95,2          | 30                                 | 102,7         | 11,2                         | 95,7          | 6,9                      | 98,6          | 12,8           | 112,3         |
| 8-27             | 11,8      | 93,7          | 32                                 | 109,6         | 11,6                         | 99,1          | 6,4                      | 91,4          | 10,3           | 90,4          |
| Среднее значение | 12,6      | 100,0         | 29,2                               | 100,0         | 11,7                         | 100,0         | 7,0                      | 100,0         | 11,4           | 100,0         |

Выделенные экземпляры можно рекомендовать для размножения и создания высокопродуктивных плантационных кедровых культур.

### Библиографические ссылки

1. Братилова Н. П., Калинин А. В. Оценка биопродуктивности плантационных культур кедровых сосен в зеленой зоне Красноярска / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2012. 132 с.
2. Мамаев С. А. Виды хвойных на Урале и их использование. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1983. 112 с.
3. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Щерба Н. П. Рациональное использование кедровых популяций Сибири // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Томск : ТГУ, 1998. Т. 4. С. 196–198.
4. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Коллекция кедровых сосен разного географического происхождения на опытных участках СибГТУ : справ.-учеб. пособие / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2007. 68 с.
5. Олисова О. П., Ларионова Н. А., Лузганов А. Г. Ритм роста кедра сибирского в географических культурах под Красноярском // Тез. докл. конф. Красноярск, 1966. С. 71–79.
6. Усольцев В. А., Щерба Н. П. Структура фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 1998. 134 с.

© Гришлова М. В., Братилова Н. П., Гришлов Д. А., 2019

## **ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА КЕДРОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ЦЕНТРАЛЬНОСИБИРСКИЙ»**

О. П. Каленская, Л. В. Буряк, Н. Т. Сафеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: 66Forest@mail.ru

*Анализируется состояние кедровых насаждений и успешность лесовосстановления в них после пожаров. Проведенный анализ показал, влияние огня отрицательно сказывается на состоянии насаждений, вызывая их ослабление и полную гибель. Лесовозобновление протекает со сменой пород.*

*Ключевые слова: пожары, кедровые насаждения, устойчивый пожар, послепожарный отпад, лесовозобновление.*

## **EFFECT OF FIRES ON CEDAR FOREST IN CENTRAL SIBERIAN NATURE RESERVE**

O. P. Kalenskaya, L. V. Buryak, N. T. Safeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: 66Forest@mail.ru

*The condition of cedar forest and success forest regeneration after fires is analyzed. The investigations are permission to confirm that fire effect negatively affect on forest condition and weakening and destruction of forest. Reforestation takes place with the change of species in the fores.t*

*Keywords: fires, cedar forest, reforest mortality, forest recovery, esistant fire, forest regeneration.*

Пожары в лесах бореальной зоны – один из основных факторов, дестабилизирующий лесные экосистемы и регулирующий формирование новых послепожарных биогеоценозов. В результате их действия нарушается естественная динамика развития биогеоценозов. Кроме того, пожары коренным образом влияют на гидротермические и эдафические условия, изменяющие количественный и качественный состав органического вещества [1–3].

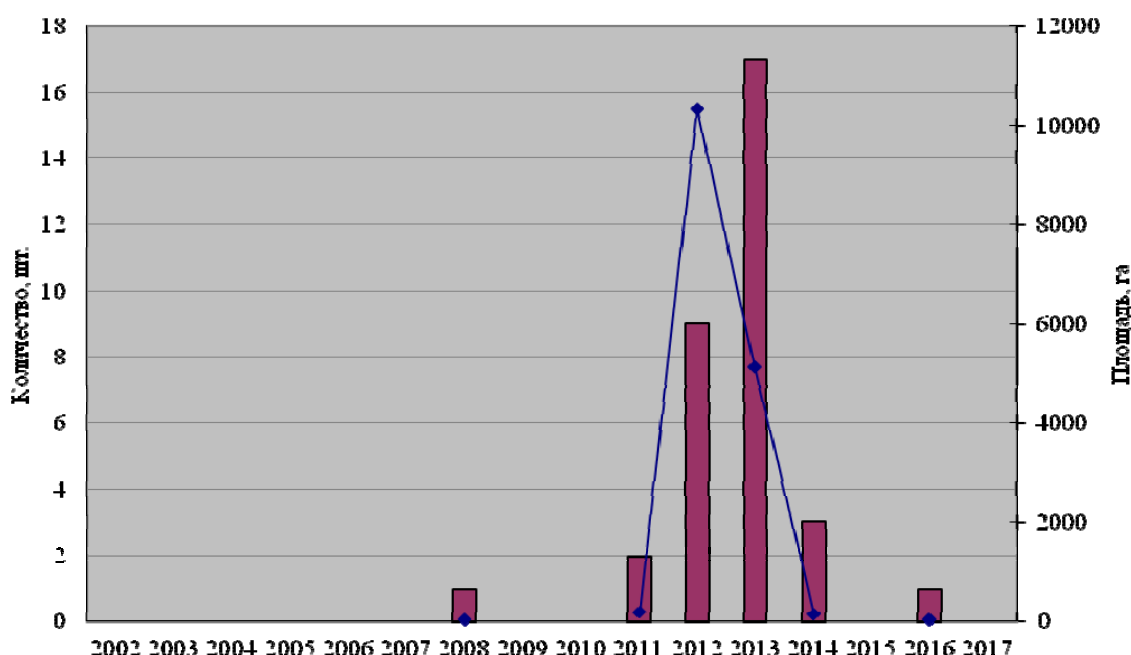
В связи с этим, необходимость региональных исследований лесных пожаров необходима первую очередь, на особо охраняемых территориях.

Леса заповедника «Центральносибирский» относятся к Среднесибирскому плоскогорному таежному лесному району. Климат резко континентальный. Основная цель Центральносибирского заповедника – сохранение относительно нетронутого участка биосферы. Возникновение пожаров, их развитие во многом определяется погодными условиями конкретного сезона, в связи с этим наблюдается большое варьирование по годам, как числа возникновения пожаров, так и пройденной огнем площади. Пожары на территории заповедника «Центральносибирский» возникают в основном от гроз, которые уничтожают большие площади лесных массивов.

В лесах Средней Сибири возникает в среднем более 1000 пожаров от разрядов молний в год [4]. Опасность пожаров от молний заключается в том, что во время грозы за короткий срок на большой площади образуются десятки очагов горения. Массовое загорание лесных насаждений от молний, возникающие в отдаленных районах с низкой плотностью населения, представляют особые трудности для борьбы с ними [5].

За период с 2002 по 2017 гг. на территории заповедника возникло 33 пожара, на площади 15906 га, средняя площадь одного пожара составила 30,0 га.

Самая высокая частота по шкале М. А. Софронова 0,88 шт. / 100 тыс. га и 1,67 шт. / 100 тыс. га (умеренная) отмечена в 2012 и 2013 годах – снежный покров сошел рано, и много пожаров возникало от гроз в труднодоступных местах. Самая высокая горимость по шкале Г. А. Макеева 1,01 % (чрезвычайная) наблюдалась в 2012 году, и в этот же год самая большая средняя площадь одного пожара – 1148 га. Наименьшая частота по шкале М. А. Софронова 0,09 шт. / тыс. га (низкая) в 2008 и 2016 годах, объясняется большим количеством осадков, в связи с этим пожаров возникало мало, и они не распространялись на большие территории. Низкая горимость по шкале Г. А. Макеева 0,004 % (низкая) наблюдалась в те же годы. Данные о горимости лесов в заповеднике «Центральносибирский» с 2002 по 2017 годы приведены на рисунке.



Распределение пожаров в заповеднике «Центральносибирский»

В связи с чрезвычайной и высокой горимостью территории возникла необходимость оценки влияния пожаров на растительный покров заповедника и наблюдения за его восстановительной динамикой.

Исследования проводились в пределах Лебединского участкового лесничества. Общая площадь лесничества – 308037 га. Сбор материала для изучения влияния пожаров на древостои кедровых насаждений был проведен в полевой сезон 2017 года. Было заложено 4 пробные площади в насаждениях, пройденных низовыми устойчивыми пожарами различной силы, контрольным участком послужило насаждение, в котором распространение пожаров не наблюдалось длительное время.

В качестве объектов исследований был выбран массив, представляющий разновозрастное насаждение кедр сибирского (*Pinus sibirica*), участками пройденный низовым, устойчивым пожаром разной силы в 2013 году. Кедровое насаждение с примесью темнохвойных пород, приурочено к супесчаным почвам. Средний возраст древостоя 200 лет, средняя высота 20 м, средний диаметр 17–20 см. Помимо лесоводственно-таксационных работ для каждого дерева сделаны замеры высот максимального нагара на стволах с подветренной стороны и проведена оценка состояния древостоя (состояние крон и степень охвоения). Один участок был пройден низовым, устойчивым пожаром слабой силы (ПП2), второй низовым устойчивым пожаром от слабой до средней силы (ПП3), третий участок был пройден низовым, сильным, устойчивым пожаром (ПП4), а четвертый участок является контрольным (ПП1К).

Последствия устойчивых низовых пожаров имеют негативный характер. Даже, после слабого пожара отпад в насаждениях достигает 64 % по запасу, а число деревьев с поврежденными пламенем стволами – 74 %. Средние по силе пожары уничтожают от 73 % запаса древостоя, а сильные 72 %. По количеству деревьев средние по силе пожары уничтожают 53 % древостоя, а сильные 83 %. На контроле также отмечается отпад деревьев 72 % по запасу и 32 % по количеству. В табл. 1 приведена характеристика древостоя до пожара и после, а также отпад по породам по запасу и количеству.

Послепожарное возобновление под пологом кедр протекает со сменой пород. Подрост представлен преимущественно березой, также осиной, кедром и елью расположение его групповое. Количество подроста в кедраче хвощевом колеблется от 17,5 до 27,5 тыс. шт./га. Наиболее благоприятные условия для поселения подроста создаются после пожаров средней силы – 27,5 тыс. шт./га, доля благонадежного подроста составляет 91 % (табл. 2). После низовых устойчивых сильных пожаров подрост отсутствует. Это можно объяснить задержанием почвы хвощом полевым (*Equisetum sylvaticum*), осокой большехвостой (*Carex macroura*), вейником наземным (*Calamagrostis epigeios*), иван-чаем (*Chamaenerion angustifolium*), что связано с их мощной корневой системой.

А. В. Побединский [6] отмечал, что относительно низкий возраст подроста под пологом сосновых древостоев Сибири объясняется не только уничтожающими его частыми пожарами, но и угнетающим действием материнского древостоя.

Исследования [7], что корневая система материнского древостоя перехватывает не только влагу, но и питательные вещества, в первую очередь азот и фосфор. Это отрицательно сказывается на росте подроста и частично приводит к его гибели.

После пожаров средней силы под пологом поселился подрост березы, кедр и осины 100 % благонадежный. После пожаров слабой силы благонадежность подроста березы составляет 100 %, кедр -50 %, подрост осины и пихты отсутствует, подрост ели усах (табл. 2). Размещение подроста на пробных площадях групповое. Варьирование составляет от 81 до 226 %, это можно объяснить мозаичным прогоранием подстилки после устойчивых пожаров. В табл. 3. приведен характер размещения подроста.

На основании проведенных исследований можно заключить, что на величину послепожарного отпада в насаждениях в наибольшей степени влияют форма и сила пожара. Резкие нарушения в жизни леса, связанные с внешними воздействиями, вызывают смену теневыносливых более светолюбивыми породами, обладающими быстротой роста, устойчивостью против неблагоприятных влияний внешней среды и повышенной репродуктивной способностью. Изменения в составе древостоя сопровождаются изменениями и в других компонентах леса, вызывают изменения в условиях среды, приводят к биогеоценотическим экосистемным изменениям.

Полученные выводы являются необходимыми для прогноза состояния насаждений территории заповедника, что в последствии поможет снизить уровень горимости и ущерб, причиненный лесному фонду лесными пожарами.

Таблица 1

## Характеристика древостоя

| №<br>п/п | Местопо-<br>ложение | Тип леса,<br>бонитет | Вид, форма, сила<br>и давность пожара                       | Характеристика всего древостоя                   |                               |                               | Порода;<br>возраст, лет                   | Отпад<br>по запасу,<br>% | Отпад<br>по количеству, % |
|----------|---------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
|          |                     |                      |                                                             | жизнеспособной части                             |                               |                               |                                           |                          |                           |
|          |                     |                      |                                                             | состав                                           | полнота                       | запас,<br>м³/га               |                                           |                          |                           |
| 1        | 2                   | 3                    | 4                                                           | 5                                                | 6                             | 7                             | 8                                         | 9                        | 10                        |
| 1К       | СВ-31°              | Кртрзм<br>IV         | Длительно не горело                                         | <div>6К3Е1Л+П</div> <div>6К3Е1Л+П</div>          | <div>1,0</div> <div>0,8</div> | <div>510</div> <div>360</div> | К-200<br>Л -350<br>Е-200<br>П-100         | 72                       | 32                        |
| 2        | СЗ-3°               | Кхв<br>III           | Низовой устойчивый<br>слабый<br>2013                        | <div>7К2Л1Е+Пед.Б</div> <div>5К1Л1Е Бед.+П</div> | <div>0,8</div> <div>0,3</div> | <div>360</div> <div>128</div> | К-200<br>Л-350<br>Е-200<br>П-100<br>Б-50  | 64                       | 74                        |
| 3        | СЗ-3°               | Кхв<br>III           | Низовой устойчивый<br>от слабой до средней<br>силы<br>20013 | <div>6К2Е1Л1П</div> <div>5К2Е2Л1П</div>          | <div>1,0</div> <div>0,4</div> | <div>510</div> <div>194</div> | К-200<br>Л-350<br>Е-200<br>П-100          | 73                       | 53                        |
| 4        | СЗ-5°               | Кхв<br>III           | Низовой устойчивый<br>сильный 2013                          | <div>7К2Л1Е+ПедБ</div> <div>6К1Л1Е2Бед.П</div>   | <div>0,9</div> <div>0,5</div> | <div>480</div> <div>235</div> | К-200<br>Е-200<br>Л-350<br>П-100<br>Б- 50 | 72                       | 83                        |

Таблица 2

**Характеристика подроста и его благонадежность**

| № пробной площади | Год, вид и площадь пожара                         | Состав    | Характеристика подроста, шт./га |                          |                         |                         |                       |                  |
|-------------------|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
|                   |                                                   |           | кедр/ благонадежный, %          | береза/ благонадежный, % | пихта/ благонадежный, % | осина/ благонадежный, % | ель/ благонадежный, % | количество всего |
| 1К                | контроль                                          | 4К5Е1Б    | 11500/31                        | 2875/25                  |                         | –                       | 14375/49              | 28750/61         |
| 2                 | Низовой устойчивый слабый 2013                    | 6Б3Е1К+П  | 1250/50                         | 10625/100                | 625/0                   | –                       | 5000/0                | 17500/64         |
| 3                 | Низовой устойчивый от слабой до средней силы 2013 | 6Б2К1Е1ОС | 5000/100                        | 17500/100                | –                       | 2500/100                | 2500/0                | 27500/91         |

Таблица 3

**Характер размещения подроста**

| № пробной площади | Размещение | Состав    | Количество, тыс. шт/га | Встречаемость, % | V, % |
|-------------------|------------|-----------|------------------------|------------------|------|
| 1                 | групповое  | 4К5Е1Б    | 28750                  | 24,6             | 81   |
| 2                 | групповое  | 6Б3Е1К+П  | 17500                  | 14,8             | 226  |
| 3                 | групповое  | 6Б2К1Е1ОС | 27500                  | 25               | 218  |

**Библиографические ссылки**

1. Абаимов А. П. Леса мерзлотной зоны Сибири: особенности, природная и антропогенная динамика // Материалы Всерос. конф. (1–3 сент. 2004). Красноярск, 2004. С. 244–246.
2. Буряк Л. В. Влияние пожаров на состояние хвойных насаждений Центральносибирского государственного заповедника // Тр. гос. природного биосферного заповедника «Центральносибирский». Вып. 3 (5). Красноярск : Сиб. промыслы, 2014. 268 с.
3. Иванова Г. А. Экстремальные пожароопасные сезоны в лесах Эвенкии // Сибирский экологический журнал. 1996. Т. III, № 1. С. 29–34.
4. Иванов В. А., Иванова Г. А. Пожары от гроз в лесах Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2010. 164 с.
5. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М. ; Л. : Гослестехиздат, 1948. 126 с.
6. Побединский А. В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья М. : Наука, 1965. 268 с.
7. Саляев Р. К. О влиянии корней взрослых деревьев на молодые сеянцы при ближнем произрастании // Докл. АН СССР. 1961, № 3. 137 с.

© Каленская О. П., Буряк Л. В., Сафеева Н. Т., 2019

## **ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ЛИСТВЕННИЦЫ В ГОРОДСКИХ ПОСАДКАХ КРАСНОЯРСКА**

М. В. Клепченко, Е. В. Игнатова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: eva-ignatova2008@yandex.ru

*Исследовано влияние воздействия транспортного потока г. Красноярска на состояние лиственницы сибирской в посадках разного жизненного состояния.*

*Ключевые слова: городские насаждения, загрязнение, лиственница сибирская, автотранспорт.*

## **THE INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT ON THE CONDITION OF THE LARCH IN THE URBAN PLANTATIONS OF KRASNOYARSK**

M. V. Klepchenko, E. V. Ignatova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: eva-ignatova2008@yandex.ru

*The influence of the traffic flow of Krasnoyarsk on the state of Larix sibirica in the plantings of different living conditions.*

*Keywords: urban plantings, pollution, Larix sibirica, motor transport.*

**Введение.** В промышленных городах, при непрерывном возрастании масштабов загрязнения, техногенная трансформация зеленых насаждений приобрела большое распространение. Городская среда, в целом, существенно отличается от естественных природных условий, в которых были сформированы и наследственно закреплены эколого-физиологические особенности древесных растений. В урбоэкосистемах многие растения, как правило, вынуждены приспосабливаться к неблагоприятным для них экологическим условиям – загрязнённому атмосферному воздуху, недостаточному освещению, своеобразному физико-химическому режиму городских почв и другим факторам среды. Все это приводит в итоге к снижению устойчивости растений, в том числе к вредителям и болезням.

До сих пор актуально внедрение в городские посадки газо- и дымоустойчивых деревьев-долгожителей, способных выживать в экстремальных экологических условиях. Прямой ствол, практически перпендикулярно расположенные по отношению к стволу толстые сучья, высокая устойчивость к выхлопным газам – все эти признаки позволяют отнести лиственницу сибирскую к незаменимым хвойным древесным видам в озеленении городов, перенасыщенных транспортом. Способность лиственницы ежегодно сбрасывать хвою делает ее перспективной в аллейных и групповых посадках с различной антропогенной нагрузкой. Однако, в последние годы состояние насаждений лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), широко используемой в озеленении г. Красноярска, резко ухудшилось, усыхание и гибель которой происходит особенно сильно [1].



**Цель исследования** – изучение состояния насаждений лиственницы сибирской г. Красноярска на улицах с разной интенсивностью движения. Объектом исследования выступают деревья, растущие вдоль дорог и расположенные на различном удалении от дороги.

**Объекты и методы исследования.** Отбор проб проводили в июне 2018 г. в насаждениях лиственницы г. Красноярска, произрастающих на газонах вдоль дорог и парках с различной интенсивностью движения автотранспорта. При проведении исследований в городской черте были выделены сильнозагрязненные участки насаждений, подверженных интенсивному воздействию нагруженных автомагистралей (ул. Игарская и ул. Дубровинского), среднезагрязненный участок (ул. Свердловская) и слабозагрязненный участок с низкой транспортной нагрузкой (о. Татышев). Жизненное состояние насаждений изучалось методом глазомерного определения категории состояния деревьев [2]. В качестве контроля была взята пробная площадь естественного лесного древостоя, расположенная за чертой г. Красноярска на расстоянии 3000 м с западной (наветренной) стороны, не подверженная действию техногенного загрязнения. Отбор фитомассы проводился методом квартования в трехкратной повторности с 8–10 деревьев разного возраста в каждой зоне загрязнения и контрольном участке. С каждого дерева отбиралось не менее 10 побегов из кроны на разной высоте. Составление объединенной пробы и выделение средней пробы осуществляли по ГОСТ 21769–84 [3]. Сумму хлорофиллов рассчитывали через определение оптической плотности ацетонового экстракта на спектрофотометре СФ-56 согласно методике [4]. Результаты исследований обрабатывались с помощью методов математической статистики, принятых в ботанических исследованиях [5].

Интенсивность движения автотранспорта производилась путём непосредственного подсчета автомобилей разных типов три раза в день в течение 20 мин в каждом из сроков замеров методом точкования. При определении интенсивности движения по данному методу транспортный поток разделяют по типам автомобилей на легковые, грузовые и автобусы [6]. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом проводился с интервалами замеров в 8–9, 13–14 и 17–18 ч. [7]. Известно, что в интервале времени с 8 до 18 ч интенсивность движения в наименьшей степени подвержена флуктуациям из-за часовых колебаний и неравномерности движения [8].

Сбор информации осуществлялся в период со 2 по 6 июля 2018 г. (понедельник – пятница). Перевод часовой интенсивности движения в среднесуточную в зависимости от времени проведения наблюдений производился с помощью средневзвешенных коэффициентов [9].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Уровень загрязнения воздушной среды г. Красноярска последние десятилетия характеризуется как высокий и очень высокий. Наибольший стресс испытывают придорожные посадки по причине интенсивного загрязнения со стороны автомобильного транспорта. Результаты оценки интенсивности движения автотранспорта на ул. Свердловская, Игарская и Дубровинского приведены в таблице.

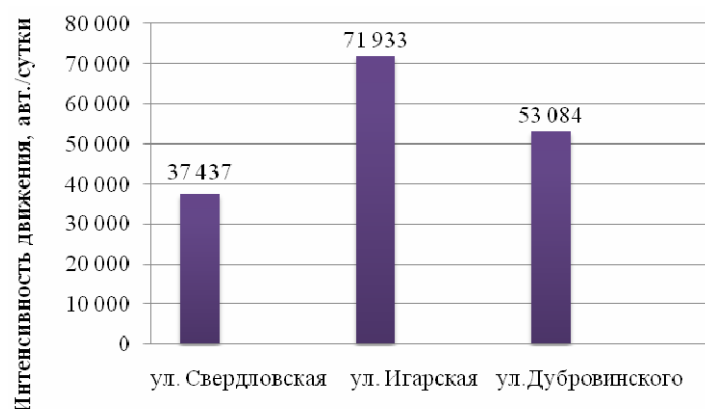
**Интенсивность движения автотранспорта в течение дня (число автомобилей в час)**

| Улица         | Время |      |      | Среднее ± ошибка |
|---------------|-------|------|------|------------------|
|               | 8 ч   | 13 ч | 17 ч |                  |
| Свердловская  | 2335  | 2115 | 2130 | 2193±70          |
| Игарская      | 3984  | 4116 | 4449 | 4183±138         |
| Дубровинского | 3078  | 3108 | 3156 | 3114±22          |

Наибольшая интенсивность по среднему показателю отмечена на улице Игарская и Дубровинского, средняя интенсивность движения на ул. Свердловского.

Для сравнения улиц желательно использовать среднесуточные показатели. Результаты расчётов среднесуточной интенсивности движения автомобилей изображены на рисунке, итоговая величина определялась как среднее из трёх замеров.

Произведённые расчёты показали, что самая высокая среднесуточная интенсивность движения автомобилей наблюдается на ул. Игарская и ул. Дубровинского, где за сутки проезжает 71 933 и 53 084 автомобилей, соответственно. Улица Свердловская имеет средний уровень транспортной нагрузки – 37 437 авт./сут.



Среднесуточная интенсивность движения автомобилей на улицах г. Красноярска

Установлено, что степень отрицательного воздействия автотранспортного потока на окружающую среду зависит не только от общего количества машин, но и от структуры потока. Улица Свердловская относительно других исследуемых улиц преобладает грузовым автотранспортом – 14 %, на ул. Дубровинского напротив, доля грузовых и автобусов минимальна, а легкового транспорта – 98 %.

Исследования относительного жизненного состояния растений показали, что древостои лиственницы сибирской в условиях сильного загрязнения характеризуются как «сильно ослабленные», в условиях умеренного и слабого – как «ослабленные» и «здоровые» на фоновой площадке.

Общие визуальные наблюдения за современным состоянием уличных посадок лиственницы в Красноярске позволяют отметить, что при слабой и умеренной степени воздействия городской среды деревья находятся в ослабленном состоянии (56 %): в верхней половине кроны присутствует до 30 % усыхающих ветвей, степень дефолиации хвои составляет от 11 до 25 %, мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны, в верхней ее части отмирающих ветвей нет.

При сильной степени воздействия городской среды деревья находятся в сильно ослабленном состоянии (34 % от числа изученных растений): наблюдается преждевременное опадение хвои, степень ее дефолиации достигает 60 %, изреженная крона с ярко выраженной деформацией, в верхней половине кроны до 60 % усыхающих ветвей.

Наконец при очень сильной степени воздействия городской среды деревья начинают отмирать: более 70 % ветвей кроны в верхней ее половине сухие или усыхающие, степень дефолиации хвои более 61 %. Хвоя старших возрастов – с признаками хлороза. Усыхающих и сухостойных деревьев при проведении исследований в зеленых насаждения г. Красноярска обнаружено 4 %. Отдельные экземпляры полностью усохли, а часть деревьев имеет сухие и отмирающие побеги текущего периода, механические повреждения, пожелтевшую хвою. В ряде случаев у деревьев отмечено искривление стволов, суховершинность, изреживание и однобокость крон. Данная категория деревьев встречается, в первую очередь, на территориях, расположенных вдоль улиц с интенсивным движением, особенно страдают посадки вдоль дороги на ул. Игарская.

На многих объектах хвоя покрыта густым налетом пыли. Газоны, на которых произрастают деревья, покрыты слоем пыли; не везде присутствует живой напочвенный покров.

В некоторых местах он загрязнен различным мусором, а также прошлогодней травой и сломанными ветвями.

На фоне антропогенного ослабления основным биотическим фактором неудовлетворительного состояния деревьев лиственницы в г. Красноярске выступает большая лиственничная почковая галлица. Она индуцирует образование множества крупных (до 11 мм высотой) деформированных почек, которые погибают, что приводит к постепенному усыханию ветвей в кроне и резкому снижению декоративности [10].

Анализ зараженности исследуемых насаждений лиственницы лиственничной почковой галлицей показывает, что в более загрязненных местах произрастания (ул. Игарская, Дубровинского) число галлов на 10 см побега существенно выше, чем в местах с низким уровнем загрязнения (о. Татышев). В лесном массиве зараженных деревьев не обнаружено.

Городская среда жестко воздействует на процессы роста и развития растений. Поэтому в городской среде у хвойных растений происходят изменения на всех структурных уровнях. Одним из важнейших показателей жизнеспособности растений является влажность тканей. Влажность используется как интегральный показатель эколого-физиологических особенностей водного режима растений, механизмов их адаптации к условиям среды. В ходе работы установлено, что на участках вблизи насыщенных автомагистралей влажность отобранных проб достигает минимума, что является следствием снижения жизнеспособности растений. Основной причиной появления водного дефицита является нарушение кутикулярной транспирации. Под воздействием поллютантов нарушается структура воскового слоя, покрывающего хвою, что интенсифицирует испарение воды с поверхности хвоинок [11].

Зольность также можно считать показателем приспособленности растительных сообществ к данным условиям произрастания. Зольность растений позволяет получить представление о степени загрязнения атмосферного воздуха, характеризуя газопоглотительную способность растений. Экспериментально доказано, что рост зольности на участках с повышенной интенсивностью дорог – результат накопления поллютантов, присутствующих, как в почве, так и в воздушной среде, а так же следствие высокой запылённости.

На растения, произрастающие вблизи автодорог, воздействуют повышенные концентрации токсических веществ. Интенсивность их влияния коррелирует с величиной флуоресценции листьев деревьев [12]. Этот параметр характеризует адаптационное приспособление фотосинтетического аппарата растений к условиям окружающей среды. Установлена зависимость содержания хлорофилла в хвое от условий произрастания: содержание хлорофиллов по мере ухудшения состояния среды претерпевает изменения: в районе сильного и среднего атмосферного загрязнения у исследованных деревьев в 1,3–1,5 раза снижалось общее содержание хлорофиллов. Это можно объяснить частичным разрушением пигментной системы у ослабленных и сильно ослабленных деревьев по сравнению с растениями фоновой площадки.

**Выводы.** Проведенные экспериментальные исследования позволяют высказать предположение о значительном влиянии автотранспорта на патологическое состояние деревьев. Худшим состоянием характеризуются аллейные придорожные насаждения, прилегающие к ул. Игарская, испытывающие значительный антропогенный стресс. В целом, устойчивость лиственницы сибирской следует признать относительно слабой, так как почти половина деревьев находится в неудовлетворительном состоянии, а здоровыми являются около трети от общего числа. При озеленении городских территорий нежелательно использовать лиственницу в посадках вблизи проезжих частей, а применять ее для оформления парков и скверов, удаленных от дорог.

### Библиографические ссылки

1. Авдеева Е. В., Кузьмичев В. В. Специфика онтогенеза и индикаторная роль лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) в условиях городской среды // Хвойные бореальной зоны. 2007. № 4-5 (XXIV). С. 362–367.

2. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М. : ВНИИЦ лесресурс, 1998. 25 с.
3. ГОСТ 21769–84. Зеленъ древесная. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1984. 5 с.
4. Ушанова В. М., Лебедева О. И., Девятловская А. Н. Основы научных исследований. Ч. 3. Исследование химического состава растительного сырья / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2004. 360 с.
5. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.
6. Акулов В. В. Анализ методов учета интенсивности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // Наукoведение. 2012. № 4. URL: <http://www.naukovedenie.ru> (дата обращения: 01.06.2018).
7. Федорова А. И., Никольская А. Н.. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М. : Владос, 2001. 281 с.
8. Тестешев А. А., Легостаева Е. Н. Определение интенсивности движения транспортных средств на внешних входных дорогах г. Тюмени экспресс-методом // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. № 1. С. 135–139.
9. ВСН 42-87. Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог / Минтрансстрой СССР [Электронный ресурс]. Взамен ВСН 42-60; введ. 1988-01-01 // ГОСТЫ И СНИПЫ : справ. ресурс. URL: [http://www.snip-info.ru/Vsn\\_42-87.htm](http://www.snip-info.ru/Vsn_42-87.htm) (дата обращения: 01.06.2018).
10. Татаринцев А. И. Санитарное состояние насаждений лиственницы в г. Красноярске // Хвойные бореальной зоны. 2010. № 3-4. С. 289–293.
11. Клепченко М. В., Игнатова Е. В. Исследование влияния аэрогенного загрязнения города Красноярска на состояние лиственницы сибирской // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий : материалы XXII Междунар. науч. школы-конф. студентов и молодых ученых. Абакан : Изд-во Хакас. гос. ун-та им. Н. Ф. Катанова, 2018. Т. 1. С. 150–151.
12. Шипилова А. С., Игнатова Е. В. Изменчивость пигментов хвои лиственницы сибирской в условиях г. Красноярска // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (7 декабря 2017 г., Красноярск) / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. С. 161–163.

© Клепченко М. В., Игнатова Е. В., 2018

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ХРЕБТА ГРЕМЯЧАЯ ГРИВА Г. КРАСНОЯРСКА\*

Е. В. Клинкович, Т. П. Спицына

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: elena.klinkovich@mail.ru

*Выделены следующие экологические группы травянистых растений по отношению к влажности: 55 % мезофиты (бодяк обыкновенный, василисник альпийский, вероника длиннолистная и др.), 21 % – ксерофиты (саяночка странная, тимьян сибирский, очитник видный и др.), 12 % – мезоксерофиты (зопник клубненосный, касатик русский, лисохвост луговой и др.), 12 % – ксеромезофиты (аконит бородастый, вероника седая, горечавка лежащая и др.).*

*Ключевые слова:* хребет Гремячая грива, экологические группы, мезофиты, ксерофиты.

## ECOLOGICAL GROUPS OF GRASSY PLANTS OF THE RIDGE GRYAMYACHY MANE OF THE CITY OF KRASNOYARSK

E. V. Klinkovich, T. P. Spitsyna

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: elena.klinkovich@mail.ru

*In work the following ecological groups of grassy plants in relation to humidity are allocated: 55 % of a mezofita (Cirsium vulgare, Thalictrum alpinum, Veronica longifolia, etc.), 21 % – kserofita (Sajanella monstrosa, Thymus sibiricus, Hylotelephium spectabile, etc.), 12 % – mezokserofita (Phlomis tuberosa, Iris ruthenica, Alopecurus pratensis, etc.), 12 % – xeromesophytes (Aconitum barbatum, Veronica incana, Gentiana decumbens, etc.).*

*Keywords:* ridge Gremyachaya mane, ecological groups, mezofita, kserofita.

Живой напочвенный покров можно широко использовать в биоиндикационных целях для оценки экологической обстановки в техногенных ландшафтах [1]. Основными антропогенными факторами, воздействующими на леса зеленой зоны Красноярск, являются техногенные эмиссии и рекреационные нагрузки. Под их многолетним процессом ослабляются основные – средообразующие и средозащитные – функции пригородных лесов [2]. Хребет Гремячая грива находится на левом берегу р. Енисей в Октябрьском районе г. Красноярск, это сопки, протянувшиеся цепью от города к Собакиной речке. Рельеф хребта сильно изрезан многочисленными ручьями и малыми речками.

Гремячая грива является одним из самых красивых мест для отдыха горожан и, следовательно, является одним из объектов интенсивного антропогенного воздействия. В связи с этим, целью работы является количественное определение экологических групп травянистых растений хребта Гремячая грива по отношению к влажности.

---

\* Работа выполнена в рамках реализации проекта «Некоммерческая междисциплинарная научно-образовательная платформа «Енисейская Арктика».

Задачи работы:

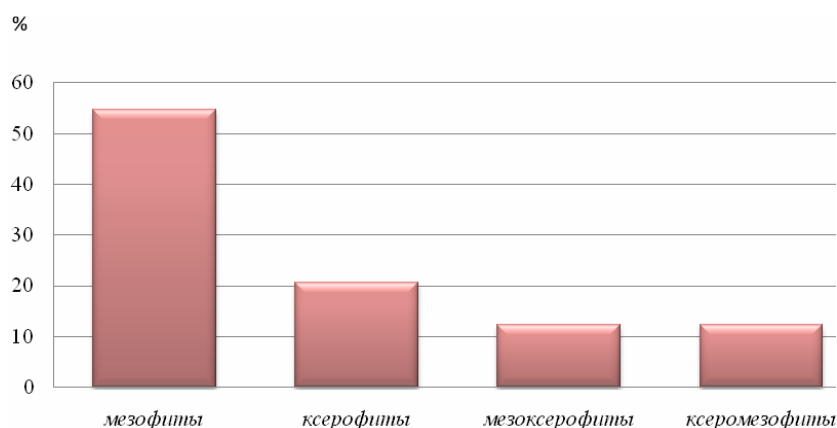
□□ сбор литературного материала, содержащий информацию о водном режиме растений и экологических группах растений по отношению к воде;

□□ закладка 11 пробных площадей на хребте для отбора образцов фитомассы и описания живого напочвенного покрова [3];

□□ обработка материалов полевых исследований: определение видового состава растений [4; 5], принадлежности их к той или иной экологической группе по отношению к влажности.

Экологическая группа – совокупность растений, сходно реагирующих на действие какого-либо фактора среды. При выделении экологических групп обычно выбирают ведущий (наиболее важный в данных условиях) фактор и весь градиент его разбивают на ступени. В экологические же группы объединяют виды, наиболее часто встречающиеся в выделенном диапазоне условий [6]. Морфологический облик растений и их физиологические особенности во многом являются следствием их адаптации к разнообразным по влажности условиям. При этом растения с разной генетической основой, приспосабливаясь к сходным условиям увлажнения, приобрели сходные признаки, позволяющие объединять их в экологические группы [7]. Согласно классификации А. П. Шенникова [8], выделено четыре основных группы растений по отношению к влажности: гигрофиты, гидрофиты, ксерофиты и мезофиты. Существуют так же промежуточные группы, например ксеромезофиты или мезоксерофиты.

По результатам полевых исследований на хребте Гремячая грива, определены четыре экологические группы растений по отношению к влажности: мезофиты, ксерофиты, мезоксерофиты, ксеромезофиты (см. рисунок).



Экологические группы растений по отношению к влажности

Экологические группы растений хребта Гремячая грива по отношению к влажности

Мезофиты составляют самое большое количество из исследуемых растений и формируют 55 % от их общего числа. Основными представителями являются: бодяк обыкновенный (*Cirsium vulgare*), василисник альпийский (*Thalictrum alpinum*), василистник малый (*Thalictrum minus*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), тмин обыкновенный (*Carum carvi*), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*) и др.

Ксерофиты насчитывают 21 %. К ним относятся: саяночка странная (*Sajanella monstrosa*), тимьян сибирский (*Thymus sibiricus*), очитник видный (*Hylotelephium spectabile*), лук Стеллера (*Allium stellerianum*), молочай северный (*Euphorbia borealis*), горноколосник колючий (*Orostachys spinosa*), крестовник Якова (*Senecio jacobaea*) и др.

Мезоксерофиты и ксеромезофиты образуют одинаковое число видов – 12 %. К мезоксерофитам относятся такие идентифицированные растения, как зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa*), касатик русский (*Iris ruthenica*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), подмаренник настоящий (*Galium verum*), полынь ползучая (*Artemisia austriaca*) и др. К ксеромезофитам относятся аконит бородатый (*Aconitum barbatum*), вероника седая (*Veronica incana*), горечавка лежащая (*Gentiana decumbens*), горошек приятный (*Vicia amoena*), патриния скальная (*Patrinia rupestris*), повилика европейская (*Cuscuta europaea*), полынь метельчатая (*Artemisia scoparia*), шлемник монгольский (*Scutellaria mongolica*) и др.

Таким образом, в результате проведенной работы, было заложено 11 пробных площадей на хребте Гремячая г. Красноярск для отбора образцов фитомассы. Было определено четыре экологические группы растений по отношению к влажности: мезофиты (55 %), ксерофиты (21 %), мезоксерофиты (12 %) и ксеромезофиты (12 %).

### Библиографические ссылки

1. Цветков В. Ф. К организации локального лесного мониторинга в условиях Севера // Проблемы лесопатологического мониторинга в таежных лесах европейской части СССР. Петрозаводск : Карельский НЦ АН СССР. 1991. С. 58–60.
2. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярск / Л. Н. Скрипальщикова [и др.]. Новосибирск : Академ. изд-во «Гео», 2009. 179 с.
3. Иншаков Е. М., Сунцова Л. Н. Изучение живого напочвенного покрова и ресурсов дикорастущих лекарственных растений / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2017. 27 с.
4. Определитель растений Республики Тыва / И. М. Красноборов [и др.]. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. 706 с.
5. Определитель растений юга Красноярского края / М. И. Беглянова [и др.]. Новосибирск : СО Наука, 1979. 669 с.
6. Березина Н. А., Афанасьева Н. Б. Экология растений : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2009. 400 с.
7. Афанасьева Н. Б., Березина Н. А. Введение в экологию растений : учеб. пособие. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2011. 800 с.
8. Шенников А. П. Экология растений. М. : Сов. наука, 1950. 320 с.

© Кликович Е. В., Спицына Т. П., 2019

## ВЛИЯНИЕ АВТОМАГИСТРАЛИ НА СОСТОЯНИЕ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Ю. А. Лащенко, Е. А. Танутерян, Е. В. Игнатова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: eva-ignatova2008@yandex.ru

*Выявлена суточная динамика интенсивности автотранспортного движения по ул. Свердловская и его воздействия на состояние некоторых сортов яблони и груши, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского.*

*Ключевые слова: плодовые деревья, загрязнение, автотранспорт.*

## THE INFLUENCE OF THE MOTORWAY ON THE STATUS OF FRUIT TREES

U. A. Lashchenykh, E. A. Tanyteryan, E. V. Ignatova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: eva-ignatova2008@yandex.ru

*The daily dynamics of the intensity of road traffic on the street Sverdlovskaya and its impact on the state of some varieties of apple and pear growing in the Botanical garden named after V. M. Krutovsky.*

*Keywords: fruit trees, pollution, motor transport.*

**Введение.** Современная среда обитания человека с высоким уровнем технико-технологической, транспортной и энергетической оснащенности – основной источник загрязнения и деградации урбанизованных территорий. Известно, что зеленые насаждения способны поглощать вредные вещества, тем самым улучшать экологическую обстановку. Но способность эта не безгранична, усиливающееся загрязнение природной среды может привести к гибели этих насаждений. Поэтому очень важно установить потенциальные возможности, как отдельных древесных пород, так и в целом насаждений по аккумуляции наиболее вредных техногенных выбросов.

Среди различных программ, направленных на улучшение экологической ситуации в России, особое место занимает мониторинг окружающей среды, призванный следить за изменением свойств и состава растительных экосистем и почв в зависимости от уровней антропогенного стресса. Действие выбросов промышленных предприятий усугубляется все возрастающими поступлениями отработанных газов автотранспорта. В городах широкая сеть транспортных артерий сопровождается большим фоновым загрязнением.

Актуальность исследований определяется потребностью получения экологически безопасной плодовой продукции при возделывании в условиях повышенной техногенной нагрузки. Наиболее остро стоит вопрос об использовании плодовой продукции без значительной дозы тяжелых металлов.

Особый интерес вызывает исследование механизмов адаптации и выживания плодовых культур в экстремальных экологических условиях, которые в зависимости от уровней антропогенного пресса могут деградировать, либо проявлять признаки адаптации к новым условиям произрастания [1].



**Цель исследования** – установление влияния интенсивности движения автотранспорта на ул. Свердловской на плодовые деревья Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования использовались два сорта яблонь, широко представленных в коллекции красноярского Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского: Медовка и Папировка, а также сорт груши Гибриды Крутовского, растущие на разном удалении от дороги. Проведена оценка интенсивности движения автотранспорта по ул. Свердловская в районе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского, а также определено содержание влажности, общей зольности в листьях и почве и хлорофиллов А и В в листьях, отобранных на удалении 10 и 50 м от автотрассы.

Отбор проб листьев плодовых деревьев проводили в июне 2018 г., произрастающих на верхней террасе в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского. Возраст деревьев от 5 до 20 лет, расстояние между ними от 5 до 6 м, живой напочвенный покров в хорошем состоянии, без существенных следов вытаптывания. Отбор фитомассы проводился методом квартования в трехкратной повторности с 8–10 деревьев разного возраста не менее, чем с 10 побегов из кроны на разной высоте. Составление объединенной пробы и выделение средней пробы осуществляли по ГОСТ 21769–84 [2].

Пробы почв отбирались в соответствии с общими требованиями ГОСТ 17.4.3.01–83 [3], методом квартования из пяти точечных проб из поверхностного слоя (0–20 см) урбанозёмов и урбанопочв сада. Масса объединенной пробы составляла не менее 1 кг.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Ухудшению экологии г. Красноярска способствует то, что город является крупнейшим транспортным узлом Восточной Сибири; наличие ряда крупных предприятий металлургической, машиностроительной и химической промышленности усугубляет ситуацию. Значительную долю в общий объём валовых выбросов и высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит автомобильный транспорт, количество которого ежегодно растёт.

Удельный вес выбросов автотранспорта на ул. Свердловская в районе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского в пределах автотрассы неодинаков. Следует отметить, что в связи с ежегодно возрастающим грузопотоком и имеющимися природными возможностями осложняется экологическая ситуация в зоне её функционирования.

В настоящее время в России пункты автоматизированного учёта на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения оборудованы техническими средствами, основанными на электромагнитном и радиолокационном принципах детектирования автотранспортных средств [4]. В данном исследовании интенсивность движения автотранспорта производилась путём непосредственного подсчёта автомобилей разных типов три раза в день в течение 20 мин в каждом из сроков замеров методом точкования. При определении интенсивности движения по данному методу транспортный поток разделяют по типам автомобилей на легковые, грузовые и автобусы. Сбор материала по загруженности улиц автотранспортом проводился с замерами в 8–9, 12–13 и 17–18 ч [5]. Известно, что в интервале времени с 8 до 18 ч интенсивность движения в наименьшей степени подвержена флуктуациям из-за часовых колебаний и неравномерности движения [6].

При определении интенсивности движения по данному методу транспортный поток разделяют по типам автомобилей на легковые, грузовые и автобусы. Перевод часовой интенсивности движения в среднесуточную в зависимости от времени проведения наблюдений производился с помощью средневзвешенных коэффициентов [7].

Результаты свидетельствуют об изменении загруженности ул. Свердловская в течение дня (табл. 1): в 17 ч интенсивность возрастает, а в 12 ч уменьшается. Произведенные расчеты показали, что в сутки здесь проезжает 26616 машин.

Однако степень отрицательного воздействия автотранспортного потока на окружающую среду зависит не только от общего количества машин, но и от структуры потока (см. рисунок). В структуре потока преобладает легковой транспорт – от 85 до 90 % от общего числа машин. На долю грузового транспорта выпадает от 6 до 9 %. Автобусы составляют от 4 до 5 %.

Таблица 1

## Среднесуточная интенсивность движения автотранспорта на ул. Свердловской

| Показатель                | Время |       |       | Среднее значение |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------------|
|                           | 8 ч   | 12 ч  | 17 ч  |                  |
| Число автомобилей в сутки | 29124 | 10774 | 39951 | 26616            |



Структура транспортного потока ул. Свердловская

Исходя из среднесуточной загруженности улиц, можно сказать, что загруженность ул. Свердловской автотранспортом в наибольшей степени будут влиять на насаждения яблонь и груш, расположенных на расстоянии 10 м от автомагистрали.

Изучение адаптивных реакций растений к неблагоприятным экологическим факторам составляет одну из наиболее интересных проблем фитоэкологии растений. Неблагоприятные условия произрастания способствуют выработке своеобразных механизмов адаптации, отражающихся в изменении показателей ассимиляционного аппарата (табл. 2). Последние составляют одно из проявлений структурной регуляции фотосинтеза на уровне листа, а также водного режима, который в значительной степени определяет уровень продукционных процессов.

Таблица 2

## Показатели ассимиляционного аппарата листьев плодовых деревьев и почвы

| Сорт плодового дерева,<br>удаленность от автотрассы | Показатель      |                        |                             |                             |
|-----------------------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                                                     | влажность,<br>% | общая зола,<br>% а.с.с | хлорофилл А,<br>мг/г а.с.с. | хлорофилл В,<br>мг/г а.с.с. |
| Медовка, удаление 10 м                              | 56,2<br>22,5    | 10,4<br>92,5           | 2,5                         | 1,1                         |
| Медовка, удаление 50 м                              | 58,1<br>28,2    | 9,5<br>88,5            | 3,2                         | 1,7                         |
| Папировка, удаление 10 м                            | 54,3<br>18,3    | 8,4<br>91,3            | 2,8                         | 1,2                         |
| Папировка, удаление 50 м                            | 56,5<br>22,2    | 6,6<br>86,5            | 3,5                         | 1,9                         |
| Груша, удаление 10 м                                | 57,6<br>15,7    | 12,2<br>90,8           | 2,1                         | 1,4                         |
| Груша, удаление 50 м                                | 60,2<br>21,5    | 9,1<br>89,4            | 2,9                         | 1,8                         |

Примечание: числитель – листья, знаменатель – почва.

К факторам внешней среды, определяющим состав золы растительных тканей, относятся температурный режим, режим увлажнения, солевой режим, кислотность и богатство почв

азотом, режим затенения. Следует отметить, что повышенная степень техногенной нагрузки на территорию проявляется в увеличении зольности в листьях и почве. Таким образом, по результатам определения зольности листьев можно судить об их приспособленности к данным конкретным условиям произрастания.

Влажность используется как интегральный показатель эколого-физиологических особенностей водного режима растений, механизмов их адаптации к условиям среды [8].

Экспериментальным путем установлено, что почва и деревья, произрастающие на расстоянии 10 м от автомагистрали, в большей степени подвергаются действию загрязняющих веществ, следствием чего является снижение влажности образцов. Под воздействием NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO и других газов происходит разрушение клеток растений и, как следствие, более быстрая потеря свободной воды. Растворимые соединения в составе пыли проникают в клетки вместе с влагой и вызывают нарушения, сходные с действием газов или солей.

Антропогенное загрязнение окружающей среды вызывает существенные нарушения в пигментном комплексе растений, например уменьшается содержание хлорофиллов А и Б.

На наличие хлорофилла оказывает влияние состояние окружающей среды, так, например, в листьях деревьев, находящихся вблизи автомагистрали, где высокая запыленность и загазованность, содержание хлорофиллов понижено. Это объясняется коагуляцией пыли и газовых частиц на поверхность листа, в ходе этого процесса пылевые частицы создают экран, через который проходит мало солнечного света, а значит, процесс фотосинтеза идет слабее.

**Выводы.** Таким образом, для разработки теоретических основ адаптивной технологии выращивания плодовых деревьев, наряду с разработкой эффективных агротехнических приёмов, является актуальным раскрытие особенностей видовой и сортовой реакции культуры на загрязнение окружающей среды. Изучение водного режима, содержания хлорофилла в листьях разных сортов яблони груши можно принять в качестве индикатора выживаемости растений в условиях повышенной техногенной нагрузки.

### Библиографические ссылки

1. Чуб В. В. Физиологические аспекты реакции растений на аномальные погодные условия // Вестник Рязан. гос. ун-та им. С. А. Есенина. 2011. № 6. С. 38–42.
2. ГОСТ 21769–84. Зелень древесная. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1984. 5 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01–83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М. : Стандартинформ, 2008. 5 с.
4. Акулов В. В. Анализ методов учета интенсивности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // Науковедение. 2012. № 4. URL: <http://www.naukovedenie.ru> (дата обращения: 01.06.2018).
5. Федорова А. И., А. Н. Никольская. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М. : Владос, 2001. 281 с.
6. Тестешев А. А., Легостаева Е. Н. Определение интенсивности движения транспортных средств на внешних входных дорогах г. Тюмени экспресс-методом // Научно-технический вестник Поволжья. 2015. № 1. С. 135–139.
7. ВСН 42–87. Инструкция по проведению экономических изысканий для проектирования автомобильных дорог / Минтрансстрой СССР [Электронный ресурс]. Взамен ВСН 42-60; введ. 1988-01-01 // ГОСТЫ И СНИПЫ: справочный ресурс. URL: [http://www.snip-info.ru/Vsn\\_42-87.htm](http://www.snip-info.ru/Vsn_42-87.htm) (дата обращения: 01.06.2018).
8. Семёнова Л. Г., Добренков Е. А., Добренкова Е. Л. Водный режим сортов рода *rubus* l. и их реакция на засуху и высокую температуру воздуха в период созревания плодов // Новые технологии. 2010. № 4. С. 4–15.

© Лашеных Ю. А., Танутерян Е. А., Игнатова Е. В., 2019

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ 12-ЛЕТНЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

В. С. Мартынов, И. В. Очкас, Е. В. Пронькин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: mr.vladimir.martynov.1991@mail.ru

*Приведены данные об изменчивости биологических показателей сосны кедровой сибирской в 12-летнем возрасте. Отмечено что наибольшая высота, диаметр стволика и длина хвои в вариантах Якутского и Тувинского географического происхождения.*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, хвоя, изменчивость, диаметр, географическое происхождение, почки.*

## **VARIABILITY OF 12-YEAR-OLD PINUS SIBIRICA OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN**

V. S. Martynov, I. V. Ochkas, E. V. Pronkin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: mr.vladimir.martynov.1991@mail.ru

*The article presents data on variability of 12-year-old Pinus sibirica. It is noted that maximum height, diameter of trunk and length of needles are observed in such variants of geographical origin as Yakutia and Tuva.*

*Keywords: Pinus sibirica, needle, variability, diameter, geographical origin, buds.*

Сохранение и восстановление природных систем, разнообразия ценных видов древесных растений – важная цель государственной политики в области экологии. Изучение внутривидовой изменчивости необходимо при отборе экземпляров, обладающих необходимыми признаками, для их размножения и использования в селекционной работе. Проблема сохранения биоразнообразия кедровых сосен важна в связи с гибелью популяций, формирующихся в течение многих веков, от энтомовредителей, в частности сибирского шелкопряда, а также от пожаров, самовольной рубки и других негативных факторов. Размножение кедровых сосен и создание плантаций в разных природных условиях частично способствует решению данной проблемы. Информация об успешности выращивания кедровых сосен в ареале и за его пределами содержится во многих литературных источниках [1–4].

Исследования проводились на плантации «ЛЭП-2», где произрастает сосна кедровая сибирская. Экземпляры выращены из семян, полученных от деревьев разного географического происхождения, произрастающих на плантации Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Шишки были собраны в 2006 г., семена посеяны в ряды в сентябре того же года на территории дендрария СибГУ им. М. Ф. Решетнева, сеянцы пересадили на плантацию «ЛЭП-2». В сентябре 2018 г. были проведены биометрические измерения сосны кедровой сибирской.

Измеряли высоту, диаметр стволика, и длину хвои на побеге 2018 года. Средние данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели сосны кедровой сибирской в зависимости от географического происхождения**

| Географическое происхождение | Высота |                      | Диаметр |                      | Длина хвои, см<br>2018 |
|------------------------------|--------|----------------------|---------|----------------------|------------------------|
|                              | См     | % к $X_{\text{ср.}}$ | см      | % к $X_{\text{ср.}}$ |                        |
| Тувинское                    | 68,4   | 111                  | 1,3     | 118                  | 8,8                    |
| Хакаское                     | 57,8   | 94,0                 | 1,1     | 100                  | 6,3                    |
| Томское                      | 65,2   | 106                  | 1,2     | 109                  | 8,3                    |
| Читинское                    | 46,2   | 75,0                 | 0,9     | 81,0                 | 6,5                    |
| Якутское                     | 69,4   | 113                  | 1,2     | 109                  | 8,5                    |
| Среднее значение             | 61,4   | 100                  | 1,1     | 100                  | 7,7                    |

Средняя высота у растений сосны кедровой сибирской составляет от 46,2 до 69,4 см, диаметр – от 0,9 до 1,3 см, длина хвои на побеге 2018 года – от 6,3 до 8,8 см.

Изменчивость основных показателей и достоверность их различий приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2

**Изменчивость высоты сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см**

| Географическое происхождение | max   | min  | $X_{\text{ср.}}$ | $\pm m$ | $\pm \sigma$ | V, % | P, % | $t_{\text{ф}}$ | $t_{05}$ |
|------------------------------|-------|------|------------------|---------|--------------|------|------|----------------|----------|
| Тувинское                    | 89,0  | 40,0 | 68,4             | 6,08    | 17,19        | 25,1 | 8,9  | 0,11           | 2,14     |
| Хакаское                     | 90,0  | 32,0 | 57,8             | 4,32    | 16,71        | 28,9 | 7,5  | 1,47           | 2,08     |
| Томское                      | 100,0 | 36,0 | 65,2             | 3,84    | 17,16        | 26,3 | 5,9  | 0,55           | 2,05     |
| Читинское                    | 76,0  | 18,0 | 46,2             | 2,37    | 13,84        | 30,0 | 5,1  | 3,32           | 2,02     |
| Якутское                     | 86,0  | 33,0 | 69,4             | 6,57    | 18,60        | 26,8 | 9,5  | —              | —        |

Из данных табл. 2 видно, что изменчивость по высоте составляет от 25,1 до 30,0 %. Наибольшее варьирование отмечено в варианте, где сосна кедровая сибирская имеет высоту от 24 до 139 см. Средняя высота составила от 46,2 до 69,4 см. Наибольшая средняя высота отмечена у растений якутского происхождения. Достоверность различий в сравнении с наибольшим значением подтверждена критерием достоверности фактическим ( $t_{\text{ф}}$ ) в сравнении с табличным ( $t_{05}$ ) в варианте читинского происхождения ( $t_{\text{ф}} > t_{05}$ ).

Из данных табл. 3 видно, что изменчивость по диаметру составляет от 18,5 до 43,3 %. Наибольшее варьирование отмечено в варианте, где сосна кедровая сибирская имеет диаметр от 0,3 до 1,9 см. Средний диаметр составил от 0,9 до 1,3 см. Наибольший средний диаметр отмечен у растений туvinского происхождения.

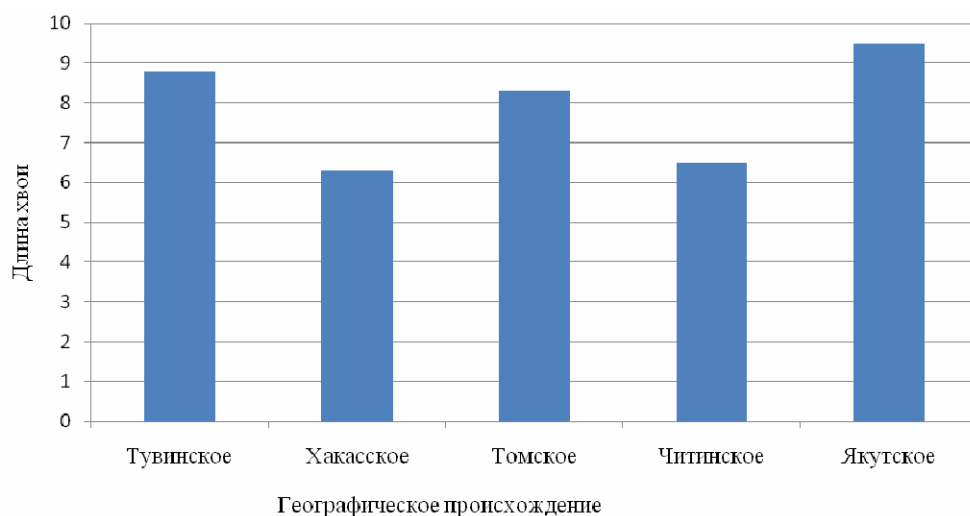
Таблица 3

**Изменчивость диаметра сосны кедровой сибирской разного географического происхождения, см**

| Географическое происхождение | max | min | $X_{\text{ср.}}$ | $\pm m$ | $\pm \sigma$ | V, % | P, % | $t_{\text{ф}}$ | $t_{05}$ |
|------------------------------|-----|-----|------------------|---------|--------------|------|------|----------------|----------|
| Тувинское                    | 1,7 | 1,0 | 1,3              | 0,09    | 0,25         | 18,5 | 6,6  | —              | —        |
| Хакаское                     | 1,9 | 0,5 | 1,1              | 0,10    | 0,40         | 37,1 | 9,6  | 1,76           | 2,08     |
| Томское                      | 1,8 | 0,5 | 1,2              | 0,08    | 0,35         | 30,1 | 6,7  | 1,44           | 2,05     |
| Читинское                    | 1,9 | 0,3 | 0,9              | 0,07    | 0,38         | 43,3 | 7,4  | 4,07           | 2,02     |
| Якутское                     | 1,5 | 0,5 | 1,2              | 0,12    | 0,35         | 28,4 | 10,0 | 0,58           | 2,14     |

Достоверность различий в сравнении с наибольшим значением подтверждена критерием достоверности фактическим ( $t_{\text{ф}}$ ) в сравнении с табличным ( $t_{05}$ ) в варианте читинского происхождения ( $t_{\text{ф}} > t_{05}$ ).

Длина хвои на побегах 2018 года для каждого из происхождений показана на рисунке.



Длина хвои на побегах 2018 года

Средняя длина хвои составляет от 6,3 до 9,5 см. Наибольшая длина хвои отмечена у растений тувинского происхождения, а наименьшая у хакаского происхождения.

Таким образом, отмечается изменчивость биологических показателей 12-летних растений сосны кедровой сибирской в зависимости от их географического происхождения.

#### Библиографические ссылки

1. Матвеева Р. Н. Воспроизводство кедровых лесов на селекционной основе // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов. Йошкар-Ола, 1989. С. 110–111.
2. Дроздов И. И., Баранов М. И. Выращивание кедра в Подмосковье // Лесное хозяйство. 1990. № 7. С. 53–54.
3. Коженкова А. А., Брынцев В. А. Исследование кедра сибирского разного географического происхождения // Науч. тр. МЛТИ. М., 1991. Вып. 245. С. 40–43.
4. Матвеева Р. Н., Братилова Н. П., Буторова О. Ф. Изменчивость показателей роста и генеративного развития на плантации зеленой зоны города Красноярска // Сибирский лесной журнал. Красноярск, 2014. № 2. С. 81–86.

© Мартынов В. С., Очкас И. В., Пронькин Е. В., 2019

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ  
ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В УСЛОВИЯХ ИДРИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

С. А. Москальченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kurlai@list.ru

*Проведена оценка влияния антропогенных факторов на возникновение лесных пожаров в условиях Идринского лесничества Красноярского края за период с 2004 по 2018 годы.*

*Ключевые слова: горимость, частота пожаров, виды лесных пожаров, пожароопасный сезон, пожарная опасность по условиям погоды, природная пожарная опасность, антропогенные факторы пожарной опасности.*

**THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE OCCURRENCE  
OF FOREST FIRES IN TERMS OF IDRINSKY FORESTRY  
OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

S. A. Moskalchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kurlai@list.ru

*The article assesses the impact of anthropogenic factors on the occurrence of forest fires in the Idrinsky forestry of the Krasnoyarsk territory for the period from 2004 to 2018.*

*Keywords: flammability, fire frequency, types of forest fires, fire hazard season, fire hazard due to weather conditions, natural fire hazard, anthropogenic fire hazard factors.*

Пожары могут быть природного или антропогенного происхождения. Доля пожаров, возникающих от молний, относительно невелика, по данным профессора Н. П. Курбатского, она составляет около 3 % [2]. По мнению некоторых авторов, основную часть лесонарушений, приводящих к возникновению пожаров, совершают рекреанты – 56–80 %, а на долю работающих в лесу людей приходится не более 25–26 % [5]. Относительное число пожаров, возникающих по вине рекреантов и работающих в лесу людей, величины не постоянные и зависят в основном от социально-экономических условий. В настоящей работе рассмотрены количественные показатели антропогенного влияния на возникновение лесных пожаров в лесах Идринского лесничества.

Лесничество расположено в южной части Красноярского края. Протяженность территории лесничества с юга на север составляет 90 км, а с запада на восток – 87 км. Административное здание лесничества находится в районном центре в селе Идринское. Расстояние до краевого центра города Красноярск – 525 км [3]. Общая площадь земель лесного фонда лесничества составляет 308 608 га, в административно-хозяйственном отношении подразделяется на четыре участковых лесничества: Екатерининское (112 946 га), Козинское (106 856 га), Идринское (2 779 га), Идринское сельское (86 027 га).

В лесном фонде лесничества преобладают насаждения средней производительности хвойных пород (72 %) из них: сосны 4,2 %, ели 2,2 %, пихты 52,9 %, лиственницы 0,8 %, кедра 11,2 %. На долю мягколиственных приходится 28 % покрытой лесом площади, в которой преобладают березовые насаждения. Фактическое сочетание пород составляет: хвойных 72 % и мягколиственных 28 % [1].

Климат района резко континентальный, с суровой продолжительной малоснежной зимой и коротким жарким летом. Средняя температура января минус 21 °С, средняя температура июля плюс 19 °С. Продолжительность вегетационного периода составляет 150 дней. Глубина промерзания почвы в среднем 130 см, максимум – 154 см. Средняя высота снежного покрова достигает 20 см. Максимальное количество осадков выпадает в августе и сентябре месяцах, сумма осадков за год – 413 мм. Территория Екатеринбургского и Козинского участковых лесничеств в соответствии с физико-географическим районированием относится к горным лесам, а территория Краснотуранского и Идринского участковых лесничеств к равнинным лесам. В целом по лесничеству преобладающими являются склоны от 0 до 20°.

По лесничеству средний класс пожарной опасности равен 3,6. Длительность пожароопасного сезона по классам пожарной опасности на территории лесничества составляет 175 дней. Ежегодный объем мониторинга пожароопасной обстановки: зона наземного мониторинга – 19,2 тыс. га (6,2 %), зона авиационного мониторинга – 289,4 тыс. га (93,8 %). Территорию лесничества обслуживает Курагинское авиаотделение.

Многолетнее распределение числа и площади пожаров по зонам мониторинга показывает, что в наземной зоне зарегистрировано 243 лесных пожара (92,1 % от общего учтенного количества) с пройденной площадью в 3 506,4 га (95,5 % от общей учтенной площади). В авиационной зоне зарегистрирован 21 лесной пожар, с пройденной площадью 165 га.

Анализ факторов возникновения лесных пожаров на территории лесничества проводился за 15 лет, на основе данных «Книги учета пожаров» [4]. За анализируемый период было зарегистрировано 264 лесных пожара (табл. 1).

Таблица 1

**Многолетняя динамика лесных пожаров**

| Год наблюдения     | Всего пожаров, шт. | Площадь лесных пожаров, га |            | Средняя площадь одного пожара, га |
|--------------------|--------------------|----------------------------|------------|-----------------------------------|
|                    |                    | обнаружения                | ликвидации |                                   |
| 2004               | 3                  | 2,8                        | 21,3       | 7,1                               |
| 2005               | 2                  | 6,0                        | 10,0       | 5,0                               |
| 2006               | 4                  | 7,4                        | 51,8       | 12,9                              |
| 2007               | 3                  | 0,4                        | 4,8        | 1,6                               |
| 2008               | 11                 | 51,4                       | 361,4      | 32,9                              |
| 2009               | 26                 | 89,2                       | 369        | 14,2                              |
| 2010               | 6                  | 30,5                       | 70         | 11,7                              |
| 2011               | 10                 | 40                         | 118        | 11,8                              |
| 2012               | 32                 | 251,3                      | 505        | 15,8                              |
| 2013               | 49                 | 187,5                      | 625,8      | 12,8                              |
| 2014               | 15                 | 15,9                       | 130,1      | 8,7                               |
| 2015               | 51                 | 62,5                       | 596,8      | 11,7                              |
| 2016               | 18                 | 28,6                       | 277,8      | 15,4                              |
| 2017               | 20                 | 29,6                       | 313,0      | 15,7                              |
| 2018               | 14                 | 24,2                       | 216,6      | 15,5                              |
| Итого              | 264                | 827,3                      | 3671,4     | 192,8                             |
| В среднем за сезон | 17,6               | 55,2                       | 244,76     | 12,9                              |

Продолжительность фактической горимости территории лесничества, по годам, варьирует от 3 до 184 дней. В среднем за сезон она составляет 66 дней. Пожароопасный сезон начинается с апреля и продолжается до октября. Распределение числа и площади пожаров по декадам месяцев пожароопасного сезона приведено на рис. 1.



Пики горимости по количеству и по площади лесных пожаров приходятся на третью декаду апреля, первую и вторую декаду мая. Площадь, земель лесного фонда, пройденная низовыми пожарами составила 3062,2 га, верховыми – 16 га. Нелесная площадь, пройденная огнем, составила 593,2 га; не покрытая лесом площадь (редины) – 1,2 га. Покрытая лесом площадь, насаждений спелых и перестойных, пройденных пожаром, составила 2895,4 га, а насаждений искусственного происхождения, сомкнувшихся лесных культур – 181,6 га.

Большее количество пожаров обнаружено низовых беглых средней интенсивности пожары – 153 шт. (57,9 %), их площадь составила 2175,8 га (59,3 %), а также низовых беглых слабой интенсивности пожаров – 78 шт. (29,5 %), их площадь составила 635,6 га (17,3 %). Низовые беглые сильной интенсивности пожары зарегистрированы в количестве 18,5 шт. (7,1 %), на площади 656,2 га (17,9 %).

Характеристика горимости по преобладающим породам Идринского лесничества приведена в табл. 2.

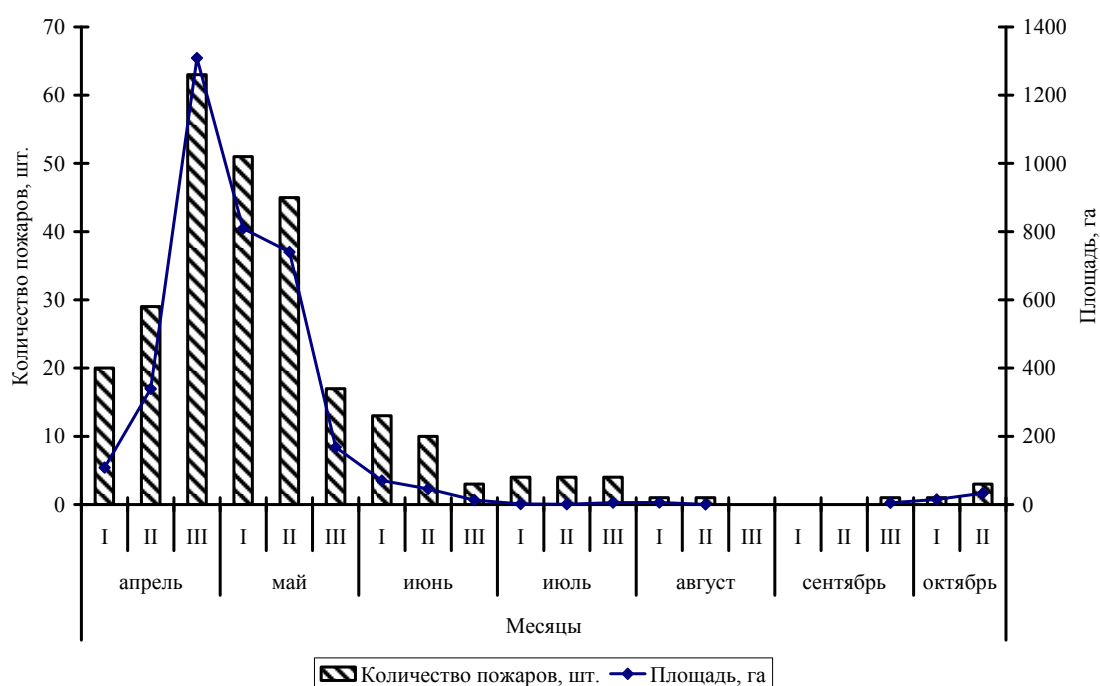


Рис. 1. Распределение числа и площади пожаров по декадам месяцев пожароопасного сезона

Таблица 2

**Характеристика горимости по преобладающим породам**  
(числитель – количество пожаров, шт.; знаменатель – площадь пожара, га)

| Порода |       |       |       |      |                 |                  | Итого  |
|--------|-------|-------|-------|------|-----------------|------------------|--------|
| Береза | Осина | Сосна | Пихта | Ель  | Лесные культуры | Нелесная площадь |        |
| 226    | 1     | 20    | 3     | 2    | 4               | 8                | 264    |
| 2684,4 | 1,5   | 189,2 | 16,5  | 5    | 181,6           | 593,2            | 3671,4 |
| 85,6   | 0,4   | 7,6   | 1,1   | 0,8  | 1,5             | 3                | 100 %  |
| 73,12  | 0,04  | 5,2   | 0,4   | 0,14 | 4,9             | 16,2             |        |

Наиболее горимые березовые насаждения – 226 шт. (85,6 % от общего учтенного количества пожаров), их площадь составила 2684,4 га (73,12 % от общей пройденной огнем площади), и сосновые насаждения – 20 шт. (7,6 %), площадь – 189,2 га (5,2 %).

Как видно из данных рис. 2, основное количество пожаров зарегистрировано по вине местного населения – 108 шт., по неустановленным причинам зарегистрировано 98 лесных пожаров, в местах лесозаготовок зарегистрировано 34 пожара.

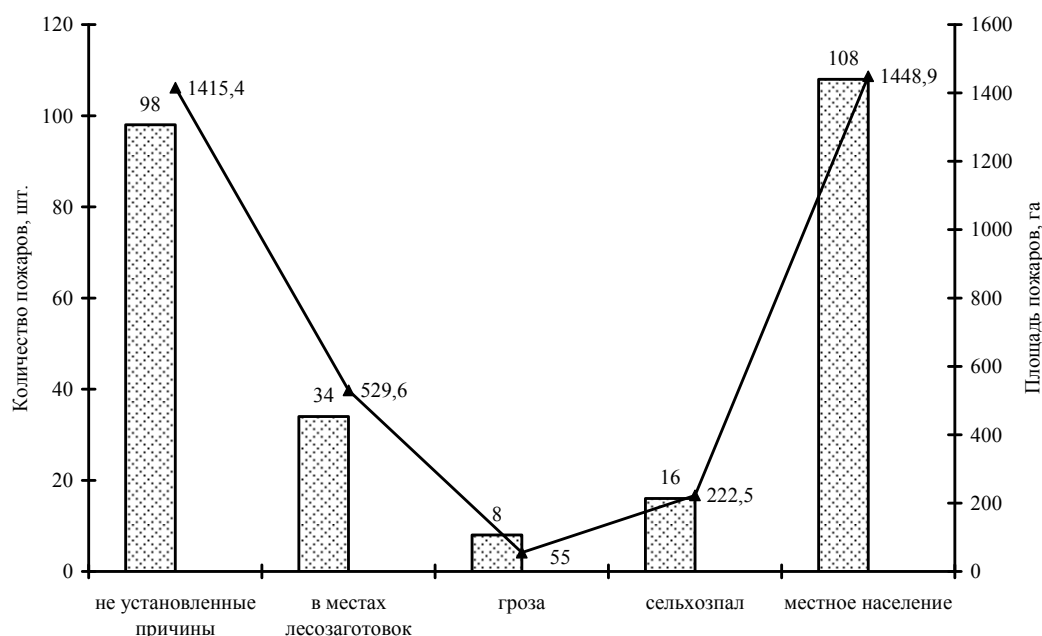


Рис. 2. Причины лесных пожаров

Наибольшее количество пожаров зарегистрировано во вторник и субботу – 44 шт., их площадь составила 572,8 и 434,3 га, соответственно. В воскресенье зарегистрирован 41 пожар с площадью 815,8 га. Наименьшее количество пожаров зарегистрировано в четверг 26 шт. на площади 322 га.

Характеристика многолетней горимости по участковым лесничествам приведена в табл. 3.

Таблица 3

**Характеристика горимости по участковым лесничествам**  
(в числителе – количество пожаров, шт.; в знаменателе – площадь, га)

| Участковое лесничество |           |           |                    | Всего  |
|------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------|
| Екатерининское         | Козинское | Идринское | Идринское сельское |        |
| 5                      | 2         | 35        | 222                | 264    |
| 49                     | 10,5      | 753,4     | 2858,5             | 3671,4 |
| 1,9                    | 0,8       | 13,3      | 84                 | 100    |
| 1,3                    | 0,3       | 20,5      | 77,9               | 100    |

В Екатерининском участковом лесничестве частота пожаров низкая, ее показатель 0,3 шт. / 100 тыс. га, горимость низкая, ее показатель 0,003 %; в Козинском участковом лесничестве частота пожаров низкая (0,1 шт. / 100 тыс. га), горимость низкая (0,0007 %); в Идринском участковом лесничестве частота пожаров повышенная (83,9 шт. / 100 тыс. га), горимость чрезвычайная (1,8 %); в Идринском сельском участковом лесничестве частота пожаров высокая (17,2 шт. / 100 тыс. га), горимость высокая (0,2 %). В целом, в Идринском лесничестве частота пожаров повышенная, ее показатель 5,7 шт. / 100 тыс. га, горимость средняя, ее показатель 0,079 %.

Распределение лесных пожаров, по их удаленности от населенного пункта, показывает, что 67,4 % лесных пожаров, зарегистрировано на расстоянии от 1,1 до 5,0 км (178 шт.),

их площадь составила 57,2 % (2097,9 га), это указывает на их антропогенное возникновение, так как все они находятся в шаговой доступности для местного населения (табл. 4).

Таблица 4

**Распределение лесных пожаров по их удаленности от населенного пункта**

| Всего пожаров, шт.<br>Площадь, га | Расстояние до населенного пункта, км  |         |          |           |           |           |           |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                   | до 1,0                                | 1,1–5,0 | 5,1–10,0 | 10,1–15,0 | 15,1–20,0 | 20,1–40,0 | 40,1–55,0 |
|                                   | количество пожаров, шт. / площадь, га |         |          |           |           |           |           |
| 264                               | 18                                    | 178     | 46       | 12        | –         | 7         | 3         |
| 3671,4                            | 165,6                                 | 2097,9  | 953,7    | 287,3     | –         | 126,5     | 40,4      |
| 100 %                             | 6,8                                   | 67,4    | 17,4     | 4,6       | –         | 2,7       | 1,1       |
|                                   | 4,5                                   | 57,2    | 25,9     | 7,8       | –         | 3,5       | 1,1       |

Распределение лесных пожаров, по их удаленности от путей транспорта (табл. 5), показывает, что 43,2 % лесных пожаров (114 шт.), зарегистрировано на расстоянии от 5,1 до 10,0 км, их площадь составила 40,7 % (1 494,9 га).

Таблица 5

**Распределение лесных пожаров по их удаленности от путей транспорта**

| Всего пожаров, шт.<br>Площадь, га | Расстояние до путей транспорта, км    |           |            |             |              |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------|------------|-------------|--------------|
|                                   | до 1,0                                | 1,1 – 5,0 | 5,1 – 10,0 | 10,1 – 15,0 | 15,1 и более |
|                                   | количество пожаров, шт. / площадь, га |           |            |             |              |
| 264                               | 35                                    | 81        | 114        | 24          | 10           |
| 3671,4                            | 352,4                                 | 1013,5    | 1494,9     | 643,7       | 166,9        |
| 100                               | 13,3                                  | 30,7      | 43,2       | 9,1         | 3,7          |
|                                   | 9,6                                   | 27,6      | 40,7       | 17,5        | 4,6          |

**Выводы.** На территории лесничества основные причины лесных пожаров – это антропогенный фактор, то есть местное население и не установленные причины, что тоже предполагает участие местного населения. Для снижения антропогенной пожарной опасности на территории Идринского лесничества необходимо проводить разъяснительную работу с местным населением, обустраивать территорию местами отдыха и аншлагами и т. д.

**Библиографические ссылки**

1. Агропромышленность. [Электронный ресурс]. URL: [https://studwood.ru/1863191/agropromyshlennost/ekonomicheskie\\_usloviya](https://studwood.ru/1863191/agropromyshlennost/ekonomicheskie_usloviya) (дата обращения: 01.03.2019).
2. Курбатский Н. П. Проблема лесных пожаров // Возникновение лесных пожаров. М. : Наука, 1964. С. 5–60.
3. Лесохозяйственный регламент Идринского лесничества / Разработчик Восточно-Сибирский филиал государственной инвентаризации лесов Федерального государственного унитарного предприятия «Рослесинфорг». Красноярск, 2013. 120 с.
4. Лесная пирология : учеб. пособие к дипломному проектированию для студентов спец. 250201 всех форм обучения / В. А. Иванов и [и др.] / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2009. 84 с.
5. Телицын Г. П. Метод определения пожарной опасности лесной территории // Лесные пожары и борьба с ними. М. : ВНИИЛМ, 1987. С. 13–28.

© Москальченко, С. А., 2019

## **АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ТЕРРИТОРИИ КГБУ «МАНЗЕНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ПУТИ ЕЁ СНИЖЕНИЯ**

С. А. Москальченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kurlai@list.ru

*Проведен анализ горимости лесной территории и предложены пути её снижения в условиях КГБУ «Манзенское лесничество», за период с 2007 по 2016 годы. Приведена характеристика горимости по участковым лесничествам, выяснены основные причины возникновения пожаров, приведено распределение обнаружения пожаров по зонам мониторинга.*

*Ключевые слова: лесной пожар, пожароопасный сезон, причина возникновения пожара, горимость территории, частота пожаров.*

## **ANALYSIS OF THE TERRITORY OF THE KGBU “MANZENSKY FORESTRY” TERRITORY OF THE KRASNOYARSK TERRITORY AND THE WAY TO REDUCE IT**

S. A. Moskalchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kurlai@list.ru

*The article analyzes the fireability of the forest territory and suggests ways to reduce it in the conditions of the KGBU “Manze forestry” for the period from 2007 to 2016. A characteristic of the fire rate is given by local forest areas, the main causes of fires have been elucidated, and the distribution of fire detection by monitoring zones is given.*

*Keywords: forest fire, fire risk season, cause of fire, inflammability of the territory, frequency of fires.*

В настоящее время самые серьезные отрицательные последствия на биосферу оказывают пожары, которые не только уничтожают лес, но и выбрасывают в атмосферу значительное количество углекислого газа. В связи с этим предотвращение возникновения лесных пожаров и борьба с ними – одна из наиболее важных проблем для лесного комплекса России [4].

КГБУ «Манзенское лесничество» расположено на северо-востоке центральной части Красноярского края [3]. Протяженность территории лесничества составляет с севера на юг 63 км, с запада на восток – 118 км. Контора лесничества находится в п. Манзя, расположенном 700 км от краевого центра г. Красноярска и в 96 км от районного центра с. Богучаны.

Общая площадь лесничества 493 295 га, и подразделяется на 4 участковых лесничества: Манзенское (256 190 га), Половинское (68 281 га), Пинчугское (92 899 га), Таежинское (75 925 га).

Транспортная связь осуществляется по автомобильной дороге Красноярск – Канск – Богучаны – Манзя и железнодорожной магистрали Карабула – Решоты – Красноярск.

В географическом отношении Манзенское лесничество располагается на левом берегу р. Ангара в среднем её течении, находится в южной части Среднесибирского плоскогорья в пределах юго-восточной части Красноярского края. Река Ангара, являющаяся единственной сплавной рекой, протекает по территории лесничества с востока на запад на протяжении 110 км, при общей протяжённости 1779 км [3]. По лесорастительному районированию, территория лесничества относится к Ангарскому южно-таёжному району лиственнично-сосновых лесов. По районированию Г. В. Крылова – к лесорастительной подзоне зеленомошных лиственнично-сосновых лесов Чуно-ангарской подпровинции лиственнично-сосновых лесов Среднесибирской провинции светлохвойных лесов [1].

Основными лесообразующими породами являются сосна и лиственница. Все леса лесничества относятся к равнинным. Климат района расположения лесничества резко континентальный. Средняя продолжительность вегетационного периода – 135 дней. Наибольшая глубина промерзания почвы – 250 см. Среднесуточная температура воздуха в течение вегетационного периода – 11,9 °С. Среднегодовое количество осадков 330 мм, наибольшее их количество, выпадает июле-августе. Наименьшая относительная влажность воздуха отмечается в мае (58 %), что в совокупности с сильными ветрами, высокой температурой и отсутствием зелёной травяной растительности значительно повышает пожароопасность в лесу.

В целом по лесничеству средний класс пожарной опасности равен 3,4. Длительность пожароопасного сезона по классам пожарной опасности на территории лесничества составляет 119 дней. Территорию лесничества обслуживает Манзенское авиаотделение [3]. Ежегодный объем мониторинга пожароопасной обстановки составляет 493 071 га (зона наземного – 16 071 га (3,3 %), зона авиационного – 477 000 га (96,7 %).

Продолжительность фактической горимости на территории лесничества по годам варьирует от 68 до 162 дней. В среднем за сезон она составляет 111,6 дней. Многолетняя динамика пожароопасного сезона приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Многолетняя динамика пожароопасного сезона**

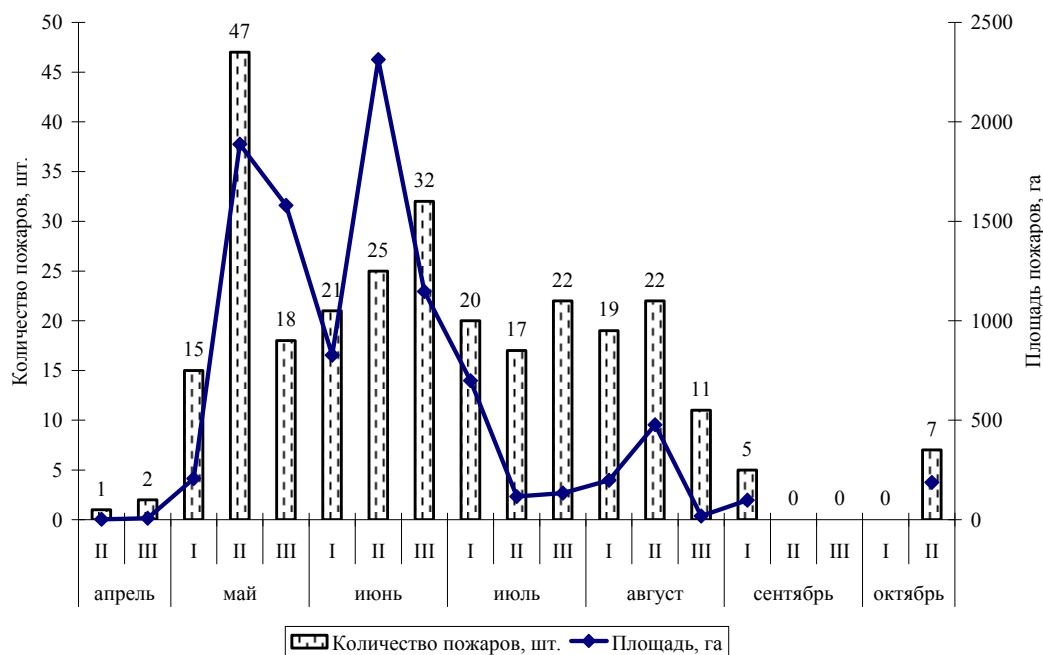
| Год<br>наблюдения     | Всего<br>пожаров, шт. | Площадь пожаров, га |            |                      |          | Средняя площадь<br>одного пожара, га |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|------------|----------------------|----------|--------------------------------------|
|                       |                       | обнаружения         | ликвидации | в том числе, по виду |          |                                      |
|                       |                       |                     |            | низовой              | верховой |                                      |
| 2007                  | 7                     | 5,1                 | 73,8       | 73,8                 | –        | 10,5                                 |
| 2008                  | 31                    | 51,2                | 1161,7     | 961,7                | 200      | 37,5                                 |
| 2009                  | 14                    | 4,8                 | 43,2       | 43,3                 | –        | 3,08                                 |
| 2010                  | 26                    | 17,5                | 823,6      | 313,6                | 510      | 31,8                                 |
| 2011                  | 28                    | 95                  | 2466,1     | 1291,6               | 1174,5   | 88,1                                 |
| 2012                  | 58                    | 118,3               | 2741       | 2666                 | 75       | 47,6                                 |
| 2013                  | 16                    | 25,7                | 71,2       | 71,2                 | –        | 4,5                                  |
| 2014                  | 44                    | 74                  | 1067,8     | 992,8                | 75       | 24,3                                 |
| 2015                  | 29                    | 26,7                | 1166,9     | 1151,9               | 15       | 40,2                                 |
| 2016                  | 28                    | 29,2                | 281,9      | 281,9                | –        | 10,1                                 |
| Итого                 | 281                   | 447,5               | 9897,7     | 7847,7               | 2049,5   | 297,68                               |
| В среднем<br>за сезон | 28,1                  | 44,75               | 989,77     | 784,77               | 204,95   | 29,768                               |

Пожароопасный сезон в Манзенском лесничестве начинается со второй декады апреля и заканчивается во второй декаде октября. Анализ показал, что во второй декаде мая и третьей декаде июня наблюдается высокая пожарная опасность территории лесничества.

Наибольший пик пожаров по количеству зарегистрирован во второй декаде мая – 47 шт., наибольшая площадь, пройденная пожарами, зарегистрирована во второй декаде июня – 2313,3 га (см. рисунок).

Больше всего лесных пожаров зафиксировано в Манзенском участковом лесничестве, количество их составило 153 шт., это 54,4 % от общего количества пожаров, на площади – 4891,4 га (табл. 2).

Распределение лесных пожаров по причинам возникновения показывает, что с невыясненными причинами зарегистрировано 34 шт. на площади 755,6 га (табл. 3). По вине местного населения учтено 104 пожара, общей площадью 2771,8 га. Наибольшее количество пожаров зарегистрировано от гроз – 138 шт., с площадью – 5630,4 га.



Распределение лесных пожаров по декадам месяцев пожароопасного сезона

Таблица 2

#### Распределение пожаров по участковым лесничествам

| Участковые лесничества | Итого, шт. / га | %            |
|------------------------|-----------------|--------------|
| Манзенское             | 153<br>4891,4   | 54,4<br>49,4 |
| Половинское            | 11<br>30,1      | 4<br>0,3     |
| Пинчугское             | 55<br>1858,8    | 19,5<br>18,7 |
| Таежинское             | 62<br>3117,3    | 22,1<br>31,4 |
| Итого по лесничеству   | 281<br>9897,7   | 100<br>100   |

Таблица 3

#### Распределение пожаров по причинам их возникновения

| Количество пожаров, шт.<br>Площадь, га | Причина пожаров           |                         |                        |               |              |                   |
|----------------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|--------------|-------------------|
|                                        | с невыясненными причинами | с выясненными причинами | в том числе            |               |              |                   |
|                                        |                           |                         | в местах лесозаготовок | гроза         | сельхозпалы  | местное население |
| 281<br>9897,7                          | 34<br>755,6               | 247<br>9141,6           | 2<br>422               | 138<br>5630,4 | 2<br>290     | 104<br>2771,8     |
| 100 %                                  | 12,09<br>7,6              | 87,9<br>92,3            | 0,7<br>4,2             | 49,1<br>56,8  | 1,06<br>3,09 | 37<br>28          |

Наибольшее число пожаров произошло на расстоянии от 40,1 до 60 км от населенного пункта, в количестве 63 шт., их площадь составила 4 178,5 га (табл. 4).

Таблица 4

**Расстояние до населенного пункта**

| Всего  | Расстояние до населенного пункта, км  |         |          |           |         |           |         |
|--------|---------------------------------------|---------|----------|-----------|---------|-----------|---------|
|        | до 1,0                                | 1,1–5,0 | 5,1–10,0 | 10,1–15,0 | 15,1–20 | 20,1–40,0 | 40,1–60 |
|        | Количество пожаров, шт. / площадь, га |         |          |           |         |           |         |
| 281    | 16                                    | 46      | 36       | 40        | 30      | 50        | 63      |
| 9897,7 | 60,2                                  | 1374,2  | 210,8    | 1054,6    | 1396,8  | 1622,6    | 4178,5  |

По средним многолетним данным в Манзенском лесничестве частота пожаров по шкале М. А. Софронова – высокая, ее показатель 10,9 шт. / 100 тыс. га, горимость территории по шкале Г. А. Мокеева – высокая, ее показатель 0,38 % [2].

Характеристика горимости по участковым лесничествам показала, что в Манзенском участковом лесничестве частота пожаров повышенная (5,9 шт. / 100 тыс. га), и горимость территории умеренная (0,19 %). В Половинском участковом лесничестве частота пожаров повышенная, ее показатель 3,9 шт. / 100 тыс. га, горимость низкая, ее показатель 0,009 %; в Пинчугском участковом лесничестве частота пожаров повышенная (6,5 шт. / 100 тыс. га), горимость высокая, ее показатель 0,19 %; в Таежинском участковом лесничестве частота пожаров высокая (9,03 шт. / 100 тыс. га), горимость высокая, ее показатель 0,4 %.

Наибольшее количество пожаров обнаружено в наземной зоне охраны лесов – 185 шт., или 65,8 % от общего числа пожаров, с площадью 6 151,4 га. Манзенским авиаотделением было выявлено – 96 шт. лесных пожаров это 34,2 % общего числа пожаров, общая площадь их составила 3 745,9 га.

В лесничестве преобладают низовые беглые сильные пожары – 28,8 % от общего зарегистрированного количества (48,9 % по площади).

Данные табл. 5 показывают, что наиболее горимой породой является сосна, количество пожаров составляет 153 шт. общей площадью 6 200 га, это больше половины количество обнаруженных пожаров.

Таблица 5

**Характеристика горимости по преобладающим породам  
(числитель – количество пожаров, шт.; знаменатель – площадь пожара, га)**

| Порода |       |             |       |       |       |      | Итого  |
|--------|-------|-------------|-------|-------|-------|------|--------|
| Береза | Осина | Лиственница | Сосна | Ель   | Пихта | Кедр |        |
| 51     | 12    | 42          | 153   | 10    | 11    | 2    | 281    |
| 1271,2 | 64,7  | 1680,2      | 6200  | 114,3 | 546,6 | 20,8 | 9897,7 |
| 18,1   | 4,2   | 14,7        | 54,4  | 3,5   | 3,9   | 0,7  | 100 %  |
| 12,8   | 0,6   | 16,9        | 62,6  | 1,1   | 5,5   | 0,2  |        |

Распределение пожаров по их площади в момент обнаружения, показало, что наибольшее количество пожаров 200 шт. зарегистрировано с площадью их развития до 1 га, это 71,2 % от общего учтенного числа пожаров (табл. 6).

Распределение пожаров по площади после их ликвидации (табл. 7) показало, что, наибольшее число зафиксированных пожаров было ликвидировано площадью до 1 га, их количество составило 99 шт., это 35,2 % от общего числа пожаров.

По данным табл. 8 можно сделать вывод что, большая часть пожаров 159 шт., с площадью 1083,2 га, была потушена сроком в 1 сутки, это 56,6 % от общего количества пожаров.

Таблица 6

**Распределение числа пожаров (шт.) по их площади в момент обнаружения**

| Общее количество пожаров, шт. | Общая площадь обнаружения, га | В том числе по площади, га |         |          |           |           |            |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|                               |                               | до 1,0                     | 1,1–5,0 | 5,1–10,0 | 10,1–15,0 | 15,1–20,0 | более 25,1 |
| 281                           | 467                           | 200                        | 70      | 3        | 5         | 1         | 2          |
| 100                           | 100                           | 71,2                       | 25      | 1,06     | 1,8       | 0,3       | 0,7        |

Таблица 7

**Распределение пожаров (шт.) по площади после их ликвидации**

| Общее количество пожаров, шт. | В том числе по площади, га |         |          |           |           |           |           |            |
|-------------------------------|----------------------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                               | до 1,0                     | 1,1–5,0 | 5,1–10,0 | 10,1–15,0 | 15,1–20,0 | 20,1–25,0 | 25,1–50,0 | более 50,1 |
| 281                           | 99                         | 82      | 20       | 14        | 14        | 6         | 8         | 38         |
| 100 %                         | 35,2                       | 29,2    | 7,1      | 5         | 5         | 2,1       | 2,8       | 13,5       |

Таблица 8

**Распределение пожаров (шт.) по срокам тушения**

| Общее количество пожаров, шт.<br>Площадь, га | Сутки   |         |         |       |         |         |
|----------------------------------------------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|
|                                              | 1       | 2       | 3       | 4     | 5       | более 5 |
| 281                                          | 159     | 67      | 30      | 11    | 7       | 7       |
| 9 897,7                                      | 1 083,2 | 2 081,7 | 2 307,1 | 881,4 | 1 450,0 | 2 093,9 |
| 100                                          | 56,6    | 23,8    | 10,6    | 4     | 2,4     | 2,4     |
| 100                                          | 10,9    | 21,03   | 23,3    | 8,9   | 14,6    | 21,1    |

Выводы: Основная причина возникновения пожаров, грозы – 138 шт. (49,1 %), и местное население – 104 шт. (37 %). Как альтернатива снижения горимости территории может быть предложена активная противопожарная профилактика по соблюдению правил пожарной безопасности среди населения на протяжении всего пожароопасного периода, в населенных пунктах, общественном транспорте, местах выполнения работ и массового отдыха людей.

Необходимо проводить мероприятия по охране лесов в местах массового отдыха населения. В периоды повышенной пожарной опасности необходимо максимально увеличивать кратность патрулирования лесов.

**Библиографические ссылки**

1. Крылов Г. В. Леса Сибири и Дальнего Востока, их лесорастительное районирование. М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1960. 156 с.
2. Лесная пирология : учеб. пособие к дипломному проектированию для студентов спец. 250201 очной, очной сокращённой, заочной и заочной сокращённой форм обучения / В. А. Иванов [и др.] / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2009. 84 с.
3. Лесохозяйственный регламент Манзенского лесничества / Разработчик Восточно-Сибирский филиал государственной инвентаризации лесов Федерального государственного унитарного предприятия «Рослесинфорг». Красноярск, 2013. 104 с.
4. Иванов В. А., Иванова Г. А., Москальченко С. А. Лесная пирология. Природа лесных пожаров. Ч. 1 : учеб. пособие для студентов направления 250100.62 «Лесное дело» профилей подготовки «Лесное дело», «Лесное хозяйство» очной, заочной, очной сокращённой, заочной сокращённой форм обучения / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2014. 80 с.

© Москальченко, С. А., 2019



**РОСТ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ  
СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ НА АРХИВНОМ УЧАСТКЕ  
«СОБАКИНА РЕЧКА» В 2017–2018 ГОДАХ**

В. В. Нарзязев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: selekcia@sibgtu.ru

*Приведены данные о росте полусибов сосны кедровой сибирской, произрастающих на плантации «Собакина речка». Представлен сравнительный анализ средних показателей семей по высоте, приросту центрального побега и наличию шишек в 2017 и 2018 годах, зафиксированы диаметр ствола и диаметр кроны в 2017 году.*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, полусибы, прирост центрального побега, высота, диаметр ствола, шишки.*

**GROWTH OF SEED OF PLUS PINE TREES OF CEDAR SIBERIAN  
IN THE ARCHIVAL AREA OF "SOBAKINA RIVER" IN 2017–2018**

V. V. Narzyaev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: selekcia@sibgtu.ru

*The data on the growth of half Siberian pine Siberian cedar, growing on the plantation "Sobakina River". A comparative analysis of the average indicators of families in height, growth of the central shoot and the presence of cones in 2017 and 2018 is presented; trunk diameter and crown diameter in 2017 are recorded.*

*Keywords: Siberian cedar pine, increase in central shoot, height, stem diameter, cones.*

В современном лесокультурном производстве повышается значение выращивания селекционного посадочного материала. Актуальность проведения исследований по изучению семенного потомства сосны кедровой сибирской указана во многих литературных источниках. Так имеются данные Е. В. Титова об изменчивости биометрических показателей полусибов в Республике Горный Алтай, О. П. Олисовой и Р. Н. Матвеевой – в Красноярском крае, и др. [1–3].

Объектами исследований явились полусибы сосны кедровой сибирской, произрастающие на плантации «Собакина речка», на территории Караульного участкового лесничества учебно-опытного лесхоза СибГУ. Плантация находится в Средне-сибирском подтаёжно-лесостепном районе [4]. Семенное потомство получено от плюсовых деревьев, которые были аттестованы по семенной и стволовой продуктивности в 1977 году и произрастали в Новосибирской и Иркутской областях. Схема посадки полусибов 5×5 м.

Целью наших исследований явилось изучение ряда биометрических показателей (высота, прирост центрального побега, диаметр ствола и др.), образования шишек у семенного потомства в исследуемые годы. Изменчивость показателей определяли по шкале С. А. Мамаева [5].

Высота, диаметр ствола, диаметр кроны в 2018 году, прирост центрального побега за 2017–2018 г., полусибов показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели роста семенного потомства плюсовых деревьев в 2018 году**

| Номер плюсового дерева | Прирост за 2 года, см |                     | Высота, м       |                     | Диаметр ствола, см |                     | Диаметр кроны, м |                     |
|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|
|                        | X <sub>ср</sub>       | % к X <sub>ср</sub> | X <sub>ср</sub> | % к X <sub>ср</sub> | X <sub>ср</sub>    | % к X <sub>ср</sub> | X <sub>ср</sub>  | % к X <sub>ср</sub> |
| 13/13                  | 56,0                  | 105,1               | 6,9             | 100,0               | 18,0               | 95,2                | 2,6              | 81,3                |
| 55/19                  | 46,0                  | 86,3                | 6,4             | 92,8                | 15,7               | 83,1                | 3,0              | 93,8                |
| 56/20                  | 56,0                  | 105,1               | 7,6             | 110,1               | 19,3               | 102,1               | 3,3              | 103,1               |
| 60/24                  | 45,3                  | 85,0                | 5,5             | 79,7                | 14,7               | 77,8                | 2,4              | 75,0                |
| 83/47                  | 57,3                  | 107,5               | 6,6             | 95,7                | 19,0               | 100,5               | 3,0              | 93,8                |
| 88/52                  | 44,5                  | 83,5                | 6,8             | 98,6                | 20,7               | 109,5               | 3,7              | 115,6               |
| 92/56                  | 49,6                  | 93,1                | 6,7             | 97,1                | 19,1               | 101,1               | 3,2              | 100,0               |
| 98/62                  | 48,7                  | 91,4                | 7,2             | 104,3               | 19,9               | 105,3               | 3,0              | 93,8                |
| 99/63                  | 53,0                  | 99,4                | 7,3             | 105,8               | 22,6               | 119,6               | 4,0              | 125,0               |
| 100/64                 | 54,7                  | 102,6               | 6,9             | 100,0               | 19,4               | 102,6               | 3,7              | 115,6               |
| 102/66                 | 54,5                  | 102,3               | 6,8             | 98,6                | 18,3               | 96,8                | 3,3              | 103,1               |
| 106/70                 | 53,0                  | 99,4                | 7,6             | 110,1               | 20,1               | 106,3               | 2,9              | 90,6                |
| 108/72                 | 55,5                  | 104,1               | 6,7             | 97,1                | 18,1               | 95,8                | 3,2              | 100,0               |
| 110/74                 | 51,5                  | 96,6                | 6,4             | 92,8                | 18,6               | 98,4                | 4,1              | 128,1               |
| 132/96                 | 58,7                  | 110,1               | 7,1             | 102,9               | 19,4               | 102,6               | 3,1              | 96,9                |
| 143/107                | 60,8                  | 114,1               | 7,0             | 101,4               | 18,3               | 96,8                | 2,7              | 84,4                |
| 144/108                | 61,0                  | 114,4               | 7,4             | 107,2               | 21,0               | 111,1               | 3,6              | 112,5               |
| 148/112                | 52,3                  | 98,1                | 6,3             | 91,3                | 17,7               | 93,7                | 3,0              | 93,8                |
| 149/113                | 54,7                  | 102,6               | 7,5             | 108,7               | 19,1               | 101,1               | 3,1              | 96,9                |
| Среднее значение       | 53,3                  | 100,0               | 6,9             | 100,0               | 18,9               | 100,0               | 3,2              | 100,0               |

Сумма прироста центрального побега за 2 года имеет наибольшее значение в семьях плюсовых деревьев 143/107, 144/108, 132/96; превышение составляет 10–14 % от среднего значения. Максимальный средний прирост отмечен в семье 144/108 составил 61,0 см.

Средняя высота семей в 2018 году варьировала от 5,5 до 7,6 метров. Наибольшая средняя высота отмечена в семьях 56/20 и 106/70 и составила 7,6 м. Максимальной высотой отличается дерево 5–22 (9,0 м) в семье 149/113.

Диаметр ствола имеет наибольшее значение у полусибов в семьях плюсовых деревьев 99/63, 144/108, 88/52; превышение составляет от 9,5 до 19,6 %.

Максимальный диаметр ствола имеет экземпляр 4-29 (семья 100/64) – 25,2 см. средний диаметр кроны варьировал от 2,4 до 4,1 м. По данному показателю выделяется дерево 4-29 (семья 100/64) – 4,8 м.

Урожайность полусибов в 2017–2018 годах показана в табл. 2.

Количество шишек на полусибах варьировало в 2017 году от 1 до 25 шт.; в 2018 году от 1 до 3 шт. На плантации выделены 15 полусибов с ежегодным (за 2 года) плодоношением. Урожай в 2017 году на плантации среди полусибов составил 139 шт. шишек, в 2018 – 24 шт.

Таблица 2

## Количество шишек за 2017–2018 годы разных семей

| Номер  |          | Количество шишек, шт. |          | Номер   |          | Количество шишек, шт. |          |
|--------|----------|-----------------------|----------|---------|----------|-----------------------|----------|
| семьи  | полусиба | 2017 год              | 2018 год | семьи   | полусиба | 2017 год              | 2018 год |
| 13/13  | 5-30     | 1                     |          | 108/72  | 3-2      | 6                     | 1        |
| 55/19  | 5-13     | 5                     | 3        |         | 4-3      | 2                     | 1        |
| 56/20  | 4-31     | 2                     |          | 110/74  | 4-26     | 10                    |          |
| 60/24  | 5-11     | 2                     |          | 132/96  | 5-15     | 10                    | 3        |
| 83/47  | 4-11     | 8                     | 3        | 143/107 | 5-27     | 10                    | 1        |
|        | 4-34     | 3                     | 1        |         | 5-28     | 9                     |          |
| 88/52  | 4-18     | 10                    | 2        |         | 5-29     | 5                     | 1        |
| 92/56  | 1-1      | 7                     |          |         | 5-37     | 6                     |          |
|        | 5-18     | 2                     |          | 144/108 | 5-25     | 25                    | 3        |
|        | 5-39     | 6                     | 1        |         | 5-26     | 7                     |          |
|        | 5-40     | 5                     |          | 148/112 | 5-2      | 1                     |          |
| 98/62  | 4-16     | 6                     | 1        |         | 5-6      | 15                    | 1        |
|        | 4-35     | 3                     |          |         | 5-31     | 4                     |          |
| 99/63  | 4-6      | 8                     |          |         | 5-33     | 1                     |          |
| 100/64 | 4-27     | 1                     |          |         | 5-34     | 5                     |          |
| 102/66 | 4-13     | 3                     |          | 149/113 | 5-22     | 18                    | 1        |
|        | 4-14     | 8                     |          |         | 5-23     | 5                     |          |
| 106/70 | 4-21     | 12                    | 1        |         | 5-35     | 6                     |          |
|        | 4-39     | 1                     |          | Итого:  |          | 139                   | 24       |

Показатели роста полусибов сосны кедровой сибирской в 2017–2018 годах приведены в табл. 3.

Урожайность полусибов в 2017–2018 годах показана в табл. 3.

Таблица 3

## Показатели роста полусибов в 2017–2018 годах

| Показатель                                         | $X_{cp.}$ | $\pm m$ | $\pm \sigma$ | V, % | P, % | Уровень изменчивости |
|----------------------------------------------------|-----------|---------|--------------|------|------|----------------------|
| Прирост центрального побега в высоту за 2 года, см | 53,3      | 0,93    | 7,13         | 13,4 | 1,7  | средний              |
| Высота, м                                          | 6,9       | 0,16    | 1,27         | 18,5 | 2,4  | средний              |
| Диаметр ствола, см                                 | 18,9      | 0,52    | 3,99         | 21,1 | 2,7  | высокий              |
| Диаметр кроны, м                                   | 3,2       | 0,10    | 0,77         | 24,3 | 3,16 | высокий              |

Согласно шкале С. А. Мамаева изменчивость среди полусибов по приросту центрального побега за 2 года и высоте – средняя, по диаметру ствола и диаметру кроны – высокая.

Среди семей отобраны отдельные полусибы имеющие превышение по высоте и диаметру ствола над средним значением по данным показателям на 10 % и более, табл. 4.

Таблица 4

## Отселектированные полусибы по высоте и диаметру ствола

| Номер            |        | Высота |               | Диаметр ствола |               | Диаметр кроны |               |
|------------------|--------|--------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| семьи            | деревя | м      | % к $X_{cp.}$ | см             | % к $X_{cp.}$ | м             | % к $X_{cp.}$ |
| 13/13            | 5-30   | 8,3    | 120,7         | 22,9           | 121,2         | 2,8           | 87,5          |
| 83/47            | 4-34   | 7,8    | 112,3         | 20,4           | 107,9         | 3,0           | 93,8          |
| 88/52            | 4-18   | 7,4    | 107,1         | 22,6           | 119,6         | 4,0           | 125,0         |
| 92/56            | 5-18   | 7,9    | 114,8         | 20,4           | 107,9         | 3,3           | 103,1         |
| 100/64           | 4-29   | 8,2    | 119,3         | 25,2           | 133,3         | 4,8           | 150,0         |
| 143/107          | 5-29   | 7,4    | 107,5         | 23,0           | 121,7         | 2,9           | 90,6          |
| 144/108          | 5-25   | 7,6    | 110,0         | 22,0           | 116,4         | 4,4           | 137,5         |
| 149/113          | 5-22   | 9,0    | 131,0         | 22,9           | 121,2         | 4,4           | 137,5         |
| Среднее значение |        | 6,9    | 100,0         | 18,9           | 100,0         | 3,2           | 100,0         |

Проведенные исследования позволили установить особенности роста полусибов сосны кедровой сибирской в 2017–2018 годах на плантации «Собакина речка» учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева. В результате – отселектированы полусибовы, имеющие превышение по высоте и диаметру ствола над средним значением; среди них дополнительно выделены деревья 4-18 (семья 88/52), 5-25 (семья 144/108), 5-22 (семья 149/113), которые имели максимальное количество шишек и семеношение два года подряд. Отобранные экземпляры рекомендуются к размножению семенным и вегетативным способами.

### **Библиографические ссылки**

1. Мамаев С. А., Форма внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства Pinaceae на Урале. М. : Наука, 1972. 284 с.
2. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Филимохин В. С. Рост и семеношения полусибов плюсовых деревьев кедра сибирского в условиях юга Средней Сибири / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2012. 150 с.
3. Олисова О. П., Ларионова Н. А., Лузганов А. Г. Ритм роста кедра сибирского в географических культурах под Красноярском // Докл. конф. по итогам науч.-исслед. работ за 1965 год / Сиб. технологич. ин-т. Красноярск, 1966. С. 78–79.
4. Титов Е. В. Кедр. Царь сибирской тайги. М. : Колос, 2007. 152 с.
5. Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации [Электронный ресурс] : Приказ МПР РФ от 28.03.2007 № 68. URL: <http://www.garant.ru> (дата обращения: 01.03.2019).

© Нарзязев В. В., 2019

**ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ  
ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**

В. И. Отмахова, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: [Insuntsova@mail.ru](mailto:Insuntsova@mail.ru)

*Представлены результаты исследований особенностей сезонного изменения пигментных комплексов, отражающих адаптационные процессы в листьях *Padus Maackii* и *Tilia cordata* к условиям техногенной среды г. Красноярска.*

*Ключевые слова: адаптивная реакция, урбанизированная среда, хлорофиллы, каротиноиды, лиственные породы.*

**STUDYING THE SEASONAL CHANGE OF THE PIGMENTAL STRUCTURE  
OF WOOD PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE URBANIZED  
ENVIRONMENT OF THE CITY OF KRASNOYARSK**

V. I. Otmakhova, L. N. Suntsova, E. M. Inshakov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: [Insuntsova@mail.ru](mailto:Insuntsova@mail.ru)

*The article presents the results of studies of the characteristics of seasonal changes in pigment complexes that reflect adaptation processes in the leaves of *Padus Maackii* and *Tilia cordata* to the conditions of the technogenic environment of the city of Krasnoyarsk.*

*Keywords: adaptive response, urbanized environment, chlorophylls, carotenoids, deciduous species.*

В условиях увеличения техногенных нагрузок покрытые растительностью пространства города являются мощным средством нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения для городского населения. Древесные растения влияют на микроклиматические характеристики городской среды, в том числе задерживают десятки тонн пыли, концентрируют в листьях тяжелые металлы, участвуют в формировании температурно-влажностных режимов, химического состава воздуха, биотрансформируют и рассеивают загрязняющие вещества [1]. В связи с этим определение устойчивости к высоким антропогенным нагрузкам таких важных компонентов среды, как растения, важно для оценки их способности к существованию в данных условиях [2].

Изучение механизмов адаптации растений может затрагивать процессы, происходящие на уровне органов, тканей, клеток и макромолекул. Листья, как наиболее пластичные и метаболически активные структуры, содержащие чувствительные комплексы пигментов представляют особый интерес для изучения экофизиологических особенностей древесных растений [3; 4].

Целью наших исследований являлось изучение особенностей сезонного изменения содержания пигментов у черемухи Маака (*Padus Maackii*) и липы мелколистной (*Tilia cordata*) в насаждениях разных экологических категорий в условиях урбанизированной среды города Красноярска.

Объектом исследования являлись модельные деревья черемухи Маака и липы мелколистной, испытывающие антропогенную нагрузку различной степени интенсивности: магистральные посадки (просп. им. газ. «Красноярский Рабочий», просп. Мира), посадки в сквере Космонавтов. Контрольные образцы собирались в дендрарии СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Содержание пигментов определялось спектрофотометрически [5]. В исследовании определялось содержание хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов, их общая сумма, и соотношение хлорофилла *a* к *b* в середине вегетационного периода (июль) и в конце (начало сентября) 2018 года.

Исследованиями установлено, что в контрольных условиях у черемухи Маака к концу вегетации происходит снижение содержания хлорофиллов *a* и *b* на 37 и 35 % соответственно. Суммарное количество всех пигментов на – 32 % (табл. 1). Более чувствительным пигментом является хлорофилл *a*. Содержание каротиноидов в листовых пластинках остается неизменным.

В условиях техногенного воздействия на фотосинтетический аппарат черемухи отмечается также существенное снижение концентрации хлорофилла *a* к концу вегетационного периода на проспекте имени газеты «Красноярский рабочий» и проспекте Мира, в сквере Космонавтов на 29, 23 и 9 % соответственно. Содержание хлорофилла *b* более всего уменьшилось на проспекте Мира, на 43 %. Концентрация каротиноидов – на 10–31 %. Суммарное количество всех пигментов на 7–28 %. Такую динамику можно объяснить тем, что к концу вегетации происходит разрушение пигментных комплексов, как в контрольных, так и городских условиях, и в первую очередь зеленых пигментов.

Таблица 1

Содержание пигментов (мг/г) в листьях черемухи Маака в течение вегетации

| Пигменты                                | Сквер Космонавтов |          | Проспект Мира |          | Проспект им. газеты «Красноярский Рабочий» |          | Дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнева |          |
|-----------------------------------------|-------------------|----------|---------------|----------|--------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
|                                         | июль              | сентябрь | июль          | сентябрь | июль                                       | сентябрь | июль                                | сентябрь |
| Хл <i>a</i>                             | 2,079             | 1,902    | 1,779         | 1,368    | 2,311                                      | 1,633    | 2,598                               | 1,635    |
| Хл <i>b</i>                             | 0,790             | 0,798    | 0,790         | 0,443    | 0,853                                      | 0,638    | 1,083                               | 0,688    |
| Хл <i>a</i> + Хл <i>b</i> +<br>+ Карот. | 3,626             | 3,378    | 3,212         | 2,389    | 3,998                                      | 2,888    | 4,210                               | 2,852    |
| Хл <i>a</i> / Хл <i>b</i>               | 2,632             | 2,383    | 2,520         | 3,088    | 2,709                                      | 2,560    | 2,399                               | 2,376    |
| Карот.                                  | 0,757             | 0,678    | 0,643         | 0,803    | 0,834                                      | 0,550    | 0,529                               | 0,529    |

Анализ содержания пигментов в условиях урбанизированной среды относительно контрольных показал, что в июле происходит понижение содержания хлорофилла *a* на 11–32 %, хлорофилла *b* на 21–28 %. К концу вегетационного периода динамика содержания пигментов в пигментных комплексах относительно контроля выглядит не однозначно. В условиях проспектов количество хлорофиллов сохраняется низким. Существеннее всего отмечено снижение содержания хлорофиллов *a* и *b* в условиях просп. Мира на 17 и 36 % соответственно. Содержание каротиноидов напротив, повышается на 22–58 % в июле и на 4–28 % в сентябре.

У липы мелколистной в контрольных условиях к концу вегетации также происходит снижение содержания хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов на 22, 19 и 17 % соответственно (табл. 2). Это свидетельствует о том, что к концу вегетации происходит разрушение пигментных комплексов и в первую очередь хлорофилла *a*. В условиях техногенного воздействия на фотосинтетический аппарат липы отмечается также существенное снижение суммы

пигментов к концу вегетационного периода на 22 % в условиях сквера Космонавтов и на 18 % на просп. Мира. И только в условиях проспекта имени газеты «Красноярский Рабочий» таких отличий не обнаружено.

Таблица 2

**Содержание пигментов (мг/г) в листьях липы мелколистной в течение вегетации**

| Пигменты                  | Сквер Космонавтов |          | Проспект Мира |          | Проспект им. газеты «Красноярский Рабочий» |          | Дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнева |          |
|---------------------------|-------------------|----------|---------------|----------|--------------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
|                           | июль              | сентябрь | июль          | сентябрь | июль                                       | сентябрь | июль                                | сентябрь |
| Хл а                      | 3,013             | 2,430    | 2,713         | 2,238    | 2,337                                      | 2,285    | 2,598                               | 1,976    |
| Хл b                      | 1,181             | 0,922    | 1,122         | 0,905    | 0,934                                      | 0,924    | 1,083                               | 0,820    |
| Хл а + Хл b +<br>+ Карот. | 5,252             | 4,118    | 4,787         | 3,946    | 4,164                                      | 4,037    | 4,512                               | 3,492    |
| Хл а/ Хл b                | 2,551             | 2,636    | 2,418         | 2,473    | 2,502                                      | 2,473    | 2,399                               | 2,409    |
| Карот.                    | 1,058             | 0,766    | 0,952         | 0,803    | 0,893                                      | 0,828    | 0,831                               | 0,696    |

Анализ содержания пигментов в условиях урбанизированной среды относительно контрольных показал неоднозначный характер динамики. В июле в насаждениях сквера Космонавтов и пр. Мира в листьях липы мелколистной происходило повышение содержания зеленых пигментов на 16–4 %. В насаждениях на проспекте имени газеты «Красноярский Рабочий» напротив, понижение содержания этих пигментов на 10–16 %.

К концу вегетации содержание пигментов в пигментных комплексах у липы мелколистной существенно снижается как в контрольных условиях, так и в городских, но в условиях урбанизированной среды оно остается более высоким. Так, содержание хлорофилла *a* превышало контрольные значения в сквере Космонавтов, на проспекте имени газеты «Красноярский Рабочий» и проспекте Мира на 22, 16 и 13 % соответственно. Содержание хлорофилла *b* – на 10–13 %. Содержание каротиноидов – на 10–19 %. Суммарное количество всех пигментов – на 18–13 %. Такое повышение концентрации пигментов в листьях липы мелколистной можно объяснить тем, что в условиях антропогенного воздействия стимулируется синтез пигментного комплекса, что повышает устойчивость вида [6].

Таким образом, у обоих исследованных видов скорость разрушения пигментов в урбанизированной среде была более медленной, чем в контрольных условиях.

Следует отметить, что содержание каротиноидов в условиях урбанизированной среды сохранялось на более высоком уровне в течение всего вегетационного периода. В начале июля их концентрация превышала контрольные значения на 22–58 % у черемухи Маака и на 7–27 % у липы мелколистной, а к сентябрю на 4–28 % и 10–19 % соответственно. Повышение содержания каротиноидов можно объяснить усилением работы защитных механизмов, поскольку по существующим представлениям каротиноиды защищают хлорофилл от разрушения.

Отношение хлорофиллов *a/b* у растений характеризует потенциальную фотохимическую активность листьев и отношение *a/b* может служить признаком потенциальной интенсивности фотосинтеза. Проведенными исследованиями не выявлено существенных отличий данного показателя от контрольных значений, что означает сохранение функциональной активности фотосистем.

Результаты проведенных экспериментов были обработаны методом математической статистики, в которых показано, что значение стандартной ошибки колеблется от 0,002 мг до 0,086 мг, коэффициент вариации – от 0,46 % до 11,91 %. Ошибка опыта не превысила 5 %, поэтому полученные данные можно считать достоверными.

Результаты проведенных исследований говорят о том, что влияние урбанизированной среды вызывает изменения в пигментных комплексах у исследованных видов, направленные на стабилизацию процесса фотосинтеза и поддержание клеточного гомеостаза [7].

### Библиографические ссылки

1. Кулагин А. А., Шагиева Ю. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М. : Наука, 2005. 190 с.
2. Неверова О. А. Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города (на примере г. Кемерово) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 36 с.
3. Розно С. А. Эколого-биологический анализ итогов интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самара, 2005. 20 с.
4. Горышина Т. К. Растение в городской среде. Л. : Ленингр. ун-т, 1991. 152 с.
5. Ермаков А. [и др.]. Методы биохимического исследования растений. Л. : Агропромиздат, 1987. 430 с.
6. Неверова О. А., Колмогорова Е. Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск : Наука, 2003. 222 с.
7. Цандекова О. Л. Реакция пигментного комплекса древесных растений в условиях локального загрязнения // Проблемы и перспективы современной науки : тез. докл. Всерос. конф. (16–20 марта, 2008 г., Томск). Томск, 2008. С. 65.

© Отмахова В. И., Сунцова Л. Н., Иншаков, Е. М., 2019



## **ПОДБОР РАСТЕНИЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В МАГАНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

И. В. Очкас, О. П. Ковылина

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: ivanochkas@yandex.ru

*Приведен обзор литературных источников, содержащих данные по подбору растений для биологической рекультивации нарушенных земель.*

*Ключевые слова: биологическая рекультивация земель, подбор растений, нарушенные земли, лесомелиорация.*

## **SELECTION OF PLANTS FOR REVEGETATION OF DISTURBED LANDS IN MAGANSK FORESTRY OF KRASNOYARSK REGION**

I. V. Ochkas, O. P. Kovylyina

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: ivanochkas@yandex.ru

*The article provides a review of the literary sources containing data on the selection of plants for biological revegetation of disturbed lands.*

*Keywords: biological land revegetation, selection of plants, disturbed land, forest revegetation.*

В работе представлен обзор литературы для проведения биологической рекультивации земель, нарушенных в результате хозяйственной деятельности при которой невозможно восстановление территории без участия человека. Рассматриваются травянистые и древесно-кустарниковые виды, которые наиболее удачно были использованы при восстановлении территорий, на которых наблюдались различные виды техногенных нарушений. Для проведения научных исследований, обследованию подлежали участки, расположенные в Маганском лесничестве Красноярского края. В результате обследования были выделены разные категории нарушенных земель, для которых предлагаются разные технологии лесохозяйственной рекультивации.

По данным Т. В. Ивановой (2000) для рекультивации отвалов вскрышных пород предпочтительными являются злаково-бобовые травосмеси. Наилучшие результаты по жизнеспособности и продуктивности показывают такие виды растений, как кострец безостый и донник белый. Наивысшая всхожесть на отвалах без ПСП отмечена у костреца безостого, донника белого и пырея сизого. При нанесении плодородного слоя лучшую выживаемость демонстрируют кострец безостый, житняк гребневидный, донник белый, эспарцет песчаный и галега восточная. Многолетние травы оказывают существенное влияние на физические свойства субстрата, улучшая его агрегатный состав. Накопление корневой массы и разложение растительных остатков улучшает азотный режим почвы. Возрастает количество симбиотиче-

ски фиксированного азота. Процессы гумификации преобладают над процессами минерализации органического вещества. Весенний посев повышает выживаемость и зимостойкость растений за счет лучшего развития корневой системы [1].

По данным В. К. Тохаря (2015) и других исследователей на сильно эродированных и подверженных дефляции отвалах вскрышных пород созданию лесных культур предшествует посадка почвозакрепляющих кустарников и посев трав. Рекомендуются обоснование полосного травосеяния при нанесении полос ПСП перпендикулярно господствующим ветрам, что снижает расход семян и плодородного грунта. Высеваемые травы должны создавать сомкнутый травостой и плотную дернину, устойчивую к смыву. Травы местного происхождения предпочтительны, так как более приспособлены к естественным почвенно-климатическим условиям. Упомянуто, что в США и Канаде на крутых склонах используется мульчирование соломой и древесной стружкой. Успешность применения различных способов биологической рекультивации и видовой состав используемых растений зависят от природно-зональных и микроклиматических условий среды [2].

По данным Ю. А. Федоровой и Н. Н. Чиглинцевой (2015) наиболее устойчивыми к условиям нефтесоленых почв являются костер полевой, люцерна посевная и тимopheевка луговая. При посеве данных растений с одновременным внесением гуминовых препаратов биодеструкция нефти в условиях засоленных почв повышается на 12–15 %. Исходная концентрация солей при этом снижается на 15–20 %. Предлагается к широкому внедрению посев растений-галофитов из рода тимopheевка, люцерна, костер, взятых в соотношении 2:1:2 с одновременным внесением удобрений, как метод восстановления земель, нарушенных выходом и разливом высокоминерализованных вод на поверхность в ходе добычи нефти [3].

По данным Г. А. Игнатовой (2015) в качестве фитомелиорантов для подавления сорной растительности рекомендуются костреч безостый и люцерна синяя, способные за счет аллелопатии снизить общую засоренность в 8,4 и 2,1 раза соответственно. По совокупности признаков из лекарственных растений для выращивания на выщелоченном черноземе рекомендуются солодка голая и стевия медовая. При загрязнении почвы тяжелыми металлами эффективны бобовые растения за счет деятельности клубеньковых симбионтов. Горчица и горох демонстрируют лучшие показатели поглощения из почвы свинца и кадмия. В условиях комплексного загрязнения дерново-подзолистой почвы кадмием, никелем, свинцом и цинком при высоком уровне загрязнения наибольшую толерантность и способность к накоплению в наземных органах кадмия и цинка показывают амарант и львиный зев, те же свойства в отношении никеля проявляет горчица. При среднем уровне загрязнения кадмий активно накапливает горчица, никель – львиный зев, цинк – амарант, горчица и редька. Способность удерживать тяжелые металлы в корнях наиболее выражена у донника, в связи с чем он рекомендуется для деконтаминации. Горчица сарепская способна при высокой урожайности извлекать из почвы 2–3 % подвижного свинца. Райграс пастбищный отличается меньшей способностью к фитоэкстракции, однако более устойчив к неблагоприятным условиям, в связи с чем рекомендуется для озеленения городов и обочин дорог. Хрустальная травка, клевер луговой и рапс проявляют относительно высокую способность к аккумуляции меди наземными органами. Для рекультивации почв, загрязненных мышьяком могут быть использованы виды, способные изымать его, такие как донник лекарственный, люцерна серповидная, кипрей узколистный, тысячелистник обыкновенный, бескильница расставленная, горлюха ястребинковая [4].

По данным А. А. Луцевич (2016) на свалках твердых бытовых отходов произрастают сообщества клена американского и остролистного, ивы корзиночной и ломкой, липы крупнолистной. Из травянистых растений отмечен массовый рост преимущественно рудеральных видов, таких как полынь обыкновенная и горькая, пырей ползучий, недотрога железистая, лапчатка средняя и гусиная, сныть, крапива двудомная, подорожник большой, осот полевой и огородный, щетинник сизый. Почвы в местах свалок слабокислые или кислые, уплотненные, загрязненные продуктами разложения отходов [5].

По данным А. И. Голованова, Ф. М. Зимина и В. И. Сметанина (2009) некоторые виды растений приурочены к землям с наличием определенных химических веществ. Так, шиповник обычно произрастает на почвах с повышенным содержанием меди, железа и мышьяка, качим – меди, фиалка и ярутка – цинка, горец большой – цинка, свинца и кадмия, горчица индийская – свинца и хрома, альпийский хеллеркраут – цинка и кадмия, греческий гибискус – кобальта, а гречиха – никеля. Например, на отвалах полиметаллических руд, отсыпанных серцито-хлорит-кварцевыми породами, алевролитами и порфиритами, встречаются донник белый и желтый, синяк обыкновенный, кипрей узколистный, мышинный горошек, горец птичий, полынь обыкновенная и горькая, ежа сборная, кострец безостый, овсяница, вейник наземный, мать и мачеха, шиповник, бузина, тополь, клен и береза. В Германии на бурогольных отвалах применяют севообороты, содержащие около 70 % бобовых культур. Наилучшими пионерными культурами для сельскохозяйственной рекультивации являются бобовые и бобово-злаковые травосмеси, за счет более высокой фиторекультивационной способности, по сравнению с другими растениями [6].

Обследование нарушенных земель проводилось на территории Маганского лесничества Красноярского края. Участок расположен в горных условиях, на северном и северо-восточном склонах, где были проведена выборочная рубка древостоя. В результате вырубки произошли нарушения и повреждения напочвенного покрова. Данная территория требует проведения ряда мероприятий, которые будут способствовать восстановлению экологических и лесомелиоративных свойств напочвенного покрова. Уклон местности составляет от 5° до 30°, часть территории относится к землям сельскохозяйственного назначения. Нижняя часть склона предназначена для проведения мероприятий по созданию лесных культур на террасах. Подготовительный этап заключается в создании террас шириной от 2-х до 4-х метров и создании смешанных культур ели сибирской и кедра сибирского, подготовка террас осуществляется поперек склона. На подготовительном этапе рекультивации предлагается нарезка террас, в верхней части склона шириной 2–3 м, в нижней – шириной 3–4 м. На этапе лесохозяйственной рекультивации, перед посадкой культур на террасах необходимо проводить рыхление верхних горизонтов почвы для предотвращения интенсивного роста сорных растений. Посадка культур осуществляется лесопосадочной машиной ССН-1, на верхних террасах в двухрядном варианте, на нижних в трехрядном варианте. Для предотвращения водной и ветровой эрозии террас в крайних рядах культур рекомендуется вводить корнеотпрысковые кустарники, которые имеют высокий балл зимостойкости и морозоустойчивости и могут произрастать в условиях холодного климата (облепиха крушиновая, лох узколистный, лох серебристый, карагана древовидная и др.). На этапе приживаемости культур хвойных пород, кустарники будут выполнять защитные функции по сохранению верхних горизонтов почвы, препятствовать развитию водной и ветровой эрозии. Посадку культур ели сибирской и кедра сибирского необходимо проводить с шахматным размещением посадочных мест. В крайних рядах чередуются кустарниковые и древесные породы. На верхних террасах производят посев многолетних злаково-бобовых травянистых растений для закрепления напочвенного покрова в культурах и предотвращения роста и развития сорных растений, которые в этих условиях могут подавлять культуры хвойных пород.

Верхняя часть склона имеет уклоны до 5°, что позволяет на подготовительном этапе произвести очистку территории, обработку почвы по системе черного пара и посев травосмеси из злаково-бобовых культур. При проведении лесохозяйственной рекультивации в качестве пионерных используют бобовые и злаковые травы, а также древесно-кустарниковые породы. Породы необходимо подбирать из местных видов, а также из интродуцентов, акклиматизированных к сибирским климатическим условиям. В этих условиях как наиболее эффективным технологическим приемом рекомендуется создание многовидового растительного сообщества с участием многолетних трав, деревьев и кустарников, что позволяет защитить нарушенные земли от эрозии и дефляции и обеспечить обедненные почвы органическими веществами.

### Библиографические ссылки

1. Иванова Т. В. Особенности формирования агрофитоценозов на техногенных ландшафтах Кузбасса : автореф. дис. ... канд. с/х наук. Кемерово, 2000. 15 с.
2. Опыт использования различных способов биологической рекультивации для восстановления нарушенных промышленностью земель / В. К. Тохарь, Н. А. Мартынова, В. И. Петина и др. // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и сопредельных странах : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Белгород : БГНИУ, 2015. С. 403–406.
3. Федорова Ю. А., Чиглинцева Н. Н. Подбор растений для фиторекультивации нефтезасоленных грунтов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : материалы IV Междунар. науч. экологич. конф. Краснодар : КубГАУ, 2015. С. 485–486.
4. Игнатова Г. А. Фитомелиоранты и их применение // Вестник аграрной науки. 2018. № 5. С. 25–28.
5. Луцевич А. А. Подбор растений для свалок твердых бытовых отходов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса и ландшафтной архитектуры : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Брянск : БГИТУ, 2016. С. 156–160.
6. Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И. Рекультивация нарушенных земель. М. : КолосС, 2009. 325 с.

© Очкас И. В., Ковылина О. П., 2019

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЯН СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ ЯРЦЕВСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПЛАНТАЦИИ «МЕТЕОСТАНЦИЯ» (УРОЖАЙ 2016 г.)**

С. В. Попова, Ю. Е. Щерба

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: zujlrf11@yandex.ru

*Показана изменчивость семян сосны кедровой сибирской, ярцевского происхождения произрастающей на плантации «Метеостанция». Приведен сравнительный анализ показателей семян и зародыша из шишек раннего сбора (13 июля 2016 г.).*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, семена, зародыш, изменчивость, зрелость.*

## **VARIABILITY OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR SEEDS OF YARTSEVSKII ORIGIN ON THE PLANTATION “METEOSTANCIJA” (HARVEST 2016)**

S. V. Popova, Iu. E. Shcherba

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: zujlrf11@yandex.ru

*The variability of indicators of *Pinus sibirica* Du Tour seeds of the yartsevskii origin growing on the plantation “Meteostanciia” is presented. The comparative analysis of indicators of *Pinus sibirica* Du Tour seeds and seeds embryos from early collected cones (July 13, 2016) is given.*

*Keywords: *Pinus sibirica* Du Tour, seeds, seed embryo, variability, maturity.*

Изменчивость – это различия признаков и свойств между двумя или группой особей, предками и потомками одного и того же или разных видов растений [1].

С. А. Мамаевым выделяется несколько форм изменчивости: эндогенная (различие между метамерными органами в пределах организма); индивидуальная (между особями в пределах внутривидовых групп); экологическая (между группами особей из разных в экологическом отношении местообитаний); географическая (между совокупностями особей в меридиональном и широтном ряду); гибридогенная (между особями разных видов в зоне контакта ареалов) и другие [2].

Р. Н. Матвеевой и др. приведены результаты исследований изменчивости кедровых сосен: по репродуктивному развитию, показателям шишек и семян. Также проведен отбор лучших экземпляров кедровых сосен по показателям семеношения [3].

Г. В. Кузнецова отмечает, что качество семян у разных популяций сосны кедровой сибирской, отличаются по своим признакам в зависимости от места произрастания, особенно при сравнении северных и южных популяций. Она пишет, что по величине зародыша семян сосны кедровой сибирской можно судить о месте их произрастания [4].

Нами были проведены исследования по изучению изменчивости показателей семян и зародыша, определена зрелость семян сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения, произрастающих на плантации «Метеостанция» в пригородной зоне Красноярска.

Семена сосны кедровой сибирской были собраны 13 июля 2016 г. и определены их показатели, включая зрелость. Изменчивость показателей семян представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Изменчивость показателей семян сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения**

| Показатели               | max  | min  | $\bar{X}$ | $\pm\delta$ | $\pm m$ | $V, \%$ | $P, \%$ |
|--------------------------|------|------|-----------|-------------|---------|---------|---------|
| Длина семени, мм         | 15   | 10   | 12,6      | 1,11        | 0,15    | 8,8     | 1,2     |
| Ширина семени, мм        | 12   | 8    | 9,7       | 0,88        | 0,13    | 9,1     | 1,3     |
| Длина семенного ложа, мм | 12   | 8    | 9,8       | 0,88        | 0,13    | 8,9     | 1,3     |
| Длина зародыша, мм       | 11   | 1    | 4,8       | 2,22        | 0,31    | 46,2    | 6,5     |
| Зрелость семян, %        | 91,7 | 10,0 | 44,7      | 18,15       | 2,56    | 40,6    | 5,7     |

Длина семени варьирует от 10 до 15 мм, ширина – от 8 до 12 мм, длина зародыша – от 1 до 11 мм, длина семенного ложа – от 8 до 12 мм. Зрелость семян была установлена по заполнению зародышем семенного ложа. Максимальная зрелость семян составляет 91,7 %, минимальная 10 %, средняя по всему опыту 44,7 %.

Был проведен сравнительный анализ показателей семян сосны кедровой сибирской с отдельных деревьев ярцевского происхождения, произрастающих на плантации «Метеостанция» (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели семян сосны кедровой сибирской с отдельных деревьев ярцевского происхождения**

| Номер дерева              | Длина семени |               | Ширина семени |               | Длина семенного ложа |               | Длина зародыша |               | Зрелость семян |               |
|---------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|                           | мм           | % к $\bar{X}$ | мм            | % к $\bar{X}$ | мм                   | % к $\bar{X}$ | мм             | % к $\bar{X}$ | %              | % к $\bar{X}$ |
| 6-10                      | 11,1         | 88,1          | 9,6           | 100,0         | 9,2                  | 94,8          | 4,4            | 102,3         | 48,4           | 108,1         |
| 6-14                      | 12,4         | 98,4          | 8,9           | 92,7          | 9,3                  | 95,8          | 4,8            | 111,6         | 51,8           | 115,8         |
| 6-15                      | 12,5         | 99,2          | 8,9           | 92,7          | 9,9                  | 102,1         | 3,8            | 88,4          | 38,8           | 86,7          |
| 6-42                      | 13,8         | 109,5         | 10,3          | 107,3         | 10,9                 | 112,4         | 4,4            | 102,3         | 40,6           | 90,8          |
| 6-109                     | 13,1         | 103,9         | 10,7          | 111,5         | 9,5                  | 97,9          | 4,3            | 100,0         | 44,4           | 99,3          |
| Среднее значение по опыту | 12,6         | 100,0         | 9,7           | 100,0         | 9,8                  | 100,0         | 4,8            | 100,0         | 44,7           | 100,0         |

По результатам исследований отмечается изменчивость семян сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения по всем показателям. Из данных приведенных в табл. 2, видно, что наибольшую длину и ширину семян имеют деревья 6-42 и 6-109, соответственно. Наибольшая длина семенного ложа отмечена у семян дерева 6-42 (10,9 мм), длина зародыша – 6-14 (4,8 мм). Дерево 6-14 отличается наибольшей зрелостью семян – 51,8 %, что превышает среднее значение на 15,8 %.

В ходе проведенных исследований были выделены деревья сосны кедровой сибирской ярцевского происхождения, произрастающие на плантации «Метеостанция», отличающиеся наиболее крупными и зрелыми семенами, что имеет большое значение, при раннем сборе шишек сосны кедровой сибирской с целью их сохранения.

**Библиографические ссылки**

1. Матвеева Р. Н., Братилова Н. П., Щерба Ю. Е. Изменчивость шишек и семян кедровых сосен в начальный период репродуктивного развития // Вестник КрасГАУ. 2011. № 1. С. 89–92.

2. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 284 с.
3. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Братилова Н. П. Биоразнообразие, отбор и размножение кедровых сосен в плантационных культурах зеленой зоны Красноярск // Хвойные бореальной зоны, 2007. XXIV. С. 243–247.
4. Кузнецова Г. В. Качество семян у кедровых сосен в пригородных популяциях // Проблемы изучения лесов мерзлотной зоны : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения крупного ученого-лесоведа, д.б.н., проф. И. П. Щербакова (26–28 окт. 2011 г., Якутск). Якутск, 2011. С. 152–156.

© Попова С. В., Щерба Ю. Е., 2019

**ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЕНИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ,  
ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫХ ПОСАДКАХ  
ГОРОДА КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ**

Л. И. Романова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: ontogenez16@mail.ru

*Исследовалось влияние антропогенных и погодных факторов на возможные изменения в количественном и качественном составе пыльцы лиственницы сибирской, что может приводить к низкой урожайности семян.*

*Ключевые слова: пыльцевые зерна, микростробилы, жизнеспособность пыльцы, крахмал.*

**FEATURES DUSTING OF SIBERIAN LARCH, GROWING IN LANDSCAPING  
PLANTINGS OF KRASNOYARSK AND ITS SURROUNDINGS**

L. I. Romanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: ontogenez16@mail.ru

*In the present work the influence of anthropogenic and weather factors on the possible changes in the quantitative and qualitative composition of Siberian larch pollen, which can lead to low seed yield.*

*Keywords: pollen grains, microstrobils, pollen viability, starch.*

**Введение.** Пыльца растений является восприимчивой к воздействию загрязнения [2; 3].

Вопросы воздействия загрязняющих агентов на качество пыльцы и ее количество изучались в основном на древесных организмах, произрастающих в естественных популяциях и биоценозах. Однако вопросы воздействия промышленных выбросов и выбросов автотранспорта, на озеленительные посадки в черте города, приобрели в последние годы большую актуальность. Основным источником загрязнения крупных городских экосистем в настоящее время является автотранспорт, выбросы которого составляют 70–80 % всех поступающих токсичных аэрозолей, среди которых оксиды углерода и азота, оксиды серы, соединения свинца и кадмия и т. д. (более 200 компонентов). В литературе встречаются данные, что промышленная и автомобильная пыль, конкурируя с пыльцой, забивает пыльцевые камеры [1].

В настоящей работе исследовалось влияние антропогенных и погодных факторов на возможные изменения в количественном и качественном составе пыльцы лиственницы сибирской, произрастающей в озеленительных посадках г. Красноярск и его окрестностей.

**Результаты.** Лиственница сибирская в г. Красноярске и его окрестностях пылит в начале первой декады мая. Однако годы с обильным пылением у лиственницы очень редки. Проведенные исследования показали, что только в 2015 г. наблюдалось обильное пыление лиственницы на всех исследуемых участках, как в черте города, так и за его пределами.



Однако уже на следующий год все насаждения лиственницы характеризовались полным отсутствием пыльцы. В 2016 г. микростробиллов в период пыления вообще не было отмечено. В 2017 г. пыление у лиственницы было очень слабое во всех районах исследования и закончилось за 1–2 дня. Единичные мужские шишки закладывались лишь на отдельных деревьях, как в загрязненных так и в фоновых древостоях (5–7 шт. на 1 п. м.). В 2018 г. обильная пыльца наблюдалась только на о. Татышев и в Академгородке. В остальных районах исследования пыление было очень слабым. Следует отметить, что в районе Площади Победы, микростробиллы вообще отсутствовали практически у всех деревьев лиственницы в 2017 и 2018 году. Во всех насаждениях пыление у лиственницы в 2018 году началось на неделю позже, чем в предыдущие годы, вероятно, это связано с низкими температурами в конце апреля начале мая.

Пыльцевые зерна на всех участках сформировались разной величины. Они округлой формы и не имеют воздушных мешков и пор, чем отличаются от других представителей семейства сосновых. Величина пыльцевых зерен в 2015 г. колебалась у разных деревьев от 60 мкм в районе Площади Победы, до 112 мкм на о. Татышев. В 2017 г. размеры пыльцевых зерен составили 24 мкм, на ул. Копылова и 134 мкм, на о. Татышев. В 2018 году диаметр пыльцевых зерен варьировал от 54 мкм в районе Часовой горы, до 112 мкм на о. Татышев.

Таким образом, средние показатели пыльцы лиственницы колеблются по годам. Однако в целом, средние размеры пыльцевых зерен в загрязненных и фоновых древостоях, составили близкую величину (табл. 1).

Таблица 1

Размеры пыльцы лиственницы сибирской 2015–2018 гг.

| № уч. | Место произрастания | Год исследования | max | min | Среднее | C, % |
|-------|---------------------|------------------|-----|-----|---------|------|
| 1     | о. Татышев          | 2015             | 112 | 86  | 86±1,4  | 41   |
|       |                     | 2017             | 134 | 53  | 77±0,3  | 11   |
|       |                     | 2018             | 112 | 64  | 89±0,3  | 28   |
| 2     | Площадь Победы      | 2015             | 103 | 60  | 81±1,2  | 37   |
|       |                     | 2017             | 98  | 60  | 77±0,4  | 9,5  |
|       |                     | 2018             | —   | —   | —       | —    |
| 3     | Часовня             | 2015             | 105 | 61  | 83±0,9  | 32   |
|       |                     | 2017             | 103 | 53  | 77±0,4  | 10   |
|       |                     | 2018             | 108 | 54  | 82±0,4  | 33   |
| 4     | Набережная          | 2015             | 116 | 59  | 84±1,1  | 30   |
|       |                     | 2017             | 123 | 53  | 77±0,3  | 11   |
|       |                     | 2018             | 102 | 64  | 82±0,3  | 29   |
| 5     | Копылова            | 2015             | 107 | 58  | 84±0,8  | 31   |
|       |                     | 2017             | 95  | 24  | 76±0,6  | 12   |
|       |                     | 2018             | 102 | 57  | 79±0,4  | 33   |
| 6     | Академгородок       | 2015             | 105 | 68  | 86±1,0  | 30   |
|       |                     | 2017             | 101 | 33  | 74±0,3  | 13   |
|       |                     | 2018             | 102 | 64  | 83±0,3  | 34   |
| 7     | Погорельский ОЭП    | 2015             | 110 | 63  | 83±1,1  | 33   |
|       |                     | 2017             | 101 | 46  | 76±0,2  | 9    |
|       |                     | 2018             | 108 | 61  | 79±0,4  | 32   |

Существует несколько методов определения жизнеспособности пыльцы лиственницы и ее качества. Один из таких методов реакция на крахмал – используется для определения фертильности пыльцы лиственницы. Этот метод основан на известной взаимосвязи, характерной для хвойных, что жизнеспособные пыльцевые зерна содержат большое количество крахмала.

В результате проведенных исследований было выявлено, что содержание крахмала в пыльце в 2017 г. во всех загрязненных районах оказалось незначительным. Лишь 42–72 % пыльцы показало слабую гистохимическую реакцию на крахмал. Пыльца лиственницы из фоновых древостоев, также очень слабо накапливала крахмал. На основании этих данных можно сделать вывод, что в 2017 году в г. Красноярске и его окрестностях сформировалась пыльца очень низкого качества. В 2018 году основная часть проб пыльцы, около 63 % была отнесена к умеренно окрашенным. Лишь 10 % пыльцевых зерен во всех районах исследования интенсивно накапливали крахмал, остальные пробы пыльцы оставались неокрашенными. Пыльцевые зерна, интенсивно накапливающие крахмал в 2018 году практически не встречались. Обильное пыление лиственницы на о. Татышев и районе Академгородка в 2017–2018 г, на ее качестве никак не отразилось, содержание крахмала в пыльце на данных участках не отличалось от других районов исследования. В 2018 г обильно накапливали крахмал не более 10 % пыльцевых зерен, как в загрязненных, так и в контрольных насаждениях. К умеренно окрашенным можно было отнести от 47,5 до 77,7 % исследуемой пыльцы. Процент неокрашенных проб пыльцы варьировал от 12,3 до 47,5 % во всех районах исследования.

В результате проведенного исследования было выявлено, что показатели качества семян у лиственницы сильно колеблются по годам и в основном характеризуются низкой степенью накопления крахмала, низкое качество пыльцы может обуславливать низкое качество семян у лиственницы сибирской как в насаждениях города, так и фоновых древостоях.

### **Библиографические ссылки**

1. Генетические последствия загрязнения окружающей среды в популяциях хвойных / М. В. Абатурова, К. Д. Вишневецкая, В. А. Духарев и др. // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений. Воронеж, 1989. С. 103–104.
2. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология. 1992. № 4. С. 45–50.
3. Третьякова И. Н., Бажина Е. В. Качество пыльцы пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах озера Байкал // Лесоведение. 1999. № 4. С. 30–38.

© Романова Л. И., 2019

## **ПРИМЕНЕНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ**

Ю. В. Салцевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: yuliya.saltsevich@mail.ru

*Приведены результаты исследования по влиянию биопрепарата «Корневин» на рост и развитие посадочного материала (саженцев) ели сибирской.*

*Ключевые слова: сеянцы, саженцы, ель сибирская, биопрепарат «Корневин».*

## **APPLICATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS AT CULTIVATION OF PLANTING MATERIAL OF MAJOR SIBERIAN SPRUCE IN THE OPEN GROUND**

U. V. Saltsevich

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: yuliya.saltsevich@mail.ru

*The article presents the results of a study on the effect of biopreparation "Kornevin" on the growth and development of planting material (seedlings) of Siberian spruce.*

*Keywords: seedlings, seedlings, Siberian spruce, biological product "Kornevin".*

Создание высокопродуктивных насаждений является одним из успешных направлений современного лесовосстановления. С целью удовлетворения растущей потребности в посадочном материале, необходимо совершенствование технологии его выращивания. Одним из направлений в совершенствовании технологии является применение биологических препаратов для стимуляции активности и роста структурных частей растений, увеличения приживаемости и сохранности их, а также для формирования признаков, повышающих адаптационную способность [1; 2; 5].

К настоящему времени в сельскохозяйственном применении находится достаточно большое количество биологически активных препаратов. Одним из таких препаратов является Корневин – стимулятор роста корней, улучшенный аналог Гетероауксина. Рядом авторов было доказано, что стимулятор Корневин положительно влияет на развитие корневой системы и надземной части растений, способствуют лучшему выживанию, сохранению и укоренению посадочного материала [3; 4; 6].

Цель нашей работы оценить влияние биопрепарата «Корневин» при выращивании саженцев ели сибирской.

Школа ели сибирской была создана в питомнике Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. академика М. Ф. Решетнева. Посадка производилась в насыпные гряды высотой 20 см. Для посадки использовались двухлетние сеянцы ели сибирской с высотой надземной части  $7,5 \pm 0,3$  см. В качестве опытных было высажено 90 шт. сеянцев, такое же количество сеянцев был взято и для посадок контроля. Перед посадкой, у сеянцев формировалась корневая система, далее корневая система помещалась на 6 часов в водный раствор физиологически

активного вещества «Корневин», концентрацией 0,001 %. Концентрация рекомендована производителем препарата, а также принята оптимальной в опытах других авторов [7; 8].

После обработки корней сеянцы высаживались в открытый грунт по схеме 0,20×0,15, в течение вегетационного периода проводились агротехнические уходы и систематические наблюдения. Осенью были проведены финальные замеры высоты стволиков и определена сохранность посадок (после завершения вегетационного периода).

Приживаемость сеянцев на 15-й день после посадки в обоих вариантах опыта составила 100 %. Сохранность саженцев по завершению вегетационного периода в контрольных посадках – 56,7 %, в посадках, обработанных Корневином – 81,8 %.

Основным показателем на раннем ювенильном этапе развития растения является прирост в высоту. Регулярные наблюдения позволили оценить эффект роста саженцев ели сибирской в высоту, обработанных препаратом «Корневин». Наблюдается существенное различие роста саженцев обеих групп (см. рисунок), значения по высоте надземной части превышают контрольные значения на 10,5 % при  $t_{\phi} = 4,24$ .

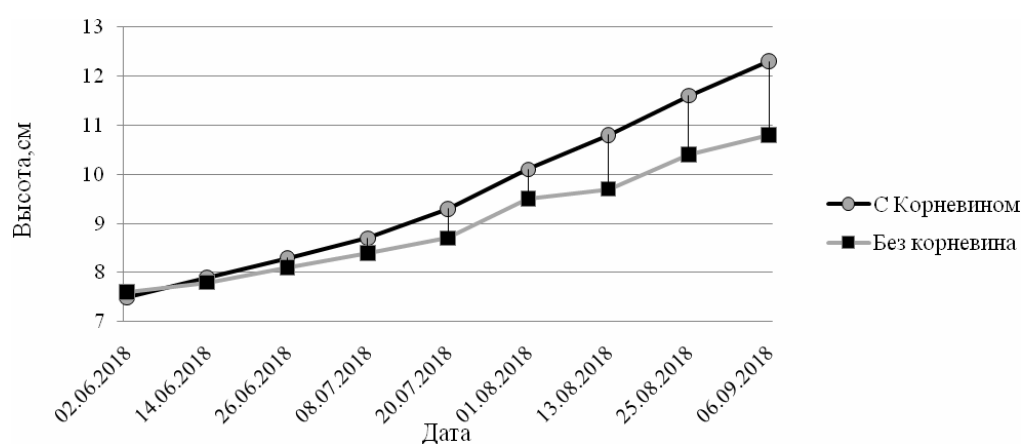


Рис. 2. Динамика роста саженцев ели сибирской за первый год

Основные статистические показатели по высоте надземной части саженцев ели сибирской приведены в табл. 1.

Таблица 1

Высота надземной части саженцев ели сибирской в конце вегетационного периода

| Вариант опыта        | max, см | min, см | $x_{cp}$ , см | m, см | $\delta$ | V, %  | P, % | $t_{\phi}$ при $t_{05} = 1,980$ |
|----------------------|---------|---------|---------------|-------|----------|-------|------|---------------------------------|
| Контроль             | 11,6    | 10,3    | 10,95         | 0,60  | 0,85     | 7,78  | 5,50 | 4,24                            |
| Обработка Корневином | 12,4    | 11,8    | 12,10         | 0,93  | 1,32     | 10,87 | 7,69 |                                 |

Рассчитанное значение критерия больше критического, из этого следует вывод о том, что наблюдаемые различия статистически значимы.

Однолетние саженцы, обработанные Корневином, к концу вегетационного периода отличались визуально большей сформированностью. Так, очень явно прослеживалось завершение процесса одревеснения прироста текущего года, что тем самым повышает механическую упругость стволиков и исключит деформацию их под снежным покровом.

В результате проведенной работы, на данном этапе уже получены результаты о положительном влиянии биостимулятора Корневин при выращивании саженцев ели сибирской. Рекомендуемая концентрация водного раствора биостимулятора «Корневин» (0,001 %) оказалась эффективной, обеспечив приемлемую сохранность саженцев и стимулировав рост.

### Библиографические ссылки

1. Проказин Н. Е., Лобанова Е. Н., Пентелькина Н. В. Выращивание посадочного материала хвойных пород с использованием ростовых стимуляторов // Лесохозяйственная информация. 2015. № 1. С. 50–56.
2. Егорова А. В. Использование биостимуляторов при выращивании посадочного материала хвойных пород // StudArctic forum. 2016. № 1 (1). С. 38–41.
3. Никольский М. А. Совершенствование приемов активизации корнеобразования у подвоев и сортов винограда при производстве саженцев : дис. ... канд. с-х наук. Краснодар, 2009. 134 с.
4. Реут А. А., Миронова Л. Н. Вопросы вегетативного размножения некоторых сортов пиона гибридного // Бюллетень Ботанического сада Сарат. гос. ун-та. 2012. № 10. С. 127–131.
5. Устинова Т. С. Изучение влияния биопрепаратов на рост сеянцев хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. №39. 4 с.
6. Цюпка С. Ю. Выращивание посадочного материала *Olea Europaea* L // Сб. науч. тр. Гос. Никитского ботанич. сада. 2017. № 144 (2). С. 100–105.
7. Корневин : описание и инструкция по применению препарата [Электронный ресурс]. URL: <https://agronomu.com/bok/1939-kornevin-opisanie-i-instrukciya-po-primeneniyu-preparata.html#h-id-2> (дата обращения: 28.01.2019).
8. Влияние натуральных и синтетических стимуляторов на корнеобразование черенков традесканции [Электронный ресурс]. URL: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2015/02/28/sravnenie-effektivnosti-stimulyatorov-korneobrazovaniya-razlichnogo-0> (дата обращения: 28.01.2019).

© Салцевич Ю. В., 2019

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛНОТЫ ДРЕВОСТОЯ НА РОСТ ПОДПОЛОВОВЫХ КЕДРОВЫХ КУЛЬТУР**

А. И. Свалова, Н. П. Братилова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: annet.star88@gmail.com

*Охарактеризован рост в подпологовых культурах сосны кедровой сибирской (Pinus sibirica Du Tour) в зависимости от полноты древесного полога.*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, полнота древостоя, подпологовые культуры, рост.*

## **THE INFLUENCE OF COMPLETENESS OF THE STAND ON THE GROWTH OF PINUS SIBIRICA CULTURES UNDER THE FOREST CANOPY**

A. I. Svalova, N. P. Bratilova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: annet.star88@gmail.com

*The article describes the growth in cultures of Siberian pine (Pinus sibirica Du Tour), growing under the forest canopy, depending on the completeness of the tree canopy.*

*Keywords: Siberian stone pine, completeness of the stand, forest cultures, forest canopy, growth.*

Влияние освещенности на рост и формирование фитомассы древесных растений отмечали многие исследователи. Так, А. М. Данченко, И. А. Бех [2], подчеркивали, что масса хвои одного дерева сосны кедровой сибирской под пологом леса в 3–4 раза ниже, чем при полной освещенности. Н. М. Уфимцева и др. [4] выявили, что к 38-летнему биологическому возрасту сосна кедровая сибирская, произрастающая на открытом месте, формирует большие размеры ствола и кроны, чем закрытая лесным пологом. Э. В. Колосовский, Р. Н. Матвеева [3] выявили влияние сомкнутости крон древесного полога на рост подпологовых кедровых культур. По их данным сосна кедровая сибирская характеризуется лучшим ростом при сомкнутости древесного полога 0,3–0,5 в сравнении с 0,6–0,9.

Наши исследования были проведены в подпологовых культурах сосны кедровой сибирской, заложенных в 1965 году в зеленой зоне г. Красноярска под пологом насаждения, в составе которого преобладала береза (9Б1С). Подпологовые культуры были обследованы спустя 47 лет после создания.

Для изучения роста сосны кедровой сибирской в культурах применяли общепринятые методики, используемые при проведении лесокультурных исследований [5].

Изучено влияние полноты древесного полога на рост подпологовых кедровых культур. Выявлено, что при меньших показателях полноты растения сосны кедровой сибирской в культурах отличаются большими биометрическими показателями (см. таблицу).

### Зависимость роста подпологовых кедровых культур от полноты и сомкнутости древесного полога

| Полнота<br>древесного<br>полога    | Среднее<br>значение | $\pm m$ | $\pm \sigma$ | V, % | Уровень изменчи-<br>вости | P, % | $t_{\Phi}$ при<br>$t_{05} = 2,04$ |
|------------------------------------|---------------------|---------|--------------|------|---------------------------|------|-----------------------------------|
| Высота, м                          |                     |         |              |      |                           |      |                                   |
| 0,78                               | 4,3                 | 0,34    | 2,50         | 57,9 | очень высокий             | 7,9  | –                                 |
| 0,86                               | 4,2                 | 0,20    | 2,16         | 51,7 | очень высокий             | 4,8  | 0,25                              |
| 0,95                               | 3,4                 | 0,16    | 1,59         | 47,2 | очень высокий             | 4,7  | 2,39                              |
| Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см |                     |         |              |      |                           |      |                                   |
| 0,78                               | 3,5                 | 0,34    | 2,43         | 70,1 | очень высокий             | 9,7  | –                                 |
| 0,86                               | 3,2                 | 0,22    | 2,38         | 73,7 | очень высокий             | 6,7  | 0,74                              |
| 0,95                               | 2,7                 | 0,18    | 1,93         | 72,6 | очень высокий             | 6,9  | 2,08                              |
| Диаметр кроны, м                   |                     |         |              |      |                           |      |                                   |
| 0,78                               | 1,51                | 0,091   | 0,643        | 42,6 | очень высокий             | 6,0  | –                                 |
| 0,86                               | 1,38                | 0,063   | 0,644        | 46,5 | очень высокий             | 4,5  | 1,17                              |
| 0,95                               | 1,32                | 0,058   | 0,579        | 43,7 | очень высокий             | 4,4  | 1,76                              |
| Длина хвои, см                     |                     |         |              |      |                           |      |                                   |
| 0,78                               | 11,4                | 0,12    | 2,00         | 17,6 | средний                   | 1,1  | –                                 |
| 0,86                               | 10,7                | 0,07    | 1,52         | 14,1 | средний                   | 0,6  | 5,04                              |
| 0,95                               | 11,0                | 0,07    | 1,57         | 14,3 | средний                   | 0,6  | 2,88                              |

Выявлены достоверные различия по высоте, диаметру ствола и длине хвои между кедровыми культурами, произрастающими при разной полноте ( $t_{\Phi}$  больше  $t_{05}$ ). Установлен очень высокий уровень изменчивости высоты, диаметра ствола и крон деревьев.

Наблюдается обратная связь между полнотой березового древостоя и таксационными показателями подпологовых кедровых культур. Полученные результаты не противоречат данным исследований роста подпологовых кедровых культур в зеленой зоне г. Красноярск [1]. В настоящее время культуры испытывают стресс и конкуренцию с сосновым подростом за солнечную радиацию и площадь питания. Для повышения продуктивности созданных кедровых культур целесообразно проводить рубки ухода в насаждении с удалением, в первую очередь, тонкомерных, больных и ослабленных деревьев сосны обыкновенной.

### Библиографические ссылки

1. Братилова Н. П. Подпологовые географические культуры кедра сибирского в зеленой зоне г. Красноярск // Actualscience. 2016. Т. 2, № 11. С. 9–10.
2. Данченко А. М., Бех И. А. Кедровые леса Западной Сибири. Томск : Том. гос. ун-т, 2010. 424 с.
3. Рост культур сосны кедровой сибирской в зависимости от сомкнутости полога древостоя / Э. В. Колосовский [и др.] // International Research Journal. 2016. № 4 (46). Ч. 6. С. 46–49.
4. Уфимцева Н. М., Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Рост кедра сибирского на постоянных лесосеменных участках, формируемых в лесных культурах Северосаянского лесосеменного района Красноярского края / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2012. 169 с.
5. Чмыр А. Ф., Маркова И. А., Сеннов С. Н. Методология лесоводственных исследований. СПб. : ЛТА, 2000. 96 с.

© Свалова А. И., Братилова Н. П., 2019

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА КРАСНОЯРСКА БИОИНДИКАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

С. В. Соболева, С. Н. Филиппова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru

*Исследована запыленность атмосферы г. Красноярска с использованием в качестве биоиндикатора ели сибирской.*

*Ключевые слова: запыленность атмосферы, ель сибирская, биоиндикация.*

## DETERMINATION OF THE DUST CONTENT OF ATMOSPHERIC AIR OF KRASNOYARSK BIOINDICATIVE METHOD

S. V. Soboleva, S. N. Filippova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: swet.soboleva2011@yandex.ru

*The dust content of the atmosphere of Krasnoyarsk with the use of Siberian spruce as a bioindicator is investigated.*

*Keywords: atmospheric dust, Siberian spruce, bioindication.*

**Введение.** Во исполнение требований федерального закона № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» при эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности, должны обеспечиваться нормативы качества атмосферного воздуха в соответствии с экологическими, санитарно-гигиеническими требованиями [1].

Загрязнение воздушного бассейна происходит в результате поступления в него продуктов сгорания топлива, выбросов газообразных и взвешенных веществ от различных производств, выхлопных газов автомобильного транспорта, испарений из емкостей для хранения химических веществ и топлива, пыли из узлов погрузки, разгрузки и сортировки сыпучих строительных материалов, топлива, зерна и т. п. [2].

Город Красноярск относится к крупнейшим промышленным центрам Восточной Сибири. На его территории находятся такие предприятия, как КрАЗ – источник выбросов в атмосферу фтористого водорода, смолистых веществ, бенз(а)пирена, пыли и три мощные тепловые электростанции (работающие на каменном угле и относящиеся к десятке основных загрязнителей атмосферы Красноярского края), загрязняющие воздух оксидами азота, сажей, сернистым ангидридом, оксидами углерода, бенз(а)пиреном, пылью. Эти данные отражаются в ежегодных докладах об охране окружающей природной среды территории Красноярского края [3]. Помимо общепринятых методов аналитической химии все большую популярность приобретают биоиндикационные методы. Они наиболее доступны и не требуют дорогостоящего оборудования. Также преимуществом этих методов является доступность и территориальность. Сущность биоиндикационных методов заключается в оценке отклонений в развитии растений от фонового состояния под воздействием загрязнений [4].



В качестве биоиндикатора загрязнения атмосферного воздуха использовалась ель сибирская. В деревьях этой породы хорошо заметны признаки поражения. Такие деревья резко отличаются по внешнему виду от здоровых. Кроны их сильно изрежены, хвои мало, часть крупных сучьев засохла. Иногда засыхает и вершина. Например, поражение сернистым газом сказывается на длине хвоинок: они становятся значительно короче, ослабленные деревья в конце концов полностью засыхают, погибают [5].

В благоприятных экологических условиях продолжительность жизни хвоинок ели составляет 7–8 лет, в условиях антропогенной нагрузки городской среды – 3–4 года [6]. Пораженные и ослабленные хвоинки отмирают и опадают раньше положенного срока, в результате дерево не получает нормального питания от своей кроны, истощается, слабеет и затем погибает [7].

**Целью исследования** является оценка запыленности воздуха четырех районов г. Красноярска с использованием в качестве биоиндикатора ели сибирской. Анализируем морфометрические показатели, такие как: средняя длина и масса хвои, зольность хвои, количество пыли на поверхности хвои. Места отбора проб: Центральный парк им. Горького (Центральный район); Транспортный проспект, 1 (Ленинский район); просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 88 (Кировский район); ул. Минусинская, 14 (Октябрьский район). Пробы отбирались с массива деревьев не менее 10 шт. возрастом 25–30 лет. Исследования проводили в сентябре месяце 2018 года.

**Методы исследования.** Для исследования взяты пробы из 4 районов: в загрязненных, фоновом и умеренно чистом районах. Отобранные образцы доставляли в лабораторию, методом квартования усредняли пробы по районам, взвешивали на аналитических весах до разницы между параллельными навесками 0,0002 г.

По стандартным методикам определяли влажность и содержание минеральных веществ. Длина и масса хвои рассчитывались как частное при делении результатов известного числа хвои на их количество. Результаты исследований обрабатывали статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel с достоверностью  $P \leq 0,05$ . Минеральные вещества исследовали на наличие тяжелых металлов спектрометрическим методом на приборе «Спектроскан». По интенсивности аналитических линий и сравнения их с образцом определяли концентрацию тяжелых металлов в пробах [8].

**Результаты и обсуждение.** Проводилась оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по оценочной шкале, включающей возрастные характеристики хвои, а также классы повреждения хвои на побегах второго года жизни. Оценка уровня загрязнения воздуха проводилась по оценочной шкале, включающей возрастные характеристики хвои, а также классы повреждения хвои на побегах второго года жизни. Оценка степени повреждения насаждений ели сибирской приведена в табл. 1.

Таблица 1

**Оценка степени повреждения насаждений ели сибирской г. Красноярска, % на сентябрь 2018 г.**

| Насаждения                                                   | Здоровые | Ослабленные | Поврежденные | Отмирающие |
|--------------------------------------------------------------|----------|-------------|--------------|------------|
| Центральный парк Горького (Центральный район)                | 70       | 15          | 12           | 3          |
| Транспортный переулок, 1 (Ленинский район)                   | 60       | 19          | 11           | 10         |
| Просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 88 (Кировский район) | 84       | 9           | 4            | 3          |
| Ул. Минусинская, 14 (Октябрьский район)                      | 95       | 4           | 1            | –          |

Согласно представленным данным наибольшее повреждение хвои на побегах второго года жизни получили древостои, произрастающие в Ленинском районе: 60 % здоровых

деревьев, 19 % ослабленных, 11 % поврежденных и 10 % отмирающих. Наиболее благоприятная экологическая обстановка по результатам исследования наблюдается в Октябрьском районе, там наблюдается 95 % здоровых древостоев и лишь 4 % ослабленных и 1 % поврежденных. Запыленность определяли путем смыва пылевых частиц с поверхности хвои с последующим фильтрованием на заранее взвешенный фильтр.

Эти данные подтверждаются результатами исследования длины, влажности и запыленности хвои по районам г. Красноярска (табл. 2).

Таблица 2

**Длина, влажность и запыленность хвои ели сибирской в зависимости от места произрастания, сентябрь 2018 года**

| Районотборапроб                         | Центральный парк Горького (Центральный район) | Транспортный переезд, 1 (Ленинский район) | Просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 88 (Кировский район) | Ул. Минусинская, 14 (Октябрьский район) |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Средняя длина хвоинок ели сибирской, мм | 15,0±0,5                                      | 13,0±0,2                                  | 18,0±0,5                                                     | 19,5±0,4                                |
| Запыленность хвои, мг                   | 1,4±0,002                                     | 1,5±0,001                                 | 1,2±0,005                                                    | 1,1±0,002                               |
| Влажность хвои, %                       | 46,0±0,2                                      | 51,0±0,5                                  | 53,0±0,3                                                     | 59,0±0,1                                |

Длина и влажность хвои являются одними из основных показателей здоровья древостоев, чем больше влажность хвоинок, тем лучше чувствует себя ассимиляционный аппарат растения и тем быстрее он адаптируется к изменениям окружающей среды [9]. Согласно полученным данным можно проследить изменение длины 100 шт. хвоинок ели сибирской с учетом усреднения в зависимости от места произрастания. Участок Октябрьского района (Минусинская, 14) наиболее благополучен, на этом участке наблюдается максимальная длина и влажность хвои. Наибольшая запыленность хвои наблюдается в Ленинском районе, наименьшая – в Октябрьском. Немаловажную роль при определении запыленности составляет расстояние от оживленной автомагистрали. В нашем случае все пробы хвои отбирались на равном удалении от дороги – 10 м.

Основным источником загрязнения при исследовании запыленности воздуха является автотранспорт. Он выбрасывает в атмосферу до 45–50 % всех выбросов, поступающих в городскую атмосферу. Эти данные можно проследить, определив зольности хвои придорожных древостоев и сравнить их с данными для фоновых участков, удаленных на 25 км от городской черты. Содержание тяжелых металлов в анализируемых пробах представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов и зольность пробы хвои ели сибирской, а с.с., мкг/г**

| Район отбора проб                                            | Содержание тяжелых металлов в пробе, а с.с., мкг/г |         |         |         |                     |                     | Зольность пробы, % |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                                                              | Mn                                                 | Fe      | Cu      | Zn      | As                  | Ni                  |                    |
| Центральный парк Горького (Центральный район)                | 140,6                                              | 1 432,8 | 1 264,2 | 1 980,6 | Следовое количество | Следовое количество | 5,6                |
| Транспортный переезд, 1 (Ленинский район)                    | 123,7                                              | 906,9   | 1 422,2 | 2 325,0 | Следовое количество | Следовое количество | 4,6                |
| Просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 88 (Кировский район) | 167,2                                              | 853,9   | 1 225,1 | 2 744,7 | Следовое количество | Следовое количество | 2,2                |
| Минусинская, 14 (Октябрьский район)                          | 134,9                                              | 214,0   | 1 113,6 | 1 779,8 | Следовое количество | Следовое количество | 1,5                |
| Фоновый участок ст. Рябино, (Емельяновский район)            | 450,0                                              | 430,0   | 220,0   | 300,0   | –                   | –                   | 1,6                |

Наибольшая зольность пробы хвои ели сибирской наблюдается в Центральном (5,6 %) и Ленинском районах (4,6 %). Наименьшая – в Октябрьском районе (1,5 %) и за городской чертой (1,6 %). Эти данные хорошо согласуются с исследованиями накопления тяжелых металлов в хвое сосны обыкновенной [10].

**Заключение.** Согласно проведенным исследованиям, ель сибирская может служить индикатором запыленности атмосферы. Наибольшая запыленность атмосферы, согласно представленным данным, наблюдается в Ленинском и Центральном районах, умеренное – в Кировском, Октябрьский район по запыленности атмосферы приближен к фоновым значениям. Эти данные можно использовать при зонировании атмосферы, выборе пород для озеленения городской черты.

### Библиографические ссылки

1. Об охране атмосферного воздуха : федер. закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 13.07.2015). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2017 г. [Электронный ресурс] : Гос. докл. Красноярск, 2017. 301 с. URL: <http://www.krskstate.ru> (дата обращения: 01.03.2019).
3. Степень Р. А., Есякова О. А., Соболева С. В. Оценка загрязнения атмосферы биоиндикационными методами / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2013. 142 с.
4. Степень Р. А., Соболева С. В. Оценка приоритетного экологического состояния городской территории // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 1. С. 152–156.
5. Есякова О. А., Степень Р. А. Индикация загрязнения атмосферы Красноярска по морфометрическим и химическим показателям ели сибирской // Химия растит. сырья. 2008. № 1. С. 143–148.
6. Есякова О. А., Воронин В. М., Степень Р. А. Ассимиляционный аппарат ели сибирской как индикатор загрязнения городской атмосферы // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 1-2. С. 109–113.
7. Сергейчик С. А. Методы фитоконтроля загрязнения окружающей среды. Л. : Гидрометеоиздат, 1988. 168 с.
8. Методика выполнения измерений массовой концентрации тяжелых металлов в биологических объектах на рентгено-флуоресцентном спектрометре «Спектроскан». СПб. : ГП ВНИИФТРИ, 1994. 102 с.
9. Мелехова О. П., Егорова Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М. : Академия, 2007. 288 с.
10. Беляева К. С., Соболева С. В., Почкутов И. С. Сосна обыкновенная как биоиндикатор загрязнения атмосферы // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. (7 декабря 2017 г., Красноярск) / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2017. С. 25–29.

© Филиппова С. Н., Соболева С. В., 2019

**АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ ФИТОМАССЫ В ДРЕВОСТОЯХ  
ПИХТЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ БОЛЬШЕМУРТИНСКОГО  
ЛЕСНИЧЕСТВА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

С. М. Сулытсон, П. В. Михайлов, И. И. Романов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: sultson2011@yandex.ru

*Целью данной работы являлось изучение биологической продуктивности модальных древостоев пихты сибирской на основе разработанной таблицы хода роста для условий среднесибирского подтаёжно лесостепного лесного района на территории Большемуралинского лесничества Красноярского края.*

*Ключевые слова: пихта сибирская, бонитет, ход роста, фитомасса, углерод, запас древостоя, лесные ресурсы.*

**THE ANALYSIS OF THE ACCUMULATION OF PHYTOMASS  
OF FOREST STANDS OF ABIES SIBIRICA IN TERMS  
OF THE BOLSHEMURTINSKY FORESTRY OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

S. M. Sultson, P. V. Mikhailov, I. I. Romanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: sultson2011@yandex.ru

*The purpose of this work was to study the biological productivity of modal stands of Abies Sibirica on the basis of the developed table of growth for the conditions of the middle Siberian forest-steppe forest district in the territory of the Bolshemurtinsky forestry of the Krasnoyarsk territory.*

*Keywords: Abies sibirica, bonitet, growth course, phytomass, carbon, forest stand, forest resources*

В последние годы Россией взят ряд международных обязательств в области охраны окружающей среды в рамках Конвенции ООН по изменению климата, Конвенции по биоразнообразию, Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха и др.

Изучение количественных и качественных характеристик фитомассы древостоев является составной частью исследований биологической продуктивности, которая оценивается главным образом годичной биологической продукцией сухого органического вещества (в т/га·год, г/м<sup>3</sup>·год).

Большой вклад в решение данного вопроса сделан рядом известных ученых, таких как В. А. Усольцев [4], Д. Г. Замолотчиков [2], Д. Г. Щепаченко [5] и др. Так, В. А. Усольцевым опубликована монография, включившая в себя сводку данных о фракционной структуре (стволы, листва, ветви, корни, нижний ярус) фитомассы и соответствующих таксационных показателей лесных насаждений Северной Евразии.

Сегодня фитомасса лесов рассматривается как их основная характеристика, определяющая ход ростовых процессов в лесных экосистемах и используемая в целях экологического мониторинга, устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова, оценки углерододепонирующей емкости лесов.

На сегодняшний день для расчета биологической продуктивности единственно приемлемым признается метод совмещения переводных коэффициентов (отношений массы той или иной фракции к запасу стволовой древесины в коре) с банками лесоустроительных данных [2; 4; 5].

В настоящее время актуальна проблема разработки региональных таблиц биологической продуктивности насаждений, базирующихся на системе моделей связывающих таксационные и биометрические показатели. Таблицы необходимы для оценки динамики фитомассы и депонирования углерода различными компонентами насаждений в процессе их роста в определенных лесорастительных условиях.

Целью настоящих исследований являлась разработка таблицы биологической продуктивности пихтовых древостоев, отражающей динамику фракционного состава фитомассы в них на основе составленной таблицы хода роста модальных древостоев.

Объектом исследования являлись древостои пихты сибирской третьего класса бонитета, произрастающие в условиях Большемуртинского лесничества Красноярского края. Эти растительные сообщества занимают значительную долю покрытой лесом площади и являются в данных условиях произрастания модальными древостоями.

Методика проведения исследования по составлению таблицы хода роста базируется на разработках Н. В. Третьякова, дополненных И. В. Семечкиным [3]. В основу работы положены материалы глазомерной таксации 456 выделов.

При определении биологической продуктивности древостоев применялся конверсионно-объемный метод или «Ph/M-конверсия». Оценка осуществляется через конверсионные коэффициенты, представляющие собой отношение фитомассы ( $Ph, т \cdot га^{-1}$ ) отдельных фракций к запасу древесины ( $M, м^3 \cdot га^{-1}$ ) [2].

На первоначальном этапе, с целью дальнейшего изучения процесса накопления фитомассы в древостоях пихты, была изучена динамика ростовых процессов происходящих в данных лесорастительных условиях. Исследуемые древостои главным образом это после рубочные и послепожарные пихтарники, находящиеся на разных стадиях естественной сукцессии [1].

В результате математической обработки экспериментальных данных установлено, что возрастные изменения средних высот, диаметров и запасов в исследуемых модальных древостоях пихты с высокой степенью адекватности аппроксимируются функцией *Hoerl Model* (формула (1)):

$$y = ab^x \cdot x^c. \quad (1)$$

В табл. 1 приведены коэффициенты уравнений и показатели их адекватности. Уравнение работает для возрастного периода от 20 до 180 лет.

Таблица 1

Параметры уравнения

| Показатели      | Коэффициенты уравнения |          |          | Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) |
|-----------------|------------------------|----------|----------|------------------------------------|
|                 | <i>a</i>               | <i>b</i> | <i>c</i> |                                    |
| Высота, м       | 0,25                   | 0,99     | 1,08     | 0,994                              |
| Диаметр, см     | 0,10                   | 0,99     | 1,35     | 0,980                              |
| Запас, $м^3/га$ | 0,35                   | 0,99     | 1,58     | 0,989                              |

В табл. 2 приведены результаты расчета динамики основных таксационных показателей древостоев пихты сибирской III класса бонитета для района исследований.

Таблица 2

**Динамика таксационных показателей древостоев пихты сибирской III класса бонитета**

| Возраст, лет | Средние   |             | Видовое число | Количество стволов, шт./га | Запас, м <sup>3</sup> /га | Изменение запаса, м <sup>3</sup> /га |         |
|--------------|-----------|-------------|---------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------|
|              | высота, м | диаметр, см |               |                            |                           | средний                              | текущий |
| 20           | 5,8       | 5           | 0,64          | 4550                       | 33                        | 1,7                                  | —       |
| 40           | 10,9      | 11,1        | 0,54          | 1399                       | 79                        | 2,0                                  | 2,3     |
| 60           | 14,9      | 16,5        | 0,50          | 766                        | 123                       | 2,1                                  | 2,1     |
| 80           | 18,0      | 21,0        | 0,49          | 517                        | 158                       | 2,0                                  | 1,7     |
| 100          | 20,2      | 24,4        | 0,48          | 402                        | 183                       | 1,8                                  | 1,2     |
| 120          | 22,3      | 27,7        | 0,48          | 309                        | 198                       | 1,7                                  | 0,6     |
| 140          | 23,1      | 28,9        | 0,47          | 281                        | 202                       | 1,4                                  | 0,2     |
| 160          | 23,3      | 29,4        | 0,47          | 274                        | 205                       | 1,3                                  | 0,1     |
| 180          | 23,3      | 29,5        | 0,47          | 270                        | 204                       | 1,1                                  | –0,2    |

Среди всех таксационных показателей запас древостоя является основным, характеризующим накопление фитомассы на единице площади. Он варьирует в значительных пределах от момента возникновения древостоя и до возраста естественной спелости. В естественные процессы, происходящие в древостое существенные изменения могут вносить хозяйственная деятельность, пожары, массовое размножение энтомо- и фитовредителей и другие факторы [1; 4; 5].

В соответствии с поставленной целью настоящей работы, на основе разработанной таблицы хода роста модальных древостоев пихты сибирской в дальнейшем проведены расчеты биологической продуктивности, отражающей динамику фракционного состава фитомассы.

Для перехода от показателя запаса древостоя к фитомассе в работе применялся конверсионно-объемный метод, предусматривающий применение конверсионных коэффициентов при расчете объема фитомассы исходя из запаса древостоя (табл. 3) [2]. Определение фитомассы в насаждениях проводилось только для основной структурной части фитоценоза – древостоя.

Таблица 3

**Конверсионные коэффициенты (k) запасов насаждений в фитомассу**

| Возраст, лет         | Фракции |        |       |       |       |
|----------------------|---------|--------|-------|-------|-------|
|                      | общая   | стволы | ветви | корни | хвоя  |
| Молодняки            | 0,840   | 0,386  | 0,123 | 0,193 | 0,138 |
| Средневозрастные     | 0,615   | 0,392  | 0,067 | 0,109 | 0,047 |
| Приспевающие         | 0,565   | 0,348  | 0,048 | 0,131 | 0,037 |
| Спелые и перестойные | 0,539   | 0,346  | 0,055 | 0,103 | 0,035 |

Результаты расчетов динамики биологической продуктивности модальных пихтовых насаждений III класса бонитета приведены в табл. 4.

Из данных таблицы видно, что основная доля фитомассы в модальных древостоях пихты концентрируются в спелом и перестойном возрастном состоянии. Варьирование запаса общей фитомассы на протяжении всех возрастных этапов варьирует в пределах от 27,7 до 111 т·м<sup>-3</sup>, углерода – от 14,1 до 54,8 т/га. Однако следует учитывать, что представленные результаты предварительные и могут изменяться в результате воздействия на насаждения

различных внешних факторов. Наиболее негативное воздействие на процесс накопления фитомассы и депонирования углерода оказывают пожары и интенсивная заготовка древесины.

Таблица 4

**Динамика биологической продуктивности модальных древостоев пихты III класса бонитета**

| Возраст, лет | Запас, м <sup>3</sup> /га | Фитомасса, т м <sup>-3</sup> |               |       |      |                     |       |
|--------------|---------------------------|------------------------------|---------------|-------|------|---------------------|-------|
|              |                           | общая                        | фракции       |       |      |                     |       |
|              |                           |                              | стволы в коре | ветви | хвоя | надземная фитомасса | корни |
| 20           | 33                        | 27,7                         | 12,7          | 4,1   | 4,6  | 21,4                | 6,3   |
| 40           | 79                        | 66,4                         | 30,5          | 9,7   | 10,9 | 51,1                | 15,3  |
| 60           | 123                       | 75,6                         | 48,2          | 8,2   | 5,8  | 62,2                | 13,4  |
| 80           | 158                       | 97,2                         | 61,9          | 10,6  | 7,4  | 79,9                | 17,3  |
| 100          | 183                       | 103,4                        | 63,7          | 8,8   | 6,8  | 79,3                | 24,1  |
| 120          | 198                       | 106,7                        | 68,5          | 10,9  | 6,9  | 86,3                | 20,4  |
| 140          | 202                       | 108,9                        | 69,9          | 11,1  | 7,1  | 88,1                | 20,8  |
| 160          | 205                       | 110,5                        | 70,9          | 11,3  | 7,2  | 89,4                | 21,1  |
| 180          | 204                       | 110,0                        | 70,6          | 11,2  | 7,1  | 88,9                | 21,1  |

В результате проведенных исследований на основе изучения динамики таксационных показателей для лесорастительных условий Большемуртинского лесничества составлены таблицы хода роста пихтовых древостоев III класса бонитета и биологической продуктивности, отражающей динамику фракционного состава фитомассы в них. Построенный норматив позволит проводить планирование лесохозяйственных мероприятий и экологический мониторинг в условиях данного района.

### Биографические ссылки

1. Андреев Г. В., Иванова Н. С. Естественное возобновление ели и пихты сибирской под пологом темнохвойных лесов Южного Урала // Лесная таксация и лесоустройство. 2008. № 2 (40). С. 25–28.
2. Замолотчиков Д. Г., Уткин А. И., Коровин Г. Н. Конверсионные коэффициенты фитомасса / запас в связи с дендрометрическими показателями и составом древостоев // Лесоведение. 2005. № 6. С. 73–81.
3. Третьяков Н. В. Методы исследования динамики древостоев данного типа леса. Л. : ЛТА, 1956. 51 с.
4. Биологическая продуктивность лесов Урала в условиях техногенного загрязнения. Исследование системы связей и закономерностей / В. А. Усольцев [и др.]. Екатеринбург, УГЛТУ, 2012. 366 с.
5. Щепаченко Д. Г. Биологическая продуктивность и бюджет углерода лиственничных лесов Северо-Востока России : автореф. ... дис. д-ра биол. наук : 03.00.16 / Моск. гос. ун-т леса. М., 2005. 47 с.

© Сулытсон С. М., Михайлов П. В., Романов И. И., 2019

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА В ХВОЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**

М. А. Суслина, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: [Insuntsova@mail.ru](mailto:Insuntsova@mail.ru)

*Дана оценка воздействия городской среды на содержание пигментов в хвое лиственницы сибирской.*

*В ходе нашего исследования определялась концентрация хлорофиллов «a», «b», их суммы «a + b», отношения «a/b» и суммы каротиноидов. Результаты лабораторных исследований по пигментному составу лиственницы сибирской, произрастающей в различных экологических условиях г. Красноярска показали существенное снижение концентрации ключевых пигментов, которое зависело от района произрастания.*

*Ключевые слова: пигменты, хлорофилл, каротиноид, лиственница сибирская.*

## **CHANGE OF THE PIGMENT COMPLEX IN THE NEEDLES OF LARIX SIBIRICA IN THE CONDITIONS OF THE TECHNOGENOUS ENVIRONMENT OF KRASNOYARSK**

M. A. Suslina, L. N. Suntsova, E. M. Inshakov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: [Insuntsova@mail.ru](mailto:Insuntsova@mail.ru)

*The article assesses the impact of the urban environment on the content of pigments in the needles of Siberian larch Larix sibirica.*

*During our study, the concentration of chlorophylls “a”, “b”, their sum “a + b”, the ratio “a / b” and the sum of Larix sibirica carotenoids were determined. The results of laboratory studies on the pigment composition of growing in different environmental conditions of the city of Krasnoyarsk.*

*Keywords: pigments, chlorophyll, carotenoid, Larix sibirica.*

Антропогенные воздействия способствуют ухудшению окружающей среды. Растения в урбозкосистемах поглощают и осаждают пыль, создают микроклимат, защищают от шума, выделяют кислород. Показано что, физиолого-биохимические свойства ассимилирующих органов служат для ранней диагностики состояния растений [4].

Они не только определяют рост и репродукцию, но и быстро реагируют на изменения состава окружающей среды. Одним из таких показателей является содержание хлорофиллов и каротиноидов, по их содержанию можно судить об адаптационных возможностях растений в изменяющихся экологических условиях [4].

Пигментный состав считается информативным и довольно часто используемым параметром, определяющим состояние фотосинтетического аппарата растений [2]. Вариации пигментов приводят к изменению активности фотосинтетического аппарата, скорости



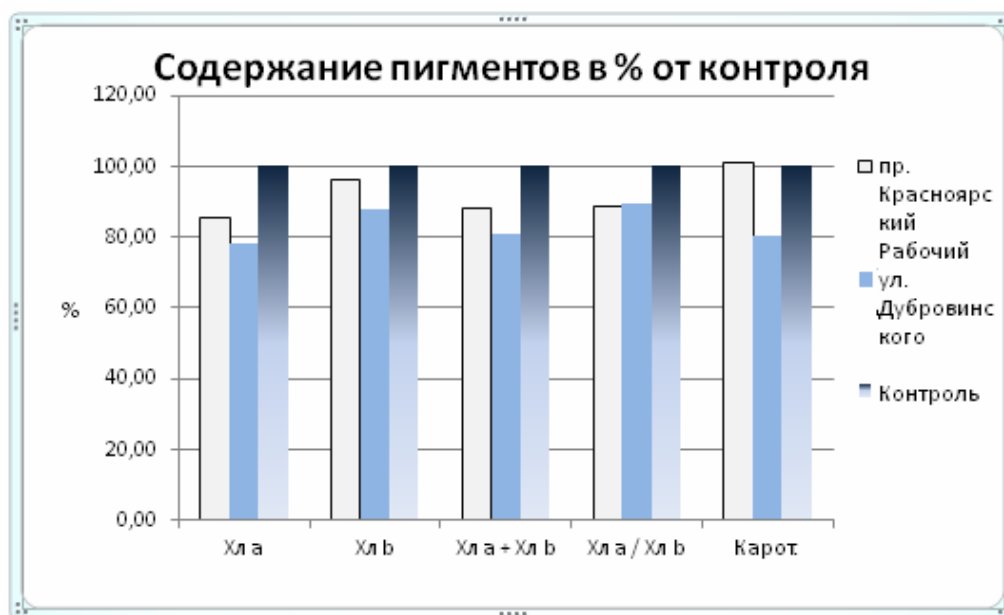
накопления ассимилянтов, и по цепи физиолого-биохимических процессов вызывают изменения в росте и продуктивности растений. Токсичные вещества, поступающие в атмосферу от предприятий и автотранспорта, уменьшают количество хлорофилла и каротиноидов, а также способствуют изменениям в структуре мембран хлоропластов, что негативно отражается на фотосинтезе [3].

Целью данного исследования явилось изучение пигментного комплекса в хвое лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) в условиях г. Красноярска.

Исследования проводились в июле 2016 г. в различных функциональных зонах города, отличающихся уровнем загрязнения атмосферного воздуха: просп. им. газ. «Красноярский Рабочий» (ост. ДК 1 мая); ул. Дубровинского; Дендрарий СибГУ им. М. Ф. Решетнева – являлся контролем. Объектом исследования являлась лиственница сибирская (*Larix sibirica*), находящаяся в составе городских насаждений г. Красноярска.

Хлорофилл *a* – главный функциональный пигмент, служащий донором энергии для фотосинтезирующих реакций, остальные пигменты лишь передают поглощенную ими энергию этому хлорофиллу [6].

Нами проведено исследование содержания хлорофиллов *a*, *b*, их суммы  $a + b$ , отношения  $a / b$  и суммы каротиноидов в хвое лиственницы сибирской. Результаты, полученные в ходе изучения пигментного состава хвои исследуемого вида, представлены на рисунке.



Содержание пигментов в хвое лиственницы сибирской в % от контроля

Исследования показали, что наименьшее содержание хлорофилла *a* наблюдается на ул. Дубровинского и на просп. им. газ. «Красноярский Рабочий», что составило по сравнению с контролем разницу на 21,6 и 14,78 % соответственно. Понижение хлорофилла *b* на – 12,31 и 3,71 % соответственно. Наблюдается динамика снижения хлорофилла *a* и *b* в наиболее загрязненных районах города. Самая неблагоприятная обстановка приходится на улицу Дубровинского, где количественный показатель хлорофилла *a* самый низкий, поскольку насаждения лиственницы сибирской расположены близко к автомагистрали, что неблагоприятно сказывается на пигментном составе растений.

Содержание каротиноидов было минимальным на улице Дубровинского, и отличалось от контрольных значений на 19,74 %. Известно, что каротиноиды обладают защитной функцией: каротиноиды в антенном комплексе и реакционном спектре выполняют уникальную защитную функцию, которая связана с тушением возбужденных триплетных состояний

хлорофилла и синглетного кислорода; фотопротекторная функция, состоит в защите фотосинтетического аппарата от излишка энергии возбуждения при высокой интенсивности света, поэтому снижение их концентрации свидетельствует о неблагоприятном факторе среды [5]. Уменьшение доли каротиноидов может быть связано как со светозащитной функцией, так и с защитой от вредных поллютантов [1].

Таким образом, с увеличением антропогенной нагрузки происходило снижение количественного состава пигментов по сравнению с контрольными условиями. В наиболее загрязненном районе ул. Дубровинского обнаружено существенное снижение всех ключевых пигментов фотосинтеза.

### **Библиографические ссылки**

1. Белова Т. А., Краснопивцева А. Н. Физиологические основы адаптации пигментной системы древесных растений к условиям светового климата городской среды // Auditorium. 2016. № 4 (12). С. 10–13.
2. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск : Наука, 1979. 280 с.
3. Сарбаева Е. В., Воскресенская О. Л. Некоторые аспекты устойчивости туи западной в городских экосистемах [Электронный ресурс]. 2008. URL: <https://marsu.ru/science/libr/resours/thuja/gl5.html> (дата обращения: 01.03.2019).
4. Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Древесные растения в условиях техногенной среды г. Красноярск // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV, № 1. С. 95–99.
5. Черкашина М. В., Петухова Г. А. Влияние техногенной нагрузки на изменение содержания пигментов фотосинтеза и степени окраски древесных и травянистых растений // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 5. С. 81–82.
6. Алябышева Е. А., Сарбаева Е. В., Воскресенская О. Л., Воскресенский В. С. Экологическая оценка городской среды : учеб. пособие / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2013. 96 с.

© Суслина М. А., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М., 2019

## **ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЙ МАССИВА «БЕРЕЗОВАЯ РОЩА» ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**

А. Н. Ткаченко, Н. Т. Спицына

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: NTSpi1711@mail.ru

*Состояние живого напочвенного покрова выступает в качестве показателя дигрессионных изменений городских рекреационных березняков.*

*Ключевые слова: насаждение, рекреация, живой напочвенный покров, дигрессионные изменения.*

## **LIVE GROUND COVER OF RECREATIONAL PLANTINGS OF THE BIRCHWOOD ARRAY OF CITY OF KRASNOYARSK**

A. N. Tkachenko, N. T. Spitsyna

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: NTSpi1711@mail.ru

*The condition of a live ground cover acts as an indicator of digressionny changes of city recreational birch forests.*

*Keywords: planting, recreation, live ground cover, digressionny changes.*

Экология миллионного города Красноярск во многом зависит от состояния городских и пригородных лесов, поскольку лесные насаждения зеленой зоны выполняют важнейшие санитарно-гигиенические функции и одновременно активно используются населением для отдыха.

Лесной массив «Березовая роща» с множеством рекреационных объектов находится на западной стороне города и примыкает к жилой зоне, научным и учебным центрам (СФУ, Академгородок, СибГУ им. М. Ф. Решетнева). Насаждения представлены березовыми и сосновыми формациями и удобны для отдыха городских жителей.

По мере увеличения, как общей численности населения города, так и жителей примыкающих микрорайонов, отмечается интенсивное рекреационное использование этих лесов, имеющее негативные последствия. Нарушение целостности напочвенного покрова вызывает уплотнение почвы с подавлением жизнедеятельности и уменьшением массы активных корневых окончаний у древесной, кустарниковой и травянистой растительности.

Известно, что травяной покров является индикатором лесорастительных условий и в некоторой степени – регулятором микроклиматических и микробиологических процессов в лесу: влияет на температуру и влажность почвы, на задержание осадков, испарение влаги из почвы, формирование лесной подстилки [1].

Рекреация, в первую очередь, оказывает большое влияние как раз на этот компонент леса. Поэтому интенсивность этой антропогенной нагрузки определяет в большой степени флористический состав, проективное покрытие, обилие и фитомассу составляющих травяной видов [2].

Степень рекреационной дигрессии в научной литературе принято выражать через стадии, которые разные авторы устанавливают от трех до пяти. Каждой стадии соответствует определенная система признаков нарушений в фитоценозе [1; 3; 4].

При установлении стадий рекреационной дигрессии насаждений, в качестве определяющего фактора используется такой показатель, как суммарная площадь троп и вытопанных участков [2–5].

Для изучения состояния живого напочвенного покрова нами были заложены 5 пробных площадей в березняках, из которых 4 – в насаждениях с разной степенью вытоптанности (от 10 до 45 % территории) и 1 – контрольная (без видимых признаков нарушений). Исследовались насаждения в возрасте 80–90 лет, II–III классов бонитета, с полнотой 0,4–0,7, средними высотой 22–27 м и диаметром 30–38 см, с запасами стволовой древесины – 120–330 м<sup>3</sup>/га.

Мы проследили, что отношение различных видов живого напочвенного покрова к вытаптыванию неодинаково: исчезают лесные и лесолуговые виды: костянка каменистая, горошек мышиный, клевер люпиновый, мытник перевернутый, кровохлебка лекарственная, осочка большехвостая и другие (табл. 1). Большинство этих растений имеют хрупкие наземные органы, легко повреждаемые отдыхающими, а также поверхностную корневую систему, плохо переносящую уплотнение почвы; кроме того, многие виды растений срываются на букеты. Вместо исчезающих видов приходят рудеральные, с повышенной антропопотолерантностью: подорожник средний, подорожник большой, клевер полевой, клевер ползучий.

Таблица 1

**Встречаемость видов живого напочвенного покрова на пробных площадях**

| Виды живого напочвенного покрова   | Номер пробной площади/ вытоптанность территории, % |    |    |    |   | Экологическая группа <sup>*)</sup> |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|----|----|----|---|------------------------------------|
|                                    | 1                                                  | 2  | 3  | 4  | 5 |                                    |
|                                    | 45                                                 | 25 | 20 | 10 | – |                                    |
| Подмаренник северный               | +                                                  |    |    | +  | + | лл                                 |
| Кровохлебка лекарственная          |                                                    | +  |    |    | + | лл                                 |
| Горошек однопарный                 | +                                                  |    | +  | +  | + | лл                                 |
| Горошек мышиный                    |                                                    |    | +  | +  | + | лл                                 |
| Купена лекарственная               |                                                    |    | +  |    |   | лл                                 |
| Клевер люпиновый                   |                                                    |    | +  | +  | + | лл                                 |
| Чина Фролова                       | +                                                  |    |    | +  | + | лл                                 |
| Клевер луговой                     |                                                    |    | +  |    | + | лл                                 |
| Василистник малый                  |                                                    | +  |    |    | + | лл                                 |
| Клубника зеленая                   |                                                    | +  |    | +  |   | лл                                 |
| Полынь обыкновенная                | +                                                  | +  | +  | +  |   | лл                                 |
| Тысячелистник обыкновенный         | +                                                  | +  | +  | +  |   | луг                                |
| Медуница мягчайшая                 | +                                                  |    |    | +  | + | л                                  |
| Герань ложносибирская              |                                                    |    | +  | +  | + | л                                  |
| Костянка каменистая                |                                                    | +  | +  | +  | + | л                                  |
| Княжик сибирский                   |                                                    | +  |    |    | + | л                                  |
| Осочка большехвостая               |                                                    |    |    |    | + | л                                  |
| Мытник перевернутый                |                                                    |    | +  | +  | + | л                                  |
| Подорожник средний                 | +                                                  | +  |    |    |   | с                                  |
| Клевер ползучий                    | +                                                  | +  |    |    |   | с                                  |
| Клевер полевой                     |                                                    |    |    | +  | + | с                                  |
| Прочие виды встречающиеся единично | +                                                  | +  | +  | +  | + |                                    |

\* Примечание: лл – лесолуговые; л – лесные виды; луг – луговые; с – сорные виды.

Эти видоизменения в составе травостоя отразились на проективном покрытии и запасах надземной фитомассы (табл. 2). На участках, интенсивно используемых в рекреационных целях не так значительно изменялась численность видов в травостое, по сравнению

с контрольным, но заметно изменилось соотношение экологических групп. Если на контроле лесные и лесолуговые виды составляют 100 %, а луговые и сорные отсутствуют, то по мере увеличения рекреации количество лесных и лесолуговых видов уменьшается до 75 %, зато на долю луговых приходится 13 % всех видов. На контроле эта экологическая группа отсутствует. Так по мере увеличения вытоптанности до 45 %, количество сорных и луговых видов увеличивается до 25 %. Анализируя соотношение экологических групп, следует отметить, что наибольшую фитомассу травостоя имеют насаждения на пробных площадях, где преобладают лесные, лесолуговые и луговые виды (0,59–1,2 т/га). В целом запасы травостоя в этих насаждениях изменяются от 0,5–1,2 т/га в абсолютно сухом состоянии. По мере того, как в живом напочвенном покрове увеличивается доля луговых и сорных, не способных в полной мере восполнить запасы вытесненных из травостоя видов, фитомасса уменьшается. С увеличением площади троп и вытоптаных участков проективное покрытие живого напочвенного покрова снижается со 100 до 55 %.

Таблица 2

**Изменение живого напочвенного покрова в насаждениях под влиянием рекреационных нагрузок**

| № проб-<br>ной<br>площа-<br>ди | Живой напочвенный покров   |                                      |                    |                |                  |                  |         |        |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|---------|--------|
|                                | пло-<br>щадь<br>троп,<br>% | проек-<br>тивное<br>покры-<br>тие, % | фитомасса,<br>т/га | всего,<br>штук | количество видов |                  |         |        |
|                                |                            |                                      |                    |                | в том числе, %   |                  |         |        |
|                                |                            |                                      |                    |                | лесных           | лесолу-<br>говых | луговых | сорных |
| 1                              | 45                         | 55                                   | 0,49±0,05          | 8              | 50               | 25               | 13      | 12     |
| 2                              | 25                         | 75                                   | 0,80±0,10          | 9              | 44               | 33               | 12      | 11     |
| 3                              | 20                         | 80                                   | 0,59±0,07          | 10             | 40               | 50               | 10      | –      |
| 4                              | 10                         | 90                                   | 0,89±0,07          | 13             | 38               | 54               | 8       | –      |
| 5                              | 0                          | 100                                  | 1,19±0,05          | 15             | 60               | 40               | –       | –      |

Таким образом, можно сделать выводы, что воздействие рекреационных нагрузок, которым подвержена в той или иной мере значительная часть массива «Березовая роща», в первую очередь отражается на состоянии живого напочвенного покрова. С увеличением площади троп отмечается снижение проективного покрытия, видоизменяется состав внедрением рудеральных видов, что снижается его фитомасса. Состояние этого компонента леса свидетельствует о признаках деградации массива «Березовая роща».

### Библиографические ссылки

1. Таран И. В., Спиридонов В. Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск : Наука, 1997. 181 с.
2. Рысин Л. П., Золотова Ф. Н. К методике определения продуктивности надземной части травяного покрова // Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения хозяйства в лесопарковых условиях Подмосковья. М. : Наука, 1968. С. 138–144.
3. Дыренков С. А. Изменение лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования. М. : Наука, 1983. С. 20–34.
4. Россомехин В. И. Изменение лесной среды под воздействием рекреационного использования // Лесхоз. информ. 1977. № 10. С. 13.
5. Савицкая С. Н. О рекреационной дигрессии пригородных лесов // Ботанический журнал. 1978. № 12. С. 1710–1720.

© Ткаченко А. Н., Спицына Н. Т., 2019

## ХАРАКТЕР ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ ПОД ПОЛОГОМ СМЕШАННЫХ СОСНОВО-ЕЛОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. И. Чудецкий

Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция»  
Российская Федерация, 156013, г. Кострома, просп. Мира, 134  
E-mail: a.chudetsky@mail.ru

*Приведены результаты исследований состояния возобновления ели под пологом 23-летних смешанных сосново-еловых культур в юго-западной части Костромской области. Выявлена зависимость характера возобновления от различных факторов.*

*Ключевые слова:* смешанные лесные культуры, ель, возобновление, подрост, рубки ухода.

## THE CHARACTERISTIC OF SPRUCE RENEWAL UNDER THE CANOPY OF MIXED PINE-SPRUCE CROPS IN THE CONDITIONS OF THE KOSTROMA REGION

A. I. Chudetsky

Branch of ARRISMF "Central European Forest Experiment Station"  
134, Mira Av., Kostroma, 156013, Russian Federation  
E-mail: a.chudetsky@mail.ru

*The article presents the results of studies of the state of spruce renewal under the canopy of 23-year-old mixed pine-spruce crops in the south-western part of the Kostroma region. The dependence of the nature of the resumption of various factors.*

*Keywords:* mixed-species forest crops, spruce, renewal, undergrowth, thinning.

**Введение.** В отечественной и мировой и практике лесного хозяйства имеет место создание смешанных лесных культур хвойных пород [1–3]. Для Костромской области главными хвойными породами являются ель и сосна, которые обладают высокой производительностью и удовлетворяют потребностям хозяйства в сортиментах древесины. Характер возобновления этих древесных пород под пологом смешанных культур может сильно отличаться от однопородных и варьироваться в зависимости от разных факторов влияния.

**Цель исследований** – изучить характер возобновления ели под пологом молодых смешанных сосново-еловых насаждений искусственного происхождения, с учетом проведенных лесоводственных мероприятий и пространственного размещения культур.

**Объекты и методы.** Исследования проводились в юго-западной части Костромской области, в Красносельском районе. Почвы – среднесуглинистые, дерново-подзолистые. Гидрологический режим территории обусловлен сетью рек Волга и Кешка, обеспечивающих хороший дренаж. Обследованы участки смешанных культур сосны и ели в возрасте 23 лет, созданных по схеме размещения 3,0×0,7 м с изначальной густотой посадки 4000 шт./га и составом 6Е4С при чередовании рядов ели и сосны 2:1. Объекты исследований находятся в кислой группе типов леса, типе лесорастительных условий – С3. Заложено 3 пробные площади размером 50×50 м [4]. Определение особенностей таксационных характеристик насаж-

дений в связи с состоянием подростка, возобновления и подлеска, а также оценка почвенно-гидрологических условий, осуществлялись с использованием методики комплексного изучения лесных насаждений [5]. Статистическая обработка данных проводилась при помощи программного пакета Microsoft Office 2010.

**Результаты исследований.** На ПП № 1 и № 2 ряды культур расположены с севера на юг, на ПП № 3 – с запада на восток. На ПП № 1 ранее проводились осветления (в возрасте 6 и 8 лет) и прочистки (в возрасте 15 лет) в отличие от двух других участков, на которых проводились только осветления. К 23-летнему возрасту доля участия ели в составе культур заметно уменьшилась.

В табл. 1 приведено сравнение состава древостоя смешанных сосново-еловых культур в разном возрасте с учетом проведенных лесоводственных мероприятий.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика состава древостоя сосново-еловых культур в разном возрасте**

| № п/п | Состав насаждения |              | Пространственное расположение культур | Проведенные рубки ухода и возраст их проведения |
|-------|-------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
|       | 5 лет             | 23 года      |                                       |                                                 |
| 1     | 6Е4С+Б            | 5С3Е2Б       | С–Ю                                   | Осветление (6; 8 лет)                           |
| 2     | 6Е4С+Б            | 7С2Е1Б       | С–Ю                                   | Осветление (6; 8 лет); прочистка (15 лет)       |
| 3     | 6Е4С              | 5С4Б1Е ед.Ос | З–В                                   | Осветление (6; 8 лет)                           |

В табл. 2 представлена характеристика возобновления ели под пологом 23-летнего сосново-елового насаждения искусственного происхождения.

Таблица 2

**Характеристика возобновления ели под пологом 23-летних смешанных сосново-еловых культур**

| № п/п | Состав подростка | Порода | Средняя высота, м | Численность, шт./га |                                 |         |         |         |         |         |
|-------|------------------|--------|-------------------|---------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|       |                  |        |                   | Всего               | в том числе по группам высот, м |         |         |         |         |         |
|       |                  |        |                   |                     | до 0,2                          | 0,2–0,5 | 0,6–1,0 | 1,1–1,5 | 1,6–2,0 | 2,1–3,0 |
| 1     | 8Е1Б1Ос+С        | Е      | 0,7               | 3700                | 625                             | 1750    | 650     | 675     | –       | –       |
| 2     | 5Е3Б2Ос+С        | Е      | 0,5               | 1825                | 1350                            | 150     | 100     | 125     | 75      | 25      |
| 3     | 6Б3Е1С+Ос        | Е      | 0,4               | 950                 | 600                             | 275     | 50      | –       | 25      | –       |

Подрост ели высотой от 0,5 м и выше встречается в основном на прогалинах, его наибольшая численность (1 325 шт./га) наблюдается на участке с расположением рядов культур с севера на юг без проведения прочисток, на остальных участках – подростка существенно меньше (50...325 шт./га). Возобновление ели в высотой до 0,5 м отмечается в междурядьях, его наибольшая численность (3 175 шт./га) – на участке насаждения с расположением рядов с севера на юг и с проведением прочисток. Наименьшая численность елового возобновления (950 шт./га) выявлена на участке с расположением рядов с запада на восток без проведения прочисток.

Наличие редкого подлеска (количество кустов – от 490 до 1 730 шт./га) со средней высотой 0,3–1,0 м наблюдается только в междурядьях и представлено рябиной, малиной, крушиной ломкой, бересклетом бородавчатым, дубом.

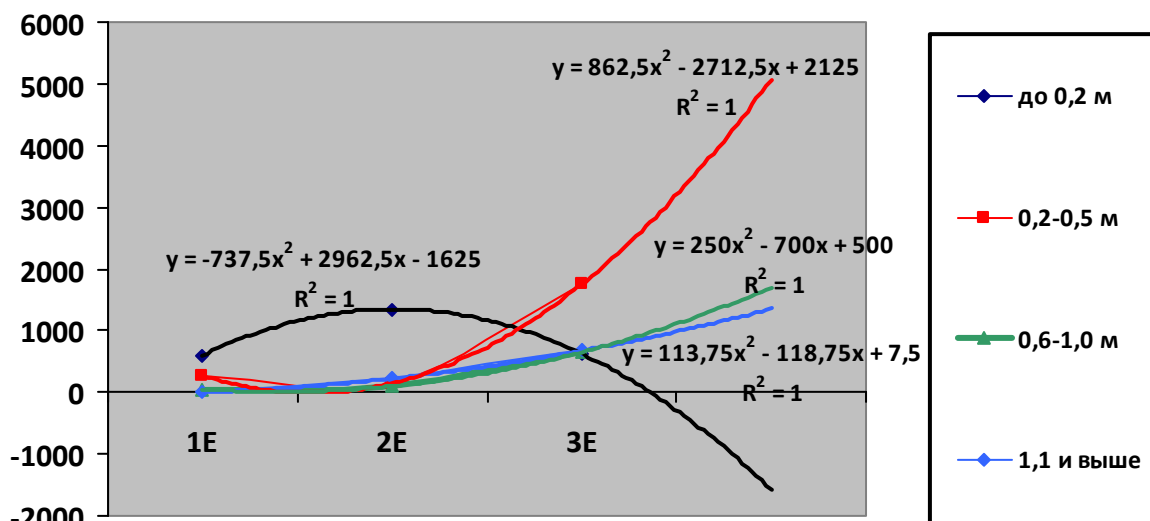
Установлены полиномиальные зависимости, отображающие изменение численности возобновления ели в разных группах высот от изменения доли участия породы в составе насаждений (см. рисунок).

Получены следующие уравнения, показывающие зависимость численности возобновления ели в разных группах высот от доли участия породы в составе древостоя:

– для возобновления ели высотой до 0,2 м:  $y = -737,5x^2 + 2962,5x - 1625$ ;

- для елового подроста высотой от 0,2 до 0,5 м:  $y = 862,5x^2 - 2712,5x + 2125$ ;
- для елового подроста высотой от 0,5 до 1,0 м:  $y = 250x^2 - 700x + 500$ ;
- для елового подроста высотой выше 1,0 м:  $y = 113,75x^2 - 118,75x + 7,5$ .

Значение коэффициента достоверности аппроксимации  $R^2 = 1$  для всех уравнений подтверждает достоверность полученных результатов.



Зависимость численности возобновления ели (шт./га) разной высоты от доли участия породы в древостое 23-летних смешанных сосново-еловых культур

**Заключение.** Таким образом, на количество возобновления ели под пологом молодых смешанных сосново-еловых культурах оказывают влияние доля участия ели в составе насаждений, географическое расположение рядов культур и наличие ранее проведенных рубок ухода. Большая численность возобновления ели наблюдается при расположении культур с севера на юг.

### Библиографические ссылки

1. Nichols J. D., Bristow M., Vanclay J. K. Mixed Species Plantations: Prospects and Challenges // Forest Ecology and Management, 2006. Vol. 233. Pp. 383–390.
2. Wilson S. McG., Cameron A. D. Alternative Models for Productive Upland Forestry. Model 2: Sitka Spruce Mixtures with Alternative Conifers // Productive Upland Forestry, 2015. Vol. 69, No. 1. Pp. 26–32.
3. Данченко А. М., Кабанова С. А., Данченко М. А., Мясников А. Г. Перспективы создания смешанных лесных культур (на примере Северного Казахстана) // Фундаментальные исследования. 2014. № 6, ч. 1. С. 87–91.
4. ОСТ 56-69–83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введ. 1983–05–23. М. : Экология, 1992. 17 с.
5. Разработка экологически безопасных и экономически эффективных региональных систем ведения лесного хозяйства и технологий, обеспечивающих повышение продуктивности и устойчивости лесов / сост. В. И. Желдак. М. : ВНИИЛМ, 2001. 79 с.

© Чудецкий А. И., 2018



## РАЗВИТИЕ ГРИБНОГО ТУРИЗМА НА ООПТ БЕЛАРУСИ

Я. А. Шапорова

Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13/а  
E-mail: Shaparava@yandex.ru

*Микобиота, в лесных экосистемах ООПТ Беларуси, исследована достаточно хорошо и она является уникальными для Европы. Однако при организации на данных территориях туристической деятельности ее потенциал на современном этапе мало задействован.*

*Ключевые слова: лесистость, микобиота, познавательный туризм, грибной туризм.*

## DEVELOPMENT OF MUSHROOM TOURISM IN SPNA BELARUS

Ya. A. Shaparava

Belarusian State Technological University  
13/a, Sverdlov Str., Minsk, 220030, Republic of Belarus  
E-mail: shaparava@yandex.by

*Mycobiota, in the forest ecosystems of the protected areas of Belarus, has been studied quite well and is unique in Europe. However, when organizing tourism activities in these areas, its potential at the present stage is little involved.*

*Ключевые слова: forest cover, mycobiota, cognitive tourism, mushroom tourism.*

**Введение.** В Беларуси леса являются одним из важнейших национальных богатств. Они составляют основу возобновляемых природных ресурсов республики, имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны и обеспечения ее экономической, энергетической, экологической и продовольственной безопасности. По ряду ключевых показателей, характеризующих лесной фонд (лесистость территории, площадь лесов и запас растущей древесины в пересчете на одного жителя), Беларусь входит в первую десятку лесных государств Европы. Согласно данным Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь лесистость территории республики достигла в 2018 г. 39,8 % (увеличилась на 4,3 %) по сравнению с 1994 г. [1]. Для сохранения уникальных экотопов в том числе и лесных (аналогов которых не существует в Европе), разработана система ООПТ.

В законодательстве Республики Беларусь термин «особо охраняемые природные территории» (ООПТ) четко сформулирован в Законе Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» (20 октября 1994 г. № 3335-XII), где под ними понимается – часть территории Республики Беларусь с уникальными, эталонными или иными ценными природными комплексами и объектами, имеющими особое экологическое, научное и/или эстетическое значение, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования. На 1 января 2018 года система ООПТ Беларуси включала один биосферный заповедник, четыре национальных парка, более 370 заказников и 880 памятников природы республиканского и местного значения – это более 1,8 млн га, что составляет 8,72 % от общей площади страны. В структуру ООПТ входят экосистемы: внутренних вод (примерно 5 %), луговые (17 %), болотные (20 %) и разнообразные лесные (около 58 %) соответственно.

В Беларуси также действует Национальная стратегия развития системы особо охраняемых природных территорий до 1 января 2030 г. Ее положения направлены не только на обеспечение сохранения видового разнообразия и генофонда, но и отдельным пунктом в документе указано, что ООПТ должны активно участвовать в устойчивом развитии нашей страны [2]. Одним из механизмов достижения желаемого результата на данных территориях может быть – туризм. Однако уже первые годы действия принятой программы показали некоторые ее недоработки, а именно недочеты в положениях по организации туристско-рекреационной деятельности на ООПТ. Констатировался тот факт, что не в полной мере используются имеющиеся рекреационные и природные ресурсы данных территорий, для развития различных видов и направлений туризма. Отмечалось, что требуется более тесное взаимодействие между государственными природоохранными учреждениями и профессиональными участниками рынка туристических услуг, местным населением, в том числе субъектами агроэко-туризма, а также научными организациями. Вследствие этого Постановлением Совмина от 21.01.2017 г. № 56, вступившим в силу с 26 января 2017 г., были внесены стратегические изменения по направлениям развития туризма на ООПТ. Предполагается, что 2030 г., ООПТ будут принимать до 80 % туристического потока страны [3].

Из выше изложенного видно, что в Беларуси создана необходимая нормативная база для активного развития различных видов туристической деятельности на ООПТ с учетом их природоохранной функции. Изначально любые создаваемые туристические продукты на данных территориях должны иметь минимальное потребление экологических ресурсов, но максимально использовать общение с живой природой. Единственный выход здесь видится в развитии не массовых, а альтернативных видов туризма, которые способствовали бы достижению главной цели – охране природных комплексов, и одновременно помогали бы решать задачи, связанные с экологическим просвещением и получением рекреационного эффекта. Поэтому туристской специализацией на охраняемых территориях должно быть обслуживание туристов, для которых главными видами рекреации являются знания. Следовательно, одним из приоритетных направлений туризма здесь может выступать – познавательный, который способствует привлечению на отдых образованных людей и популяризирует среди различных слоев населения экологические знания. Одними из видов такого туризма, которым в национальной стратегии уделяется внимание, являются научный и ботанический туризм.

**Основная часть.** Традиционно, не в научных кругах на постсоветском пространстве, в том числе и в Беларуси, грибы, а также все аспекты их изучения и использования, рассматриваются в рамках ботанической составляющей. Поэтому можно утверждать, что понятие «ботанического туризма» включает в себя и «грибной туризм». (Следует, отметить, что в современном растительном покрове Беларуси сосудистых растений – 1680, мохообразных – 442, лишайников – 477, а грибов (микобиота) более 7000 видов [4]).

Грибы, в широком понимании, являются перспективным объектом, для вовлечения их в различные виды туризма, поскольку, как обязательные компоненты природы, были традиционно широко представлены в различных областях жизни и деятельности белорусов.

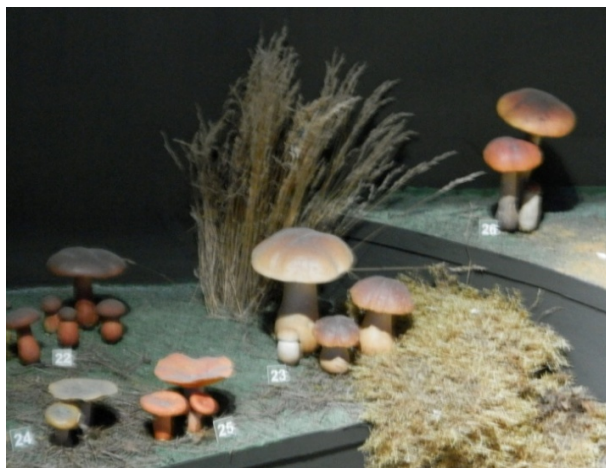
Во многих литературных произведениях можно прочесть: «пошли в лес за грибами...». В такой поход, как правило, отправлялись дети разных возрастов. Часто сбор грибов включал в себя некий элемент соревнования: «кто быстрее...», «кто больше...» и т. д. Старшие делились знаниями с младшими, учили их узнавать виды, показывали места произрастания и т. п. Взрослые члены семьи также участвовали в сборе грибов, преимущественно в осеннее время, когда накал работы в поле несколько спадал. Для них данная деятельность выступала своеобразной терапией; известно, что сбор грибов называют «тихой охотой». В настоящее время для Беларуси характерным является преобладание самостоятельных грибников-туристов, особенно в сезон роста и развития съедобных грибов, их сосредоточение наблюдается в лесных массивах вблизи крупных городов.

Вместе с тем, проанализировав деятельность крупных туристических фирм в г. Минске, нами не было установлено ни одного предложения с их стороны по проведению туров для организованных групп по сбору и изучению грибов в сезоны 2017–2018 гг. Заслуживает внимания тот факт, что с 2017 г. НП «Браславские озера» выступает с конкретным предложением специализированного тура грибной тематики «Тихая охота за грибами» (трехдневный, численность группы до 30 человек). Другие национальные парки декларируют о возможности сбора грибов на своей территории, однако конкретных предложений (туры, экскурсии, квесты и т. п.) в разделе «Туризм» на официальных сайтах не приводят.

Следует отметить, что в последние годы туристический рынок стал проявлять инициативу по реализации программ с участием детей. Они предлагают разнообразные образовательно-познавательные туры для младшего и среднего школьного возраста с обязательным наличием квест- или анимационных компонент по грибной тематике, которые востребованы учащимися столичных школ. Однако данные предложения не реализуются на территории близ расположенных ООПТ.

Национальные парки проводят некоторую работу по использованию компоненты микобиоты для раскрытия туристического потенциала своих территорий. Ими в непосредственном взаимодействии с научными организациями и профильными вузами страны осуществляется установление видового состава различных групп грибов. На сегодняшний день по итогам этих исследований опубликовано ряд обобщающих монографий и сводок [5–8]. Также здесь проведена ревизия редких и охраняемых видов грибов, материалы вошли в соответствующие статьи Красной книги Республики Беларусь [9].

Признанным лидером на территории Беларуси по вовлечению микобиоты в грибной туризм является ГПУ «НП «Беловежская пуща»». В Музее природы данного учреждения действует постоянная экспозиция муляжей различных видов макромицетов, в том числе и шляпочных агарикоидных грибов. Экспонаты, выполненные художником А. Ф. Манаевым очень реалистичны, так что посетители принимают их за естественные объекты (см. рисунок).



Муляжи шляпочных грибов Музее природы НП «Беловежская пуща»

Здесь же на стендах размещаются и афиллофороидные грибы в засушенном виде (в основном трутовые), которые были собраны известным микологом Михалевичем Павлом Кирилловичем в Беловежской пуще еще в 60-е годы XX ст. Под его руководством также заложена традиция организации микологических выставок, в период массового плодоношения грибов, начиная с 1973 г. Причем, эти экспозиции были передвижные и демонстрировались как в небольших городах Брестской области, так и самом Бресте и Минске. С 1976-го в их подготовке и работе активное участие принимали школьники – члены микологической

секции научного общества Каменюкской средней школы (находится на территории пуши), а в 1983 г. школьники из Каменюк провели такую выставку и представили свои рефераты по грибам на ВДНХ в Москве, где получили 20 медалей. К сожалению М. П. Михалевич рано ушел из жизни, однако традиция выставок живых грибов, заложенная им, сохранена в эколого-образовательном центре Беловежского национального парка (Польша). Здесь ежегодно устраивают показ различных видов «живых» грибов, собранных в Беловежской пушце, в том числе и на территории Беларуси. Как указывают официальные источники, за два дня ее посещают около 2000 экскурсантов. НП «Беловежская пушча» предоставляет также экспонаты для специализированных грибных экспозиций, которые организуются периодически Брестским областным краеведческим музеем.

ГПУ «Национальный парк “Беловежская пушча”» и ГПУ «Березинский биосферный заповедник» в последние 5–10 лет являются традиционным местом проведения международных конференций по вопросам изучения биоразнообразия и природопользования, в том числе и грибов. Данные мероприятия являются важной составляющей для продвижения идей научно-познавательного туризма. Этот вид туризма как в национальных парках и заповеднике, так и на других ООПТ Беларуси может быть одним из приоритетных в плане вовлечения микобиоты, поскольку сохранившиеся уникальные лесные экосистемы являются притягательными объектами для изучения учеными-микологами.

В нашем государстве широко развернута программа организации экологических троп различной направленности, которые рассчитаны на все возрастные категории, начиная с детей дошкольного возраста и заканчивая взрослым населением. По территории всех национальных парков, заповедника и заказников республиканского значения они проложены. Проанализировав объекты показа на организованных тропах, мы пришли к выводу, что грибной потенциал на них мало представлен. Одной из причин констатируемой ситуации являться нехватка специалистов среди гидов-экскурсоводов, владеющих в достаточной степени знаниями в области микологии. Для этого необходима подготовка кадров, которые могли бы в полном объеме представить удивительный мир грибов для туристов. «Грибная» тема на экологической тропе может включать в себя ряд подтем, например: «Съедобные и ядовитые грибы», «Виды грибов, внесенные в Красную книгу», «Грибы на деревьях», «Фитопатогенные грибы», «Фунготерапия» и другие [10].

Популярной формой праздников для населения являются фестивали, однако «грибные» – на ООПТ Беларуси пока явление очень редкое. К сожалению, удачный опыт организации и проведения ежегодного соревнования-фестиваля (п. Дретунь, Полоцкий р-н, Витебская обл.) не используется на рассматриваемых объектах. Примером, включения в программу мероприятия «грибного компонента», служит Международный фестиваль этнокультурных традиций «Кліч Палесся» («Зов Полесья»), одним из организаторов которого является НП «Припятский». Участники (местные жители) демонстрируют блюда, в которых используются «дары леса».

Грибы всегда широко были представлены в национальной кухне белорусов. Это предопределялось тем, что во время постов использование мяса категорически запрещалось, а для придания аромата и вкуса крупяным яствам широко применялись сушеные грибы. На сегодняшний день пункты общественного питания в Беларуси в основном предлагают грибные блюда на основе культивируемых представителей (шампиньон, вешенка, шиитаке). Поэтому, то в ряд кафе и ресторанов, расположенных на территории национальных парков, имеющих в своем меню блюда белорусской кухни с использованием грибов-дикоросов (последние заготавливаются местными жителями на коммерческой основе), пользуются как у самих белорусов, так и гостей ближнего и дальнего зарубежья.

**Заключение.** Проведенные научные исследования количественного и качественных показателей микобиоты, в первую очередь в лесных экосистемах на ООПТ, показали ее богатство и уникальность. Вместе с тем, «грибной» потенциал в развитии различных видов позна-

вательного туризма на рассматриваемых территориях, только начинает задействоваться. Немного больше внимания этой составляющей уделено в национальных парках и биосферном заповеднике, остальные участники его практически не используют, за исключением как объекта показа на экологических тропах и сбором местным населением для собственных нужд и коммерческого сбыта.

В современных условиях специалисты, участвующие в организации туристско-рекреационной деятельности в особо охраняемых природных территориях, должны больше уделить внимания микобиоте, поскольку она является привлекательным и уникальным объектом, который является интересным для потенциальных потребителей.

### Библиографические ссылки

1. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Лесной фонд [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mlh.by/our-main-activities/forestry/forests/> (дата обращения: 15.11.2018).
2. Национальная стратегия развития системы особо охраняемых природных территорий до 1 января 2030 г. / Утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июля 2014 г. № 649. 10 с.
3. Экология и экономика [Электронный ресурс]. URL: <https://wildlife.by/ecology/news/Novaya+strategiya+razvitiya+ООПТ/> (дата обращения: 15.11.2018).
4. Природа Беларуси: энциклопедия. В 3 т. Т. 3. Растения, грибы, животные. Минск: Беларус. энцыкл. ім. П. Броўкі, 2014. 464 с.
5. Микобиота Национального парка «Припятский»: монография. Минск : БГПУ, 2012. 246 с.
6. Гапиенко О. С., Шапорова Я. А. Агарикоидные грибы НП «Нарочанский» // Сб. науч. тр. Березинский заповедник. Минск, 2012. Вып. 7: Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. С. 213–214.
7. Биологическое разнообразие Национального парка «Браславские озера»: грибы и лишайники. Минск : Белорусский Дом печати, 2014. 197 с.
8. Шабашова Т. Г. Атлас-определитель ксилотрофных грибов, кустистых и листоватых лишайников Национального парка «Беловежская пуща». Брест : Альтернатива, 2016. 247 с.
9. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. 4-е изд. Минск : Беларус. энцыкл. ім. П. Броўкі. 2015. С. 358.
10. Шапорова Я. А. Грибы как объект показа на экологической тропе // Тр. БГТУ, Сер. 1. Лесное хозяйство. 2016. № 1. С. 240–243.

© Шапорова Я. А., 2018

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРЫ ДУБА У ДЕРЕВЬЕВ ДУБА МОНГОЛЬСКОГО В СРЕДНЕМ ПРИАМУРЬЕ**

С. Л. Шевелев, А. А. Плахотнюк, Д. О. Майоров

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: sashaplahot@gmail.com

*Изложены особенности формирования коры у дуба монгольского, являющийся ценным техническим сырьем. Установлена средняя величина прироста коры в объеме стволов.*

*Ключевые слова: дуб монгольский, объем коры, средний прирост коры, средний относительный прирост коры.*

## **FEATURES OF THE FORMATION OF THE OAK BARK IN THE TREES OF THE MONGOLIAN OAK IN THE MIDDLE PRAIMURIE**

S. L. Shevelev, A. A. Plakhotnyuk, D. O. Maiorov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: sashaplahot@gmail.com

*The paper describes the characteristics of the formation of bark in Mongolian oak, which is a valuable technical raw material. The average value of bark growth in the volume of trunks has been established.*

*Keywords: Mongolian oak, bark volume, average bark growth, average relative bark growth.*

### **Введение**

Район исследования входит в Амурско-Уссурийскую провинцию кедрово-широколиственных лесов [1].

Климат района муссонного типа, за летние месяцы выпадает основная доля осадков, зимний период сухой и холодный. В центре района исследование расположена Средне-Амурская низменность, ограниченная горами Сихотэ-Алинь и Малого Хингана.

Лесная растительность, представлена кедрово-широколиственными лесами характеризующимися исключительной изменчивостью и закономерной вертикальной поясностью [2].

Южные склоны и вершины, низкогорные покрытые лесами из дуба монгольского. Они характерны и для многочисленных рёлок (плоскими возвышенностями) на территории Средне-Амурской низменности.

Дуб монгольский обладает не только ценной древесиной, но и корой, содержащей крахмал, белки, сахара и значительный объем дубильных веществ (более 20%)

Целью работы является установление особенностей формирования коры у деревьев дуба монгольского являющиеся ценным техническим ресурсом.

### **Материалы и методы**

В основу сбора данных положен метод пробных площадей, закладка которых соответствовала требованиям ГОСТ 56-69–83 «Пробные площади лесоустойчивые. Методы за-

кладки». Было заложено 7 пробных площадей с рубкой и обмером 362 модельных деревьев. В составе древостоев пробных площадей содержалось не менее 8 единиц дуба. Сопутствующие породы представлены лиственницей, березой чёрной, липой. Полнота деревьев 0,5–0,9; бонитет IV–V<sup>a</sup>; запас 80–140 м<sup>3</sup>/га; средний диаметр древостоя 20,0–32,7 см.

### Результаты и их обсуждение

Формирование коры у различных лесообразующих пород России нашло отражение в работах многих исследователей [3–7].

Сведения об относительном объеме коры дуба монгольского можно получить из «Справочника для учета лесных ресурсов Дальнего Востока» под редакцией В. Н. Карякина [8]. Сопоставляя полученные данные и данные приводимые в справочнике, можно констатировать что у дуба монгольского на долю коры приходится от 15 до 30 % ствола, что относит его к группе толстокорых пород.

Связь между диаметром ствола на высоте 1,3 м и двойной толщиной коры на этой высоте выражается уравнением следующего вида:

$$2T_{1,3} = 1,5 + 0,06D_{1,3}. \quad (1)$$

Адекватность уравнение соответствует коэффициенту детерминации ( $r^2$ ) равному 0,65.

Важным практическим аспектом в оценке особенностей формирования коры является установление степени ее влияния на величину прироста древостоя.

Для установления степени влияния прироста коры ( $\Delta 2T_{1,3}$ ) на прирост древостойных стволов по диаметру ( $\Delta D_{1,3}$ ) были исчислены значения относительного прироста коры ( $\Delta 2T_{1,3\text{отн.}}$ ).

$$\Delta 2T_{1,3\text{отн.}} = (\Delta 2T_{1,3} / \Delta D_{1,3}) \cdot 100. \quad (2)$$

Динамика среднего прироста коры и относительного среднего прироста аппроксимируется уравнением вида

$$Y = 1 / (a + bx^c). \quad (3)$$

Коэффициенты уравнений и показатели адекватности приведены в табл. 1

Таблица 1

**Коэффициенты уравнений и показатели адекватности**

| Ряд                                                             | Коэффициенты уравнений |         |        | $r^2$ | s     |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|---------|--------|-------|-------|
|                                                                 | a                      | b       | c      |       |       |
| Средний прирост коры ( $\Delta 2T_{1,3}$ )                      | –409,103               | 354,128 | 0,0503 | 0,53  | 0,009 |
| Средний относительный прирост коры $\Delta 2T_{1,3\text{отн.}}$ | –0,7848                | 0,7994  | 0,0157 | 0,42  | 2,5   |

Путем табуляции уравнения построена таблица среднего относительного прироста коры (табл. 2).

Таблица 2

**Средний относительный прирост коры дуба монгольского**

|                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Возраст, лет                   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 140  | 160  | 180  | 200  | 220  | 240  |
| $\Delta 2T_{1,3\text{отн.}}$ % | 17,0 | 15,7 | 14,4 | 13,5 | 12,8 | 12,3 | 11,9 | 11,6 | 11,3 | 11,0 | 10,8 |

Таким образом, установлено, что прирост коры составляет в приросте древостоя достаточно высокую долю от 10,8 до 17,0 %

### **Заключение и выводы**

В результате выполнения работы установлены особенности формирования коры, в древостоях дуба монгольского – типичного представителя формации хвойно-широколиственных лесов Среднего Приамурья.

Найден ряд математических зависимостей отражающих связь параметров коры с таксационными характеристиками древостоев дуба монгольского.

Установлено, что средний прирост коры составляет значительную долю в среднем приросте дубняков 10,8–17,0 %.

### **Библиографические ссылки**

1. Крылов Г. В. Лесные ресурсы и лесорастительное районирование Сибири и Дальнего Востока. М. : Гослесбумиздат-М, 1962. 240 с.
2. Семенова Тянь-Шанская А. М. Сочава В. Б. Хвойно-широколиственные леса // Растительный покров СССР. М., 1956. С. 346–365.
3. Смагин В. Н. Леса бассейна р. Уссури. М. : Наука, 1985. 271 с.
4. Орлов М. М. Лесная таксация. 3-е изд. Л. : Изд. журнала «Лесное хозяйство и лесная пром-ть», 1929. 532 с.
5. Тюрин. А. В. Таксация леса. М. : Гослесбумиздат, 1945. С. 197–199.
6. Гусев И. И. Толщина и объем коры древесных стволов ели// Лесная таксация и лесоустройство: межвузовский сборник научных трудов. Красноярск. 1981. С. 24–30.
7. Нахабцев И. А Таксация древесной коры : метод. указания и таблицы процентов коры. Л. : ЛТА, 1990. 34 с.
8. Корякин В. Н. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего востока. Хабаровск : ДАЛЬНИИЛХ, 2010. 526 с.

© Шевелев С. Л., Плахотнюк А. А., Майоров Д. О., 2019



## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ – СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА КЛОНОВ ЧИТИНСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Ю. Е. Щерба, В. В. Комарницкий

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: selekcia@sibgtu.ru

*Изучена изменчивость высоты, диаметра стволика, длины верхушечной почки, прироста побега за 2018 год, длины хвои 10-летней сосны кедровой сибирской читинского происхождения. Отселектированы быстрорастущие и длиннохвойные экземпляры для создания селекционных объектов.*

*Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, плантация, изменчивость, биометрические показатели, быстрорастущие экземпляры.*

## THE VARIABILITY OF SIBERIAN CEDAR PINE – SEED PROGENY CLONES CHITA ORIGIN

Y. E. Shcherba, V. V. Komarnitskiy

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: selekcia@sibgtu.ru

*The studied variability of the height, stem diameter, length of the apical bud, shoot growth for 2018, the length needles of a 10-year old Siberian pine of Siberian cedar of chita origin has been studied. The fast-growing and longleafs exemplars have been selected to create breeding objects.*

*Keywords: Pinussibirica, plantation, variability, biometric indicators, fast-growing specimens.*

Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской с целью отбора быстрорастущих экземпляров изучалась В. А. Брынцевым, М. И. Храмовой [1; 2], Р. Н. Матвеевой и др. [4].

Целью исследований явилось изучение изменчивости показателей 10-летней сосны кедровой сибирской выросшей из семян, собранных на гибридно-семенной плантации с ра-мет, где в качестве привоя были взяты черенки читинского происхождения. Отселектировать экземпляры отличающиеся интенсивностью роста и длиной хвои.

Изменчивость показателей сосны кедровой сибирской читинского происхождения при-ведена в табл. 1.

Таблица 1

### Изменчивость показателей 10-летней сосны кедровой сибирской читинского происхождения

| Показатель                  | max  | min  | $X_{cp}$ | $\pm\sigma$ | $\pm m$ | V, % | P, % |
|-----------------------------|------|------|----------|-------------|---------|------|------|
| Высота, см                  | 76,0 | 18,0 | 45,8     | 13,84       | 2,37    | 30,2 | 5,2  |
| Диаметр, см                 | 1,9  | 0,3  | 0,9      | 0,38        | 0,07    | 44,6 | 7,7  |
| Текущий прирост побега, см  | 3,2  | 0,4  | 1,2      | 0,67        | 0,11    | 54,7 | 9,4  |
| Длина хвои, см              | 12,7 | 2,5  | 7,6      | 2,43        | 0,42    | 32,0 | 5,5  |
| Длина верхушечной почки, см | 1,7  | 0,3  | 0,8      | 0,33        | 0,05    | 41,8 | 6,9  |

Изменчивость показателей по С. А. Мамаеву [3] высокая по высоте, длине хвои и очень высокая по диаметру стволика у корневой шейки, приросту побега за 2018 год и длине верхушечной почки. Следует отметить, что уменьшение прироста побега в 2018 году связано с пересадкой сеянцев на постоянное место весной 2017 года. В 2016 году он составил  $10,3 \pm 0,88$  см.

Были отобраны экземпляры, имеющие наибольшие значения по показателям роста. Данные приведены в табл. 2.

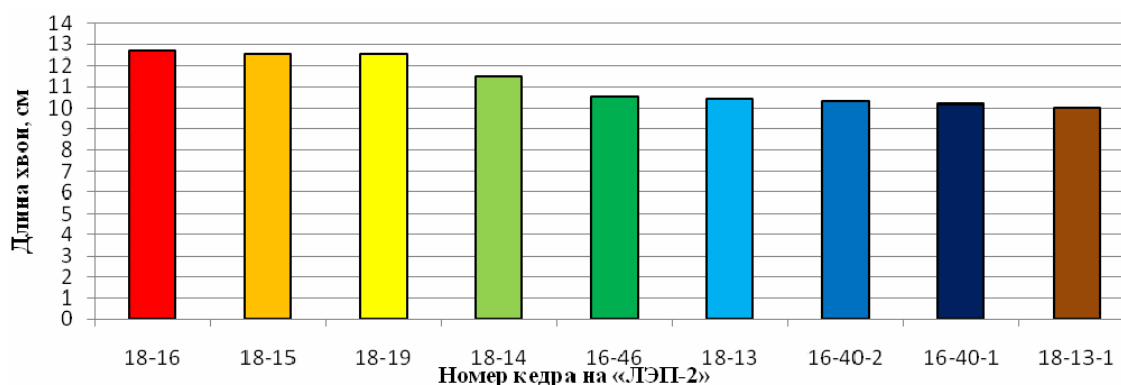
Наибольшее превышение по высоте и диаметру стволика отмечено у экземпляра 18-16, по текущему приросту побега и длине верхушечной почки – у экземпляра 18-14.

Выделены отдельные длиннохвойные экземпляры (см. рисунок).

Таблица 2

Отобранные быстрорастущие экземпляры

| Номер кедр на «ЛЭП-2»   | Высота      |                      | Диаметр    |                      | Прирост 2018 г. |                      | Длина почки |                      |
|-------------------------|-------------|----------------------|------------|----------------------|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|
|                         | см          | % к $X_{\text{ср.}}$ | см         | % к $X_{\text{ср.}}$ | см              | % к $X_{\text{ср.}}$ | см          | % к $X_{\text{ср.}}$ |
| 16-46                   | 70,0        | 153,2                | 1,3        | 144,4                | 2,2             | 183,3                | 1,7         | 212,5                |
| 18-13                   | 65,0        | 142,2                | 1,5        | 166,7                | 2,5             | 208,3                | 1,3         | 162,5                |
| 18-13-1                 | 51,0        | 111,6                | 0,8        | 88,9                 | 2,5             | 208,3                | 0,6         | 75,0                 |
| 18-14                   | 62,0        | 135,7                | 1,0        | 111,1                | 3,2             | 266,0                | 1,7         | 212,5                |
| 18-15                   | 66,0        | 144,4                | 1,4        | 155,6                | 1,5             | 125,0                | 1,2         | 150,0                |
| 18-16                   | 76,0        | 166,3                | 1,9        | 211,1                | 2,2             | 183,3                | 1,3         | 162,5                |
| <b>Среднее значение</b> | <b>45,7</b> | <b>100,0</b>         | <b>0,9</b> | <b>100,0</b>         | <b>1,2</b>      | <b>100,0</b>         | <b>0,8</b>  | <b>100,0</b>         |



Отобранные длиннохвойные экземпляры

Длина хвои у отобранных экземпляров превышает среднее значение на 31,6 – 67,1 %.

Отобранные быстрорастущие и длиннохвойные экземпляры рекомендуется использовать для создания селекционных объектов.

### Библиографические ссылки

1. Брынцев В. А., Храмова М. И. Индивидуальная и семейственная изменчивость сеянцев сосны кедровой сибирской, выращенных из семян интродукционной популяции // Лесной вестник. 2011. № 5. С. 4–11.
2. Брынцев В. А., Храмова М. И. Изменчивость семенного потомства сосны кедровой сибирской при интродукции // Лесной журнал. 2013. № 6. С. 38–39.
3. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1973. 284 с.
4. Внутри-, межсемейная и географическая изменчивость сеянцев кедр сибирского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. М. Пастухова и др. // Научные исследования лесной Академии наук Украины. Львов : РВВ НЛТУ Украины, 2011. № 9. С. 96–99.

© Щерба Ю. Е., Комарницкий В. В., 2019

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

М. В. Юшкевич, Д. А. Шинтар

Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13/а  
E-mail: ymv@belstu.by

*Естественное возобновление при проведении мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению, небольшой площади вырубок (до 2,1 га) и достаточном количестве семян со стен леса позволяет сформировать хвойный древостой.*

*Ключевые слова: сплошная рубка, естественное возобновление, хвойный древостой, естественное происхождение, подрост.*

## RENEWAL OF NATURAL CONIFEROUS STANDS

M. V. Yushkevich, D. A. Shintar

Belarusian State Technological University  
13/a, Sverdlov Str., Minsk, 220030, Republic of Belarus  
E-mail: ymv@belstu.by

*Natural renewal during activities to promote natural regeneration, a small area of felling (up to 2.1 hectares) and a sufficient number of seeds from the forest's walls contributes to the formation of a coniferous stand.*

*Keywords: clear-felling, natural renewal, coniferous stand, natural origin, undergrowth.*

**Введение.** Выращивание хвойных насаждений естественного происхождения является важнейшей задачей лесного хозяйства Беларуси. В настоящее время в Беларуси наблюдается постоянный рост доли древостоев искусственного происхождения: 1956 г – 11 % от покрытых лесом земель, 2006 г. – 22,0 %, 2017 г. – 24,3 % [1]. Это происходит в том числе из-за того, что значительные площади лесосек после проведения сплошных рубок главного пользования направляются для искусственного восстановления [1; 2]. В тоже время естественное возобновление хвойных пород достаточно успешно при условии качественного проведения комплекса мероприятий по содействию [3–6].

Оценка естественного лесовозобновления проводилась на 10 участках, пройденных сплошнолесосечными рубками главного пользования. Учет производился путем закладки круговых или прямоугольных площадок. Сформированные древостои естественного происхождения после проведения сплошных рубок главного пользования, т.е. переведенные в покрытые лесом земли, обследовались на 8 участках. Применялись общепризнанные лесоводственные методики.

Исследование процесса естественного возобновления (10 участков после проведения сплошных рубок главного пользования) показало, что на вырубках мшистой, орляковой и кисличной серий типов леса в составе подроста зафиксировано от 4 до 10 единиц хвойных пород, самосева – 8–10 единиц хвойных пород. Густота хвойных пород в подросте варьирует от 1350 до 18377 шт./га, в самосеве от 400 до 2119 шт./га и зависит от давности рубки, усло-

вий местопроизрастания и др. Наибольшее количество экземпляров подроста главных древесных пород наблюдается при давности 3–5 лет, самосева – 4–5 лет. Чаще всего на учетных площадках встречается сосна, ель и береза.

На небольших по площади вырубках (до 2,1 га) даже относительно не высокая доля (17–20 %) обработанной (минерализованной) части вырубки позволяет получить хорошее естественное возобновление с преобладанием хвойных пород при наличии источников их семян в стенах леса или семенников. Подроста сосны на минерализованной части участков в 1,2–1,8 раза больше, чем на не минерализованной части, а ели и дуба в 1,4–2,2 раза. Минерализация почвы способствовала увеличению густоты самосева в среднем более чем в 1,2 раза.

При отсутствии достаточного количества плодоносящих деревьев главных пород в стенах леса (при вырубке мягколиственных древостоев) оставление семенных деревьев способствует увеличению количества древесных растений в 1,3–1,6 раза. Оставление более 20 шт./га семенных деревьев сосны в условиях сосняка мшистого увеличивает количество подроста и самосева в 2–3,5 раза. При небольшой площади вырубки (до 1 га) и наличия в стенах леса плодоносящих деревьев главных пород оставление семенных деревьев не дает существенного эффекта.

При этом мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению в ряде случаев применяются лесхозами с отклонениями или не полным соблюдением нормативов, что снижает их эффективность: оставляется меньшее количество семенных деревьев, они расположены по рубкам не равномерно, практически не оставляются деревья для сохранения биоразнообразия и формирования смешанных по составу и сложных по структуре лесов.

Наибольшее среднее количество экземпляров подроста главных пород на учетных площадках зафиксировано при проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса 20–40 % и при проективном покрытии мохово-лишайникового яруса 20–40 %. Наименьшее среднее количество экземпляров подроста отмечается при значительном их проективном покрытии (более 60–70 % по каждому ярусу). Наибольшее среднее количество молодых древесных растений главных древесных пород на учетных площадок зафиксировано при отсутствии однодольных или их проективном покрытии до 20–30 %. При проективном покрытии однодольных 70–100% среднее количество подроста и самосева снижается более чем в 2 раза. При оптимальном проективном покрытии среднее количество экземпляров самосева в зависимости от яруса в 1,6–2,1 раза выше, чем при проективном покрытии в 70–90 % по каждому ярусу.

Максимальное количество экземпляров подроста отмечено при сомкнутости подлеска до 0,4, минимальное – 0,5–0,8 (различие достигает 25–30 %).

Характеристика сформированных древостоев естественного происхождения после проведения сплошных рубок главного пользования, т.е. переведенные в покрытые лесом земли, приведена ниже (табл. 1).

До вырубки на участках произрастали чистые сосняки мшистые, орляковые и кисличные в возрасте 85–95 лет. Семенные деревья сосны оставляли на 5 и 6 участках в количестве 13–14 шт./га. На всех участках проводили минерализацию почвы.

Деревья сосны размещены по площади равномерно. Средний коэффициент встречаемости деревьев сосны равен 0,80, ели – 0,45, дуба – 0,30, березы – 0,55, осины – 0,35. Сомкнутость древостоев составляет 0,7–0,8. Большая часть деревьев являются здоровыми. Их доля колеблется от 85 у дуба до 100 % у осины. У ели и сосны соответственно 95,2 и 80 % экземпляров характеризуются как здоровые.

Доля хвойных пород в естественно сформированном древостое 10 единиц. Она достигнута путем проведения осветления. Густота древостоя варьирует от 3210 до 3805 шт./га, самосева, представленного сосной и елью, от 60 до 200 шт./га и зависит от давности рубки, типа леса, площади вырубки и др.

Таблица 1

**Характеристика сформированных древостоев**

| Участок | Площадь, га | Тип леса | Год вырубki | Состав        | Густота, шт/га |
|---------|-------------|----------|-------------|---------------|----------------|
| 1       | 1,1         | С. ор.   | 2009        | 8С2Е+Д, Б, Ос | 3611           |
| 2       | 0,4         | С. ор.   | 2009        | 8С2Е+Б, Ос    | 3475           |
| 3       | 1,3         | С. мш.   | 2008        | 10С+Д, Б      | 3210           |
| 4       | 1,8         | С. мш.   | 2008        | 10С+Б         | 3240           |
| 5       | 0,3         | С. кис.  | 2007        | 9С1Е+Д, Б, Ос | 3825           |
| 6       | 0,6         | С. кис.  | 2007        | 8С2Е+Д, Б, Ос | 3585           |
| 7       | 1,2         | С. кис.  | 2007        | 8С2Е+Д, Б, Ос | 3725           |
| 8       | 2,0         | С. кис.  | 2006        | 8С2Е+Д, Б, Ос | 3923           |

Густота древостоя и самосева изменяется по типам леса (табл. 2).

Таблица 2

**Густота компонентов насаждения по типам леса**

| Тип леса | Густота по породам (древостой /самосев), шт./га |        |      |      |       |
|----------|-------------------------------------------------|--------|------|------|-------|
|          | С                                               | Е      | Д    | Б    | Ос    |
| С. кис.  | 3100/150                                        | 450/25 | 45/– | 70/– | 100/– |
| С. ор.   | 2860/130                                        | 600/42 | 23/– | 35/– | 25/–  |
| С. мш.   | 3175/60                                         | 10/–   | –    | 40/– | –     |

Состав древостоя и самосева следующий:

- в С. кис. 9С1Е+Д, Б, Ос и 9С1Е соответственно;
- в С. ор. 8С2Е+Д, Б, Ос и 8С2Е;
- в С. мш. 10С+Е, Б и 10С.

Естественное возобновление в С. мш. характеризуется меньшей долей мягколиственных пород и большей густотой сосны в подросте и самосеве [3–5]. Это впоследствии выражается и в большей доле и густоте сосны в уже сформированном древостое.

Естественное возобновление на обследованных вырубках проходит с преобладанием хвойных древесных видов, что связано с проведением мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению, небольшой площадью рубок (до 2,1 га) и достаточным количеством семян со стен леса. Это позволяет при условии проведения осветлений сформировать древостой естественного происхождения с доминированием сосны и ели в составе и их густотой более 3000 шт./га даже в условиях кисличной серии типов леса.

По результатам исследований можно рекомендовать оставлять все небольшие по площади рубки (до 2,0 га) после проведения сплошнолесосечных рубок главного пользования при наличии источников семян хвойных пород под естественное возобновление с обязательным проведением минерализации почвы (не менее 20 % от площади рубки) и оставлением семенных деревьев хвойных пород в количестве согласно действующим нормативам, а также с обязательным оставлением деревьев для сохранения биологического разнообразия и формирования смешанных по составу и сложных по структуре лесов. При не возможности оставления деревьев для сохранения биологического разнообразия и формирования смешанных и сложных лесов вместо них оставляют семенные деревья хвойных пород таким образом, что бы общее их количество составляло 25–30 шт./га.

При отсутствии возможности оставления семенных деревьев хвойных пород (в случае рубки мягколиственных древостоев) и наличии приспевающих и спелых деревьев главных пород в стенах леса (выполняют функцию семенных деревьев) участок также может оставаться под естественное возобновление. На нем обязательно проведение минерализации почвы.

### Библиографические ссылки

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2017 г. Минск : М-во лесного хоз-ва Республики Беларусь, 2017. 63 с.
2. Статистический ежегодник Республики Беларусь: 2017. Минск : Нац. стат. комитет Республики Беларусь, 2017. 506 с.
3. Юшкевич М. В. Смены породного состава и ход лесовозобновительного процесса в Негорельском учебно-опытном лесхозе (1947–2004 гг.) // Тр. БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. 2009. Вып. XVII. С. 119–121.
4. Шинтар Д. А., Юшкевич М. В. Естественное лесовозобновление на сплошных вырубках в условиях кисличной и орляковой серий типов леса // Состояние и перспективы развития лесного хозяйства : материалы Нац. науч.-практ. конф. (13–14 марта 2017, г. Омск) / Омский гос. аграрный ун-т. Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. С. 43–47.
5. Юшкевич М. В., Шинтар Д. А. Лесоводственная эффективность мероприятий по содействию естественному возобновлению на сплошных вырубках в ГЛХУ «Новогрудский лесхоз» // Тр. БГТУ. Лесное хозяйство. 2016. № 1 (183). С. 89–92.
6. Шиман Д. В., Клыш А. С. Возобновление сосновых насаждений после проведения первых приемов полосно-постепенных рубок в Нарочанско-Вилейском геоботаническом районе Беларуси // Состояние и перспективы развития лесного хозяйства : материалы Нац. науч.-практ. конф. (13–14 марта 2017, г. Омск) / Омский гос. аграрный ун-т. Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. С. 38–42.

© Юшкевич М. В., Шинтар Д. А., 2019

**«ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВКИ  
И ДЕРЕВООБРАБОТКИ»**

---

**ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОЗАГОТОВКИ**

УДК 630\*37

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕНИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА  
И ДРЕВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

А. Н. Баранов, Н. А. Филиппов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: filippovnikita93@yandex.ru

*Обоснован способ строительства технологической лесовозной дороги с использованием дренирующего материала и вертикальных древесных элементов для освоения лесных массивов с затрудненным водоотводом и грунтами с низкой несущей способностью.*

*Ключевые слова: лесные массивы, захватка, древесные элементы, вывозка леса.*

**SUBSTANTIATION OF THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION  
OF FOREST ROADS USING DRAINAGE MATERIAL AND WOOD ELEMENTS**

A. N. Baranov, N. A. Filippov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: filippovnikita93@yandex.ru

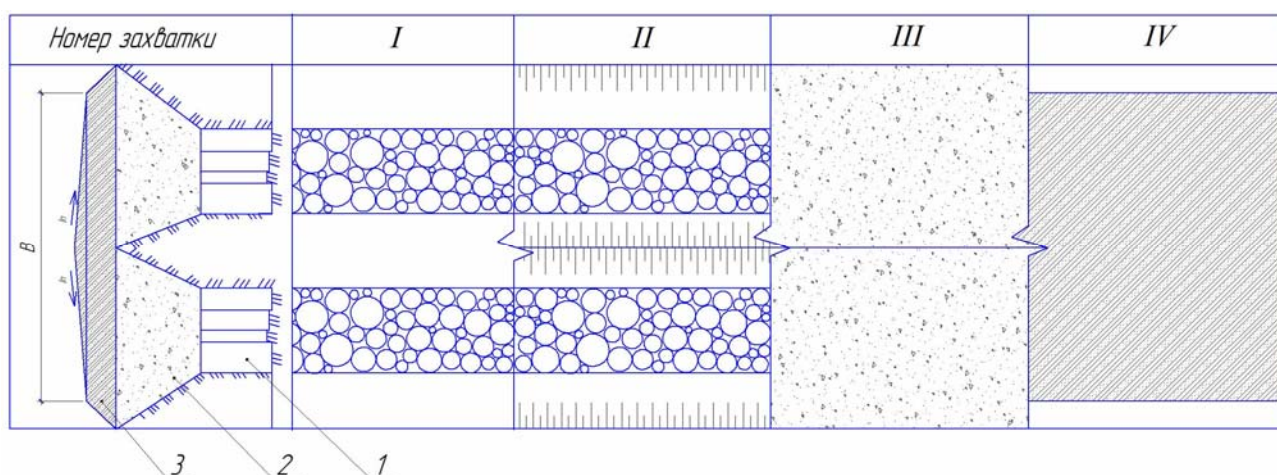
*The method of construction of the technological logging road with the use of draining material and vertical wood elements for the development of forests with difficult drainage and soils with low load-bearing capacity is substantiated.*

*Keywords: forest tracts, the hook, wood elements, export of forest.*

Успешная работа лесозаготовительных предприятий возможна при ритмичном поступлении древесины на склад предприятия. Этого можно достичь, если лесозаготовительный процесс производится круглогодично и базируется на лесотранспортную систему, имеющую путь, который обеспечивает постоянную работу системы. Самым финансово емким элементом лесотранспортной системы являются технические средства (подвижной состав и дорога). Поэтому наличие эффективных и недорогих технологий строительства лесовозных дорог является на сегодняшний день весьма актуальным, особенно с затрудненным водоотводом и наличием грунтов с низкой несущей способностью [1].

На кафедре промышленного транспорта и строительства разработана технология строительства лесовозной автомобильной дороги с использованием вертикальных древесных элементов по колесопроводам, что позволяет обеспечить надежность конструкции и экономию древесных материалов и обеспечит продольное и поперечное дренирование дороги [1; 2].

Предлагаемая технология строительства лесовозной дороги позволяет соорудить дорожную конструкцию состоящую из доступных строительных материалов и древесных отходов от прорубки просеки, которая может быть рекомендована для освоения отдельных лесосек и лесных массивов, технология схемы которая приведена на рисунке [2].



Технологическая схема лесовозной дороги с использованием дренирующего материала и древесных элементов:

1 – вертикальные древесные элементы; 2 – дренирующий материал (песок); 3 – гравийная дорожная одежда. I, II, III, IV – захватки по установке древесных элементов в траншеи, формирования откосов котлована, укладки дренирующего материала и дорожной одежды соответственно

Технология строительства заключается в следующем: на первой захватке в подготовленном грунтовом основании параллельно продольной оси на расстоянии 1,0 м друг от друга выкапывается экскаватором две траншеи глубиной 1,0 м и выполняется заготовка древесных элементов одинаковой длины и устанавливается в подготовленные траншеи; на второй захватке бульдозером с отвалом с наклонными режущими кромками, производится формирование боковых откосов траншеи и одновременное вдавливание древесных элементов в грунт, что обеспечит прочность дорожной конструкции; на третьей захватке формируют дренирующий слой из песка; на четвертой захватке сооружается однослойная дорожная одежда из гравия [3].

Для оценки строительства таких участков определяется трудозатраты и эксплуатационные затраты для последующего определения его стоимости в конкретных условиях.

Трудозатраты на строительство 100 п.м. дороги, представлены в таблице [4].

Расчет трудозатрат на потребность работы

| Трудозатраты                                        | Чел.-дни | Маш.-сменны |
|-----------------------------------------------------|----------|-------------|
| Рабочая операция                                    |          |             |
| Сооружение траншей экскаватором                     | 1,00     | 0,66        |
| Заготовка и установка древесных элементов в траншеи | 24,00    | –           |
| Формирование боковых откосов траншей бульдозером    | 1,00     | 1,00        |



| Трудозатраты<br>Рабочая операция                                                 | Чел.-дни | Маш.-сменны |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|
| Доставка дренирующего материала и грунта автосамосвалом                          | 3,00     | 2,73        |
| Разравнивание и уплотнение дренирующего материала бульдозером с прицепным катком | 1,00     | 0,70        |
| Разравнивание и уплотнение гравия бульдозером с прицепным катком                 | 1,00     | 0,40        |

Результаты расчетов (см. таблицу) показывают, что трудозатраты и эксплуатационные затраты не велики, а также состав дорожно-строительной техники, которое имеется в лесозаготовительном предприятиях, позволит выполнять строительство дорог собственными силами [4].

Приведенная технология строительства лесовозной дороги, может быть использована на временных лесовозных дорогах (ветки, усы), так как срок службы ограничивается наличием древесных элементов.

### Библиографические ссылки

1. Транспорт леса. Сухопутный транспорт : учебник для вузов. Т. 1 / Э. О. Салминен и др. М. : Академия, 2009. 368 с.
2. Лесной и химический комплексы – проблемы и решения [Электронный ресурс] : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (9 декабря 2016 г., Красноярск) / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2016. URL: [https://www.sibsau.ru/images/nauka/Materialy\\_nauchnyh\\_meroprijatij\\_/2016.12.09\\_Lesnoj\\_i\\_himicheskij\\_kompleksy-problemy\\_i\\_reshenija\\_tom\\_1.pdf](https://www.sibsau.ru/images/nauka/Materialy_nauchnyh_meroprijatij_/2016.12.09_Lesnoj_i_himicheskij_kompleksy-problemy_i_reshenija_tom_1.pdf). Загл. с экрана.
3. Сухопутный транспорт леса. Организация строительства автомобильных лесовозных дорог : учеб. пособие / Г. М. Гаврелец, А. Н. Баранов, Г. Л. Козинков и др. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2001. 68 с.
4. Менеджмент и маркетинг: организация и планирование лесопромышленного производства : учеб. пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2016. 91 с.

© Баранов А. Н., Филиппов Н. А., 2019

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ НА ГАБИОННОМ ОСНОВАНИИ**

А. Н. Баранов, Н. А. Филиппов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: filippovnikita93@yandex.ru

*При освоении лесных массивов в тяжелых грунтовых условиях необходимо иметь дороги, которые обеспечат проход лесозаготовительной техники и лесовозного транспорта. Проблемой в этих условиях является затрудненный водоотвод и наличие грунтов с низкой несущей способностью.*

*Ключевые слова: лесные массивы, дороги, габионное основание, вывозка леса.*

## **RATIONALE THE EFFECTIVENESS OF THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF FOREST ROADS ON THE GABION, THE BASE**

A. N. Baranov, N. A. Filippov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: filippovnikita93@yandex.ru

*When developing forests in heavy soil conditions, it is necessary to have roads that will ensure the passage of logging equipment and timber transport. The problem in these conditions is difficult drainage and the presence of soils with low bearing capacity.*

*Keywords: forest tracts, roads, gabion base, export of forest.*

Основой транспортной сети лесного комплекса являются лесовозные дороги [1].

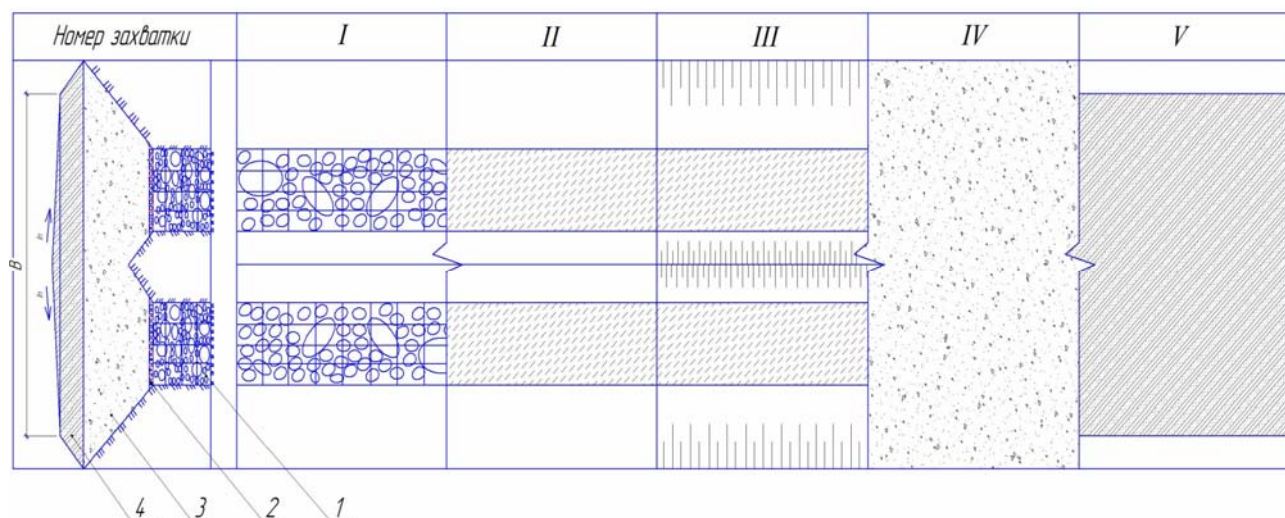
В лесном массиве существуют участки с низкой несущей способностью грунтов и с затрудненным водоотводом. Лесопромышленные предприятия, имеющие делянки, до которых добраться тяжело из-за вышеописанных проблем, дожидаются мерзлости грунтов, т. е. зимнего времени, которое обеспечит доставку лесозаготовительной техники до нужной точки и бесперебойную вывозку лесного сырья из лесосеки до верхнего склада [2].

Нами предлагается рассмотреть технологию строительства дорожной конструкции, которое обладает достаточной прочностью и проницаемостью, не нарушающее водно-тепловой режим местности. Для этого основание дорожной конструкции укрепляется габионами коробчатого типа. Такой тип конструкции обеспечит бесперебойную вывозку древесины из лесного массива круглогодично [3].

Целью работы является обоснование эффективности технологии строительства лесовозной дороги на габионном основании для строительства магистральных дорог при освоении лесных массивов с затрудненным водоотводом и грунтами с низкой несущей способностью.

Для достижения поставленной цели необходимо обосновать последовательность операции и порядок выполнения рабочих процессов для техники и дорожных рабочих и произвести их экономическую оценку. Последовательность рабочих операций представлено на рисунке.

На рисунке показано технологическая схема лесовозной дороги на подготовленном грунтовом основании (снятие растительного слоя, выполнено планирование работы).



Технологической схема лесовозной дороги на габионном основании:  
 1 – габион коробчатого типа; 2 – фильтрующий слой; 3 – дренажный слой; 4 – гравийная дорожная одежда. I, II, III, IV, V – захватки по сооружению габионных конструкций коробчатого типа, укладки фильтрующего слоя, формирования откосов котлована, укладки дренажного слоя и дорожной одежды соответственно

Способ строительства заключается в следующем: экскаватором выкапывают две траншеи на расстоянии 1,0 м. одна от другой протяженностью, равной длине участка технологической дороги глубиной 1,0 м. В вырытых траншеях сооружаются габионные конструкции коробчатого типа. На поверхности габионов возводится гравийный фильтрующий слой. Бульдозером, оборудованным отвалом с наклонными внешними и внутренними режущими кромками, формируют внутренние и внешние боковые откосы траншей. В сооруженные призматические котлованы засыпают дренажный материал и уплотняют пневмокатком. На поверхности уплотненного дренажного материала сооружается однослойная гравийная дорожная одежда [4; 5].

Для возведения участка протяженностью 100 п. м. потребуется механизированное звено состоящее из одного экскаватора, бульдозера с прицепным пневмокатком и автосамосвала, и бригада дорожных рабочих по сооружению габионов.

Затраты на строительство участка лесовозной дороги складывается из суммы произведений объемов материалов, трудозатрат и эксплуатационных затрат на стоимость единицы объема материала, трудозатрат и эксплуатационных затрат, и рассчитываются по формуле [6]

$$C_y = \sum_{i=1}^n V_{Mi} \cdot C_{Mi} + \sum_{j=1}^k V_{Tj} \cdot C_{Tj} + \sum_{z=1}^t V_{Эz} \cdot C_{Эz}, \quad (1)$$

где  $V_{Mi}$ ,  $V_{Tj}$ ,  $V_{Эz}$  – объемы материалов, трудозатрат и эксплуатационных затрат соответственно, м<sup>3</sup>, чел.-дни, м-см;  $C_{Mi}$ ,  $C_{Tj}$ ,  $C_{Эz}$  – стоимость единицы объема материала, трудозатрат и эксплуатации соответственно, руб/м<sup>3</sup>, руб/чел-день, руб/м-см.

Стоимость строительства 100 п. м. лесовозной дороги на габионном основании составляет – 349 тыс. рублей [3].

Эффективность строительства достигается за счет обоснованного выбора метода и способа строительства, периодом времени, необходимого по технологическим и организацион-

ным условиям для последовательного ввода в работу всех средств механизации, правильного выбора основной дорожно-строительной техники. Перед началом строительства участка с рабочими, которые будут задействованы для этих целей необходимо провести знакомство с технологической картой и инструктаж по безопасным приемам работы в таких условиях [2].

Предлагаемая дорожная конструкция на габионном основании будет долговечна, из-за входящих в состав материалов, в использовании не только для вывозки древесины, а также для использования в рекреационных целях и проведения работ по лесовозобновлению и противопожарной охране.

### **Библиографические ссылки**

1. СНиП 2.05.02–85. Автомобильные дороги. М. : Госстрой СССР, 1987. 155 с.
2. Транспорт леса. Сухопутный транспорт : учебник для вузов. Т. 1 / Э. О. Салминен и др. М. : Академия, 2009. 368 с.
3. Лесной и химический комплексы – проблемы и решения [Электронный ресурс] : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (7 декабря 2017 г., Красноярск) / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/izdatelskayadeyatelnost/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. Загл. с экрана.
4. СНиП 2.05.07–91. Промышленный транспорт. М. : Госстрой СССР, 1996. 42 с.
5. Сухопутный транспорт леса. Организация строительства автомобильных лесовозных дорог : учеб. пособие / Г. М. Гаврелец, А. Н. Баранов, Г. Л. Козин и др. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2001. 68 с.
6. Менеджмент и маркетинг: организация и планирование лесопромышленного производства : учеб. пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2016. 91 с.

© Баранов А. Н., Филиппов Н. А., 2019

## **ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПИЛЬНЫХ ДИСКОВ НА ПРОЦЕСС РАСКРЯЖЕВКИ ДРЕВЕСНЫХ ХЛЫСТОВ**

К. А. Бословяк, В. А. Лозовой, Д. Н. Жданова, А. В. Никончук

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kboslovyak@yandex.ru

*Говорится о проблемах раскряжевки многопильных установками, которые имеют склонность к заклиниванию пильных дисков в процессе пиления. На основе анализа предложена рациональная компоновка агрегатов для раскряжевки хлыстов и полухлыстов, имеющая ряд преимуществ перед существующими.*

*Ключевые слова: выходы деловой древесины, заклинивание, пильные диски, программирование раскряжевки.*

## **INFLUENCE OF ARRANGEMENT OF SAW DISKS ON PROCESS OF THE BUCK OF WOOD SWITCHES**

K. A. Boslovyak, V. A. Lozovoy, D. N. Zhdanova, A. V. Nikonchuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kboslovyak@yandex.ru

*In article it is told about problems of a buck multisaw by installations which have tendency to jamming of saw disks in the course of sawing. On the basis of the analysis in article the rational configuration of units for a buck of switches and semi-switches having a number of advantages before existing is offered.*

*Keywords: exits of business wood, jamming, saw disks, programming of a buck.*

Раскряжевка хлыстов в лесозаготовительной отрасли является центральной технологической операцией, влияющей в значительной мере на качество круглого древесного сырья. Наряду с качеством, технологи и конструкторы учитывали в доперестроечные времена – выход деловой древесины и производительность оборудования. Качество оценивается в основном наличием гнили, точностью отмера длин, наличием сколов, трещин, косорезов, запилов и др. [3].

Выход деловой древесины – процентное соотношение деловых сортиментов и дровяного сырья, которое при определенных условиях может дополнительно обрабатываться, что повышает выход деловой древесины и стимулирует комплексность использования сырья. Слесерные и триммерные линии на сегодняшний день, например в Красноярском крае, считаются анахронизмом, и, по мнению многих, возврат к таким поточным линиям невозможен. В этом есть доля истины. Время течет, сегодня технологии изменяются в соответствии с возможностями автоматики. Предмет труда в Красноярском крае еще сохранил свои региональные особенности: таежный, региональный лес, который крайне отличается по своим параметрам от Европейского и Северо-Европейского.

Переработка с комплексным использованием древесины сырья возможна на крупных предприятиях, которые наверняка будут комбинировать сортиментную и хлыстовую

заготовку с применением стационарного оборудования. Да и отходы от лесосечных работ должны перерабатываться с использованием нового поколения оборудования, развитие которого будет направлена на энергетическое использование и получение дополнительных древесных материалов.

Раскряжевочные стационарные установки, типа ЛО-105, из-за большой металлоемкости, энергоемкости, из-за большой стоимости монтажных и строительных работ, уже не востребованы промышленностью. Но раскряжевку, как технологическую операцию из технологической цепочки не выбросишь. Даже если всё древесное сырьё будет получаться в виде сортиментов, то долготье и тонкомерье из лесосеки вывозить необходимо, оставляя только порубочные остатки.

Раскряжевка должна полностью или частично производиться во дворе потребителя/производителя (ЦБК, ДСП, ДВП, МДФ, клееный брус, клееные пиломатериалы и т. п.), и будет востребована, скорее всего, в более крупных масштабах, стимулируя комплексность использования древесины.

То есть, исследования, направленные на совершенствование раскряжевочного оборудования и создание нового поколения технологии первичной обработки древесного сырья, являются актуальными.

Раскряжевочные установки стационарного типа, например, слешерные с поперечным надвиганием хлыстов, как правило, имеют множество круглых пил, которые обеспечивают раскряжевку хлыстов (длинномеров) на несколько сортиментов одновременно. Такая поперечная раскряжевка обеспечивает высокую производительность, точность размера по длине и программируемость раскряжевочного процесса.

Бичем раскряжевочных установок является заклинивание пильных дисков [1].

Вопросам заклинивания пильных дисков на слешерах в свое время было уделено много внимания, особенно в производственных условиях. Каждый созданный технологический поток на базе слешерного стола (имеются ввиду раскряжевочные комплексы, созданные ЦНИИ МЭ, СибНПЛО, СТИ, СвердловЛеспром, КрасноярскЛеспром и др.) имел свой метод борьбы с заклиниванием пильных дисков [2].

Например, серийный вариант линии ЛО-105, созданной ЦНИИМЭ с участием СибНПЛО и СТИ, имеет пильные диски, которые при заклинивании опускаются под плоскость слешерного стола, раскручиваются до рабочих оборотов и возвращаются в пропилов с последующим включением транспортера надвигания.

На линии Раума Репола российские мастера установили ряд упоров, на которые опирался хлыст при надвигании, в виде дуги (выпуклая сторона по направлению надвигания). А сверху с фермы с двух концов спускались две крупнозвенные цепи (комлевая и вершинная), которые ложились на хлыст и при надвигании прижимали хлыст к условной дуге из упоров надвигания. Таким образом, создавалось напряжение в хлысте, которое способствовало раскрытию пропила при надвигании и предотвращало заклинивание пильных дисков.

Исследования, проведенные в СибГУ им. М. Ф. Решетнева на кафедре ТОЛЗ теоретически обосновали и раскрыли физическую сущность заклинивания пильных дисков [2].

Вышеупомянутые исследования показали, что заклинивание пильных дисков зависит от упругих свойств древесных хлыстов, которые превалируют над другими факторами.

Расстановка пильных дисков (рис. 1) углом вперед, углом назад, по диагонали, наклон стола слешера на 15–20 % не дают устойчивой гарантии исключения заклинивания пильных дисков.

Проведенные исследования на кафедре ТОЛЗ показали, что увеличение угла наклона слешерного стола от 45 до 65 %, минимальное превышение цепей надвигания над защитой плоскостью между фермами снижает силы трения хлыста о плоскость стола, а хлыст находится под воздействием следующих сил – реакция упора, реакции опоры (цепей), сила резания, сила тяжести. Направление сил таково, что хлыст как упругое тело находится в равнове-

сии, т. е. выпучивание и опускание отрезка хлыста (сортимента) блокируется силой реакции контакта центра тяжести сортимента с поверхностью слесерного стола. Измененные параметры (увеличенный угол наклона) слесерного стола изменили взаимодействие сил, т. е. исключили возможность заклинивания пильных дисков.

Практика показывает, что заклинивание пильных дисков практически исключены при надвигании диска сверху (рис. 2) по центру сечения или с небольшим эксцентрисметом.

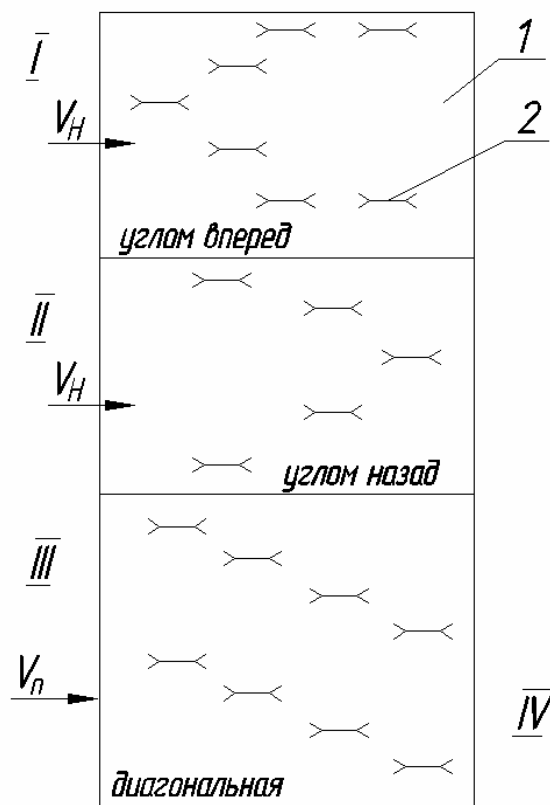


Рис. 1. Апробирование на производстве схемы поставов слесерных установок:  
I – слесерный стол; 2 – пильные диски;  $V_H$  – скорость надвигания. I – углом вперед;  
II – углом назад; III – диагональная;  $V_n$  – направление вектора скорости надвигания

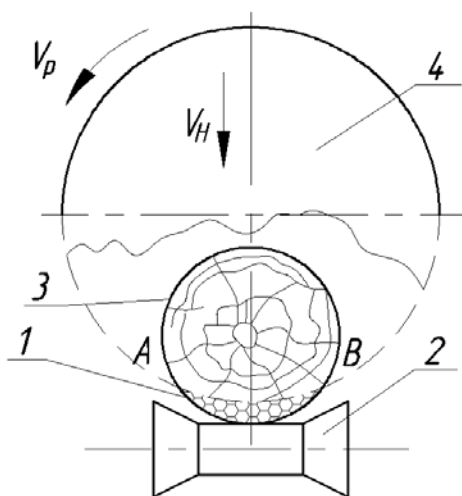


Рис. 2. Надвигание пильного диска сверху вниз:  
1 – недопил; 2 – рольонг; 3 – стенка пропила; AB – днопропила;  
4 – пильный диск;  $V_p$  – скорость резания;  $V_H$  – скорость надвигания

Наиболее рациональным с нашей точки зрения является расположение пильных дисков над фермами слешерного стола с хлыстом в точке  $A_{\max}$  (рис. 3).

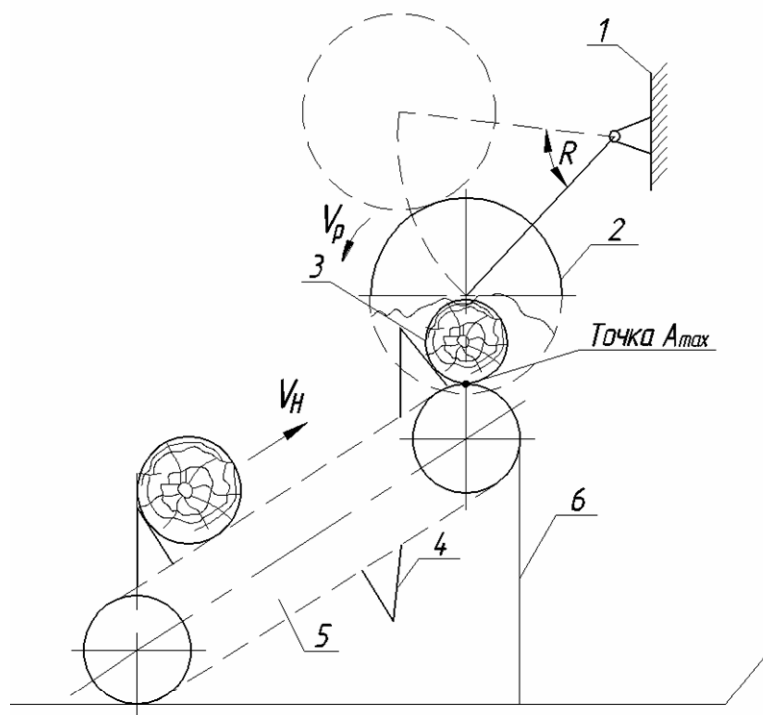


Рис. 3. Схема рационального размещения хлыста и пильных дисков при раскряжевке:  
 1 – ферма над слешерным столом; 2 – пильный диск; 3 – хлыст; 4 – упоры цепей;  
 5 – фермы транспортера надвигания;  $V_p$  – скорость резания;  $V_n$  – скорость надвигания;  
 6 – лесонакопитель

Проведенный обзор литературных источников показал, что исключить заклинивание пильных дисков можно при кардинальном изменении сложившихся принципов проектирования слешерных столов: увеличение угла наклона стола до 60–70 %; расположение пильных агрегатов на ферме, расположенной над слешером.

Данная компоновка имеет следующие преимущества:

- а) сокращение металлоемкости слешера;
- б) подъем хлыста на высоту лесонакопителя в процессе раскряжевки, но не подъем всех конструктивных элементов на высоту лесонакопителя;
- в) стопроцентное исключение заклинивание пильных дисков;
- г) расширенные возможности раскряжевки долготы.

### Библиографические ссылки

1. Захаренков Ф. Е. Оптимизация производственного процесса береговых лесных складов. М. : Лесная пром-ть, 1978. 184 с.
2. Лозовой В. А., Миронов Г. С. Влияние упругих характеристик хлыстов на процесс их раскряжевки на слешерной установке // Комплексная механизация лесозаготовок и транспорт леса : межвуз. сб. / ЛТА. Л., 1986. С. 93–98.
3. Шелгунов Ю. В., Куртуков Г. М. Технология и оборудование лесопромышленных предприятий : учебник. М. : МГУЛ, 2001. 589 с.

© Бословяк К. А., Лозовой В. А., Жданова Д. Н., Никончук А. В., 2019



## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСВОДКИ И ЛЕСООЧИСТКИ ЛОЖ ВОДОХРАНИЛИЩА БОГУЧАНСКОЙ ГЭС**

Р. В. Васильев, В. П. Корпачев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tazovod\_95@mail.ru

*Представлен анализ санитарных мероприятий выполненных на Богучанской ГЭС. Приведены основные работы для повторной очистки лож водохранилища от древесно-кустарниковой растительности.*

*Ключевые слова: Богучанская ГЭС, водохранилище, санитарные мероприятия (лесосводка и лесочистка), очистка, акватория.*

## **ANALYSIS TECHNOLOGY LISOVODY AND LESOUCHASTOK THE RESERVOIR BED BOGUCHANSKAYA HPP**

R. V. Vasiliev, V. P. Korpachev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tazovod\_95@mail.ru

*The article presents an analysis of sanitary measures performed at Boguchanskaya HPP. The main works for re-cleaning of the reservoir bed from tree and shrub vegetation are given.*

*Keywords: Boguchanskaya HPP, reservoir, sanitary measures (logging and forest cleaning), cleaning, water area.*

Главной экологической проблемой при эксплуатации Богучанской ГЭС до сих пор является не в полной мере выполненные работы по лесосводке и лесочистке. Многократные исследования, выполненные сотрудниками кафедры использования водных ресурсов (ИВР) СибГУ им. М. Ф. Решетнева, показали, что на Богучанской ГЭС (БоГЭС) не был выполнен полностью объем работ по лесочистке, лесосводка ввиду экономической неэффективности не проводилась.

В ходе исследований работ выяснилось, что мероприятие по лесосводке и лесочистке были выполнены в сжатые сроки походу строительства и исходя из интересов заказчиков и инвесторов [1].

Главным нормативным документом, устанавливающим основные требования к проектированию, строительству и эксплуатации водохранилища является СанПин 3907–85, согласно которому одним из главных мероприятий являются санитарная подготовка территории ложа водохранилищ к затоплению, которая включает в себя [2]:

- санитарную очистку территории населённых пунктов и т. д.;
- очистку от древесно-кустарниковой растительности;
- подготовку прибрежных участков водохранилища и т. д.

Разработки также подтвердили, что не выполненные в полном объеме работы по лесосводке лесочистке влекут за собой затопление значительных запасов древесно-кустарни-

ковой растительности и появление на территории водохранилища больших запасов плавающей древесины, оказывающие большое влияние на водохозяйственные объекты [3; 4], а также:

- снижает выработку энергии, забивая защитные решетки водоводов ГЭС;
- представляет опасность для водного транспорта;
- нарушает естественные условия среды обитания;
- ухудшает качество воды [5].

По результатам лесоинвентаризации выполненной филиалом ФГУП «Рослесинфорг» «Востиблеспроект» в 2007 г. в зоне затопления оказалось около 55,3 % товарной древесины. В зоне затопления, где должны проводиться повторные санитарные мероприятия и ранее очищенные площади снова образовалась древесно-кустарниковая растительность (Рабочий проект «Проведение лесочистки спецучастков ложа водохранилища Богучанской ГЭС с отметкой НПУ 208,0 м. 2 этап». Т. 1). В таблице приведены основные объемы лесных ресурсов на землях подлежащих лесосводке и лесочистке, в зоне затопления водохранилища БоГЭС.

**Лесотаксационная характеристика лож водохранилища БоГЭС**

| Показатели                                                    | Водохранилище БоГЭС |
|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| Площадь затопления, тыс. га                                   | 151,0               |
| Площадь лесосводки и лесочистки, тыс. га                      | 121,4               |
| Запас товарных насаждений, млн м <sup>3</sup>                 | 12,8                |
| Объем лесосводки, млн м <sup>3</sup>                          | 10,6                |
| Объем затопления, млн м <sup>3</sup><br>проектный<br>реальный | 2,0<br>–            |

Проведение работ по санитарной подготовке осложнились следующими обстоятельствами:

- продолжительностью (сокращением сроков) работ по лесочистке, повлияли на срок ввода гидроузла;
- повышение капиталовложений на 1 м<sup>3</sup> вырубленной древесины;
- проблемой вывозки древесного сырья из зоны затопления.

Из анализа следует, что необходимо проводить повторные санитарные мероприятия. Для повторных работ по лесосводке и лесочистке стоит учитывать территориальное расположение БоГЭС. Водохранилище находится в суровых климатических условиях, поэтому более рациональное проведение лесосводки в зимний период, а лесочистку в летний или осенний. Также необходимо:

- иметь реальные данные объемов затопленной древесно-кустарниковой растительности;
- определить места скопления плавающей древесины;
- обосновать технологию очистки лож водохранилища;
- выбрать технологию сбора и переработки древесной массы.

Если не проводить повторную работу по лесосводке и лесочистке, то по прогнозам сотрудников кафедры ИВР СибГУ объему плавучей древесины будут увеличиваться с каждым годом, начнет влиять на качество воды [6].

Технология работ и применение механизмов проведенных работ по лесосводке и лесочистке при мало, чем отличается от лесозаготовительных работ, которые проводятся в обычных условиях [7]. Необходимо предусматривать в работе современную высокопроизводительную технику и оборудование.

С учетом отмеченных особенностей Богучанской ГЭС, необходимо разрабатывать мало затратную технологию очистки и технических средств.

### Библиографические ссылки

1. Особенности проведения работ по лесосводке и лесочистке в ложах водохранилищ строящихся ГЭС [Электронный ресурс] / А. А. Андрияс, Ю. И. Рябоконь и др. URL: [https://ecodelo.org/4309-osobennosti\\_provedeniya\\_rabot\\_po\\_lesosvodke\\_i\\_lesochistke\\_v\\_lozhakh\\_vodokhranilishch\\_stroyashc](https://ecodelo.org/4309-osobennosti_provedeniya_rabot_po_lesosvodke_i_lesochistke_v_lozhakh_vodokhranilishch_stroyashc) (дата обращения: 15.11.2018).
2. СанПин 3907–85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ. Утв. 01.07.1985 г. С. 5.
3. Загрязнение и засорение водохранилищ ГЭС древесно-кустарниковой растительностью, органическими веществами и влияние их на качество воды : монография / В. П. Корпачев и др. М. : Академия Естествознания, 2010. 126 с.
4. Водоохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации : монография / В. П. Корпачев, А. И. Пережилин и др. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2015. 2009 с.
5. Особенности разработки технологии очистки водохранилища Богучанской ГЭС от плавающей древесины [Электронный ресурс] / В. П. Корпачев и др. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39119> (дата обращения: 15.11.2018).
6. Проблемы освоения плавящей древесной массы на водохранилищах ГЭС Сибири / В. П. Корпачев, А. А. Андрияс и др.
7. Технологии и технические средства подготовки лож водохранилища под затопление : учеб. пособие / В. П. Корпачев, А. И. Пережили, А. А. Андрияс, И. В. Губин / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск. 2009. 136 с.

© Васильев Р. В., Корпачев В. П., 2019

## **О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ И ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРЯЖЁВКИ**

И. А. Евстегнеев<sup>\*</sup>, А. В. Никончук, М. Ю. Степанов, С. С. Еремин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>\*</sup>E-mail: iEeeev@yandex.ru

*Обоснована необходимость разработки программного комплекса по моделированию и оптимизации раскряжёвки древесных хлыстов.*

*Ключевые слова: программный комплекс, раскряжёвочная линия, оптимизация раскряжёвки, древесный хлыст.*

## **THE NEED TO DEVELOP SOFTWARE SYSTEM FOR MODELING AND OPTIMIZING OF WOOD BUCKING**

I. A. Evstegneev<sup>\*</sup>, A. V. Nikonchuk, M. Yu. Stepanov, S. S. Eremin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>\*</sup>E-mail: iEeeev@yandex.ru

*The article substantiates the need to develop software system for modeling and optimizing wood bucking.*

*Keywords: software system, wood bucking line, optimization of wood bucking, wood whip.*

Развитию лесного комплекса Российской Федерации препятствуют несколько групп проблем, среди которых низкая степень использования лесного сырья и низкий уровень технического обеспечения лесной промышленности [1].

В настоящее время древесина заготавливается и вывозится преимущественно в сортаментах [2; 3]. При этом значительная часть заготавливаемых лесных ресурсов (пни, крона, вершинки, низкокачественная древесина) остаётся на лесосеке, что влечёт увеличение себестоимости заготовленного леса [1].

Для того, чтобы вывозка заготавливаемой древесины в полном объеме (в хлыстах, полухлыстах или деревьях) стала целесообразна, необходимо повышать транспортную доступность расчётной лесосеки, совершенствовать технологии комплексной переработки древесины, обеспечивать низкокачественную древесину потребителями, такими как целлюлозно-бумажные комбинаты.

Кроме того, древесина, вывозимая в хлыстах, полухлыстах или деревьях, должна быть обработана и использована максимально эффективно. Одной из основных задач для достижения этой цели является поиск оптимальной схемы (программы) раскряжки хлыстов – оптимизация раскряжёвки.

Задача оптимизации раскряжёвки хлыстов заключается в определении длин выпиленных сортиментов (схемы раскряжки) по одному из критериев оптимальности. Такими критериями могут быть: общий объёмный выход деловой древесины; выход плановых сортиментов; товарный выход сортиментов; выход цилиндрического объёма сортиментов.

Наибольшая выгода от оптимизации раскряжевки достигается, когда сортиментная программа предприятия состоит из множества размерных групп по длине [4].

При вывозке древесины исключительно в сортиментах количество размерных групп ограничено. Как правило, конструкция грузовых платформ сортиментовозов подразумевает перевозку пакетов длиной 4 или 6 м. Поэтому план выпиливаемых на лесосеке сортиментов ограничен этими длинами.

Согласно ГОСТ 9463–2016 допускается более широкий спектр длин в зависимости от назначения лесоматериала. Например, для пиловочника допустима длина от 3 до 6,5 м с градацией по длине 0,25 м, для строительного бревна то же с градацией 0,5 м [5].

Применение технологии заготовки с вывозкой хлыстов, полухлыстов или деревьев позволяет перенести часть технологических операций (очистку от сучьев, раскряжёвку) на оборудование лесопромышленных складов, на котором возможна реализация более выгодных схем раскря.

В настоящее время на лесопромышленных складах применяется оборудование, которое морально устарело и не отвечает условиям рыночной экономики.

На линиях с продольной подачей типа ЛО-15С возможна раскряжёвка по оптимальным схемам, но автоматизация процесса оптимизации раскряжёвки отсутствует, а по производительности такие линии не устраивают ни мелкого, ни крупного производителя [6].

Автоматизация раскряжёвки на высокопроизводительных линиях с поперечной подачей типа ЛО-105 ограничена конструктивными особенностями линий (слешерных столов), раскряжёвка по оптимальным схемам практически невозможна. Кроме того, существуют проблемы эксплуатации (заклинивание пил, перекося хлыста), которые не решаются без непосредственного вмешательства оператора, резко снижают производительность и сводят на нет экономическую целесообразность работы этих линий.

Сегодня, в век цифровых технологий, назрела необходимость разрабатывать автоматизированные раскряжёвочные линии в совокупности с программным комплексом по автоматизации и оптимизации раскряжёвки. Такой подход позволит совместить высокую производительность за счёт быстродействия автоматики и высокое качество выпиливаемых сортиментов, благодаря учёту формы и пороков хлыста при помощи современных датчиков и сенсоров.

Главным образом, разработка программного комплекса, оптимизирующего схему раскря, нацелена на автоматизацию и оптимизацию работы перспективных раскряжёвочных линий, в первую очередь, при их компьютерном моделировании, а в последующем в процессе эксплуатации в производстве круглых лесоматериалов.

Такой комплекс по возможности может быть применен к существующим линиям, принимая в расчёт конструкционные и технологические ограничения оборудования. Также ничто не мешает применять комплекс при оптимизации схем раскря хлыстов в условиях лесосеки.

Предлагаемый программный комплекс может быть основан на теоретических разработках профессора В. С. Петровского. В его трудах описана теория разработки математического обеспечения системы оптимизации раскряжёвки хлыстов на основе адекватных по каждой породе математических моделей хлыстов, которая даёт научную основу максимизации выпуска плановых лесоматериалов [4].

Таким образом, наряду с разработкой и внедрением новых лесозаготовительных, деревообрабатывающих технологий и систем машин, необходимо создавать программные комплексы, обеспечивающие технико-экономическое обоснование оптимального использования древесного сырья. Потенциальными потребителями таких программных комплексов могут быть исследователи технологических процессов деревообработки и лесопромышленные предприятия. Для решения данной задачи нами исследуются методики, математические модели, разрабатываются алгоритмы и компьютерные программы.

### Библиографические ссылки

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. М. : Минпромторг, 2017. 91 с.
2. Григорьев И. В., Григорьева О. И. Процессы лесосечных работ. Хлыстовая и сортиментная технологии // Лесозаготовка. Бизнес и профессия, 2015. № 1 (1). С. 18–22.
3. Сравнение хлыстовой и сортиментной технологии лесозаготовок / В. А. Иванов [и др.] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. № 8-2. С. 181–185.
4. Петровский В. С. Оптимальная раскряжевка лесоматериалов. 2-е изд. перераб. и доп. М. : Лесн. пром-ть, 1989. 288 с.
5. ГОСТ 9463–2016. Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия. М. : Стандартиформ, 2016. 10 с.
6. Лозовой В. А. Анализ и синтез технологических структур для первичной обработки древесных хлыстов : монография / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2009. 140 с.

© Евстегнеев И. А., Никончук А. В., Степанов М. Ю., Еремин С. С., 2019

## **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ПОСТАВОК ЛЕСНОГО СЫРЬЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

И. М. Еналеева-Бандура, С. А. Бровкин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: worb1@mail.ru

*Выбор способа поставки является основной характеристикой повышения резерва эффективности транспортного обеспечения. Его совершенствование обуславливается повышением эффективности управления и организации лесотранспортных процессов.*

*Приведен метод выбора рационального способа поставок лесного сырья автомобильным транспортом.*

*Ключевые слова: транспортно-технические процессы, предельная стоимость сырья, интеграция производств, расстояние.*

## **MODELING OF THE TRANSPORT PROCESSES THAT INCREASE THE MARGINAL COST OF RAW MATERIALS**

I. M. Enaleeva-Bandura, S. A. Brovkin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: worb1@mail.ru

*The choice of delivery method is the main characteristic of increasing the reserve efficiency of transport support. Its improvement is caused by increase of efficiency of management and the organization of forest transport processes.*

*This article presents a method of choosing a rational method of supply of forest raw materials by road.*

*Keywords: Transport and technical processes, the marginal cost of raw materials, production integration, distance.*

Управление и организация материального и информационного потоков лесотранспортных процессов и других производств, включает в себя решение вопросов таких, как, вопросы перспективного планирования и управления материальными и информационными транспортными потоками. Ответы на эти вопросы могут подсказать, каким образом необходимо доставить товар с минимальными затратами на транспортные расходы.

В связи с многовариантностью выбора путей и способов поставок возникает необходимость, в выборе рационального способа доставки лесного сырья, вызванного современным состоянием лесной промышленности Красноярского края, а именно:

- отсутствие взаимодействия между предприятиями лесозаготовительного и лесоперерабатывающего секторов; (дезинтеграция)
- разобщенность лесопромышленных предприятий;
- недостаточный уровень транспортной инфраструктуры;

- экспорт, значительно превышающий непокрытые потребности внутреннего рынка в лесном сырье;
- основными экспортерами являются мелкие лесные предприятия (по данным из доклада о состоянии и использовании земель Красноярского края за 2016 г. в частной собственности находится 76 % лесного фонда), вследствие чего наблюдается мелко партийный материальный поток;
- экспорт имеет ярко выраженную сырьевую исправленность, экспортируется лишь круглый лес и пиломатериалы;
- грузопотоки пиломатериалов имеют специфические особенности: неравномерная заготовка по сезонам года, неравномерное размещение рубочных ресурсов, многочисленность пунктов отправления и потребления, отсутствие централизованного планирования перевозок, данные за 2018 г. приведены на рисунке.

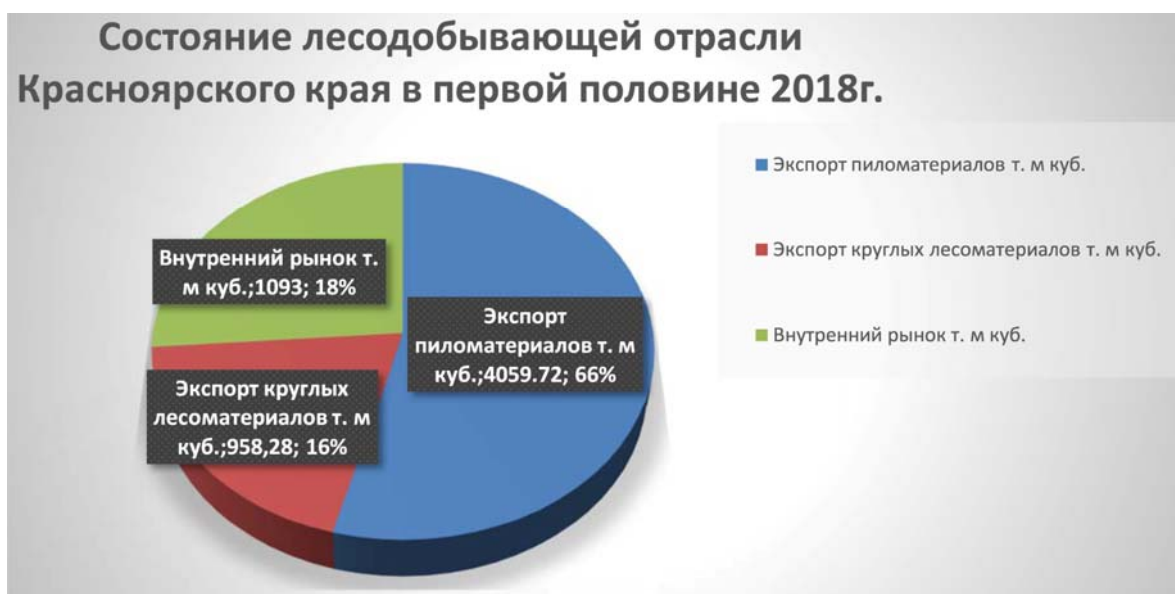


Диаграмма потребности внутреннего рынка

Кроме того, не потребленные в нормативное время лесное сырье и планируемое свыше нормированного срока, теряет свои первоначальные качества, т. е. сортность.

Повсеместное применение сортиментной технологии усложняет задачу оптимального плана организации лесотранспорта, так как при данной технологии отсутствует централизованная схема нижних складов и значительно увеличивается номенклатура продукции на лесосеке. Применение данной технологии часто подразумевает организацию прямой вывозки потребителю, на терминал или погрузочную площадку. Количество потребителей может быть достаточно большим, а объемы потребления различны. Всё это приводит к тому, что стандартные схемы организациям лесотранспорта оказываются малоэффективными, поэтому актуальной научной задачей является разработка рационального способа поставки.

Нами предлагается на предприятиях лесного комплекса производить экономическое обоснования по выбору рационального способа поставки на основе показателя предельной цены сырья, который показывает максимальное увеличение и снижение цены на продукцию.

При использовании обозначенного метода, цены на лесное сырьё для лесоперерабатывающего предприятия будут напрямую зависеть от значений предельной цены конечного продукта.

Следует отметить, что реализация способа рационального распределения лесного сырья в цепи поставок обуславливается необходимостью объединения лесозаготовительных и лесоперерабатывающих производств в единую систему.



Условием эффективной интеграции производств лесного комплекса является возмещение текущих затрат и получение нормативной прибыли всем участникам в сфере производства и реализации конечной лесной продукции.

Данный показатель в производстве продукции деревопереработки [1] определяется отношением разницы рыночной цены и расходов (на перевозку конечной продукции до места потребления транспортировку промежуточной продукции от лесозаготовителя до места переработки, на производство конечной продукции (без стоимости сырья), издержками производства промежуточных операций) на расход сырья единицы конечного продукта.

Уровень показателя будет воздействовать на интересы лесозаготовителей поставщиков древесного сырья и перерабатывающих производств, при выполнении условия, что предельная цена сырья, устанавливаемая в деревообработке, будет покрывать расходы лесозаготовителей на производство круглых лесоматериалов и обеспечивать прибыль, достаточную для уплаты налогов и расширенного воспроизводства производственных ресурсов, то лесозаготовители и перерабатывающие производства будут охотно использовать выбранный способ поставок.

Только в этом случае интеграция лесопромышленных производств признается целесообразной [1].

Значительное влияние на величину предельной цены сырья в переработке оказывает транспортный фактор, этот показатель определяется, как разница цен рыночной и конечной продукции, данная величина представляет собой расходы на доставку готовой продукции потребителю, которые зависят от дальности перевозок, то есть:

- если учесть, что стоимость транспортирования продукции может быть суммарно рассчитана длиной перевозки с учётом тарифного коэффициента и затрат на погрузку конечной продукции;

- то сопоставляя данные о расходах на транспортировку и предельную цену продукции можно определить предельно допустимое, (максимальное) расстояние перевозки конечной продукции до потребителей, обеспечивающее получение нормативной прибыли в деревообработке и на лесозаготовках в том случае где предельная цена будет покрывать расходы лесозаготовителей на производство круглых лесоматериалов и обеспечивать прибыль, достаточную для уплаты налогов и расширенного воспроизводства производственных ресурсов.

Учитывая вышеизложенное, данный метод применяют при выборе рационального способа поставок сырья, увеличивая предельную стоимость конечной продукции, и длину плеча поставок.

### **Библиографическая ссылка**

1. Воронина Е. А. Экономическая оценка условий вертикальной интеграции лесозаготовок с лесопилением : диссертация. Красноярск, 2002. 156 с.

© Еналеева-Бандура И. М., Бровкин С. А., 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕПИ ПОСТАВОК ЛЕСНОГО СЫРЬЯ С УЧЁТОМ ФАКТОРОВ НЕРАВНОМЕРНОСТИ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

И. М. Еналеева-Бандура, В. А. Шувалова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: wikitoria.set@gmail.com

*Рассмотрена классическая модель транспортно-технологического процесса, выявлены её недостатки: данная модель не учитывает неравномерности объема сырья в пунктах производства и потребления, динамичность и размер рынка, прибыль и затраты участников цепи поставок. Представлена разработка модели транспортно-технологического процесса, которая учитывает вышеизложенные параметры.*

*Ключевые слова: грузопоток, схема перевозки, неравномерность спроса, цена реализации, коэффициент неравномерности предложения.*

## MODELING THE SUPPLY CHAIN OF WOOD MATERIALS DUE TO IRREGULARITY IN THE DELIVERY PROCESS

I. M. Enaleeva-Bandura, V. A. Shuvalova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: wikitoria.set@gmail.com

*The article considers the classical model of transport and technological process, reveals its shortcomings: this model does not take into account the uneven volume of raw materials in the points of production and consumption, the dynamics and size of the market, the profit and costs of the supply chain participants. This article presents the development of a model of transport and technological process, which takes into account the above parameters.*

*Keywords: traffic, transportation scheme, the unevenness in demand, sales price, coefficient of uniformity of sentences.*

В силу специфики отрасли объем сырья в пунктах производства и потребления обладает неравномерностью, т. е. носит стохастический характер. Задачей исследования явилось разработать такую модель данного процесса, которая бы учитывала динамичность и размер рынка, прибыль и затраты участников цепи поставок, как единой системы, где транспорт является важным связующим звеном [1].

Исходя из анализа теоретических источников [2–4], наиболее частой в использовании является классическая модель транспортно-технологического процесса. Рассмотрим её наиболее подробно:

$$F(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

где  $i$  – пункт производства,  $i \in \{1, \dots, m\}$ ;  $j$  – пункт потребления (дилер, оптовый посредник,  $j \in \{1, \dots, n\}$ ;  $c_{ij}$  – расходы на единицу продукции, руб.;  $x_{ij}$  – объем поставки  $i$ -м поставщиком  $j$ -му потребителю,  $m^3$ .

При следующих ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad i=1,2, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j, \quad j=1,2, \dots, n, \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i=1,2, \dots, m, \quad j=1,2, \dots, n, \quad (4)$$

где  $a_i$  – объем поставки, м<sup>3</sup>;  $b_j$  – объем потребления, м<sup>3</sup>.

Как видим, классическая модель не учитывает ни неравномерности спроса и предложения, ни ущерба от недопоставки у предприятий потребителей, ни омертвления активов поставщиков.

Исходя из вышеизложенного разработана модель, которая бы учитывала обозначенные факторы является актуальной научной задачей.

Таким образом, в основу, разработанной нами, модели транспортно-технологического процесса положен учёт неравномерности объема сырья в пунктах производства и потребления.

Следовательно, модель транспортно-технологического процесса выглядит следующим образом:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$F_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ C_i \cdot I_{\text{инф}}^{\text{ц}} + C_{ij}^{\text{тр}} \cdot I_{\text{инф}}^{\text{тр}} \right] \cdot X_{ij}, \quad (6)$$

$$F_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i^* \cdot U_i, \quad (7)$$

$$F_3 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_j^{**}(t) \cdot X_{ij}^*. \quad (8)$$

При ограничениях:

1. Статистического баланса:

$$\sum_{i=1}^m a_i \cdot K_{\text{пр}}^{\text{н}} = \sum_{j=1}^n b_j \cdot K_{\text{спр}}^{\text{н}}. \quad (9)$$

2. Естественной не отрицательности грузопотоков:

$$X_{ij} \geq 0, \quad i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n. \quad (10)$$

3. В условиях эффективной интеграции в системе «лесозаготовка-лесопереработка»

$$\frac{(P_0 - C_k - T_k - R_k - T_n)}{m} \geq C_i \geq C_n + R_n. \quad (11)$$

Указанные в ограничениях:  $K_{\text{спр}}^{\text{н}}$ ,  $K_{\text{пр}}^{\text{н}}$ , соответственно коэффициенты неравномерности спроса в  $j$ -м пункте потребления и неравномерности предложения в  $i$ -м пункте производства рассчитываются по следующим формулам:

$$K_{\text{спр}}^{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{пл}}} \cdot 100 \%, \quad (12)$$

где  $Q_{\text{ф}}$  – средний фактический объем потребления в  $j$ -м пункте за несколько периодов;  $Q_{\text{пл}}$  – средний плановый объем потребления в  $j$ -м пункте за несколько периодов.

$$K_{\text{пр}}^{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{пл}}} \cdot 100 \%, \quad (13)$$

где  $Q_{\text{ф}}$  – средний фактический объем производства в  $i$ -м пункте за несколько периодов;  
 $Q_{\text{пл}}$  – средний плановый объем производства в  $i$ -м пункте за несколько периодов.

В разработанной нами модели и её ограничениях используются следующие обозначения:

$F_1$  – стоимость поставки, руб;  $F_2$  – затраты на хранение, руб;  $F_3$  – величина ущерба от недопоставки, руб;  $C_i$  – цена реализации за 1 м<sup>3</sup> лесопроductии у поставщика, руб.;  $C_{ij}^{\text{ТР}}$  – транспортные расходы на единицу продукции, руб.;  $I_{\text{инф}}^{\text{н}}$  – прогнозируемый индекс инфляции на лесное сырье;  $I_{\text{инф}}^{\text{ТР}}$  – прогнозируемый индекс инфляции на транспортный тариф;  $C_i^*$  – затраты на хранение единицы продукции у  $i$ -го поставщика, руб.;  $U_i$  – объем запаса поставщика, м<sup>3</sup>;  $C_i^{**}$  – ущерб от недопоставки на единицу продукции, руб.;  $X_{ij}$  – недопоставленный объем, м<sup>3</sup>;  $P_0$  – цена продукции конечного потребления (рыночная цена), устанавливается маркетинговым анализом внешнего и внутреннего рынков при балансе платежеспособного спроса;  $C_k$  – затраты деревообрабатывающих предприятий на производство конечной продукции без стоимости сырья (в том числе энергетические затраты, вода и др.);  $T_k$  – транспортные расходы на перевозку конечной продукции от мест ее производства до мест потребления;  $R_k$  – нормативная прибыль в производстве конечной продукции;  $T_n$  – транспортные расходы на доставку промежуточной продукции от лесозаготовителей до мест переработки в конечную продукцию;  $C_i$  – цена реализации за 1 м<sup>3</sup> лесопроductии у поставщика, руб.;  $C_n$  – издержки производства промежуточной продукции (лесозаготовок);  $R_n$  – нормативная прибыль в производстве промежуточной продукции.

Таким образом, классическая модель транспортно-технологического процесса, не может использоваться дальше, так как не учитывает ряд необходимых параметров, а разработанная нами, модель транспортно-технологического процесса учитывает следующее: динамичность и размер рынка, прибыль и затраты участников цепи поставок, как единой системы, где транспорт является важным связующим звеном.

Следовательно, разработанная модель является устойчивой к изменениям, сопровождающим транспортно-технологический процесс доставки лесного сырья, разработанная модель является экономически эффективной при планировании перевозочного процесса доставки лесного сырья.

### Библиографические ссылки

1. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики : учебник. СПб. : Питер, 2008. 448 с.
2. Стороженко С. С. Повышение эффективности транспортно-технологического процесса лесопромышленных предприятий на базе логистико-математических моделей : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2003. 210 с.
3. Просветов Г. И. Математические методы в логистике : учебник. М. : Альфа-Пресс, 2014. 70 с.
4. Гнедаш М. А. Выбор рациональных способов перевозки бытовой техники железнодорожным транспортом : дис. ... канд. техн. наук. Липецк, 2006. 275 с.

© Еналеева-Бандура И. М., Шувалова В. А., 2019

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДОСТАВКИ ЛЕСНОГО СЫРЬЯ  
НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ В ДИНАМИЧЕСКОЙ  
ПОСТАНОВКЕ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ РИСКОВ**

Е. С. Ковалева, Е. С. Задонская, Н. Н. Шишоркин, В. В. Полянова, А. Л. Давыдова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kovaleva.katya7@gmail.com

*Данная статья посвящена управлению рисками в цепях поставок лесного сырья, посредством разработки динамической математической модели транспортно-технологического процесса, учитывающей влияние факторов рисков.*

*Ключевые слова: риски, лесная отрасль, математическая модель, экономическая эффективность.*

**MATHEMATICAL MODEL OF DELIVERY OF FOREST RAW MATERIALS  
ON WOOD PROCESSING ENTERPRISES IN DYNAMIC FORMULATION TAKING  
INTO ACCOUNT RISK FACTORS**

E. S. Kovaleva, E. S. Zadonskaya, N. N. Shishorkin, V. V. Polyanova, A. L. Davydova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kovaleva.katya7@gmail.com

*This article is devoted to risk management in the supply chain of forest raw materials through the development of a dynamic mathematical model of the transport and technological process, taking into account the influence of risk factors.*

*Keywords: risks, forest industry, mathematical model, economic efficiency.*

**Введение.** Риски в лесной промышленности – это вероятность потерь в результате изменений в экономическом состоянии лесной отрасли, риски характеризуются степенью обозначенных изменений как внутри данной отрасли, так и по сравнению с другими отраслями.

Действенным способом управления рисками, является прогнозирование влияния факторов рисков, которое позволяет отслеживать протекание транспортно-технологического процесса предприятий лесного комплекса с учетом неопределенности среды окружающей обозначенный процесс, позволяя эффективно управлять производственно-хозяйственной деятельностью предприятий, не доводя негативное воздействие рисков до критической ситуации.

В настоящее время, необходимость управления рисками является актуальной задачей, без решения которой невозможна оптимизации хозяйственной деятельности предприятий лесной промышленности.

Учитывая вышеизложенное, актуальной научной задачей является разработка моделей и методов, призванных наиболее достоверно прогнозировать влияние факторов рисков на технологические процессы предприятий лесной отрасли, в целях эффективного управления обозначенными процессами.

На базе анализа теоретических источников и научной литературы [1], было выявлено, что наиболее известные методы прогнозирования влияния факторов рисков, при моделировании процессов лесной отрасли, имеют свои недостатки и преимущества.

Анализируя данные таблицы, мы пришли к выводу, что транспортно-технологический процесс в виду своей структурной сложности не может быть описан одной моделью прогнозирования влияния факторов рисков и оптимизирован одним способом управления рисками. Следовательно, необходимо создание комбинации методов либо моделей.

#### Методы прогнозирования влияния рисков

| Методы               | Преимущества                                                                                                                                                                                                                                                          | Недостатки                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Метод Делфи          | <ul style="list-style-type: none"> <li>удобен в применении;</li> <li>учитывается мнение всех людей, имеющих отношение к вопросу;</li> <li>способствует выработке независимого мышления;</li> <li>обеспечивает объективное изучение вопроса с разных сторон</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>мнение коллектива не всегда верное;</li> <li>организаторы опроса наделены большими полномочиями, чем экспертная группа – это значит, что мнение ряда экспертов может остаться незамеченным;</li> <li>стремление к мнению большинства;</li> <li>требуется много времени</li> </ul> |
| Метод сценариев      | Позволяет получать информацию об ожидаемых результатах для различных вариантов реализации проекта                                                                                                                                                                     | Ограниченное число сценариев<br>Трудоемкость математических расчетов                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Метод Монте-Карло    | Высокая точность расчетов, возможность выявить риск, сопряженный с теми проектами, в отношении которых принято решение не потерпит изменений                                                                                                                          | Высокие требования к вычислительной мощности и значительные затраты времени на проведение расчетов                                                                                                                                                                                                                       |
| «Дерево» решений     | Обеспечивает отслеживание «дальних последствий» тех или иных непредвиденных последствий                                                                                                                                                                               | Должен иметь обозримое или разумное число вариантов развития                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Статистический метод | Небольшая сложность математических расчетов                                                                                                                                                                                                                           | Необходимость большого количества исходных данных, чем больше массив статистических данных, тем достовернее оценка риска                                                                                                                                                                                                 |

Для прогнозирования и расчета влияния факторов рисков на предприятии лесной отрасли нами предлагается использовать метод экспертных оценок, так как он дает более точный прогноз влияния рисков [2; 3], и математическое моделирование.

С учетом вышеизложенного, нами была создана математическая модель транспортно-технологического процесса, основанная на методе экспертных оценок, в целях корректного учета влияния факторов рисков, учитывающая затраты на хранение непроданной части сырья и ущерб от недопоставки.

Таким образом, функционал  $F$  определяется выражением:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $F_1$  – стоимость поставки лесного сырья, руб.;  $F_2$  – затраты на хранение;  $F_3$  – величина ущерба от недопоставки.

Подфункционал  $F_1$  будет определяться следующим образом:

$$F_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ C_i(t) \cdot (1 \pm g_b(t)) + C_{ij}^{TP}(t) \cdot (1 \pm g_G(t)) \right] \cdot X_{ij}(t) \cdot (1 - g_w(t)), \quad (2)$$

где  $C_i(t)$  – цена реализации за 1 м<sup>3</sup> лесопродукции у поставщика, руб. на момент времени  $t$ ;  $C_{ij}^{TP}(t)$  – транспортные расходы на единицу продукции, руб. на момент времени  $t$ ;  $i$  – пункт

производства,  $i \in \{1, \dots, m\}$ ;  $j$  – пункт потребления (дилер, оптовый посредник,  $j \in \{1, \dots, n\}$ );  $X_{ij}(t)$  – объем поставки  $i$ -м поставщиком  $j$ -му потребителю,  $\text{м}^3$  на момент времени  $t$ ;  $g_w(t)$  – коэффициент оценки влияния ресурсного фактора на объем (отгружаемой) производимой продукции, а также влияние риска недопоставки, либо поставки продукции ненадлежащего качества на момент времени  $t$ ;  $g_b(t)$  – коэффициент оценки влияния фактора теневых экономических отношений, а также влияние инфляции на себестоимость (отгружаемой) производимой продукции в момент времени  $t$ ;  $g_G(t)$  – коэффициент оценки влияния законодательного и монопольного фактора на транспортные расходы на момент времени  $t$ .

Приведенные в выражении (2) коэффициенты  $g(t)$  определяются, как говорилось выше, методом экспертной оценки специалистов лесной отрасли, данные коэффициенты определяют степень влияния того или иного фактора неопределенности на величину совокупных затрат при доставке лесного сырья от производителя до конечного потребителя.

Подфункционал  $F_2$  будет определяться так:

$$F_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i^*(t) (1 \pm g_b(t)) \cdot U_i(t) \cdot (1 - g_w(t)), \quad (3)$$

где  $C_i^*(t)$  – затраты на хранение единицы продукции у  $i$ -го поставщика, руб. на момент времени  $t$ ;  $U_i(t)$  – объем запаса поставщика,  $\text{м}^3$  на момент времени  $t$ .

Подфункционал  $F_3$  имеет вид

$$F_3 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i^{**}(t) (1 \pm g_b(t)) \cdot X_{ij}^*(t) \cdot (1 - g_w(t)), \quad (4)$$

где  $C_i^{**}(t)$  – ущерб от недопоставки на единицу продукции, руб. на момент времени  $t$ ;  $X_{ij}^*(t)$  – недопоставленный объем,  $\text{м}^3$  на момент времени  $t$ .

Данная модель способна обеспечить комплексную оценку факторов рисков внешней и внутренней среды протекания транспортно-технологического процесса. Использование экспертного метода для получения итоговых прогнозных значений уровня риска, оперируя качественными значениями показателей, дает возможность получить количественный результат.

### Библиографические ссылки

1. Бородинова И. А., Сараев Л. А. Стохастическая транспортная задача : науч. ст. Самара, 2010.
2. Лукинский В. С. Модели и методы теории логистики : учебник. СПб. : Питер. 2008. 448 с.
3. Стороженко С. С. Повышение эффективности транспортно-технологического процесса лесопромышленных предприятий на базе логистико-математических моделей : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2003. 210 с.

© Ковалева Е. С., Задонская Е. С., Шишоркин Н. Н.,  
Польянова В. В., Давыдова А. Л., 2019

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ НА КОМПЬЮТЕРЕ

В. И. Коченовский, А. Д. Пивчук

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Ta\_ta\_ta@list.ru

*Объемы земляных работ рассчитываются попикетно для участка дороги, на который выполнен нормальный продольный профиль с использованием программы для компьютера.*

*Ключевые слова: объемы земляных работ, подсчет земляных работ, кювет, поправки.*

## DETERMINATION OF VOLUMES OF GROUND WORKS ON THE COMPUTER

V. I. Kochenovsky, A. D. Pivchuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Ta\_ta\_ta@list.ru

*Groundwork volumes are calculated according to excavation picket for the road segment on which the normal longitudinal profile is made with the help of computer program.*

*Keywords: volumes of groundwork, groundwork's calculation, ditch, amendments.*

Подсчёт объёмов земляных работ необходим для того, чтобы обоснованно выбрать методы и средства их выполнения, установить необходимость отвозки или возможность распределения вынутого из котлованов или траншей грунта на прилегающей территории и последующего его использования для устройства обратных засыпок, определить стоимость и продолжительность производства земляных работ.

Объемы земляных работ можно определять, используя специальные таблицы, по формулам. Результаты расчетов записывают в ведомость объемных земляных работ. В конце ведомости подсчитывается общий объем выемок и насыпей. Профильный объем земляных работ находится как сумма объемов выемок и насыпей [1–3].

Подсчёт объёмов земляных работ является очень трудоемким процессом, требующим долговременные однообразные вычисления. В связи с этим возникает потребность их автоматизации.

При подсчете объемов земляных работ прежде всего необходимо определить положение нулевых точек по формуле

$$x = \frac{lH}{H_1 \pm H_2}, \quad (1)$$

где  $H_1$  и  $H_2$  – смежные рабочие отметки точек продольного профиля, между которыми находится нулевая точка;  $l$  – расстояние между смежными точками.

При определении объемов земляных работ, необходимо учитывать поправки:

а) призматоидальные – при разности рабочих отметок более 1 м по формуле

$$\Delta V_{\text{пр}} = \frac{m(H_1 - H_2)}{12}; \quad (2)$$



б) на уширение земляного полотна на кривых участках радиусом меньше 400 м по формуле

$$\Delta V_y = \frac{(H_1 + H_2)}{2} \Delta BL, \quad (3)$$

где  $\Delta B$  – величина уширения земляного полотна, определяемая по таблице.

#### Пример определения объема земляных работ

| Ширина земляного полотна    |     |    |           |              |         |                               | 8,5                           |
|-----------------------------|-----|----|-----------|--------------|---------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ширина кювета поверху       |     |    |           |              |         |                               | 1                             |
| Показатель крутизны откосов |     |    |           |              |         |                               | 1,5                           |
|                             |     |    |           |              |         |                               |                               |
| №                           | МПТ |    | $H_T$ , м | $H_{cp}$ , м | $L$ , м | $V_{насыпи}$ , м <sup>3</sup> | $V_{выемки}$ , м <sup>3</sup> |
|                             | ПК  | +  |           |              |         |                               |                               |
| 1                           | 0   | 00 | 0,50      |              |         |                               |                               |
|                             |     |    |           | 0,95         | 100     | 989,13                        | 0,00                          |
| 2                           | 1   | 00 | 1,40      |              |         |                               |                               |
|                             |     |    |           | 0,95         | 20      | 197,83                        | 0,00                          |
| 3                           | 1   | 20 | 0,50      |              |         |                               |                               |
|                             |     |    |           | 0,50         | 80      | 398,90                        | 0,00                          |
| 4                           | 2   | 00 | 0,50      |              |         |                               |                               |
|                             |     |    |           | 0,50         | 15      | 74,79                         | 0,00                          |
| 5                           | 2   | 15 | 0,50      |              |         |                               |                               |
|                             |     |    |           | 0,50         | 85      | 423,83                        | 0,00                          |
| 6                           | 3   | 00 | 0,50      |              |         |                               |                               |
| Объем насыпи, всего         |     |    |           |              |         |                               | 2084,475                      |
| Объем выемки, всего         |     |    |           |              |         |                               | 0                             |
| Объем земляных работ, всего |     |    |           |              |         |                               | 2084,475                      |

Объем насыпи определяется по формуле

$$V_n = (a + BH_{cp} + mH_{cp}^2)L, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где  $a$  – площадь сечения сливной призмы треугольной формы равна

$$a = \frac{iB^2}{4}, \text{ м}^2, \quad (5)$$

где  $i$  – поперечный уклон земляного полотна дороги;  $B$  – ширина земляного полотна;  $H_{cp}$  – средняя рабочая отметка;  $m$  – коэффициент крутизны откоса;  $L$  – длина участка, для которого определяется объем насыпи.

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2}{2}, \text{ м}. \quad (6)$$

Объем выемки определяется по формуле

$$V_v = \left[ (2k - a) + (B + 2v)H_{cp} + mH_{cp}^2 \right] L, \text{ м}^3, \quad (7)$$

где  $k$  – площадь сечения трапецией дальнего кювета выемки равна

$$k = \frac{(B + B_0)}{2}, \text{ м}^2, \quad (8)$$

где  $B_0$  – ширина дна кювета, м;  $B$  – ширина кювета по верху, м;  $h$  – глубина кювета, м;  $h = 0,7\text{--}0,8$  м.

Ширина кювета по верху равна

$$B = B_0 + (m + n)h, \text{ м}, \quad (9)$$

где  $m$  – крутизна наружного откоса;  $n$  – крутизна внутреннего откоса.

При расчете площади сечения треугольного кювета  $B_0 = 0$ .

Нами по существующей методике подсчета объема земляных работ было разработано программное средство в среде Excel. Алгоритм работы:

1. Ввести место положения точки (пикет и плюсовое значение).
2. Ввести величину плюсовой отметки.

Программа автоматически определяет расстояние между рабочими отметка и производит подсчет объемов насыпи или выемки на каждом участке. Окончательно программа определяет профильные объемы насыпи и выемок, а также общий профильный объем земляных работ. Пример использования данной программы приведен в таблице и выполнен на базе реального курсового проекта.

**Вывод.** Применение данного программного обеспечения предназначено для выполнения курсовых и дипломных работ и позволяет существенно сократить время для их выполнения.

### Библиографические ссылки

1. Транспорт леса. Сухопутный транспорт: учебник для вузов / Э. О. Салминен [и др.]; под. ред. Э. О. Салминена. В 2 т. Т. 1. М. : Академия, 2009. 368 с.
2. Сухопутный транспорт леса : учебник для вузов / В. И. Алябьев [и др.] ; под. ред. В. И. Алябьева. М. : Лесн. пром-ть, 1990. 416 с.
3. Технологические правила и карты строительство лесовозных автомобильных дорог. Т. I. Технологические правила. Л. : Гипролестранс, 1975. С. 10–62.

© Коченовский В. И., Пивчук А. Д., 2019

## **ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

В. А. Лозовой, Д. Н. Жданова, К. А. Бословяк, А. В. Никончук

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

*Приведены параметры поточных линий с продольной подачей по сравнению с ручной механизированной раскряжёвкой. Сделан предварительный функциональный анализ существующих структур, намечены дальнейшие направления совершенствования технологического процесса раскряжёвки хлыстов.*

*Ключевые слова: раскряжёвка, поточные линии, продольная, поперечная подача, функциональный структурный анализ, достигнутый уровень – необходимый уровень – требуемый уровни развития, коэффициент избыточности по перемещениям.*

## **BACKGROUND FOR IMPROVING THE TECHNOLOGY FOR OBTAINING ROUND FOREST MATERIALS**

V. A. Lozovoy, D. N. Zhdanova, K. A. Boslovyak, A. V. Nikonchuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

*The article presents data on the advantages of production lines with a longitudinal feed compared to manual dumping. A preliminary functional analysis of the existing structures has been made, further directions for improving the technological process of logging of the whips have been outlined.*

*Keywords: bucking, production lines, longitudinal, transverse flow, functional structural analysis, achieved level – optimally needed – required development levels, redundancy factor.*

Поточные линии с продольной подачей древесных хлыстов на раскряжёвку получили довольно широкое распространение на лесопромышленных предприятиях Российской Федерации в силу следующих технологических преимуществ в сравнении с механизированной раскряжёвкой на ручных эстакадах:

- исключение тяжёлого ручного труда;
- не ограниченные возможности по автоматизации и роботизации с повышением производительности и качества продукта труда
- высокий выход деловой древесины, в виду индивидуального раскроя хлыстов и возможности программируемости раскряжёвки;
- возможность монтажа и эксплуатации на мелких и средних предприятиях одной или нескольких линий с годовым объёмом производства от 70 до 280 тыс. м<sup>3</sup>;
- возможность эксплуатации на мелких предприятиях без дорогостоящего кранового оборудования, например, в сочетании с разгрузочно-растаскивающими устройствами типа РРУ-10М;

В сравнении с заготовкой сортиментов харвестерами:

- высокий выход деловой древесины на 25–30 %;
- организация комплексного использования древесного сырья с вынужденной мотивацией использования древесных отходов;
- увеличенный на 30–50 % размерный ряд длин сортиментов;
- возможность установки экспертной стационарной системы определения качества хлыстов с последующим определением программы раскряжёвки.

Наиболее известные линии с продольной подачей:

ПЛХ-ЗАС, ЛО-15С, ЛО-30, ЛО-68, ППЛ-4.

Структурный состав линий с продольной подачей базируется на строгой последовательности операций [1; 2], выполняемых стационарными машинами,

В<sub>1</sub> – подача пакета хлыстов в зону разобшения и частичное разобшение;

В<sub>2</sub> – разобшение хлыстов;

В<sub>3</sub> – подача хлыстов в зону раскряжёвки;

В<sub>4</sub> – ориентация хлыстов для откомлёвки;

В<sub>5</sub> – ориентация хлыстов по зонам программной раскряжёвки;

В<sub>6</sub> – раскряжёвка хлыстов;

В<sub>7</sub> – удаление сортиментов из зоны раскряжёвки;

В<sub>8</sub> – обрезка сучьев.

При этом не исключены некоторые вариации, зависящие от конструкции той или иной стационарной установки.

Выше указанные операции определяют последовательность выполнения операций, но не функциональные особенности, которые при внутри цикловом рассмотрении структуры можно было бы отнести к несущественным факторам. Но особенности предмета труда (древесные хлысты) требуют более скрупулезного подхода к структурному анализу, т. е. необходимо включить в анализ и функциональные особенности составляющих системы.

Расширим перечень операций, включив функциональные особенности установок и агрегатов как с продольными, так и с поперечным надвиганием хлыстов.

В<sub>11</sub> – подача пакета хлыстов в зону разобшения системой с 2-мя степенями свободы например РРУ-10М;

В<sub>12</sub> – подача пакетов хлыстов поперечным транспортёром;

В<sub>21</sub> – разобшение хлыстов подсистемой с 2-мя степенями свободы (типа РРУ);

В<sub>22</sub> – разобшение хлыстов подсистемой обеспечивающей хлысту 4 степени свободы (гидро-манипулятор (ГМ) например, ЛО-13С);

В<sub>23</sub> – разобшение хлыстов подсистемой с 3-мя степенями свободы (ГМ например, ЛП-33);

В<sub>24</sub> – разобшение хлыстов подсистемой с 4-мя степенями свободы (ГМ типа ЛО-105);

В<sub>25</sub> – разобшение хлыстов (полухлыстов) бункерными установками типа ЛТХ-80;

В<sub>26</sub> – разобшение хлыстов бункерными установками типа МСГ-3,4 (медведь) в сочетании с обрезкой сучьев;

В<sub>27</sub> – разобшение хлыстов в сочетании с обрезкой сучьев (ГМ типа ЛП-33);

В<sub>31</sub> – подача хлыстов в зону раскряжёвки разгрузочно-растаскивающими устройствами типа РРУ-10М;

В<sub>32</sub> – подача хлыстов в зону раскряжёвки продольным транспортёром;

В<sub>33</sub> – подача хлыстов на продольный транспортёр надвигания ГМ ЛО-13С (2 степени свободы);

В<sub>34</sub> – подача хлыстов на поперечный транспортёр надвигания ориентацией на шнековом транспортере (отсекатель-сбрасыватель типа ЛО-105);

В<sub>35</sub> – подача хлыстов на поперечный транспортёр надвигания (транспортером-сбрасывателем) съём хлыстов со шнекового транспортёра поперечным, например, на линии ЛО-117;

- В<sub>41</sub> – ориентация хлыстов для откомлёвки – продольный транспортёр типа ЛО-15С;  
В<sub>42</sub> – ориентация хлыстов для откомлёвки шнековым транспортёром типа ЛО-105, СЛ-4;  
В<sub>43</sub> – ориентация хлыста (ствола) для откомлёвки на стреле процессора типа ЛО-120;  
В<sub>44</sub> – ориентация хлыста (ствола) для откомлёвки харвестерной головкой;  
В<sub>51</sub> – ориентация хлыста по зонам рациональной раскряжёвки- приёмный стол типа ПЛХ-3А, ЛО-15С;  
В<sub>52</sub> – ориентация хлыста по зонам раскряжёвки с элементами программной раскряжев- ки- продольный транспортёр (рольганг) типа СТИ-1, СТИ-2, СТИ-3;  
В<sub>53</sub> – ориентация хлыста по зонам раскряжёвки продольным канатным транспортёром стрелового типа, например, ЛО-120;  
В<sub>54</sub> – ориентация хлыста для раскряжёвки (программный раскрой) – продольный транс- портёр типа МР-8;  
В<sub>55</sub> – ориентация ствола для раскряжёвки харвестерной головкой (харвестер типа 1270D);  
В<sub>56</sub> – ориентация хлыста под раскряжёвку канатным гидрополиспастом типа ЛО-30;  
В<sub>61</sub> – раскряжёвка хлыстов установкой маятникового типа (ПЛХ-3АС, ЛО-15С);  
В<sub>62</sub> – раскряжёвка хлыстов установкой с 2-мя пилами типа ЛО-68 (вертикальное надви- гание);  
В<sub>63</sub> – раскряжёвка хлыстов установкой с 2-мя пилами (надвигание маятниковое) ЛО-30;  
В<sub>64</sub> – раскряжёвка хлыстов с поперечным надвиганием на стационарно установленный ряд пил (6–9 шт.);  
В<sub>65</sub> – раскряжёвка хлыстов с поперечным надвиганием на переменный постав (про- граммная раскряжёвка (Раума Репола);  
В<sub>66</sub> – раскряжёвка неподвижного хлыста переменным поставом пил (линия типа МР-8);  
В<sub>67</sub> – раскряжёвка хлыстов с подачей по стреле (например, ЛО-120);  
В<sub>68</sub> – раскряжёвка хлыстов харвестерной головкой (харвестер типа 1270D);  
В<sub>71</sub> – удаление сортиментов после раскряжёвки с приёмного стола сбрасывателями (ЛО-15С, ПЛХ-3АС, ЛО-68);  
В<sub>72</sub> – удаление сортиментов на скоростной многорядный продольный транспортёр (ЛО-30);  
В<sub>73</sub> – удаление сортиментов продольным транспортёром после слешера (Раума Репола) СТИ-1;  
В<sub>74</sub> – удаление сортиментов в лесонакопители непосредственно после раскряжёвки (ЛО-105, СЛ-4);  
В<sub>81</sub> – обрезка сучьев совмещённая с подачей на раскряжёвку (ЛО-30, харвестер, ППЛ-4, ЛО-120);  
В<sub>82</sub> – обрезка сучьев бункерными машинами (МСГ-3,4, СМ-17);  
В<sub>83</sub> – обрезка сучьев стреловыми машинами типа ЛП-30, ЛП-33, ЛО-70.

Для сравнительного анализа необходимо провести деструктуризацию каждой из выше- перечисленных машин по переместительным операциям. Степень оснащённости поточной линии будем определять по показателю избыточности [1; 2], который отражает степень раз- витости или соответствия требуемым предъявляемым или достигнутым в результате техно- логического и конструктивного совершенствования. Для определения  $K_n$  необходимо знать минимально необходимый уровень оснащённости, который обеспечивает получение продук- та труда (круглых лесоматериалов). Такой минимально необходимой структурой является раскряжёвка ручным мотоинструментом:

1. Подача пакета хлыстов.
2. Разобшение в ручную.
3. Откомлёвка.

4. Отмер длины.
5. Раскряжёвка.

Из этого следует, что минимальное количество операций для получения продукта труда  $n^{\min} = 5$ . То есть, выполнив 5 операций без каких-либо дополнительных требований по минимизации пороков, по выходу деловой древесины, по качественному составу сортиментов, по количественному ассортименту и др., мы получим продукт (круглые лесоматериалы) с минимальным количеством оборудования и переместительных операций призванных улучшить качество продукта и увеличить производительность труда.

Далее, составив матрицу соответствия [1; 2] и посчитав по каждой существующей линии отношение

$$\frac{n_i}{n^{\min}} = K_{\text{изг}}, \quad (1)$$

где  $n_i$  – количество операций по конкретной линии из перечня приведённого в начале статьи;  $n^{\min}$  – минимально необходимое количество операций для получения продукта труда;  $K_{\text{изг}}$  – коэффициент избыточности [1–3].

Коэффициент избыточности показывает отношение достигнутого уровня развития технологической системы к минимально необходимому уровню по переместительным операциям. Это даёт возможность при дальнейшем анализе перейти к следующему необходимому уровню развития технологии, т. е. к синтезу технологических структур.

### Библиографические ссылки

1. Дорошенко В. А. Синтез технологической структуры автоматизированных технологических процессов первичной обработки древесины : монография / КГТА. Красноярск, 1996. 229 с.
2. Лозовой В. А. Особенности связей между агрегатами раскряжёвочных поточных линий. Лесозэксплуатация : межвуз. сб. науч. тр. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 1998. С. 354–356.
3. Торопов А. С. Интенсификация производительных процессов поперечной распиловки лесоматериалов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 1993. 31 с.

© Лозовой В. А., Жданова Д. Н., Бословяк К. А., Никончук А. В., 2019

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ ЛЗП В ЕНИСЕЙСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР**

Д. С. Мотявина, Р. А. Черных

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: chernykhra@mail.sibsau.ru

*Описаны САПР, которые в настоящее время применяются при проектировании лесовозных дорог. Рассмотрены их преимущества в сравнении с ручным проектированием, сфера их применения и перспективы использования в проектировании лесовозных дорог. Представлены результаты проектирования фрагмента лесовозной дороги лесного участка в Енисейском лесничестве Красноярского края, выполненные вручную и с применением программы «Топоматик Robur».*

*Ключевые слова: САПР, «Топоматик Robur», лесовозные дороги, проектирование лесовозных дорог.*

## **DISIGN OF FOREST ROADS OF LOGGING COMPANY IN THE YENISEI FORESTRY OF KRASNOYARSK REGION USING CAD**

D. S. Motyavina, R. A. Chernykh

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: chernykhra@mail.sibsau.ru

*The article describes a compilation of CAD systems currently used in the design of forest roads. It is dealt with advantages in comparison with manual design, the area of their application and prospects for use in the design of forest roads. Data are given about of the design of a fragment of the forest road of a forest area in the Yenisei forestry of Krasnoyarsk region. It is done manually and using the “Topomatic Robur” program.*

*Keyword: CAD, Topomatic Robur, forest roads, forest road design.*

Потребность в строительстве новых лесных дорог круглогодичного действия и временных дорог составляет в целом по Российской Федерации 2,2 тыс. км и 9,3 тыс. км в год соответственно [1]. Проектирование лесовозных дорог это сложная и трудоемкая задача, но в настоящее время в профессиональную деятельность проектных и изыскательских организаций быстро проникают компьютерные технологии. В том числе происходит внедрение эффективных специализированных программ для автоматизации проектных работ, которые известны как САПР.

Существующие в настоящее время САПР автомобильных дорог имеют схожую структуру. Они состоят из однотипных модулей, которые помогают инженеру выполнять различные проектные операции. Например, переработку исходной информации и формирование цифровой модели местности, трассирование автомобильных дорог, проектирование продольного профиля, проектирование земляного полотна и дорожных одежд и т. д.

На сегодня САПР получили широкое распространение в различных областях науки и техники, в том числе и при проектировании лесовозных дорог. Самые распространенные системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог ведущих отечественных и зарубежных разработчиков: IndorCAD/Road (разработчик – Indorsoft, Россия), CREDO ДОРОГИ (разработчик – Кредо-Диалог, Беларусь), ROBUR (разработчик – Topomatic, Россия) [2], GIP (разработчик – ГИПРОДОРОНИИ, Россия), AutoCAD Civil 3D (разработчик – Autodesk, США) [3], CARD/1 (разработчик – IB&T Group, Германия), MXROAD (разработчик – Bentley Systems, США).

Кроме вышеперечисленных программ, существуют и другие зарубежные разработки: Plateia (CGS plus, Словения), Novapoint Road (VIANOVA Systems AS, Норвегия), SierraSoft Roads (SierraSoft, Италия), RoadEng (Softree, Канада), Anadelta Tessera (Anadelta Software, Греция) [4].

Наиболее популярны в России на данный момент следующие программы: программный комплекс CREDO (СП «Кредо-Диалог» – ООО, г. Минск), IndorCAD («ИндорСофт», г. Томск), «Топоматик Robur» (НПФ «Топоматик», г. Санкт-Петербург), AutoCAD Civil 3D (Autodesk, США) [5]. Эти программы занимают большую часть российского рынка программного обеспечения в области дорожного проектирования.

Перечисленные программные разработки предназначены для автоматизации проектирования при строительстве, реконструкции или ремонте автомобильных дорог. В качестве основных данных для проектирования в этих системах используют данные геодезических изысканий и карты местности. В результате получают трехмерную модель дороги и проектную документацию.

Все приведенные выше программы используют одинаковую терминологию для описания модели дороги: план, продольный и поперечные профили и т. д. Эти программные продукты позволяют реализовать комплексный подход к разработке проектов на всех этапах создания и эксплуатации автомобильных дорог, предложить несколько вариантов проектных решений и выбрать наиболее приемлемый вариант в рамках одного проекта, наглядно оценить преимущества и недостатки различных вариантов проектных решений [5].

Как и любая технология, САПР имеют свои достоинства и недостатки. Основными достоинствами САПР являются следующие.

Более быстрое, точное и качественное выполнения чертежей. Выполнение чертежа с использованием САПР занимает значительно меньше времени, чем традиционное ручное исполнение. Точность чертежа при работе с САПР не зависит от остроты зрения человека и ограничивается возможностями ЭВМ, которые также определяют и качество прорисовки линий и текста.

Использование ЭВМ позволяет хранить библиотеки стандартных символов, геометрических форм и, следовательно, не создавать их каждый раз с нуля, исследовать объект в трехмерном пространстве или в различных состояниях. Также внедрение систем автоматизированного проектирования позволяет провести интеграцию с другими видами автоматизированной деятельности, например, со станками с ЧПУ, производствами, использующими роботов и т. д.

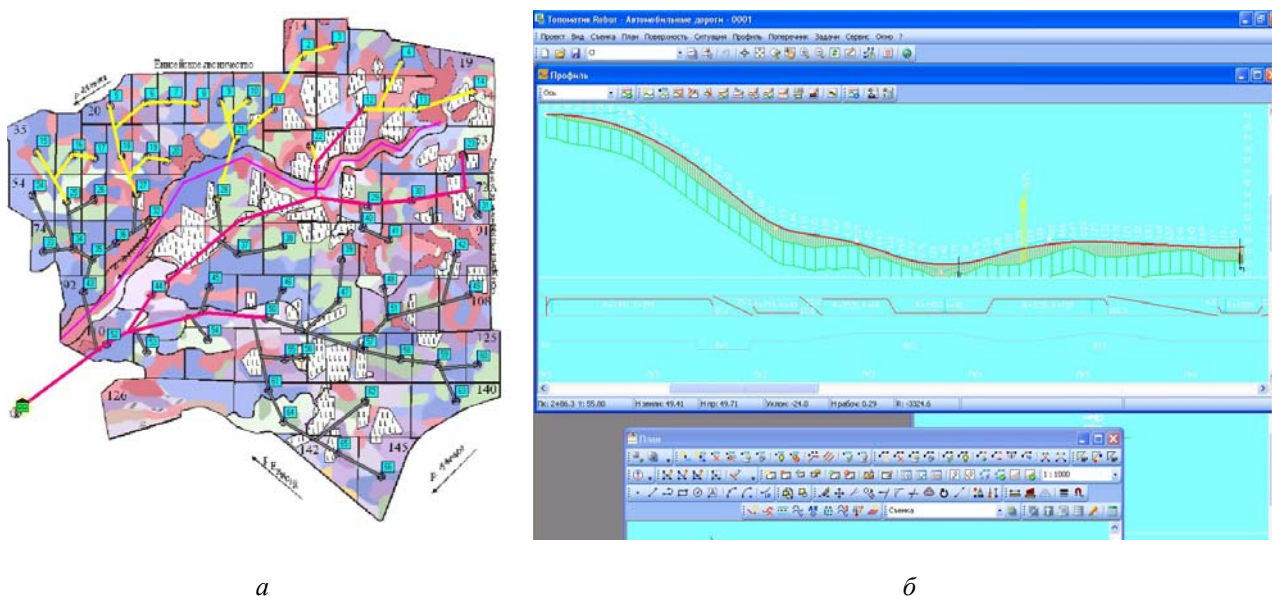
К недостаткам САПР можно отнести такие факторы как финансовые и временные. Стоимость программного обеспечения и его обновлений у многих систем автоматизированного проектирования высока, как и затраты на приобретение ПК. Обучение и переобучение специалистов, внедрение и доработка САПР на конкретном предприятии требует не только финансовых затрат, но и может занять продолжительное время. К другим недостаткам САПР относят не полное соответствие современных программ BIM-технологии и концепции поддержки жизненного цикла автомобильных дорог, которые ставят перед проектировщиками ряд специфических задач [6].

Также к недостаткам существующих в настоящее время систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог относят использование при расчете дорожных одежд



в качестве параметра механических свойств грунтов модуля упругости только в статике, что не позволяет адекватно на этапе проектирования оценить прочность и ресурс многослойных структур [5].

Для участка в Енисейском лесничестве Красноярского края была спроектирована схема лесовозных дорог, с учетом природно-географических и технико-экономических факторов. Затем для участка дороги был спроектирован продольный профиль. Расчеты, связанные с построением продольного профиля выполнялись как вручную, так и с использованием программы «Топоматик Robur». Результаты проектирования представлены на рисунке.



Результаты проектирования схемы лесовозных дорог участка лесного фонда:  
а – схема лесовозных дорог; б – участок дороги открытый в программе «Топоматик Robur»

В итоге можно отметить, что САПР повышают эффективность труда инженеров, но при этом требуют специализированные знания для их использования, наличие программного обеспечения и соответствующих системным требованиям компьютеров.

### Библиографические ссылки

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г. М. : Минсельхоз России, 2008.
2. Официальный сайт НПФ «ТОПОМАТИК» [Электронный ресурс]. URL: [www.topomatic.ru](http://www.topomatic.ru) (дата обращения: 15.11.2018).
3. AutoCAD Civil 3D-проектирование объектов инфраструктуры – Autodesk [Электронный ресурс]. URL: <http://www.autodesk.ru> (дата обращения: 15.11.2018).
4. Кривых И. В., Мирза Н. С. Обзор зарубежных САПР автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2 (5). С. 68–77.
5. Смогунов В. В., Митрохина Н. Ю. Системный анализ методов проектирования автомобильных дорог // Изв. высш. учеб. завед. Поволжский регион. Технические науки. 2011. № 4 (20). С. 116–126.
6. Миронюк В. П., Фиалкин В. В. Анализ основных направлений развития САПР автомобильных дорог для реализации концепции жизненного цикла автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 31–35.

© Мотявина Д. С., Черных Р. А., 2019

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

И. А. Оленева, Р. А. Черных

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: chernykhra@mail.sibsau.ru

*Описаны ГИС-технологии, применяемые для проектирования лесовозных дорог. Рассмотрены преимущества ГИС, используемых в РФ, область их применения и перспективы использования в лесном комплексе. Представлены результаты проектирования схемы сети лесовозных дорог, с применением теории графов в программе MapInfo.*

*Ключевые слова: ГИС-технологии, лесовозные дороги, проектирование лесовозных дорог.*

## **DESIGN OF SCHEME OF FORESTRY ROADS USING GIS TECHNOLOGIES**

I. A. Oleneva, R. A. Chernykh

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: chernykhra@mail.sibsau.ru

*The article describes the GIS technology used for the design of forest roads. The advantages of GIS in the Russian Federation, the area of their application and the prospects for use in the forest complex are considered. Presented results of the design of the network diagram of forest roads, using graph theory in the program MapInfo.*

*Keyword: GIS technology, forest roads, forest road design.*

Наличие развитой дорожной сети круглогодичного действия необходимо для роста лесозаготовок, которые, в свою очередь, обеспечат спрос предприятий лесного комплекса на древесину. Проектирование лесных дорог должно быть направлено на снижение транспортных затрат и обеспечение конкурентоспособности лесозаготовок. Это позволит повысить эффективность деятельности всего лесного сектора.

Управление лесопромышленными процессами осуществляется неавтоматизированными способами. Существующий процесс организации работ трудоемкий, основывается на использовании множества документов на бумажной основе. Это приводит к сложностям при обновлении данных и снижению эффективности и оперативности решений.

В настоящее время информационные технологии и геоинформационные системы (ГИС), в том числе, применяются повсеместно и способствуют решению различных задач. Использование ГИС-технологий в лесном комплексе позволит обеспечить полное и рациональное использование сырьевых ресурсов, облегчить процесс управления лесами, отпадет необходимость в затратах большого количества времени на планирование, моделирование, проектирование, строительство, эксплуатацию и мониторинг лесных дорог, а также на транспортные и строительные затраты из-за ошибок проектирования и планирования [1].

В настоящее время в России широко распространены такие программы как ArcGIS и ArcView компании ESRI, GeoMedia корпорации Intergraph и MapInfo Professional компании Pitney Bowes MapInfo. Используются и другие программные продукты как отечественные, так и зарубежные [2; 3]. Например, в Красноярском крае ведется разработка ГИС для нужд лесного хозяйства. Планируется реализовать пилотный проект по внедрению геоинформационной системы функционирования лесного хозяйства. Задача – на основе действующей подсистемы учета использования лесного фонда, включающей в себя функционал баз данных Рослесхоза, ГИС ГМП, ЛесЕГАИС и других, обеспечить интеграцию и актуализацию данных о лесах края с базами Рослесинфорга, Росреестра и Роскосмоса, а также формирование векторной цифровой модели лесного фонда. Разрабатываемая ГИС позволит нанести на карту лесов в системе «Енисей-ГИС» данные в цифровом формате о состоянии лесного фонда края, которые будут доступны широкому кругу заинтересованных лиц и организаций. Проект назван «ЛесФондГЕО Красноярский край» [4].

ГИС используют для решения разнообразных задач, некоторые из них применяют и в лесном комплексе:

- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- территориальное и отраслевое планирование и управление;
- обеспечение комплексных и отраслевых кадастров;
- мониторинг экологических ситуаций и опасных природных явлений и т. д.;
- картографирование (комплексное и отраслевое): создание тематических карт и атласов, обновление карт, оперативное картографирование.

Основные задачи картографического интерфейса как компоненты ГИС:

- построение картографического изображения по информации, поступающей из картографической и фактографической базы данных;
- обеспечение доступа к объектам этих баз данных [5].

Основную информацию, которую можно загрузить и отобразить в ГИС производят лесохозяйственные предприятия. Они создают лесные карты и лесотаксационные базы данных. Для этого они выполняют дешифрирование аэрофотоснимков, проводят полевые работы, обрабатывают материалы геодезической съемки и топографических карт (см. рисунок).

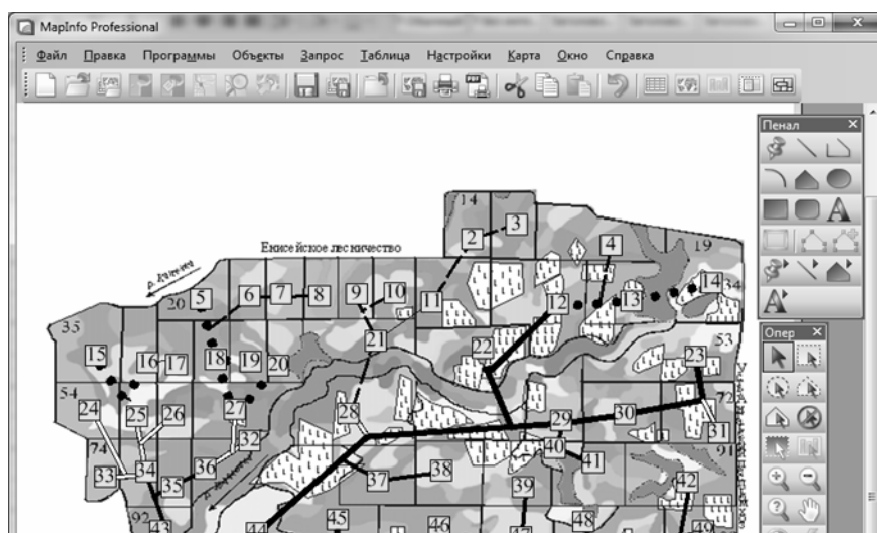


Схема Рудиковского участкового лесничества, открытая в программе MapInfo

Когда лесохозяйственное предприятие проводит новое лесохозяйство, оно использует с базовые информационные технологии, разрабатывает проект организации и ведения лесного хозяйства. Все материалы вводятся, обрабатываются и хранятся в специализированных базах

данных. К ним относятся поведельная лесотаксационная база данных, картографическая база данных планово-картографических материалов или в геоинформационной системе [5].

Пример окна ГИС с картой, отображающей схему сети дорог Рудиковского участкового лесничества, приведен на рисунке. Как видно из рисунка, ГИС предоставляет возможность отобразить картографическую информацию (карта-схема кварталов, схема дорог). Кроме того, непосредственно в самой программе можно получить информацию о запасах древесины на каждом квартале, затратах на строительство отдельных участков дороги и их протяженность, составлять запросы и делать выборки по нескольким кварталам или участкам дороги.

Рассмотрим основные преимущества применения геоинформационных систем.

Во-первых, повышение удобства отображение пространственных данных – картографирование пространственных данных, наиболее удобно для восприятия, что облегчает построение запросов и их дальнейший анализ.

Во-вторых, интеграция данных всего лесного комплекса – геоинформационные системы объединяют данные, накопленные в различных подразделениях ЛЗП или целых регионах. Коллективное использование накопленных данных и их интеграция в единое целое дает существенные преимущества в использовании и обработке информации.

В-третьих, на основе анализа большого объема информации возможно принятие обоснованных решений – автоматизация процесса анализа и построения отчетов о любых явлениях, связанных с пространственными данными, помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений.

В-четвертых, быстрое и удобное создание карт – геоинформационные системы оптимизируют процесс расшифровки данных космических и аэросъемок и используют уже созданные планы местности, схемы, чертежи. ГИС существенно экономят временные ресурсы, автоматизируя процесс работы с картами.

### **Библиографические ссылки**

1. Иванова М. Э. Применение ГИС-технологий для проектирования лесных дорог // Лесной вестник. 2010. № 5. С. 185–190.
2. Транспорт леса. В 2 т. Т.1. Сухопутный транспорт леса: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э. О. Салминен, Г. Ф. Грехов, Н. А. Тюрин и др. ; под. ред. Э. О. Салминена. М. : Академия, 2009. 368 с.
3. Алексеева М. В приоритете – охрана и приумножение лесных богатств: в Красноярском крае разработали собственную геоинформационную систему для нужд ЛПК [Электронный ресурс] // Леспроминформ : спец. инф.-аналит. журн. 2018. № 4 (134). С. 54–57. URL: [https://lesprominform.ru/media/\\_protected/journals\\_pdf/2328/lesprominform\\_134.pdf](https://lesprominform.ru/media/_protected/journals_pdf/2328/lesprominform_134.pdf). Загл. с экрана. (дата обращения: 15.11.2018).
4. Список продуктов для создания ГИС [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1633429>. Загл. с экрана. (дата обращения: 15.11.2018).
5. Лыщик П. А., Бавбель Е. И. Обоснование параметров лесотранспортных сетей на основе ГИС-технологий // Тр. БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. 2012. С. 35–38.

© Оленева И. А., Черных Р. А., 2019

## СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. В. Пряничникова, Н. В. Смертин, С. Н. Долматов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: pryanichnikovaalina98@mail.ru

*Рассмотрены факторы и критерии, определяющие выбор смазочных материалов для лесозаготовительных машин. Рассмотрены современные тенденции в области применения смазочных материалов и их влияния на окружающую среду.*

*Ключевые слова: масла, смазки, лесозаготовительная техника, экология.*

## LUBRICANT MATERIALS FOR FORESTRY MACHINES

A. V. Pryanichnikova, N. V. Smertin, S. N. Dolmatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: pryanichnikovaalina98@mail.ru

*The article considers the factors and criteria that determine the choice of lubricants for forest machines. The current trends in the application of lubricants and their impact on the environment are considered.*

*Keywords: oils, lubricants, logging equipment, ecology.*

Сегодня одной из самых актуальных задач в лесной промышленности является снижение стоимости эксплуатационных расходов, уменьшение затрат на ремонт и обслуживание лесозаготовительного оборудования. Кроме того, каждый работник стремится полностью реализовать ресурс работы оборудования при минимальных расходах времени и средств. Достижение этого в значительной мере связано с правильным выбором моторного масла и других смазочных материалов. Эксплуатация машины целом, а также конкретно каждого ее узла сопровождается определенным режимом работы, от которого в значительной степени определяются специфические требования к рабочей жидкости или к смазочному материалу.

Конструктивные особенности лесозаготовительного оборудования и условия его эксплуатации предъявляют определенные требования к составу и свойствам масел. При этом на первый план выдвигаются указанные экономические выгоды, которые могут быть достигнуты только при применении современных высокотехнологичных смазочных материалов. Моторное или трансмиссионное масло в обязательном порядке содержит в своем составе необходимые присадки, обеспечивающие необходимые моющие, противозадирные, термостойкие свойства [1]. В производстве моторных масел используют базовые масла трёх типов: минеральные (нефтяные), синтетические и частично синтетические. Производство базовых оснoв и товарных масел в России размещено на 12 крупных заводах [2]. На этих предприятиях выпускается около 3 млн т масел в год. Кроме того, широкой номенклатурой на рынке представлены импортные масла, доля которых составляет 80...85 тыс. т в год. Выбор базового

масла при производстве товарного масла зависит не только от требуемых функциональных показателей, но и определяется ценовыми и экономическими факторами производства и потребления.

Работающее масло непрерывно изменяется под воздействием высокой температуры, окисляющей среды, внешних загрязнений, катализаторов (продуктов износа металлических поверхностей) и других факторов. Совокупность процессов, сопровождающихся изменением состава и свойств работающего масла в неблагоприятном направлении, называют старением масла [3]. При использовании лесозаготовителями некачественных масел могут начаться проблемы, связанные с рядом факторов:

- 1) при окислении углеводородных соединений масла происходит ухудшение его смазывающих свойств;
- 2) на горячих поверхностях двигателя образуются углеродистые отложения: нагар, лак, шлам;
- 3) малая вязкость масла в летнее время ускоряет износ деталей двигателя и трансмиссии;
- 4) несвоевременная сезонная замена масла приводит к износу двигателя и элементов гидросистем при эксплуатации в холодное время года, особенно при запуске двигателей.

Однако в последнее время ситуация меняется. Российские инженеры и механики по эксплуатации лесозаготовительной техники повышают свою техническую грамотность при эксплуатации техники с использованием современных масел, рабочих жидкостей и смазок. Благодаря этому наметилась тенденция к использованию в лесозаготовительной промышленности высококачественных, специально разработанных моторных масел, изготовленных отечественными и мировыми компаниями. Такие масла обеспечивают высокие ресурсосберегающие характеристики эксплуатируемой техники.

Важнейшей проблемой в условиях сурового российского климата является выбор оптимального масла для лесозаготовительной техники. Оптимального с точки зрения цены и потребительских свойств. И если выбор качественного моторного масла, как правило, ни у кого не вызывает сомнения, то к обоснованию и подбору трансмиссионных и гидромасел часто относятся весьма некомпетентно. Высокие цены на трансмиссионные и гидравлические масла, и не такой явный и быстрый – аварийный износ деталей трансмиссии и гидроборудования, часто, иногда служат основанием к применению в этих узлах отработанных, выработавших свой нормативный ресурс моторных масел. Даже качественно очищенное, фильтрованное отработанное моторное масло не обеспечивает необходимые требования по смазке, охлаждению и удалению продуктов износа из-за несоответствующих вязкостно-температурных характеристик, отсутствия или выработки присадок, значительного содержания нагара, способствующего повышенному износу деталей. Поэтому такое применение отработанного масла следует считать недопустимым.

В последнее время конкурентами минеральных моторных масел становятся гидрокрекинговые моторные масла. Основным их преимуществом является невысокая стоимость по сравнению с синтетическими моторными маслами при почти одинаковых эксплуатационных характеристиках. Результаты проведенных испытаний гидрокрекинговых моторных масел на дизельных двигателях показали, что вязкость масла не увеличивается выше допустимых значений даже при нагрузке сажи на масло в количестве 12,8% и при удвоенном времени испытания, а износ двигателя, вызванный сажой, при удвоенном времени испытания в несколько раз меньше, чем при применении обычных минеральных моторных масел [4].

Обоснованное применение современного высокотехнологичного масла для лесозаготовительного оборудования обеспечит следующие преимущества:

1. Уменьшение расхода масла из-за меньшего угара.
2. Экономия топлива вследствие меньших потерь на трение.
3. Более легкий пуск в холодное время года.

4. Увеличенный срок службы масла вследствие его большей устойчивости к окислению.

5. Лучшая защита от износа, что приводит к увеличению ресурса основных частей лесозаготовительной техники, таких как гильзы и кольца цилиндров, опоры коленвалов.

6. Уменьшение объемов труднорастворимых отложений (лаков) вследствие поддержания загрязняющих частиц во взвешенном состоянии в течение всего периода работы двигателя.

Широчайшее применение современного лесозаготовительного оборудования приводит к расходованию тысяч тонн масел и смазок. При этом неизбежно определенный объем опадает в почву и грунтовые воды. Можно сказать, что одним из крупных источников загрязнения природной среды являются смазочные материалы, как свежие, так и отработанные. Это объясняется прежде всего низкой биоразлагаемостью минеральных и синтетических масел и смазок. Некоторые нефтяные и синтетические смазочные материалы и их компоненты являются экотоксичными продуктами. Помимо экологических факторов следует учитывать и экономические: использование одного доминирующего материала для получения смазок, каким в последнее время является нефть, является несомненно опасным экологическим фактором [5].

Альтернативой этим материалам могут служить масла (жиры) растительного и животного происхождения, биологические смазочные материалы (БСМ). Они нетоксичны, обладают высокой (до 100 %) биоразлагаемостью и прекрасными смазывающими свойствами [6]. Эти продукты и отходы их переработки можно использовать для производства смазочных материалов практически всех видов – масел, пластичных смазок, смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), технологических смазок, а также присадок.

Известно, что во многих странах ведутся работы по получению на базе растительных масел смазочных материалов, присадок и пластичных смазок, наиболее интенсивно – в США, Англии, ФРГ, Австрии. К сожалению, в нашей стране уделяется недостаточное внимание разработке и применению таких смазочных материалов.

### **Библиографические ссылки**

1. Ваванов В. В. Улучшение эксплуатационных свойств автомобильных смазок с помощью противоизносных и противозадирных присадок : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05; МИНХ и ГП им. И. М. Губкина. М., 1979. 22 с.

2. Соболев Б. А. Производство смазочных масел предприятиями России // Мир нефтепродуктов. 1999. № 1. С. 25.

3. Контроль качества топлив и смазочных материалов, используемых в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники / В. В. Остриков, С. А. Нагорнов, О. А. Клейменов и др. М. : Россельхозакадемия, 2007. 115 с.

4. Смазочные материалы и контроль их качества в АПК / В. В. Остриков, О. А. Клейменов, В. М. Баутин. М. : Росинформатех, 2003. 172 с.

5. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / В. В. Остриков, С. А. Нагорнов, О. А. Клейменов и др. Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 304 с.

6. Растительные и животные жиры – сырьё для приготовления товарных смазочных материалов / И. Г. Фукс, А. Ю. Евдокимов, В. А. Джамалов и др. // ХТТМ. 1992. № 4. С. 34–39.

© Пряничникова А. В., Долматов С. Н., Смертин Н. В., 2019

## **НАДЕЖНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКОГО ГИДРОМАНИПУЛЯТОРА ЛЕСНЫХ МАШИН**

Т. Е. Скоробогатова, Г. А. Дмитренко, И. Д. Якутис

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: vita-tanya@mail.ru

*Рассмотрены результаты исследований влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на динамическую нагруженность гидроманипулятора лесопогрузчика в горизонтальной плоскости.*

*Ключевые слова: лесопогрузчик, гидроманипулятор, надежность, изгибная жесткость, тонкостенный стержень.*

## **RELIABILITY OF THE CONSTRUCTION OF THE TELESCOPIC HYDROMANIPULATOR OF FOREST MACHINES**

T. E. Skorobogatova. G. A. Dmitrenko. I. D. Yakutis

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: vita-tanya@mail.ru

*The article discusses the results of studies of the influence of structural and operational factors on the dynamic loading of the hydraulic manipulator of the logger in the horizontal plane.*

*Keywords: logger, hydraulic manipulator, reliability, flexural rigidity, thin-walled rod.*

Одним из древнейших видов деятельности человека является заготовка леса. Леса занимают почти третью часть земной поверхности – 3,8 млрд га. В России идет активное развитие лесной отрасли.

Концентрация лесозаготовительного производства позволяет повысить эффективность отрасли, но вместе с тем ведет к увеличению объема погрузочно-разгрузочных и погрузочно-транспортных работ. Чтобы успешно справиться с возрастающими объемами этих работ, необходимо создать надежные погрузочно-транспортные машины – лесопогрузчики, оснащенные комбинированными гидроманипуляторами, имеющие высокую скорость движения и большую грузоподъемность.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями выявлено, что 80% отказов современных грузоподъемных машин связано с динамическими нагрузками, которые приводят к изнашиванию трущихся элементов, усталостному разрушению металлоконструкций и деталей механизмов, появлению недопустимых остаточных деформаций.

Поэтому актуальными стали исследования влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на динамическую нагруженность манипуляторов.

Анализ полученного теоретического и практического материала показало преимущество поворотных лесопогрузчиков, оснащенных комбинированными манипуляторами, перед фронтальными и перекидными, которое заключается в возможности погрузки без разворота машины. Это обеспечивает снижение удельного давления на грунт, динамических нагрузок



и, вследствие этого, повышение надежности, а также устраняет разрушение поверхности погрузочных площадок [1].

В настоящее время недостаточно исследованы переходные процессы в режиме поворота комбинированного манипулятора в горизонтальной плоскости. Система «погрузчик-груз» в режиме поворота является более жесткой, чем в режиме подъем-опускание. Это связано с тем, что в режиме подъем-опускание цепь гидроцилиндров телескопического механизма, гидроманипуляторов рукояти и подъема стрелы являются своего рода демпферами, которые частично гасят динамические колебания, возникающие в металлоконструкции комбинированного гидроманипулятора. В режиме поворота эти функции гидроцилиндры не выполняют. Поэтому динамическая нагруженность металлоконструкции технологического оборудования комбинированного гидроманипулятора в процессе поворота значительно выше, чем у элементов подъема. Кроме того, в режиме поворота повышенную роль играет величина зазоров в соединениях.

Гидроманипулятор лесопогрузчика представляет собой сложную пространственную конструкцию. Упругими элементами которой, являются: стрела, рукоять и удлинитель. Эти элементы будем называть рабочим оборудованием гидроманипулятора. Для исследования этой сложной динамической системы необходимо определить общую изгибную жесткость рабочего оборудования комбинированного гидроманипулятора. Сложность расчета состоит в том, что величина вылета рабочего оборудования на погрузочно-транспортных операциях является величиной переменной за счет выдвижения удлинителя из корпуса рукояти [2].

В современной строительной механике такую расчетную схему основных элементов конструкции по признаку их пространственной протяженности относят к четвертому классу – тонкостенным стержням, так как в целом удовлетворяет условию:

$$\frac{\delta}{d} \leq 0,1; \quad \frac{d}{l} \leq 0,1,$$

где  $\delta$  – толщина оболочки, мм;  $d$  – какой-либо характерный размер поперечного сечения, мм;  $l$  – длина, мм.

Рассмотрим рабочее оборудование комбинированного гидроманипулятора как составной тонкостенный гибкий стержень, состоящий из четырех частей, у которого один конец жестко зашкелен, а второй свободен как показано на рис. 1.

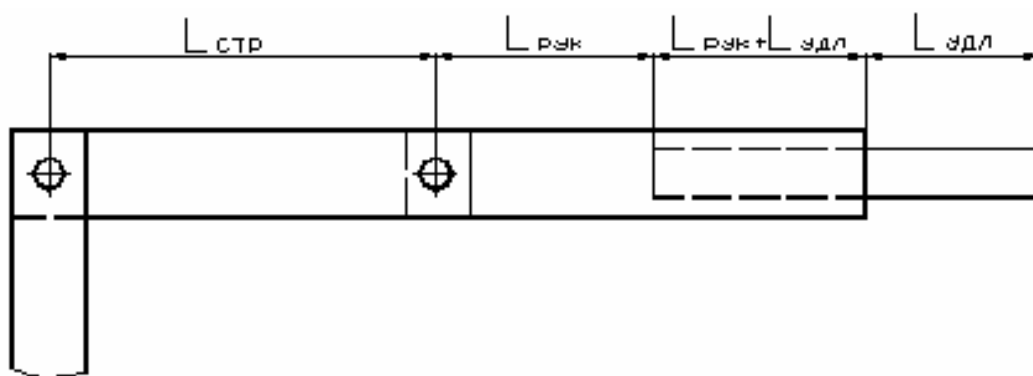


Рис. 1. Схема рабочего оборудования комбинированного гидроманипулятора

Расчетная схема рабочего оборудования представлена на рис. 2. Решение задачи об изгибе составного стержня основано на подходе, разработанном в работе [3]:

$$C_i = E_i J_i, \quad (1)$$

где  $C_i$  – изгибная жесткость каждой части составного стержня,  $\text{Нм}^2$ ;  $E_i$  – модуль Юнга,  $\text{Па}$ ;  $J_i$  – момент инерции сечения стержня,  $\text{м}^4$ ;  $P$  – нагрузка, действующая на манипулятор под углом  $\varphi_0$ ,  $\text{Н}$ ;  $\theta_i$  – углы наклона касательной к каждой части стержня соответственно,  $\text{рад}$ .

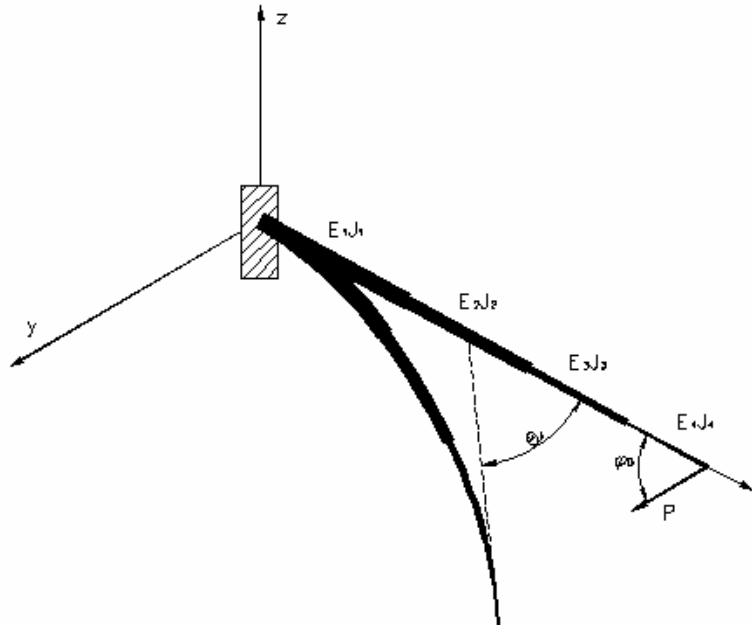


Рис. 2. Расчетная схема рабочего оборудования гидроманипулятора

Геометрически линеаризованные уравнения равновесия для каждой части стержня запишем в виде

$$\frac{d^2\theta_i}{dt^2} + q_i^2(\theta_i + \varphi_0) = 0, \quad (2)$$

где  $q_i^2$  – собственные числа дифференциального уравнения равновесия каждой части стержня;  $i = 1, \dots, 4$  – количество составных частей стержня;  $\varphi_0$  – угол действия нагрузки к оси  $x$ ;  $t = \frac{l}{L}$  – безразмерная координата точки стержня, где  $l$  – криволинейная координата точки стержня,  $\text{м}$ ;  $L$  – общая длина стержня.

Решением данного уравнения равновесия является следующая система уравнений:

$$\theta_i = k_{1i} \sin(q_i t) + k_{2i} \cos(q_i t) - \frac{\pi}{2}, \quad (3)$$

$$\frac{d\theta_i}{dt} = q_i k_{1i} \cos(q_i t) - q_i k_{2i} \sin(q_i t), \quad (4)$$

где  $k_{1i}$  и  $k_{2i}$  – коэффициенты, определяемые с помощью граничных условий:

В качестве примера расчета изгибной жесткости при повороте в горизонтальной плоскости рассмотрим работу комбинированного гидроманипулятора III размерной группы с жестким креплением груза. Гидроманипулятор устанавливается на трелевочный трактор ТТ-4М. В качестве груза рассмотрены расчетные хлысты длиной до 14 м и сортименты длиной до 4 м.

График зависимости жесткости рабочего оборудования от внешней приложенной нагрузки при повороте стрелы гидроманипулятора представлен на рис. 3.

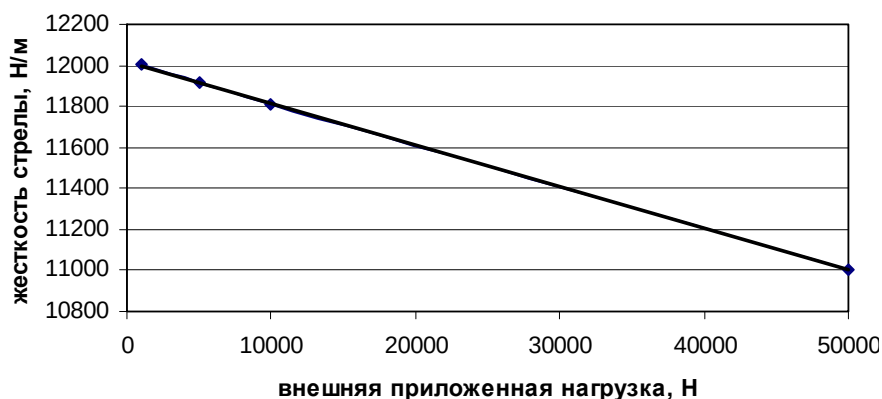


Рис. 3. Зависимость жесткости рабочего оборудования от внешней приложенной нагрузки

В результате проведенных расчетов жесткости рабочего оборудования в зависимости от величины внешней приложенной нагрузки получены выводы:

1. Прогиб рабочего оборудования уменьшается с увеличением вылета до  $L = 7,05$  м, а потом увеличивается.
2. Жесткость рабочего оборудования с увеличением вылета от минимального значения до максимального сначала увеличивается, а потом уменьшается.
3. Максимальная жесткость рабочего оборудования комбинированного гидроманипулятора достигается при вылете  $L = 7,05$  м.
4. Зависимость жесткости рабочего оборудования хорошо аппроксимируется полиномом третьего и выше порядка.
5. Максимальная жесткость рабочего оборудования с ростом внешней нагрузки уменьшается по линейному закону.

### Библиографические ссылки

1. Скурихин В. И., Корпачев В. П. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Техника и технология лесосечных работ при заготовке сортиментов : учеб. пособие для студентов лесотехнических вузов, учащихся техникумов и колледжей специальности 260100. 3-е изд., перераб. и доп. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2004. 186 с.
2. Корниенко В. В. Переходные процессы в элементах конструкции поворотного лесопогрузчика с комбинированным манипулятором : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 19.04.02 / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2002. 18 с.
3. Захаров Ю. В., Охоткин К. Г. Нелинейный изгиб тонких упругих стержней // ПМТФ. 2002. Т. 43. № 5. С. 124–131.

© Скоробогатова Т. Е., Дмитренко Г. А., Якутис И. Д., 2019

## **ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛОГАБАРИТНЫХ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

Н. В. Смертин, С. Н. Долматов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kolya\_smertin@mail.ru

*Рассмотрены перспективы малогабаритной лесозаготовительной техники в условиях Красноярского края, описаны некоторые её виды.*

*Ключевые слова: лесное машиностроение, лесозаготовительная техника, Красноярский Край, малогабаритный транспорт.*

## **PROSPECTS FOR SMALL-SIZED LOGGING MACHINES IN THE KRASNOYARSK KRAY**

N. V. Smertin, S. N. Dolmatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kolya\_smertin@mail.ru

*The article discusses the prospects of compact logging equipment in the conditions of the Krasnoyarsk territory, describes some of its types.*

*Keywords: forestry machinery, logging equipment, Krasnoyarsk region, small-sized transport.*

Красноярский край обладает значительными запасами лесных ресурсов. Площадь лесного фонда в регионе составляет 158,7 млн га, в том числе 114,9 млн га – эксплуатационных и защитных лесов. Общий запас древесины – 11,5 млрд кубометров, в том числе 9,5 млрд кубометров по хвойным насаждениям. Ежегодный возможный объем заготовки древесины по краю – 82,3 млн кубометров, из нее 29,9 млн кубометров уже предоставлено в активное пользование [1].

В настоящее время на территории Красноярского края реализуются восемь приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов [2]. Согласно этому перспективному плану будет построено более 10 предприятий, связанных с заготовкой и переработкой леса, что увеличит объем заготовок. В связи с увеличением объема заготовок, потребуется вовлечение различной лесозаготовительной техники, в том числе и малогабаритной. Для освоения этих лесных массивов потребуется проведение различных видов рубок. Например: рубки главного пользования и рубки промежуточного пользования.

Рубками главного пользования называют рубки спелых и перестойных деревьев для заготовки лесоматериалов, когда древесина становится полноценной для использования в народном хозяйстве. Имеются и такие способы главных рубок, когда необходимо сохранение и улучшение природных свойств леса, обеспечивающих водоохранные, почвозащитные, эстетические и другие функции.

Рубками промежуточного пользования называют рубки ухода за лесом, проводимые с момента образования насаждения и до возраста главной рубки. Они заключаются в периодическом удалении из насаждения поврежденных, искривленных, а также деревьев, мешающих росту лучших экземпляров главной породы [3].

Особенностью рубок ухода является строгое соблюдение экологичности их выполнения. В связи с этим решение проблем не истощительного лесопользования и сохранения биологического многообразия природы, вопросы формирования ландшафта, снижения повреждаемости древостоев и почв при применении лесной техники сейчас выдвигаются на первое место.

На уровень повреждаемости леса и минерализации почвы весомое влияние оказывают конструктивные особенности лесных машин, в числе которых наиболее значимыми являются габаритные размеры, давление на опорную поверхность и способы маневрирования. Исходя из выше названных факторов, цель исследования можно сформулировать следующим образом: оценить перспективы малогабаритной техники для лесозаготовительных работ в Красноярском крае. Задача данной статьи рассмотреть номенклатуру малогабаритной техники и оценить её эффективность в условиях Красноярского края.

Рынок малогабаритной техники имеет значительный выбор различных машин, в число которых входят харвестеры, форвардеры, трелевочные трактора и т. д. Выбор той или иной техники зависит от технологии лесозаготовок, рельефа, почв, таксационных показателей и прочих условий.

Компактный малогабаритный харвестер Амкодор 2531.

Харвестер Амкодор 2531 – компактная малогабаритная машина, предназначенная для валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты заранее заданной длины при выполнении рубок ухода (прореживания). Харвестерная головка Kesla Foresteri 18RH (Финляндия) отлично подходит для проведения рубок ухода, так как оптимальный диаметр спиливаемого дерева составляет 250 мм, а при необходимости возможно спиливать деревья диаметром до 450 мм [4]. Технические характеристики данного харвестера представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики Амкодор 2531

| Манипулятор                                    | KESLA 671H    |
|------------------------------------------------|---------------|
| Вылет стрелы манипулятора, м                   | 7.13          |
| Момент грузовой, кНм                           | 43            |
| Грузоподъемность при максимальном вылете, кг   | 610           |
| Угол поворота в горизонтальной плоскости, град | 220           |
| Угол наклона в вертикальной плоскости, град    | 21            |
| Радиус поворота, мм                            | 5 700         |
| Харвестерная головка                           | KESLA 18RH    |
| Оптимальный диаметр спиливаемого дерева, мм    | 250           |
| Максимальный диаметр спиливаемого дерева, мм   | 450           |
| Максимальное раскрытие роликов, мм             | 400           |
| Шины                                           | 620/75R26     |
| Трансмиссия                                    | Гидрообъемная |
| Длина в транспортном положении, мм             | 8900          |
| Высота по крыше кабины/по манипулятору, мм     | 3300/4000     |
| Масса эксплуатационная, кг                     | 9700          |
| Ширина по колесам, мм                          | 2300          |

Данная модель харвестера имеет меньшие габаритные размеры и массу, в сравнении с крупногабаритными аналогами. Это позволяет ему лучше маневрировать в условиях рубок ухода, а также оказывать меньшее давление на почву, что благоприятно сказывается

на сохранении растительного покрова леса. Основные технологические операции, проводимые при лесозаготовке, такие как валка, раскряжевка и обрезка сучьев, на рубках ухода являются основной специализацией данной категории техники, вследствие чего малогабаритные харвестеры справляются со своей работой на рубках ухода эффективнее своих крупногабаритных аналогов.

Малогабаритный гусеничный трелевочный трактор ЛМТ-6.

Универсальный малогабаритный гусеничный трелевочный трактор ЛМТ-6, оснащенный толкателем и специальным навесным трелевочным оборудованием, предназначен для сбора и трелевки деревьев, хлыстов и сортиментов на рубках главного пользования и рубках ухода за лесом.

Трактор ЛМТ-6 эффективно эксплуатируется на грунтах с низкой несущей способностью при рубках леса, разработке просек при строительстве дорог, линий связи и электропередач, нефтегазопроводов, очистке территорий от кустарника, при проведении работ лесопаркового хозяйства. При замене трелевочной навески на другие рабочие органы, трактор ЛМТ-6 может использоваться как тягово-энергетическое средство для различного вида сельскохозяйственных, мелиоративных, лесохозяйственных и других работ [5]. Технические характеристики трактора ЛМТ-6 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики ЛМТ-6

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Тяговый класс                                                                         | 0,6       |
| Двигатель                                                                             | Д-21А1    |
| Мощность двигателя, кВт (л.с.)                                                        | 18,7 (25) |
| Расход топлива, л/ч                                                                   | 5...6     |
| Скорость передвижения, км/ч                                                           | до 9,0    |
| Тяговое усилие лебедки, кН                                                            | 16        |
| Объем трелеваемой пачки, м <sup>3</sup>                                               | 1,0       |
| Дорожный просвет, мм                                                                  | 500       |
| Длина, мм                                                                             | 3 100     |
| Ширина, мм                                                                            | 1 925     |
| Высота, мм                                                                            | 2 350     |
| Масса конструктивная, кг                                                              | 2 610     |
| Производительность при трелевке древесины на расстояние до 300 м, м <sup>3</sup> /час | 5,0       |

В силу своей небольшой массы данный трелевочный трактор, в отличие от своих крупногабаритных аналогов, обладает большей проходимостью на грунтах с низкой несущей способностью и оказывает меньшее давление на почву.

Iron Horse 2090 P – малогабаритный гусеничный подборщик-форвардер.

«Железный конь» имеет широкие гусеницы и привод до 9 л. с., вследствие чего создает давление на грунт, меньше чем человек, который ведет его. Данный форвардер предназначен для рубок прореживания и вывоза порубочных остатков с лесосеки, для вывоза ветвей, стволов и камней на участках с низкой несущей способностью грунтов.

Iron Horse 2090 P имеет низкий центр тяжести, что позволяет ему быть более устойчивым в крайне неудобных районах с плохой маневренностью, по бездорожью на подъездных дорогах и пересеченной местности. Также данный форвардер имеет широкий спектр аксессуаров, таких как: поддерживающие тележки, кузова, тележки для сыпучих материалов, лебедки для подталкивания бревен, гидравлический ковш, гидравлическая лопата и челюсти для захвата бревен [6]. Технические характеристики форвардера ИН 2090 P представлены в табл. 3.

**Технические характеристики ИН 2090 Р**

|                    |                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------------|
| Габаритные размеры | 1700 мм/ 1008 мм (длина/ ширина)                 |
| Мощность           | 4 кВт (5,5 л. с.) или 6,6 кВт (9 л. с.)          |
| Коробка передач    | переменная скорость центробежное сцепление       |
| Скорость           | 6 км/ч или 9 км/ч (в зависимости от модели)      |
| Лебедка            | 20 м стальной трос диаметр 6 мм, до 1000 кг тяги |
| Вес                | 350 кг или 400 кг (в зависимости от модели)      |

При работе в теснённых условиях, при рубках ухода, под пологом леса, когда расстояние между деревьями не велико форвардер Iron horse практически не имеет аналогов, поскольку для работ в таких условия он является, пожалуй, единственной реальной альтернативой низко-производительному и нелегкому ручному труду.

Таким образом, для снижения повреждаемости древостоев и почв при применении лесной техники необходимо учитывать конструктивные особенности лесных машин, давление на опорную поверхность и способы маневрирования. В определенных условиях малогабаритный транспорт будет эффективнее, чем его крупногабаритные аналоги, следовательно, данная категория техники имеет перспективы в области лесозаготовительных работ в Красноярском крае.

**Библиографические ссылки**

1. Красноярский край стал одним из лидеров по лесозаготовке в России [Электронный ресурс]. URL: <https://newslab.ru/news/818260> (дата обращения: 08.11.2018).
2. Лесной рынок Красноярска стоит на круглянке... [Электронный ресурс]. URL: <https://dela.ru/articles/les-sfera-vliania/> (дата обращения: 08.11.2018).
3. Виды рубок леса [Электронный ресурс]. URL: <http://bibliotekar.ru/5-lesnik/53.htm> (дата обращения: 08.11.2018).
4. Харвестер АМКОДОР 2531 [Электронный ресурс]. URL: <http://amkodor-sibir.ru/kharvestery/62-amkodor-2531.html> (дата обращения: 08.11.2018).
5. Малогабаритный гусеничный трелевочный трактор ЛМТ-6 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.mir-lzm.ru/skidder/lmt\\_6.html](http://www.mir-lzm.ru/skidder/lmt_6.html) (дата обращения: 08.11.2018).
6. Малогабаритный гусеничный подборщик-форвардер Iron Horse 2090 Р [Электронный ресурс]. URL: <http://abccorp.ru/zhel-konj-serra.html> (дата обращения: 08.11.2018).

© Смертин Н. В., Долматов С. Н., 2019

## РЕЦИКЛИНГ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

М. Ю. Степанов, А. В. Никончук, И. А. Евстегнеев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: froze21\_30@mail.ru

*Важным направлением устойчивого развития отечественного производства является комплексное использование древесных ресурсов. В России сосредоточено большое количество древесных ресурсов. Отходы образуются практически на всех стадиях лесозаготовительного и деревоперерабатывающего процессов.*

*Ключевые слова: использование древесных отходов, технология лесосечных работ, переработка древесины, комплексное использование древесины, лесосечные отходы, утилизация.*

## RECYCLING FOR WOOD

M. Yu. Stepanov, A. V. Nikonchuk, I. A. Evstegneev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: froze21\_30@mail.ru

*An important direction of sustainable development of domestic production is the integrated use of wood resources. Russia has a large amount of wood resources. Wastes are generated at almost all stages of logging and wood processing processes.*

*Keywords: wood waste use, logging technology, wood processing, integrated wood utilization, logging waste, recycling.*

Для нашей страны одной из перспективных в рассматриваемом вопросе является лесная и деревоперерабатывающая промышленность. В России сосредоточены одни из крупнейших запасов лесных ресурсов. По запасам древесины Российская Федерация (81,5 млрд куб. м) занимает второе место в мире после Бразилии (126, 2 млрд куб. м). Затем следуют США – 47, Канада – 33 и Китай – 15 млрд куб. м [1]. По объемам заготовки Российская Федерация занимает пятое место в мире.

В процессе лесозаготовки на лесосеке остается примерно 30 % объема древесного сырья в виде вершин, сучьев, порубочных остатков, которые можно использовать для дальнейшего производства. В последнее десятилетие по ряду причин этот объем увеличился на 5–10 %. Во времена расцвета социалистической экономики образовывалось от 80 до 100 млн. м<sup>3</sup> древесных отходов [2–4], использовалось 5–8 % лесосечных отходов, в настоящее время они используются в меньших объемах и в основном для укрепления волоков. Хранение лесосечных отходов навалом или в пачках не требует дополнительных действий, кроме укрытия от остатков. А долговременное хранение щепы требует организации вентиляции или систематического перемешивания, что практически невозможно в условиях лесосеки.

Отметим особенности лесосечных отходов, которые делают их специфическим видом продукции:



1) обладание несколькими потребительскими свойствами, основные из которых – горючесть, прочность, химический состав, размеры;

2) использование одного из потребительских свойств не исключает других направлений использования.

На стадии лесосеки лесосечные отходы имеют виды: топливная щепка, технологическая щепка, пачки лесосечных отходов, лесосечные отходы в свободном состоянии. При интенсивном ведении хозяйства в лесозаготовительных предприятиях необходимо выбирать не только стволую часть, но и всю биомассу дерева, утилизировать экономически доступные отходы, что способствует удовлетворению потребностей в продукции лесопереработки.

Основные критерии качества, влияющие, на наш взгляд, на эффективность их освоения и утилизации, – это плотность расположения (концентрация), область концентрации и загрязненность минеральными включениями; дополнительный критерий – трудоемкость сбора лесосечных отходов.

За рубежом вовлечение биомассы древесины в энергопроизводство рассматривается как важный фактор обеспечения энергетической безопасности, стабильности экономики и экологической обстановки. Об этом говорится в докладе заместителя директора лесной службы США [5]. Проводиться большое число выставок и конференций, посвященных только утилизации древесных отходов [6–8] и т. д. Использование древесных отходов поддерживается дотациями (по данным [5], до 20 \$ за тонну утилизированных древесных отходов), а также вложениями в развитие биоэнергетики, по данным [9] – 14,5 млрд долларов.

В Швеции, находящейся на острие поиска эффективного использования нетрадиционного топлива, рассматриваются различные возможности интенсификации процессов формирования рынка топливной древесины. Основные из них – налоговая система, стимулирующая переход на древесное топливо как для промышленности, так и для частных лиц, поддержка целевых инвестиций – комбинированное производство тепла и энергии, переоснащение районных котельных.

Среди исследований в сфере утилизации биомассы лесосечных отходов, проводящихся за рубежом, можно выделить следующие направления:

1. Теоретическая разработка методов оценки потенциальных [10; 14] и доступных [6; 10–12] объемов лесосечных отходов. В частности, на территории Европейского союза из 785 млн т потенциального древесного топлива экономически доступны 187 млн т [10].

2. Оценка целесообразности использования в данных условиях того или иного технологического процесса приведена в работах [14].

3. Расчет себестоимости и прибыльности готовой продукции при использовании предлагаемых технологических процессов дан в источниках [8; 11; 13; 14].

4. Предельные сроки хранения лесосечных отходов и изменение при этом энергосодержания проанализированы в работах [14].

5. Оценка способов преобразования древесины лесосечных отходов для получения более энергоемких продуктов дана в работе [15].

Общая тенденция в направлении исследований – это энергетическое использование лесосечных отходов [6; 10; 11; 14], и в связи с этим необходимы оценка [15], удешевление подготовки [6; 8; 12; 10] и повышение энергосодержания лесосечных отходов [13; 14]. Дополнительным аспектом интенсификации рециклинга лесосечных отходов является снижение пожароопасности в лесах, что отмечается в плане мероприятий по предупреждению лесных пожаров в США [13].

Проблема исследования состоит в низком уровне использования биомассы лесосечных отходов и недифференцированном подходе к ее использованию, неприспособленности технологических процессов лесозаготовок к эффективному взаимодействию в процессе утилизации древесной биомассы.

Опираясь на доклады сотрудников Министерства лесного хозяйства Красноярского края, доложенных на совещании проведенного осенью 2017 года установлено, что распределение объемов лесосечных отходов по основным направлениям рециклинга – строительные материалы, биотопливо, древесная зелень: с учетом необходимости ведения лесосечных работ на переувлажненных участках, до 75 % лесосечных отходов необходимо использовать для строительства волоков; на грунтах влажностью до 50 % на укрепление волоков требуется до 60 % биомассы и 40 % может направиться на рециклинг; на сухих или замороженных грунтах практически весь объем биомассы лесосечных отходов доступен для рециклинга.

Дальнейшие исследования необходимо вести в направлении технических решений, обеспечивающих рециклинг лесосечных отходов с получением полуфабрикатов глубокого уровня переработки непосредственно на лесосеках, выбирать параметры технологических процессов, повышающие концентрацию лесосечных отходов на погрузочных площадках, создавать лесозаготовительные машины с проходимостью, позволяющей высвободить лесосечные отходы для производства полуфабрикатов и продукции.

### Библиографические ссылки

1. Yearbook of Forest products. FAOU N: Rome, 2012. 358 p.
2. Загладин В. В., Фролов И. С. Материальные ресурсы: рациональное использование и экономия. М. : Экономика, 1985. 198 с.
3. Камашев И. К. Ресурсы и использование низкосортной древесины. М. : Лесная промышленность, 1969. 54 с.
4. Качелкин Л. И. Использование лесосечных отходов. М. : Лесная пром-ть, 1965. 324 с.
5. Bartuska A. Why Biomass is Important – The Role of the USDA Forest Ser- 310 vice in Managing and Using Biomass for Energy and Other Uses [Электронный ресурс]. Washington, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2008. URL: [http://www.fs.fed.us/research/pdf/biomass\\_importance.pdf](http://www.fs.fed.us/research/pdf/biomass_importance.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).
6. De Franceschi J. P. Economics of utilizing waste wood for energy // Proceeding of a conference on «Bioenergy supply systems», Bergen, Norway, may 20–24 1991 yr. / Bioenergy agreement international ener- 311 gy agency; /ed. H. Knutell. Uppsala, The Swedish University of Agricultural Sciences, 1991. P. 124–140.
7. Gregoire T. G., Affleck D. L. R., Valentine H. T. Conditioning Inference on Line Orientation in Line Intersect Sampling [Электронный ресурс] // Proceedings of a conference Forest Inventory, Planning, and Modelling, Sjusjoun, Norway, 6–8 September 2004. Yale, USA, Yale School of Forestry & Environmental Studies, 2004. URL: [http://environment.yale.edu/gregoire/downloads/norway\\_proceedings.pdf](http://environment.yale.edu/gregoire/downloads/norway_proceedings.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).
8. Smith C. T. New Production Efficiencies, Value Added Production, New Markets [Электронный ресурс] // Proceedings of a conference Future of the Forest Industry in Texas Nacogdoches, 31 January 2003. Department of Forest Science Texas A&M University, 2003. URL: [http://www2.sfasu.edu/forestry/services/proceedings/c\\_tat\\_smith\\_future\\_of\\_forestry\\_in\\_texas\\_2003.pdf](http://www2.sfasu.edu/forestry/services/proceedings/c_tat_smith_future_of_forestry_in_texas_2003.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).
9. Wang J., Grushecky S., McNeel J. Biomass Resources, Uses, and Opportunities in West Virginia [Электронный ресурс] // West Virginia University – West Virginia University, Division of Forestry and Natural Resources, 2006. URL: <http://www.wdsc.caf.wvu.edu/biomatctr/webfiles/wvbiomass112006.pdf> (дата обращения: 23.11.2018).
10. Forest Energy Potential in Europe [Электронный ресурс] / A. Asikaine [и др.] // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute № 69. Finland, Helsinki, 2008. URL: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp069.pdf> (дата обращения: 23.11.2018).
11. An Assessment of the Viability of Exploiting Bio-Energy Resources Accessible to the Atikokan Generating Station in Northwestern Ontario / Final Report [Электронный ресурс] //

Ontario Ministry of Energy. Forest BioProducts Inc. 2006. URL: [http://www.energy.gov.on.ca/english/pdf/electricity/Atikokan\\_report\\_2006.pdf](http://www.energy.gov.on.ca/english/pdf/electricity/Atikokan_report_2006.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).

12. Adams T. C. Economic Availability of Logging Residue in the Douglas-fir Region [Электронный ресурс] // USDA Forest Service Resource Bulletin PNW-64. Portland, USA, USDA Forest Service, 1976. URL: [http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw\\_rb064.pdf](http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_rb064.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).

13. Wildland Fire and Fuels Research and Development Strategic Plan : Meeting the Needs of the Present, Anticipating the Needs of the Future [Электронный ресурс]. Washington, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, 2006. URL: <http://www.fs.fed.us/research/pdf/2006-10-20-wildland-book.pdf> (дата обращения: 23.11.2018).

14. Performance of sampling methods to estimate log characteristics for wildlife [Электронный ресурс] / L. J. Bate [и др.] // Forest Ecology and Management. Elsevier, 2004. № 199. URL: [http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/journals/pnw\\_2004\\_bate001.pdf](http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/journals/pnw_2004_bate001.pdf) (дата обращения: 23.11.2018).

15. Kiljunen N. Estimating Dry Mass Of Logging Residues From Final Cuttings Using A Harvester Data Management System [Электронный ресурс] // International Journal of Forest Engineering, 2002. № 13. URL: <http://www.lib.unb.ca/Texts/JFE/January02/Kiljunen.pdf> (дата обращения: 23.11.2018).

© Степанов М. Ю., Никончук А. В., Евстегнеев И. А., 2019

## **АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РИСКОВ НА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОСТАВОК ЛЕСНОГО СЫРЬЯ**

С. С. Штерн, Е. С. Задонская, Н. Н. Шишоркин, В. В. Полянова, А. Л. Давыдова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: shtern.snezhana@yandex.ru

*Представлен алгоритм прогнозирования влияния факторов рисков в цепи поставок лесного сырья от производителей до потребителей. Обозначенный алгоритм обеспечивает корректный учет влияния факторов рисков на транспортно-технологический процесс предприятий лесной отрасли.*

*Ключевые слова: риски, лесная отрасль, схема перевозки, прогнозирование рисков, алгоритм.*

## **AN ALGORITHM FOR PREDICTING THE IMPACT OF RISKS ON THE TRANSPORT-TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE SUPPLY OF FOREST RAW MATERIALS**

S. S. Shtern, E. S. Zadonskaya, N. N. Shishorkin, V. V. Polyanova, A. L. Davydova.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: shtern.snezhana@yandex.ru

*This article presents an algorithm for predicting the impact of risk factors in the supply chain of forest raw materials from producers to consumers. The specified algorithm provides correct account of influence of risk factors on transport and technological process of the enterprises of forest branch.*

*Keywords: risks, forest industry, transportation scheme, risk forecasting, algorithm.*

Риски в лесной отрасли – это вероятность потерь в результате изменений в экономическом состоянии лесной отрасли и степенью этих изменений как внутри данной отрасли, так и по сравнению с другими отраслями.

Наибольшее влияние на предприятия лесной промышленности оказывают следующие риски: производственные, коммерческие, природно-климатические.

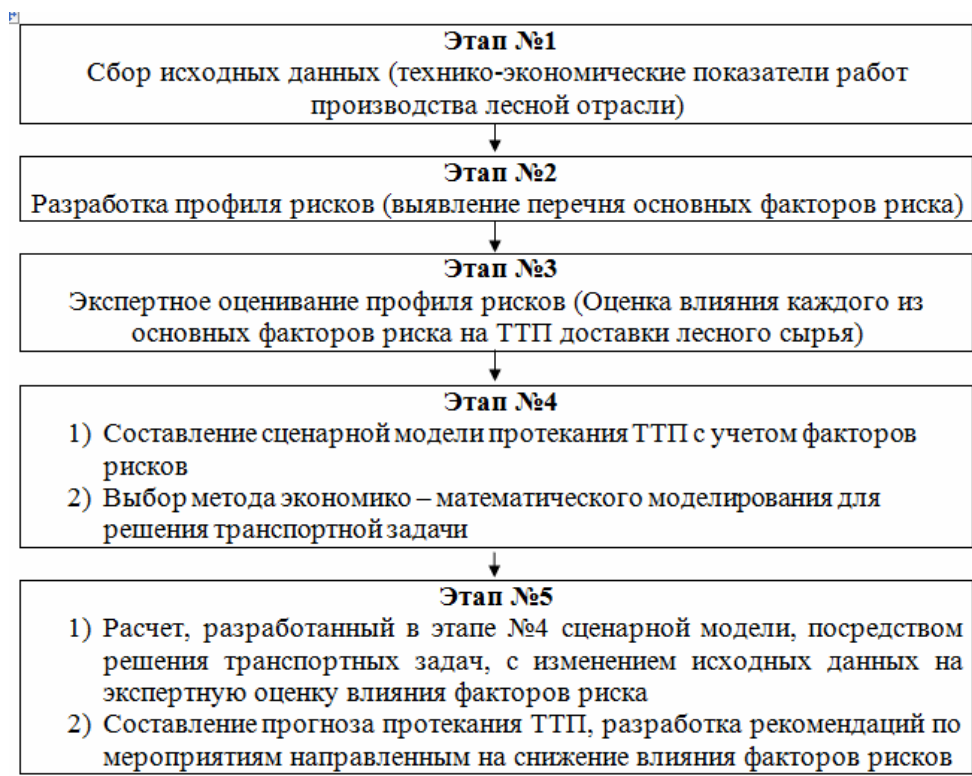
Вышеуказанные риски, привносят в ТТП (транспортно-технологический процесс) доставки лесного сырья от производителей до потребителей проблемы, которые являются системными, и решением некоторых из них государство занимается не первый год. В частности, актуальной задачей является поиск способа снижения влияния факторов риска на ТТП.

Управление рисками в цепи поставок лесного сырья состоит из прогнозирования влияния их факторов на транспортно-технологический процесс и разработки мероприятий по снижению данного влияния.

Транспортно-технологический процесс – это сложная динамическая структура, состоящая из множества звеньев, а также совокупности операций с грузами и транспортными сред-

ствами, в результате выполнения которых грузы изменяют своё положение в пространстве, с влиянием рисков на обозначенную структуру.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, о том, что лесная отрасль является высокорискованной, поэтому разработка алгоритма прогнозирования влияния рисков на транспортно-технологический процесс поставок лесного сырья является актуальной научной задачей. Данный алгоритм прогнозирования влияния рисков на ТТП поставки лесного сырья содержит следующие этапы (рис. 1): На первом этапе, которого, осуществляется: сбор исходных данных и объединение в вертикально интегрированную логистическую систему предприятий лесной отрасли, так как данное мероприятие является самым действенным способом снижения влияния факторов риска [1].



Алгоритм прогнозирования влияния рисков на транспортно-технологический процесс поставок лесного сырья методом сценариев с применением экономико-математического моделирования

На втором этапе обозначенного алгоритма осуществляется выявление основных факторов риска. В перечень основных факторов могут входить следующие: повышение цены сырья, повышение транспортных тарифов, недопоставка либо поставка сырья ненадлежащего качества и транспортное запаздывание и т. п.

На третьем этапе производится экспертное оценивание профиля рисков, осуществляется оценка влияния каждого из основных факторов риска на транспортно – технологический процесс доставки лесного сырья, в качестве способа прогнозирования нами предлагается использовать метод сценариев (это одна из разновидностей метода экспертных оценок) [2].

На четвертом этапе осуществляется построение сценарной модели протекания транспортно-технологического процесса доставки лесного сырья. После построения сценарной модели, при объединении предприятий поставщиков и предприятий потребителей в вертикально интегрированную логистическую систему, планируя поставки лесного сырья, происходит решение транспортной задачи. Таким образом, в метод экспертных оценок осуществляется ввод экономико-математической модели. Для того чтобы решить вопрос каким спосо-

бом будет решена транспортная задача, осуществляется анализ основных возможных способов ее решения [3].

Согласно пятому этапу разработанной методики прогнозирования влияния рисков на транспортно-технологический процесс доставки лесного сырья, производится расчет сценариев протекания ТТП, согласно разработанной модели [4].

Затем составляется прогноз протекания ТТП с разработкой рекомендаций по мероприятиям направленным на снижение влияния факторов риска [5].

Учитывая вышеизложенное, данный метод способен обеспечить:

- комплексную оценку факторов внешней и внутренней среды протекания ТТП;
- широкий набор индикаторов с целью всестороннего изучения влияния факторов среды на устойчивость и риски ТТП;
- возможность, используя качественные значения показателей, получить количественный результат.

### **Библиографические ссылки**

1. Ценина Т. Т., Ценина Е. В. Управление рисками : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2013. 227 с.
2. Сергеев В. И. Управление цепями поставок : учебник. М. : Юрайт, 2015. 479 с.
3. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Управление цепями поставок : учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной. М. : Проспект, 2013. 216 с.
4. Уродовских В. Н. Управление рисками предприятия : учеб. пособие. М. : Вуз. учебник ; Инфра-М, 2011. 168 с.
5. Тыртышный Н. Н. Управление логистическими рисками при перевозке грузов морским транспортом : дис. ... канд. экон. наук. Ростов-н/Д, 2013.

© Штерн С. С., Задонская Е. С., Шишоркин Н. Н.,  
Польянова В. В., Давыдова А. Л., 2019

УДК 53.083.9

**ОСОБЕННОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА  
ЗАТОЧКИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

В. А. Басов, С. И. Кравчук, Н. В. Кравченко, Л. А. Очирова, А. А. Воробьев

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: vorobjevaa@sibsau.ru

*Предлагается методика использования средств технической диагностики на основе пирометрических датчиков для задания рациональных режимов операций заточки и доводки дереворежущего инструмента.*

*Ключевые слова: пирометр, датчик, заточка, доводка, дереворежущий инструмент, контроллер, заточной станок.*

**FEATURES OF APPOINTMENT AND THE CONTROL OF PARAMETERS  
OF THE MODE OF SHARPENING WOODCUTTING TOOL**

V. A. Basov, S. I. Kravchuk, N. V. Kravchenko, L. A. Ochirova, A. A. Vorobjev

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: vorobjevaa@sibsau.ru

*The technique use of means technical diagnostics on the basis of pyrometric gauges for the task of rational modes operations of sharpening and operational development woodcutting tool is offered.*

*Keywords: a pyrometer, the gauge, sharpening, operational development, woodcutting tool, the controller, tool-grinding the machine tool.*

Процесс заточки дереворежущего инструмента с применением абразивного инструмента сопровождается его интенсивным нагревом, в особенности режущей части резцов. При этом вследствие локальной термообработки могут измениться структура и физико-механические свойства инструментального материала, что впоследствии скажется на износостойкости материала и стойкости дереворежущего инструмента [1; 2].

Наиболее эффективным способом оценки, контроля и прогнозирования технического состояния инженерного объекта могут служить методы технической диагностики. Однако сдерживающими факторами ее широкого распространения являются сложность реализации и высокая стоимость средств диагностики [3–6].

Для решения задачи мониторинга процесса абразивной обработки по диагностическому параметру – «температура» следует предпочесть бесконтактные методы измерения с возможностью своевременного реагирования на характер протекания процесса заточки режущего инструмента. Для реализации этой цели рекомендуется использовать компактные датчики – пирометры на базе контроллера Arduino [7–9]. Данные датчики имеют низкую стоимость, а разнообразие и доступность готовых библиотек («скетчей») определяет эффективность их применения при проведении процесса технической диагностики.

Система диагностики (рис. 1) реализуется путем подключения к контроллеру Arduino 1 пирометрического датчика 2 посредством проводов 3. Аналоговый выход «A4» на «SDA», «A5» на «SCL», питание на «VIN», а «земля» на «GND». Для загрузки программы в память контроллера используется USB-порт 4. Автономная работа диагностической системы обеспечивается подключением к разъему питания 5 элемента питания напряжением 9 Вольт.

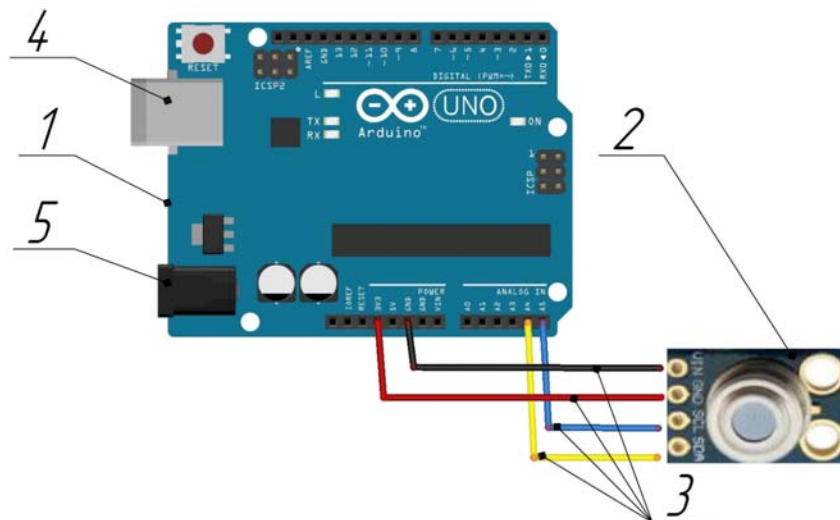


Рис. 1. Схема подключения пирометрического датчика MLX90614ESF:  
1 – контроллер Arduino; 2 – датчик MLX90614ESF; 3 – соединительные провода;  
4 – USB-порт; 5 – разъем для автономного питания

Экспериментальная установка для исследования процессов заточки и доводки дереворежущего инструмента была создана на базе универсального заточного станка [10]. Универсальный заточный станок позволяет осуществлять заточку плоских дереворежущих ножей, профильных фрез, круглых (дисковых) пил и сверл.

Основными факторами, определяющими качество заточки и доводки режущего инструмента, являются параметры режима обработки: частота вращения абразивного круга 1, скорость подачи заточного суппорта 5 и толщина срезаемого слоя с затачиваемого ножа 3 (рис. 2). Возможность варьирования первых двух факторов обеспечивают установленные на станке частотные преобразователи с диапазоном регулировки от 0 до 400 Гц. Толщина срезаемого слоя регулируется механизмом подъема заточного суппорта по микрометрической нониусной шкале.

Вследствие малых габаритов и массы датчик 2 закреплен непосредственно в зоне обработки на корпусе заточного суппорта 5, который перемещается вдоль затачиваемого инструмента по цилиндрической направляющей 4. Опрос, управление работой и хранение показаний пирометрического датчика обеспечено установкой на контроллер Arduino дисплейно-клавиатурного шилда, что существенно расширяет его функциональные возможности управления процессом диагностики в сочетании с автономным элементом питания 7 (рис. 2).

Достоверные показания пирометрического датчика при заточке в среде СОЖ обеспечиваются правильным его расположением на суппорте и калибровкой при вариантах «сухой» заточки и заточке с СОЖ.

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1. Создана экспериментальная установка для исследования процессов заточки и доводки дереворежущего инструмента на базе универсального заточного станка.
2. Предлагается способ выполнения бесконтактной температурной диагностики процесса заточки дереворежущего инструмента с использованием пирометрического датчика на основе контроллера Arduino, что существенно снижает затраты и упрощает процедуру.



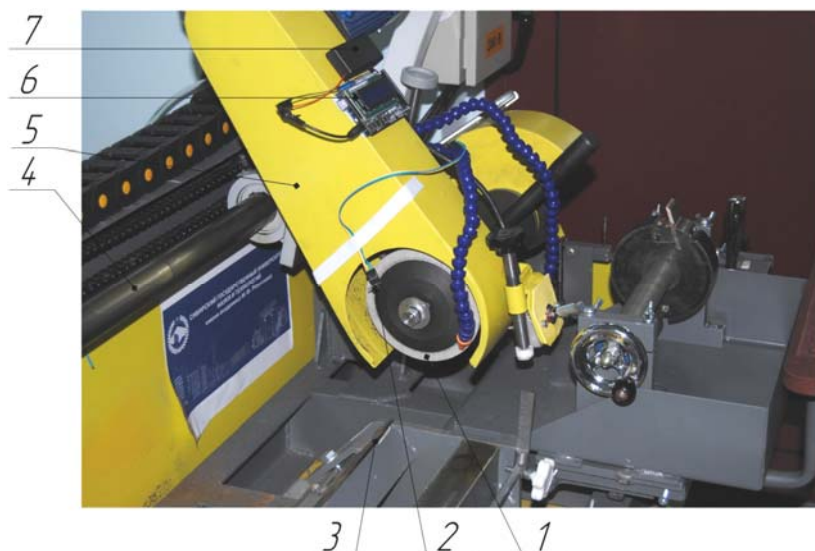


Рис. 2. Экспериментальная установка:

1 – заточной круг; 2 – пирометрический датчик; 3 – затачиваемый плоский нож;  
4 – направляющая; 5 – суппорт заточной; 6 – контроллер Arduino  
с дисплейно-клавиатурным шилдом; 7 – батарейный отсек питания)

3. Результаты данного поискового исследования могут служить основой для назначения и разработки рациональных режимов заточки и доводки дереворежущего инструмента, обеспечивая ее высокое качество.

### Библиографические ссылки

1. Грубе А. Э. Дереворежущие инструменты. М. : Лесная пром-ть, 1973. 344 с.
2. Зотов Г. А. Станочный дереворежущий инструмент. Практические рекомендации. М. : РИА Пресс, 2010. 312 с.
3. Малкин В. С. Техническая диагностика. СПб. : Лань, 2013. 272 с.
4. Носов В. В. Диагностика машин и оборудования. СПб. : Лань, 2012. 384 с.
5. Применение датчиков на основе контроллера Arduino для настройки и диагностики станков с ЧПУ / И. С. Корчма, А. А. Воробьев, А. В. Анисимов и др. // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2015. Т. 1. С. 148–151.
6. Техническая диагностика технологического оборудования на основе контроллера Arduino / А. В. Анисимов, И. А. Чмырев, И. С. Брюханов и др. // Решетневские чтения : материалы XIX Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2015. Ч. 1. С. 323–324.
7. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. СПб. : БХВ-Петербург, 2014. 400 с.
8. Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари В. Делаем сенсоры: проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi. М. : ООО «И. д. «Вильямс», 2015. 432 с.
9. Arduino [Электронный ресурс] : офиц. сайт контроллера. URL: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) (дата обращения: 22.11.2018).
10. Пат. 184059 Российская Федерация, МПК В24В 3/00 (2006.01), В24В 3/36 (2006.01). Универсальный заточной станок / Колесников П. Г., Пешков А. А., Гордеев М. П., Березовский А. И., Спицын И. Н., Воробьев А. А. № 2018116112; заявл. 27.04.2018; опубл. 12.10.2018. Бюл. № 29. 8 с.

© Басов В. А., Кравчук С. И., Кравченко Н. В.,  
Очирова Л. А., Воробьев А. А., 2019

## **МОДИФИКАЦИЯ КЛЕЕВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЛЕЕНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Д. В. Беляева, Д. Н. Николаева, М. А. Баяндин, А. В. Намятов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: darja.believa2015@yandex.ru

*Рассмотрена принципиальная возможность получения фанеры с использованием клеевых составов на основе биополимеров и силиката натрия модифицированных борной кислотой. Установлена возможность получения материала с показателями прочности при скалывании по клеевому шву 2,91 МПа.*

*Ключевые слова: фанера, биополимер, декстран, связующие, биоклей.*

## **MODIFICATION OF BIOLOGICAL ORIENTAL ADHESIVES FOR THE MANUFACTURE OF MAPPLE PRODUCTS**

D. V. Belyaeva, D. N. Nikolaeva, M. A. Bayandin, V. A. Namyatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: darja.believa2015@yandex.ru

*The paper discusses the fundamental possibilities of obtaining adhesive compositions based on biopolymers and sodium silicate with modified boric acid. The possibility of obtaining a material with indicators of durability when splitting along the glue seam of 2.91 MPa is established.*

*Keywords: plywood, biopolymer, dextran, binder, bioadhesive.*

В настоящее время наблюдается значительный рост объемов производства и потребления клеевых материалов, таких как фанера, клееный щит и т. д. Это во многом переопределяет расширение сфер использования клеевой продукции. Следует отметить, что в большинство видов фанерной продукции выпускается на основе формальдегидных смол. Широкое применение таких смол и клеев на их основе обусловлено рядом преимуществ: высокая скорость отверждения, низкая стоимость клеев, высокая прочность клеевого слоя, слабый запах и бесцветность клея, но главным недостатком является токсичность при изготовлении и эксплуатации фанеры. По содержанию формальдегида в материалах подразделяют на классы эмиссии: E1 и E2. Существующие подходы в основном направлены на модификацию клеевых составов на основе термореактивных клеев. Это не позволяет в полной мере решить проблему получения экологически безопасных материалов. Поэтому актуальной задачей является поиск альтернативных клеев для производства клеевых материалов без содержания формальдегида и других токсичных веществ. Возможным вариантом решения данной проблемы является использование клеев природного происхождения.

Как показал анализ, данная группа клеев обладает умеренной водостойкостью, эластичностью, противостоящие ударам и вибрациям клеевых швов, а также простоты приготовления и использования клея. Но и имеют недостатки, такие как, невысокая прочность, ползучесть под нагрузкой, малый сухой остаток, малая жизнеспособность клея, склонность

к загниванию, жесткий клеевой шов [1]. В настоящее время за счет модификации растительных полимеров, таких как крахмал, целлюлоза в США, Канаде разработаны клеи, которые используются при производстве древесных плит и фанеры [2]. В работах [3; 4], предложено использовать в качестве связующего для изготовления ДСтП клеевой состав на основе биополимеров с добавлением белков. Это позволяет получать плиты отвечающие стандартам. На основании этого нами принято решение изучить возможность использования в качестве клеевой основы для изготовления фанеры водные растворы декстрана, получаемые фирмой БИОЭКО.

На первом этапе исследований были определены физико-химические характеристики адгезива по стандартным методикам применяемым к формальдегидным смолам. Для определения предела прочности при скалывании, произведены запрессовки пятислойной березовой фанеры с фактическим расходом клея  $180 \text{ г/м}^2$  и температуре прессования  $130^\circ\text{C}$ . В результате получены следующие значения свойств: содержание сухих веществ – 31 %, условная вязкость – 107 с. При этом прочность при скалывании не установлена, по причине расслоения всех образцов после прессования. Возможно, это обусловлено высокими напряжениями в клеевом слое, превышающими его прочность. Данный эффект как известно может быть при избыточном содержании влаги или миграции клеевой основы из него. Это во многом послужило посылкой для модификации клеевой основы.

Для проведения исследования использовали водный раствор декстрана, производимый ЗАО «БИОЭКО», который представляет собой жидкость темно-коричневого цвета, с содержанием сухого остатка от 30 до 32 %, березовый шпон толщиной 1,5 мм. В качестве модификатор клеевой основы приняты силикат натрия и борная кислота. Ввиду того, что при взаимодействии полисахаридов с веществами, имеющими щелочную среду, может происходить реакция щелочного катализа с образованием ВМС, нами изучена жизнеспособность клеевых композиций.

При изучении жизнеспособности был спланирован двухфакторный эксперимент. В качестве варьируемых факторов принято содержание борной кислоты (антисептик) и силиката натрия (жидкое стекло) от 30 до 60 %.

Смешивание компонентов осуществлялось в следующей последовательности: биоклей, борная кислота и затем при перемешивании добавляли жидкое стекло.

Жизнеспособность клеевого материала проверяли путем изменения во времени условной вязкости на вискозиметре ВЗ-246. Результаты исследований представлены на рис. 1.

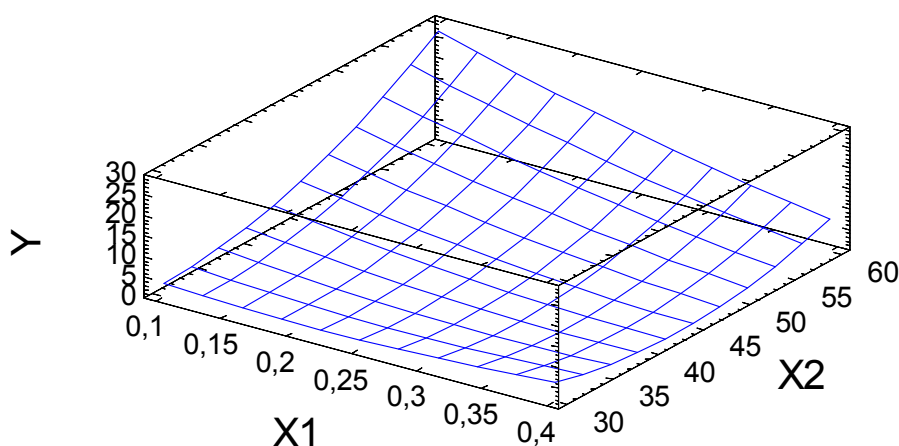


Рис. 1. Зависимость жизнеспособности клеев в зависимости от состава

Полученные результаты указывают на то, что при увеличении количества жидкого стекла жизнеспособности клеевых композиций, при минимальном содержании борной

кислоты, повышается, вероятно, это обусловлено снижением скорости химического взаимодействия между компонентами. Поэтому для дальнейших исследований принимались рецептуры с содержанием жидкого стекла не менее 45 % и борной кислоты не более 0,25 %.

Испытания полученных образцов фанеры на скалывание по клеевому шву проводились по ГОСТ 9624–93 без замачивания образцов [5]. Результаты исследований представлены в таблице.

#### Определение предела прочности при скалывании по клеевому шву

| Содержание модификатора                    | Прочность при скалывании, МПа |
|--------------------------------------------|-------------------------------|
| 45 % жидкое стекло х 0,1 % борная кислота  | 1,53                          |
| 45 % жидкое стекло х 0,25 % борная кислота | 2,34                          |
| 60 % жидкое стекло х 0,1 % борная кислота  | 2,91                          |

Полученные результаты указывают на то, что прочность клеевых соединений возрастает более чем на 50 % с увеличением количества жидкого стекла. Это во многом объясняется его адгезионными свойствами. При этом в заключение необходимо сказать, что полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности получение фанеры с использование в качестве клеевой основы биополимеров.

#### Библиографические ссылки

1. Волынский В. Н. Технология клееных материалов: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Архангельск : Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 57 с.
2. Мелони Т. Современное производство древесностружечных и древесноволокнистых плит : пер. с англ. В. В. Амалицкого и Е. И. Карасева. М. : Лесная пром-ть, 1982. 223 с.
3. Баяндин М. А. Древесностружечные плиты на связующем модифицированным декстраном // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. № 2–1 (13–1). С. 355–359.
4. Баяндин М. А., Елисеев С. Г. Клеи природного происхождения для производства древесностружечных плит // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. № 3-4 (8-4) С. 263–267.
5. ГОСТ 9624–93 Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании. Изд. с поправкой. Взамен ГОСТ 9624–93; Введ. с 1995-01-01. М. : Изд-во стандартов, 1994.

© Беляева Д. В., Николаева Д. Н., Баяндин М. А., Намятов А. В., 2019

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН**

А. Я. Василькова, М. А. Баяндин, А. В. Намятов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: alinavasilkova96@mail.ru

*Приводятся результаты поисковых экспериментальных исследований, направленных на изучение влияния модификаторов и расхода связующего на огнестойкость древесных плит.*

*Ключевые слова: древесные плиты, древесное волокно, огнестойкость, экологичность, жидкое стекло.*

## **STUDY OF THE FIRE RESISTANCE OF HEAT-INSULATING PLATES FROM WOOD FIBERS**

A. Ya. Vasilkova, M. A. Bayandin, A. V. Namyatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: alinavasilkova96@mail.ru

*This paper presents the results of exploratory experimental studies aimed at studying the effect of modifiers and binder consumption on the fire resistance of wood-based panels.*

*Keywords: wood plates, wood fiber, fire resistance, environmental friendliness, water glass.*

Проблема рационального использования лесных ресурсов занимает особое место. Использование лесных ресурсов и ее комплексная переработка является актуальной задачей. Древесные волокнистые плиты – эффективный конструкционно-отделочный материал, который находит все большее применение в малоэтажном строительстве. К основным преимуществам материалов можно отнести экологическую безопасность, уникальную для ограждающих конструкций способность не конденсировать, а адсорбировать влагу. Большой интерес вызывают материалы, изготавливаемые в форме матов и плит, поскольку в процессе эксплуатации они сохраняют свою стабильную форму, то есть не оседают и не слеживаются. Это обеспечивает универсальность их применения для различных частей зданий. Однако применение таких плит обнаруживает и негативную сторону, состоящую в повышении пожарной опасности сооружений. Горючесть материалов становится важной научной и социальной проблемой [4].

Причинами возникновения пожаров чаще всего являются: неосторожное обращение с огнем, несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, самовозгорание веществ и материалов, разряды статического электричества, грозовые разряды, поджоги. В таких условиях огнезащитные материалы могли бы успешно противостоять загоранию или вовсе исключить возникновение пожара.

Создание материалов пониженной горючести достигается путем поверхностной и глубокой пропитки материалов специальными составами, введения антипиренов в состав

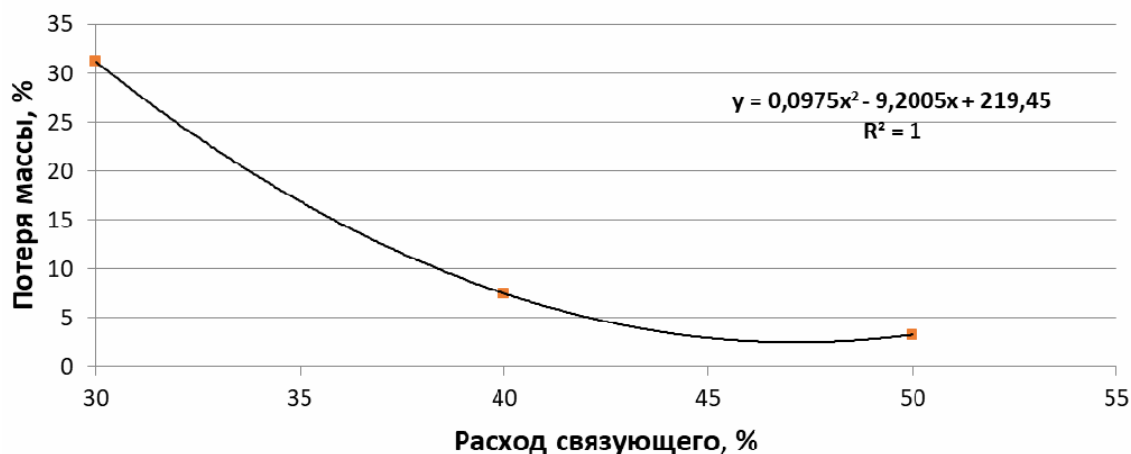
исходных композиций, использования различных минеральных наполнителей. В настоящее время при производстве плитных материалов на основе древесных частиц, преимущественно используются синтетические полимеры, такие как формальдегидные и полиуретановые смолы [5]. Горение полимерных строительных материалов зачастую сопровождается выделением токсичных продуктов горения. Также для обеспечения эксплуатационных характеристик материалов необходимо дополнительно вводить в состав антипирены, что накладывает дополнительные затраты на готовую продукцию.

В последнее время во многих отраслях находит широкое применение клеевые композиции на основе жидкого стекла. Особенностями его применения являются хорошие связующие и клеящие свойства, недифицитность, дешевизна. Кроме того, силикат натрия, благодаря своему составу, позволяет без дополнительных затрат обеспечить приемлемую огнестойкость древесного материала. Научная новизна предлагаемого продукта заключается в создании клеевого состава на основе жидкого стекла, который позволит обеспечить необходимый класс огнезащиты, максимальные механические характеристики теплоизоляционных плит и минимальную теплопроводность при минимальном расходе клея. Они представляют собой безопасную альтернативу широко применяющимся в современном строительстве плитам на основе минеральных волокон, а также утеплителям на основе полимерных материалов.

Известно, что температура пожара при горении твердых материалов достигает 1300 °С, поэтому эта величина может рассматриваться в качестве граничной. Однако горючие органические материалы имеют температуру самовоспламенения не выше 600...650 °С. В связи с этим испытание строительных материалов на негорючесть при температуре 750...900 °С обеспечивает получение достаточно надежных результатов [2]. Для определения группы горючести строительных материалов был использован «метод огневой трубы» [1].

На первом этапе исследований нами был реализован двухфакторный эксперимент согласно плану ВЗ, в качестве варьируемых факторов приняты следующие технологические факторы: вводился модификатор в состав клеевой композиции в количестве – 2,5; 5; 7 % к массе клеевой основы, а также расход связующего 30, 40 и 50 %.

Для проведения испытаний были изготовлены образцы по методике проведенных нами ранее исследований [3]. Плотность полученных образцов составляла 100 кг/м<sup>3</sup>. Размеры испытуемых образцов составляли 150×50×50 мм. Перед испытанием каждый образец взвешивают. Затем его крепят на крючок держателя в вертикальном положении по центру трубки и зажигают газовую горелку, высота пламени должна быть равна 40 мм. После возгорания образца горелку удаляют и фиксируют время самостоятельного горения образца. Максимальное время зажигания образца не должно превышать 2 мин. После вычисляют потерю массы образца ΔG при горении (в процентах).



Зависимость потери массы материала от расхода связующего

Результаты регрессионного анализа позволили установить, что вариация модифицирующей добавки не оказывает существенного влияния на горючесть материала, поэтому было принято решение провести однофакторный эксперимент, при этом постоянными факторами принята плотность материала и расход модификатора 5 %. Результаты исследований представлены на рисунке выше.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Плитный материал малой плотности, получаемый с использованием в качестве связующего жидко-стеклянных клеевых композиций при расходе связующего 30 % имеет потерю массы 31,23 %, при этом тление продолжалось менее 60 с. Это позволяет обеспечить класс огнезащиты материала Г2.

2. Наиболее экстремальный характер график имеет при расходе связующего от 30 до 40 %. Это говорит о том, что дальнейшее увеличение связующего не целесообразно и не дает значительных улучшений в огнестойкости.

3. При расходе связующего 40 % потеря массы оставляет 7,51 %, самостоятельного горения и тления у образца не наблюдается, что позволяет отнести материал к трудно горючему и обеспечить тем самым класс огнезащиты Г1.

### Библиографические ссылки

1. ГОСТ 30244–94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. М. : Изд-во стандартов, 1995.

2. Кодолов В. И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. М. : Химия, 1976.

3. Молодые ученые в решении актуальных проблем науки [Электронный ресурс] : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых (17 мая 2018 г., Красноярск). URL: <https://www.sibsau.ru/scientific-publication/>. – Загл. с экрана.

4. Леонович А. А. Теория и практика изготовления огнезащищенных древесных плит. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. 176 с.

5. Кутугин В. А., Лотов В. А. Теплоизоляционные материалы на основе жидкого стекла // Химия, химическая технология и биотехнология на рубеже тысячелетий : материалы IV Междунар. науч. конф. Томск, 2006. С. 76–77.

© Василькова А. Я., Баяндин М. А., Намятов А. В., 2019

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ АНТИПИРЕНА НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ

Н. Н. Дубинина<sup>\*</sup>, М. А. Баяндин, В. Н. Ермолин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>\*</sup>E-mail dubibina\_nina@mail.ru

*Представлены результаты экспериментов, направленных на изучение распределения антипирена по объему древесины при пропитке под давлением.*

*Ключевые слова: проницаемость древесины, пропитка под давлением, древесина березы, древесина сосны, сквозная пропитка, огнестойкость.*

## STUDY OF THE EFFECT OF SATURATION WITH FLAME RETARDANT ON THE FIRE RESISTANCE OF WOOD

N. N. Dubinina<sup>\*</sup>, M. A. Bayandin, V. N. Ermolin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>\*</sup>E-mail dubibina\_nina@mail.ru

*The article presents, the results of experiments aimed at studying the distribution of flame retardant by volume of wood under pressure impregnation.*

*Keywords: wood permeability, pressure impregnation, birch wood, pine wood, full impregnation, fire resistance.*

Защита древесины в настоящее время является одним из приоритетов развития деревообработки.

В строительстве для конструкций из массива древесины в основном используются хвойные породы. Защита данных пород имеет ряд трудностей. Во многом это обусловлено их низкой проницаемостью. Использование таких пород как осина, береза сдерживается низкими декоративными свойствами. Но при этом они относятся к легкопропитываемым породам [1]. Поэтому исследования, направлены на изучение возможности получения материалов с высокими декоративными и эксплуатационными свойствами является актуальным. Наиболее значимо в данном случае огнестойкость изделий. Требования соблюдения пожаробезопасности обязательны [2] и поэтому обеспечение их также является одним из приоритетных направлений.

Исходя из анализа исследований [3–5] по проницаемости древесины данное свойство не одинаково для разных пород. Проблема возможного неравномерного распределения раствора защитного средства или красителя в древесине актуальна в виду ряда факторов, оказывающих влияние на данный процесс. Например, связано это явление может быть с тем, что в древесине остаются участки с воздухом, что и затрудняет процесс пропитки [6].

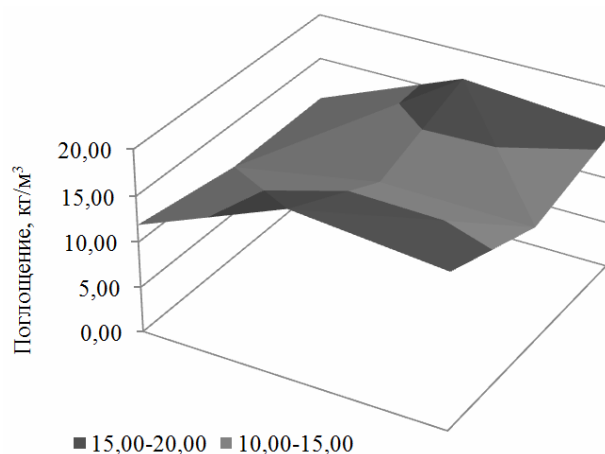
С целью проведения экспериментов по исследованию влияния поглощения антипирена на огнестойкость древесины применен водный раствор антипирена с красителем. Применяемый антипирен – диамонийфосфат. Концентрация в водном растворе составила 11 %.



Объектами исследований выбраны древесина березы и в качестве контроля ядро сосны. Влажность образцов до пропитки  $7 \pm 1$  %. Использовались образцы размерами: ширина 60 мм, длина 150 мм и толщина 20 мм. Пропитка проводилась под давлением 0,35 МПа в течение 60 минут. При одинаковых условиях у древесины березы отмечена сквозная пропитка, у древесины сосны – менее 1 мм.

Проведено исследование распределения защитного средства. Для этого каждый образец раскалывали на 27 сегментов, затем определялась масса каждого после пропитки. Часть образцов подлежала расколу сразу после проведения пропитки, вторая группа после выдержки. Выдержка проводилась для перераспределения защитного состава под действием диффузии.

Из анализа полученных данных следует, что защитное вещество распределяется неравномерно по сечению образца обеих пород. Самая высокая концентрация препарата в наружных слоях пропитанной древесины. Общая величина поглощения раствора для березы от 389 до 513 л/м<sup>3</sup>, для сосны – от 88 до 184 л/м<sup>3</sup>. При пересчете на сухое вещество: береза от 43 до 56 кг/м<sup>3</sup>, сосна от 10–20 кг/м<sup>3</sup>. На рис. 1 представлена диаграмма поглощения в средней части образца из древесины березы.



Распределение защитного вещества в древесине березы

Максимальное поглощение при пересчете на сухое вещество в центральной секции образца из березы 18,43 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, у древесины березы большой потенциал в пропитке ее антипиренами и использовании в конструкциях с повышенной огнестойкостью.

Так же было проведено испытание пропитанных образцов на огнестойкость [7]. Сущность методов ее определения заключается в определении времени от начала теплового воздействия на материал до наступления предельного состояния [8]. Одним из таких состояний является потеря целостности в результате образования сквозных трещин и отверстий.

Подготовка образцов к испытанию на огнестойкость заключалась в пропитке, сушке и шлифовании поверхности древесины. Пропитка осуществлялась по методике, описанной выше. Отличие состоит лишь в том, что образцы после пропитки не проходили процедуру деления на сегменты. Сушка образцов проводилась двух видов – атмосферная и камерная. Атмосферная сушка после пропитки с продолжительностью 72 часа при  $20 \pm 2$  °С, камерная при температуре  $70 \pm 10$  °С с общей продолжительностью 28 часов. Перед испытанием на огнестойкость поверхность образцов обрабатывалась шлифовальным материалом. Это необходимо для выравнивания поверхности и снятия верхнего слоя у пропитанной древесины.

Для определения потери целостности, образцы закреплялись в специальном держателе. Расстояние от источника тепла и точка максимального воздействия на поверхность испытуемого материала одинаковы для всех образцов. Источник тепла направлялся в центр пласти образца. В качестве источника высоких температур применена паяльная лампа МТ-95

с рабочей температурой до 1500 °С. Время фиксировалось от момента включения лампы, до появления сквозного отверстия на не обогреваемой стороне древесины. Расстояние от поверхности образца до источника изменялось. Это необходимая мера для постепенного увеличения температуры воздействия. Первые 10 минут расстояние составляло 300 мм, следующие 5 минут расстояние 200 мм. Оставшееся время испытание проходило на расстоянии 160 мм. Испытуемые образцы после последнего изменения расстояния до источника тепла и касании пламени до поверхности показали разное время. При расстоянии 160 мм от источника тепла, сквозное отверстие на не обогреваемой поверхности древесины березы появилось через 23 минуты, у древесины сосны через 9 минут

Испытание показало, что глубина проникновения защитного средства оказывает значительное влияние. Так испытуемая древесина березы имеет лучший результат в сравнении с древесиной сосны. На не обогреваемой поверхности сквозные отверстия появились на 14 минут позже. Стоит отметить и характер выгорания обеих пород. Древесина сосны выгорает равномерно, а древесина березы, обугливаясь, сохраняет в некоторой степени свою прочность.

Древесина березы является перспективным материалом для модифицирования и получения продукции с повышенными показателями огнестойкости

Проникновение значительного количества защитного вещества по всему сечению древесины обеспечивает увеличение времени до наступления потери целостности. Увеличивается не только время, но и характер выгорания древесины. Более защищенная древесина лучше сохраняет сопротивляемость воспламенению и самостоятельному горению.

### **Библиографические ссылки**

1. ГОСТ 20022.2–80. Защита древесины. Классификация. М. : Гос. комитет СССР по стандартам, 1980. 22 с.
2. ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с изм. № 1). М. : Стандартинформ, 2006. 25 с.
3. Нигматулина Д. М. Снижение пожарной опасности деревянных конструкций способом их глубокой пропитки огнезащитными составами : дис. ... канд. техн. наук. М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. 210 с.
4. Сивенков А. Б. Влияние физико-химических характеристик древесины на ее пожарную опасность и эффективность огнезащиты : дис. ... д-ра техн. наук. М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. 289 с.
5. Ковригин Г. С. Проницаемость древесины лиственных пород жидкостями и газом, пути ее повышения : дис. ... канд. техн. наук / СТИ. Красноярск, 1986. 128 с.
6. Елисеев С. Г., Ермолин В. Н., Намятов А. В. Проницаемость древесины березы жидкостями // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. XXXII, № 5-6. С. 77–80.
7. СНиП 21-01–97. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Пожарная безопасность зданий и сооружений (с изм. № 1, 2). М. : ГУП ЦПП, 2002. 34 с.
8. ГОСТ 30247.0–94 (ИСО 834–75). Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. М. : Изд-во стандартов, 2003. 10 с.

© Дубинина Н. Н., Баяндин М. А., Ермолин В. Н., 2019

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОДОЛЬНУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННОЙ СИБИРСКОЙ**

С. Г. Елисеев, В. Н. Ермолин, С. С. Ступников

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: serezhha-stupnikov@mail.ru

*Приведены результаты исследований воздействия СВЧ обработки на поперечную проницаемость ядровой древесины лиственной сибирской. Полученные экспериментальные данные показали, что СВЧ-обработка в отличие от продольного направления не обеспечивает повышения проницаемости древесины для жидкостей в радиальном и тангенциальном направлениях.*

*Ключевые слова: СВЧ, сушка, древесиноведение, модификация, лиственная.*

## **RESEARCH OF THE EFFECT OF ULTRA-HIGH-FREQUENCY RADIATION ON THE PERMITTIVITY OF WOOD OF THE LUMBER OF SIBERIAN**

S. G. Eliseev, V. N. Yermolin, S. S. Stupnikov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: serezhha-stupnikov@mail.ru

*The article presents the results of studies of the effects of microwave processing on the transverse permeability of Siberian larch heartwood. The obtained experimental data showed that the microwave processing, in contrast to the longitudinal direction, does not increase the permeability of wood to liquids in the radial and tangential directions.*

*Keywords: microwave, drying, wood science, modification, larch.*

С каждым годом значение древесины как экологически безопасного возобновляемого ресурса становится только больше. Это объясняется не только модными тенденциями в направлении природных экологически безопасных материалов, но и конкурентными свойствами в сравнении с искусственными продуктами (декоративность, относительно высокая прочность и жесткость при низкой удельной массе и др.). Несмотря на широкий ассортимент древесины различных пород на мировом рынке, зачастую возникает повышенный интерес на отдельные виды древесного сырья, что резко увеличивает цену и доступность такой древесины. Как правило, этот интерес обусловлен рядом природных свойств таких, например, как привлекательный цвет и текстура, высокие физико-механические свойства, стойкость к грибным поражениям и др.

Одним из возможных вариантов обеспечения спроса древесины с требуемыми параметрами может выступать направленная модификация менее редких широко распространенных хвойных пород сибирского региона. Однако возможности модификации такой древесины крайне ограничены из-за низкой природной проницаемости для модифицирующих составов. Поскольку основной объем стволовой древесины хвойных пород занимает ядро или спелодревесная часть характеризующиеся низкой проницаемостью для жидкостей и газов.

Механизм снижения проницаемости центральной части ствола хвойных пород, достаточно подробно изучен и изложен в работах [1–3] данные труды указывают, что в большинстве случаев низкая проницаемость обусловлена положением торуса или экстрактивными веществами, которые закупоривают капилляры, а так же анатомическими особенностями конкретного вида древесных пород [1].

К настоящему времени разработан ряд методов повышения проницаемости хвойной древесины путем накалывания, (механическое, лазерное и др.), применения переменного давления, биоповреждений (за счет грибных поражений) и др. Однако большинство из перечисленных методов имеют ряд недостатков: нарушают целостность древесины, энергозатратны, малоэффективны, неприменимы в серийном производстве и др. [4; 5].

В последнее время во всем мире активно разрабатываются методы повышения проницаемости древесины за счет ее обработки СВЧ. Так в работах [6; 7] отмечается высокая эффективность СВЧ обработки древесины в целях повышения проницаемости при приемлемом снижении механических свойств. Исследователями [6] установлено, что обработка СВЧ древесины пихты китайской позволяет увеличить скорость водопоглощения до 308 % в сравнении с контрольной необработанной древесиной, а в работе [7] до 156 %.

По мнению приведённых авторов, причиной повышения проницаемости является парогазовое давление, возникающее в древесине при обработке СВЧ. Избыточное давление и температура приводят к образованию в древесине микро- и макротрещин и разрушают межклеточные мембраны, что положительно сказывается на проницаемости древесины.

Здесь стоит отметить, что в источниках [6; 7] авторами было зафиксировано повышение проницаемости в продольном направлении, но поперечный перенос не был рассмотрен. В то время как именно поперечная проницаемость древесины при пропитке длинномерных сортов является определяющей.

Учитывая имеющиеся данные, было решено исследовать возможность повышения проницаемости ядровой древесины одной из наиболее распространенных хвойных пород сибирского региона – лиственницы сибирской (*Larix Sibirica*).

Для этого из растущего дерева лиственницы возрастом 110 лет был выпилен кряж диаметром 40 см на расстоянии 1,2 метра от комлевой части. Из ядровой древесины полученного кряжа изготавливались образцы размерами: 80×40×40 мм с ориентированным расположением годовичных слоев относительно пластей. Полученные образцы были разделены на три группы по 10 шт. с последующим делением каждой группы на две подгруппы по 5 образцов отличающиеся схемой обработки. СВЧ обработка осуществлялась в микроволновой камере при частоте 2,45 ГГц с фиксированной мощностью 0,9 кВт. Продолжительность обработки и схемы обработки были определены с учетом литературных данных.

Образцы первой группы подвергались обработке СВЧ во влажном состоянии (W-55 %) по следующим схемам: подгруппа № 1 – СВЧ 40 с / пауза 30 с / СВЧ 40 с; подгруппа № 2 – СВЧ 30 с / пауза 30 с / СВЧ 30 с. Вторая группа образцов была высушена до 7 % влажности и затем обрабатывалась в СВЧ-камере по аналогичным с первой группой образцов схемам. Образцы третьей группы – контрольные образцы. Первая половина контрольных образцов была высушена до 7 %, вторая оставлена в свежесрубленном состоянии – 55 %.

После этого торцы обработанных СВЧ и контрольных образцов (для исключения торцовой пропитки) гидроизолировались путем многослойного нанесения ПФ-115 и силиконового герметика и пропитывались в автоклаве при давлении 0,5 МПа в течение 1 часа. В качестве пропиточного состава использовался водный раствор  $\text{FeSO}_4$  за счет окрашивания древесины позволяющий фиксировать глубину продвижения фронта пропитки. Результаты экспериментальной пропитки приведены на рис. 1 и 2.

Полученные экспериментальные данные показали, что СВЧ-обработка древесины лиственницы сибирской не позволила повысить поперечную проницаемость древесины для жидкостей. Различие между контрольными и обработанными СВЧ-образцами находится

в пределах точности опыта. В целом наблюдается тенденция к снижению глубины проникновения пропиточного раствора в обработанных СВЧ образцах. Относительно структурных направлений большая глубина продвижения фронта пропитки наблюдается в радиальном направлении в сравнении с тангенциальным, что согласуется с работой [8]. Также было отмечено снижение проницаемости образцов высушенных до W-7 % образцов, что, по-видимому, объясняется перераспределением камедей к поверхности образцов и вызванным этим явлением снижением проницаемости.

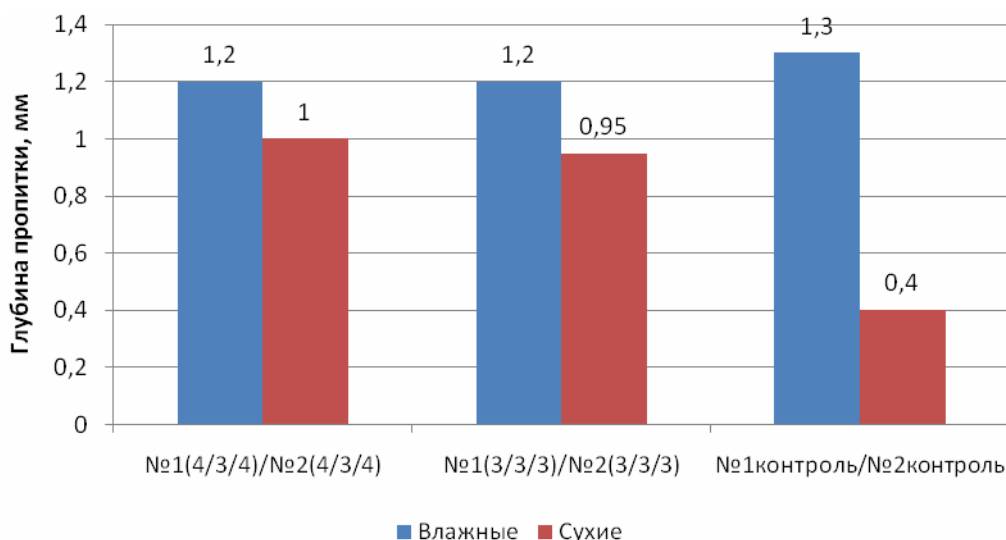


Рис. 1. Глубина продвижения фронта пропитки, мм (радиальный)

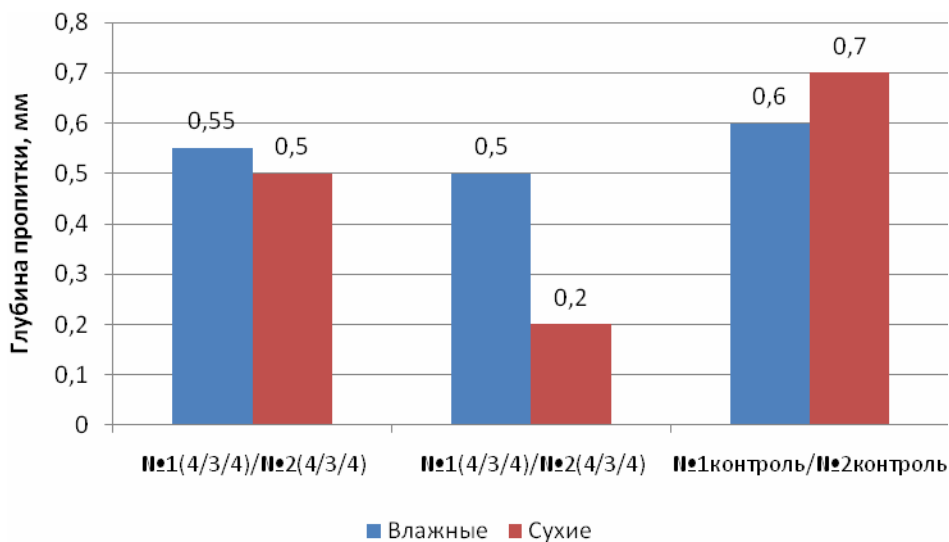


Рис. 2. Глубина продвижения фронта пропитки, мм (тангенциальный)

Отсутствие положительного эффекта СВЧ обработки на повышение поперечной проницаемости древесины лиственницы по нашему мнению связано с тем, что парогазовая смесь, образуемая при СВЧ нагреве, движется по пути наименьшего сопротивления – в продольном направлении и выходит через торцы образцов. При этом для движения парогазовой смеси в поперечном направлении из-за меньших диаметров макрокапилляров не создается достаточного избыточного давления. Поэтому происходит восстановление продольной проницаемости, а поперечная остается неизменной.

### Библиографические ссылки

1. Ермолин В. Н. Основы повышения проницаемости жидкостями древесины хвойных пород : монография / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 1999.
2. В.А. Баженов . Проницаемость древесины и ее практическое значение. М. : Изд-во АН СССР, 1952.
3. Баженов В. А., Москалева В. Е. О проницаемости древесины заболони и ядра сосны жидкостями и возможности ее регулирования // Тр. Ин-та леса. Т. 9. М. : Изд-во АН СССР, 1953.
4. Баракс А. М., Никифоров Ю. Н. Глубокая пропитка древесины путем применения наколов. М. : Лесная пром-ть, 1969. 156 с.
5. Пушкин П. С. О динамической пропитке древесины // Защитная обработка древесных шпал : сб. тр. ЛИИЖТ. Л., 1963. Вып. 204. С. 69–79.
6. Liu H. H., Wang Q. W., Yang L., Jiang T., Cai Y. C. Modification of larch wood by intensive microwave irradiation // J. For. 2005. Res. 16(3).
7. Koiš V., Dömény J., Tippner J. Микроволновое устройство для непрерывной модификации древесины // BioResources. 2014. № 9 (2): 3025-3037. DOI: 10,15376 / biores. 9.2.3025-3037.
8. Ермолин В. Н. Анатомические особенности древесины хвойных пород, определяющие ее проницаемость // Строение, свойства и качество древесины – 2000 : материалы Междунар. симпоз. Петрозаводск, 2000. С. 49–50.

© Елисеев С. Г., Ермолин В. Н., Ступников С. С., 2019

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ПЛИТЫ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО КОРЫ  
ДРЕВЕСИНЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД**

С. А. Клепалов, А. И. Криворотова, П. В. Штефан

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: klepaklepa43@mail.ru

*Представлены результаты разработки теплоизоляционного плитного материала из древесной стружки с применением в качестве связующего компонента тонкоизмельченной коры хвойных пород древесины. Установлена возможность создания плит на основе измельченной коры с высокими теплоизоляционными и прочностными свойствами.*

*Ключевые слова: плита, измельченная кора, древесная стружка, плотность, теплопроводность.*

**RESEARCH OF PROPERTIES OF THERMAL INSULATING PLATE  
WITH APPLICATION AS A CONNECTING BARK WOOD  
OF CONIFEROUS BREEDS**

S. A. Klepalov, A. I. Krivorotova, P. V. Shtefan

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: klepaklepa43@mail.ru

*This article presents the results of the development of heat-insulating plate material from wood chips with the use of finely divided softwood bark as a binder component. The possibility of creating plates on the basis of crushed bark with high thermal insulation and strength properties has been established.*

*Keywords: plate, crushed bark, wood chips, density, thermal conductivity.*

Древесностружечные плиты чаще всего изготавливаются на основе карбамидоформальдегидных и фенолоформальдегидных смол или минеральных вяжущих веществ. В зависимости от типа применяемого связующего компонента древесностружечные плиты приобретают особые свойства, сочетая в себе свойства древесины и связующего материала. Плиты на основе минеральных вяжущих веществ имеют высокую плотность и прочность, водостойкость и атмосферостойкость, являются экологически безопасным материалом. Древесностружечные плиты на основе карбамидоформальдегидных или фенолоформальдегидных смол обладают хорошей прочностью, высокой или повышенной водостойкостью, имея при этом существенный недостаток – высокую токсичность.

В данной работе в качестве связующего компонента для стружечных плит предлагается использовать тонкоизмельченные частицы коры хвойных пород древесины высокой влажности. Связующее представляет собой водную эмульсию коры, полученную в результате процесса диспергации измельченной до размеров древесной стружки коры. Измельчение коры

производится за счет гидродинамического удара. Одновременно происходит вымывание из коры водорастворимых экстрактивных веществ. Размеры полученных частиц находятся в диапазоне от 0,1 до 0,5 мм. В процессе хранения происходит разделение эмульсии на несколько слоев. Нижний слой (осадок) представляет собой однородную массу тонкоизмельченных частиц коры высокой влажности (до 700 %). Верхний слой (раствор) представляет собой водный экстракт веществ содержащихся в коре хвойных пород древесины красно-коричневого цвета плотностью 1004,7 кг/м<sup>3</sup>. Средний слой представляет собой взвесь частиц коры в водном растворе.

В качестве связующего для изготовления древесностружечной плиты используют нижний слой. В качестве основного компонента взята древесная стружка стандартных размерно-качественных характеристик [1].

В результате проведения пробного эксперимента установлено, что изготовленный материал не отвечает требованиям по плотности и прочности, предъявляемым для древесностружечных плит на основе синтетических связующих или минеральных вяжущих веществ. Наиболее близким к полученным образцам плит по внешним признакам и определенным показателям оказались материалы из группы утеплителей на древесной основе [2]. Таким образом, дальнейшие исследования были направлены в сторону изучения возможности изготовления теплоизоляционного материала на основе древесной стружки с применением в качестве связующего компонента тонкоизмельченной коры высокой влажности.

На рис. 1 представлена плотность образцов разработанного материала в зависимости от исходного количества компонентного состава. Для увеличения плотности образцов изготавливаемого материала производилось увеличение массы компонентов при их постоянном соотношении. Плотность образцов изменяли от 210 до 520 кг/м<sup>3</sup>. Образцы при испытаниях сохраняли геометрическую форму и стабильность размеров. Коэффициент теплопроводности у изготовленных образцов составил соответственно от 0,077 до 0,083 Вт/м·К. На рис. 2 представлены значения коэффициента теплопроводности образцов различной плотности. Как видно с увеличением плотности коэффициент теплопроводности увеличивается.

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать в порах влагу при непосредственном соприкосновении с водой. Водопоглощение теплоизоляционных материалов характеризуется количеством воды, которое поглощает сухой материал при выдерживании в воде, отнесённым к массе сухого материала.

Водопоглощение зависит от структуры теплоизоляционного материала и при закрытых порах (например, пеностекло, пенопласты) оно невелико, при открытых сообщающихся порах может составить до 600 %. Большинство современных утеплителей «боятся» воды. Это относится и к базальтовой, каменной вате, и к шлаковате, и к более современной эко-вате. Низкое водопоглощение наблюдается у пенопласта и пенополистирола [3].

Для минеральной ваты характерно максимальное водопоглощение, достигающее при погружении в воду до 600 %. Ее гигроскопичность составляет 0,2...2 %. Водопоглощение за 24 часа для гидрофобизированных минераловатных плит составляет 30 % (по массе).

Снизить водопоглощение теплоизоляционных материалов, боящихся влаги, возможно правильным монтажом гидроизоляционный слой или использованием гидрофобных составов, например, путём введения кремнийорганических добавок.

Следует также обратить внимание, что водопоглощение теплоизоляционных материалов отечественного и зарубежного производства определяется по разным методикам [4].

Теплоизоляция иностранных производителей, поставляемая на наш рынок, является гидрофобизированной, а отечественная, за небольшим исключением, является негидрофобизированной.

Испытания показателя водопоглощения проводились непосредственным погружением образцов в воду. Как видно из гистограммы, рис. 3, все образцы обладают значительным по-



казателем водопоглощения за 2 ч. С увеличением плотности водопоглощение образцов уменьшается. Это связано с уменьшением количества пор в материале. Кавитированные частицы коры обладают низкой гигроскопичностью и смачиваемостью, то есть способностью отталкивать от себя воду [5]. Следует также отметить, что несмотря на значительные показатели водопоглощения высыхание материала при комнатной температуре происходит в течение 20–24 ч, при этом предлагаемый материал сохраняет все исходные свойства [6]. Отмечается только разбухание материала, которое в зависимости от плотности предлагаемого теплоизоляционного материала составило от 0,3 до 0,8 %.

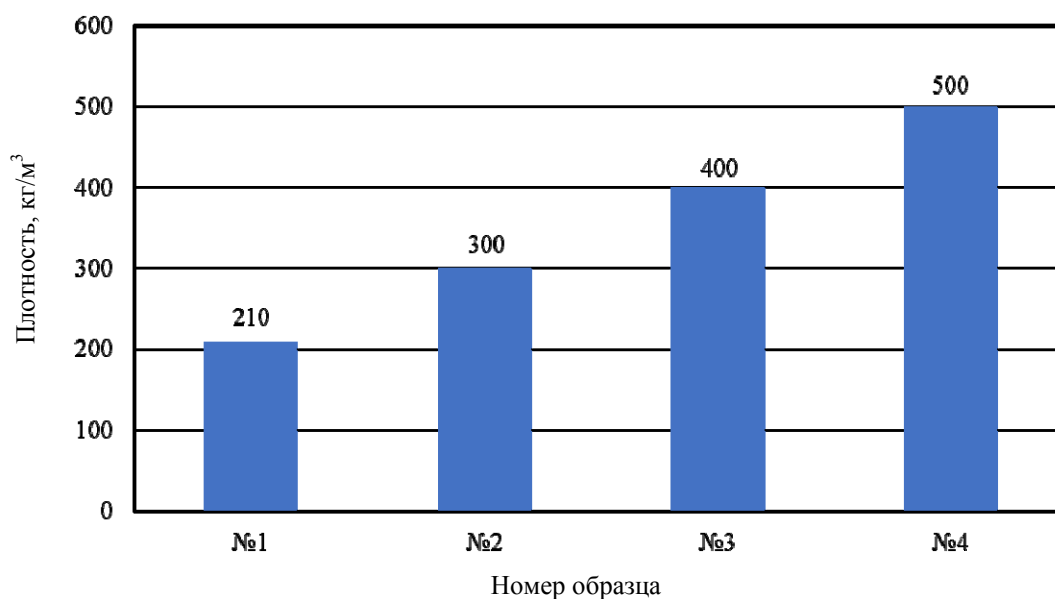


Рис. 1. Плотность разработанного теплоизоляционного материала

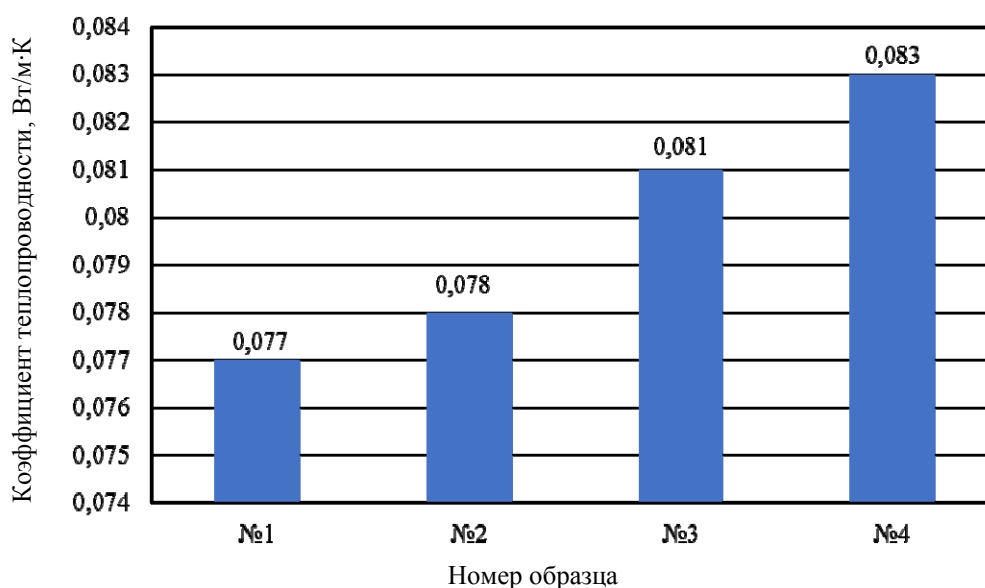


Рис. 2. Коэффициент теплопроводности разработанного теплоизоляционного материала

В результате проведенных исследований был сделан следующий вывод: теплоизоляционный материал, отвечающий всем требованиям, получается при плотности образцов от 400 до 550 кг/м<sup>3</sup>.

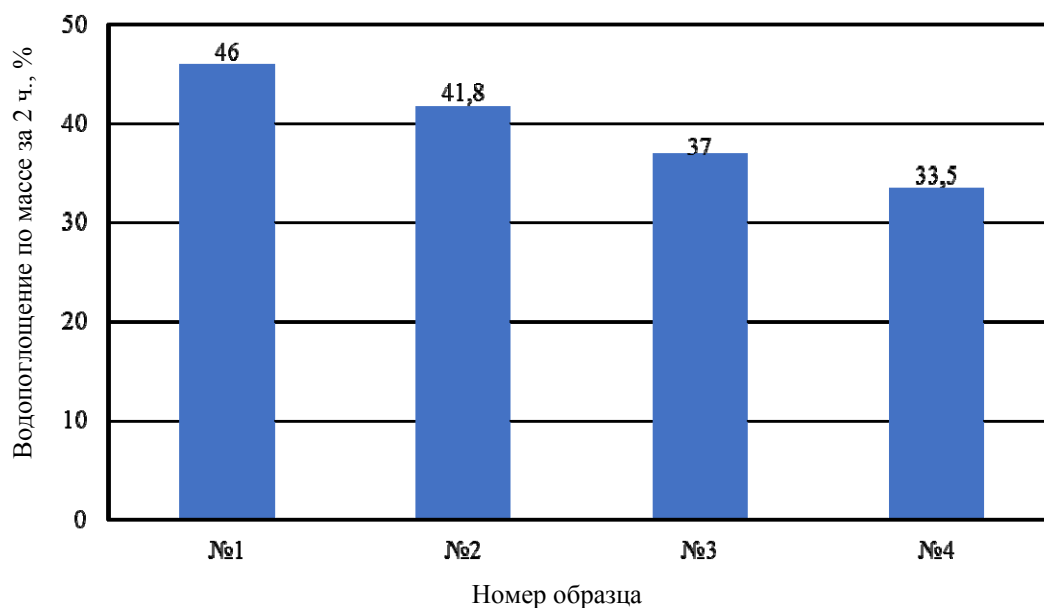


Рис. 3. Водопоглощение разработанного теплоизоляционного материала

Образцы полученного теплоизоляционного материала обладают необходимыми показателями коэффициента теплопроводности, низкими показателями водопоглощения, имеют хорошую прочность.

### Библиографические ссылки

1. Калитеевский Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Профикс, 2008. 496 с.
2. Соболев И. В. Управление производством пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1981. 184 с.
3. Турушев В. Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1975. 208 с.
4. Каргина Е. В., Матвеева И. С., Огурцов В. В. Теоретические основы расчёта поставов для распиловки брёвен с пороками формы // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28. № 1-2. С. 141–145.
5. Алгоритм имитационных исследований экономической эффективности лесопильных предприятий / Е. В. Каргина, Л. Н. Ридель, И. С. Матвеева, В. В. Огурцов // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 146–153.
6. Богданов Е. С., Боровикова А. М., Голенищев Н. Д. Справочник по лесопилению / под ред. С. М. Хасдана. М. : Лесная пром-ть, 1980. 424 с.

© Клепалов С. А., Криворотова А. И., Штефан П. В., 2019

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ БЕРЕЗОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В КОНВЕКТИВНЫХ КАМЕРАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ**

М. Н. Корзун, А. А. Орлов, Ю. А. Корчук

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: mashakorzun@mail.ru

*Приведены результаты камерной сушки березовых пиломатериалов импульсным режимом без применения операции увлажнения. Определено сокращение потребления тепловой и электрической энергии на сушку. Сделаны выводы о качестве высушенных пиломатериалов.*

*Ключевые слова: сушка древесины березы, импульсный режим, продолжительность, энергетические затраты, сушка без увлажнения.*

## **ENERGY EFFICIENCY DRYING BIRCH LUMBER IN THE CONVECTION CHAMBERS OF PERIODIC ACTION**

M. N. Korzun, A. A. Orlov, Y. A. Korchuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: mashakorzun@mail.ru

*The results of kiln-dried birch lumber pulse mode without an operation of the moisture. Reduction of consumption of thermal and electric energy for drying is defined. Conclusions about quality of the dried timber are drawn.*

*Keywords: birch wood drying, pulse mode, duration, energy costs, drying without humidification.*

В связи с ухудшением качественных характеристик древесины хвойных пород и возникновением у предприятий сложностей с заготовкой лесоматериалов (ввиду увеличения радиуса лесозаготовки) увеличиваются объемы заготовок лиственных пород. Наибольший промышленный и экспортный интерес представляет древесина березы.

Основной продукцией лесоперерабатывающих предприятий являются пиломатериалы. Для дальнейшего их применения как внутри страны, так и для экспорта необходимо, чтобы влажность пиломатериалов соответствовала транспортной или эксплуатационной (в зависимости от назначения). Поэтому возникает необходимость в качественной сушке с минимальной продолжительностью.

Одним из известных способов интенсификации процесса камерной конвективной сушки является применение импульсных режимов, состоящих из стадий «работа» и «пауза». На стадии «работа» проходит аккумулялирование тепла материалом. На стадии «пауза» подача тепловой энергии материалу прекращается.

В качестве структуры импульсных режимов сушки были приняты рекомендации А. А. Косарина [1; 2]. На основе предложенных им аналитических уравнений расчета

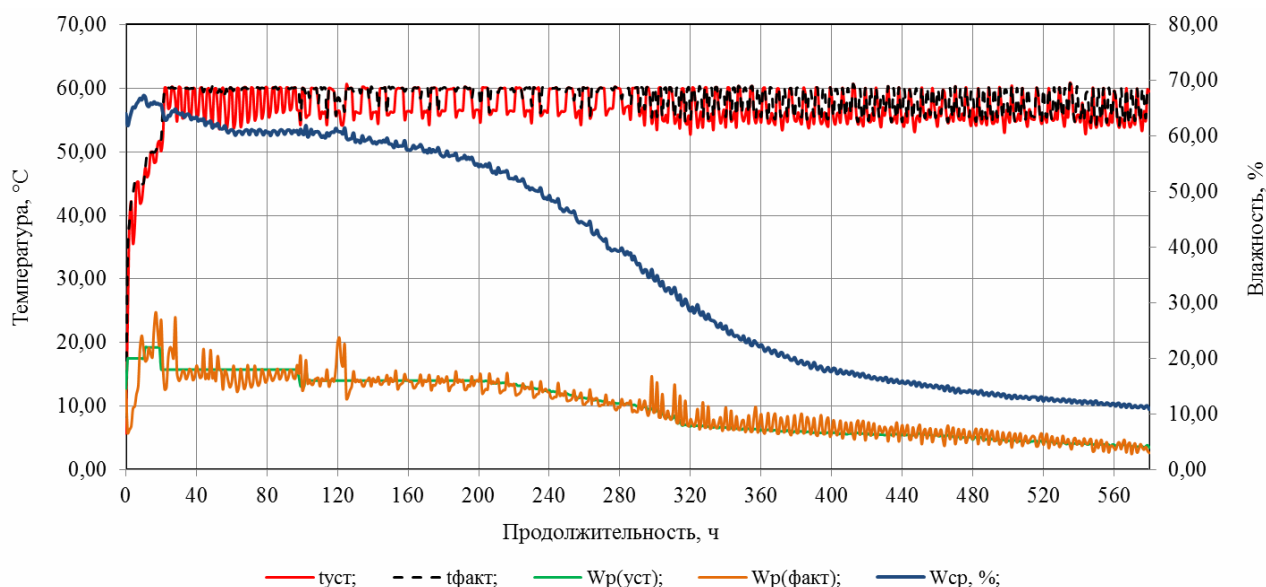
продолжительности стадий «работа» и «пауза» нами был рассчитан режим импульсной сушки березовых пиломатериалов толщиной 55 мм, представленный в таблице.

**Режим импульсной сушки березовых пиломатериалов толщиной 55 мм**

| Средняя влажность древесины, % | Режимные параметры           |      |
|--------------------------------|------------------------------|------|
|                                | $t, ^\circ\text{C}$          |      |
| >60                            | $t, ^\circ\text{C}$          | 65   |
|                                | $\tau_{\text{им}}, \text{ч}$ | 7,46 |
|                                | $\tau_{\text{п}}, \text{ч}$  | 4,44 |
| 60–40                          | $t, ^\circ\text{C}$          | 60   |
|                                | $\tau_{\text{им}}, \text{ч}$ | 4,11 |
|                                | $\tau_{\text{п}}, \text{ч}$  | 4,55 |
| 40–30                          | $t, ^\circ\text{C}$          | 60   |
|                                | $\tau_{\text{им}}, \text{ч}$ | 1,96 |
|                                | $\tau_{\text{п}}, \text{ч}$  | 1,14 |
| 30–20                          | $t, ^\circ\text{C}$          | 60   |
|                                | $\tau_{\text{им}}, \text{ч}$ | 1,44 |
|                                | $\tau_{\text{п}}, \text{ч}$  | 1,71 |
| <20                            | $t, ^\circ\text{C}$          | 60   |
|                                | $\tau_{\text{им}}, \text{ч}$ | 1,02 |
|                                | $\tau_{\text{п}}, \text{ч}$  | 2,9  |

Апробация данного режима производилась на предприятии ООО «Компания «Байкал Форест», которое занимается переработкой березового пиловочника на сухие пиломатериалы экспортного назначения, но высушенные до конечной влажности 8–12 % в зависимости от контракта. Сушка пиломатериалов производилась в конвективных камерах периодического действия MJR-150 (Китай). Средняя начальная влажность высушиваемых пиломатериалов составила 65 %, а средняя конечная влажность – 10 %.

Режимные параметры и кривые влажности опытной сушки березовых пиломатериалов толщиной 55 мм импульсным режимом представлены на рисунке.



**Режимные параметры и кривые сушки березовых пиломатериалов толщиной 55 мм импульсным режимом**

Продолжительность опытной сушки составила 580 часов, что на 120–160 часов меньше продолжительности сушки штатными режимами в этих камерах. За счет стадий «пауза»

сокращение расходов тепловой энергии составило 55,54 кВт, а электроэнергии 6550,16 кВт·ч. Снижение температурных уровней агента сушки до 60 °С при хорошей герметичности камер позволило практически исключить операцию увлажнения, что сократило расходы тепловой энергии на увлажнение 1411,25 кВт.

Оценка качества сушки по рекомендациям РТМ [3] выявила, что сухие пиломатериалы имеют среднюю конечную влажность 10,4 %, отклонение влажности отдельных досок от средней составило 0,6 %. Торцовые и пластевые трещины отсутствовали.

Таким образом, сушка березовых пиломатериалов импульсными режимами позволяет сократить продолжительность сушки пиломатериалов, расходы тепловой и электрической энергии, без снижения качества высушиваемой древесины.

### **Библиографические ссылки**

1. Косарин А. А. Технология импульсной сушки пиломатериалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.21.05 – древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки) / рук. работы Г. С. Шубин. М., 2012. 23 с.
2. Косарин А. А., Расев А. И. Режимы импульсной сушки пиломатериалов // Лесной вестник. 2011. № 3. С. 118–121.
3. Руководящие технические материалы по технологии камерной сушки пиломатериалов / ОАО «Научдревпром-ЦНИИМОД». Архангельск, 2000. 125 с.

© Корзун М. Н., Орлов А. А., Корчук Ю. А., 2019

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВОЙНОГО БРУСА**

А. В. Мелешко, С. С. Романова, Б. Б. Шадапов<sup>\*</sup>

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>\*</sup>E-mail: bayashal93@gmail.com

*Представлена новая структурная схема технологического процесса производства деревянных домов по технологии двойного бруса. На базе предложенной структурной схемы разработана система автоматизированного проектирования технологических процессов, позволяющая автоматизировать технологическую подготовку производства с учетом специализированного оборудования для изготовления элементов двойного бруса.*

*Ключевые слова: информационные технологии, двойной брус.*

## **AUTOMATED DESIGNING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF MANUFACTURING THE PARTS FOR DOUBLE BAR**

A. V. Meleshko, S. S. Romanova, B. B. Shadapov<sup>\*</sup>

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>\*</sup>E-mail: bayashal93@gmail.com

*The article presents a new block diagram of the technological process of production of wooden houses on the technology of double timber. On the basis of the proposed structural scheme, a computer-aided design system for technological processes has been developed, which makes it possible to automate the technological preparation of production, taking into account specialized equipment for the manufacture of double-bar elements.*

*Keywords: information technology, double beam.*

В настоящее время в деревянном домостроении широкое применение находит технология изготовления домов с использованием двойного бруса. В качестве конструкционного материала используются профилированные детали, представляющие собой фрезерованные доски, имеющие продольные пазы, чашки и отверстия. Технология изготовления также предусматривает выполнение пропилов и торцовку деталей под углом.

Для автоматизации проектирования домов из двойного бруса разработана новая версия программы КЗ – коттедж версии 7.5, включающая модуль проектирования «Двойные стены». Это подтверждает перспективность данной технологии.

Проведенный анализ возможных технологических процессов изготовления деталей двойного бруса показал, что в отличие от производства домокомплектов из клееного бруса и оцилиндрованного бревна детали двойного бруса могут изготавливаться как на специализированном оборудовании, так и на традиционных деревообрабатывающих станках. При этом в технологии могут использоваться автоматические линии или позиционные деревообрабатывающие станки. Это необходимо учитывать при проектировании технологических процессов.

Финская компания Makron разработала специализированную чашкорезную линию Logmatic XS для производства деталей двойного бруса [1]. Это полностью автоматическая линия фрезерования чашки и точной и быстрой резки бруса. Компанией «ДИАКОМ» разработан отечественный чашконарезной станок ЧС-4Б «Туборд», способный выполнить за одну установку заготовки фрезерование одного либо двух поперечных профильных пазов в мини-брусе с четырех сторон [2]. Также для изготовления деталей дома по технологии двойного бруса используется чашкорезный фрезерный станок для минибруса ВКР-19.

Специализированные системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) деревообработки до настоящего времени не разработаны. На кафедре технологии деревообработки для автоматизации проектирования домов из клееного бруса и оцилиндрованного бревна разработан модуль САПР ТП, функционирующий на основе структурной схемы, представленной на рис. 1 [3].

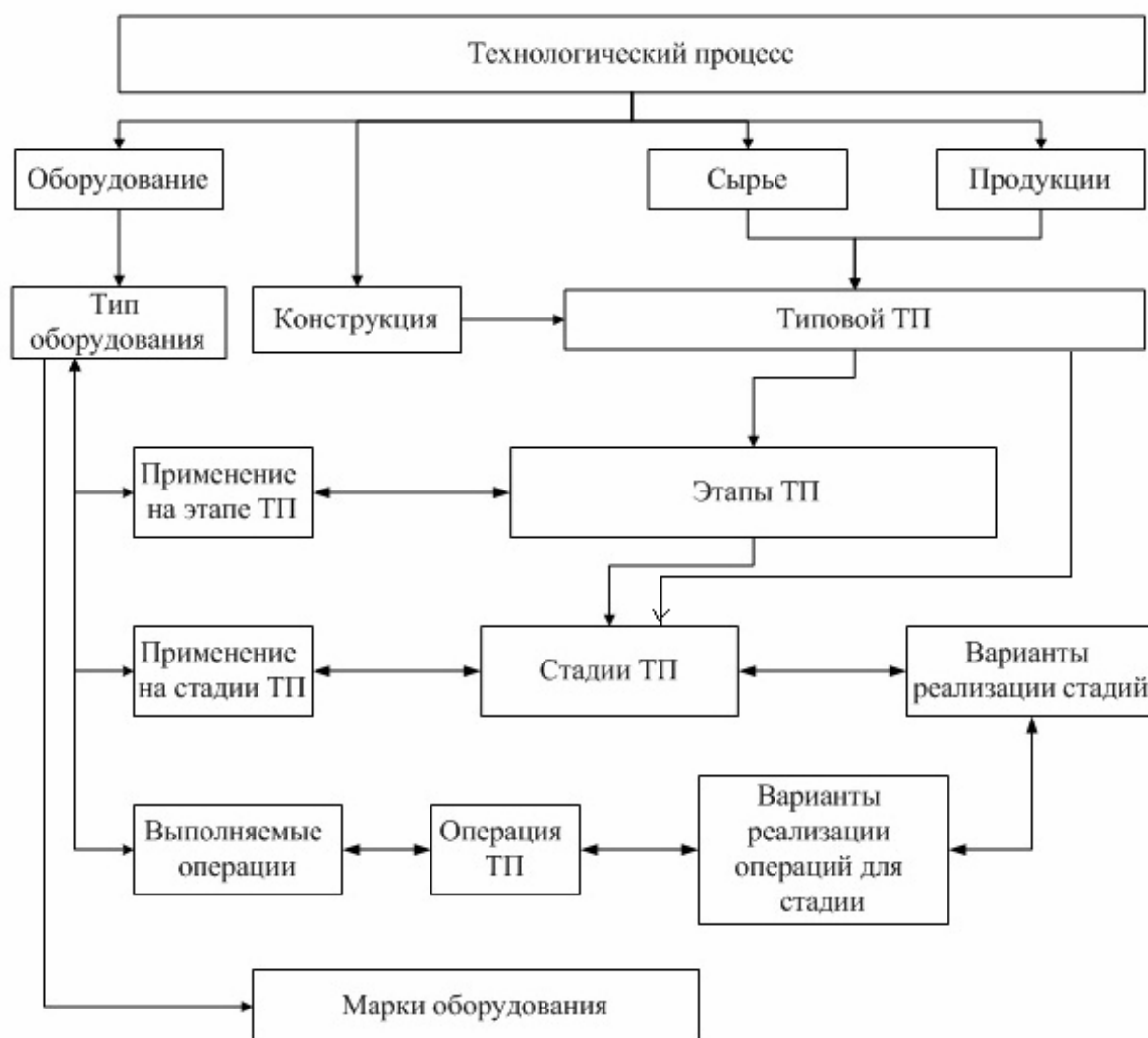


Рис. 1. Структурная схема технологического процесса деревообработки

Данная схема в целом также отражает структуру технологического процесса производства деталей двойного бруса, состав технологических элементов и связей между ними. В зависимости от исходного сырья и конструкции дома выбирается типовый технологический процесс, включающий соответствующие этапы обработки древесины. Например, если в качестве сырья используются бревна, то этапы обработки будут включать раскрой брёвен,

гидротермическую обработку, раскрой пиломатериала на заготовки, механическую обработку заготовок, повторную механическую обработку. Если же в качестве сырья применяется сухой пиломатериал заданного сечения, то этапы обработки будут включать только механическую обработку заготовок и повторную механическую обработку.

Стадии технологического процесса (ТП) для каждого этапа определяются с учетом не только самого этапа, но также сырья и вида продукции. Это обеспечивает включение в ТП только допустимых стадий.

Проектирование технологических операций для стадии осуществляется с учетом выбранного варианта реализации стадии и допустимого варианта реализации операции.

Выбор марки оборудования для выполнения технологической операции осуществляется на основании типа оборудования, который учитывает этап, стадию и операцию ТП обработки древесины.

На базе предложенной структурной схемы техпроцесса деревообработки разработана САПР ТП, которая использовалась для проектирования технологии изготовления деталей двойного бруса. Для этого в справочники САПР ТП были включены новые марки оборудования с соответствующими типами, добавлены новые стадии процесса, варианты реализации стадий и операций. Также в интеллектуальную базу данных были включены множества, устанавливающие связи между этими технологическими элементами.

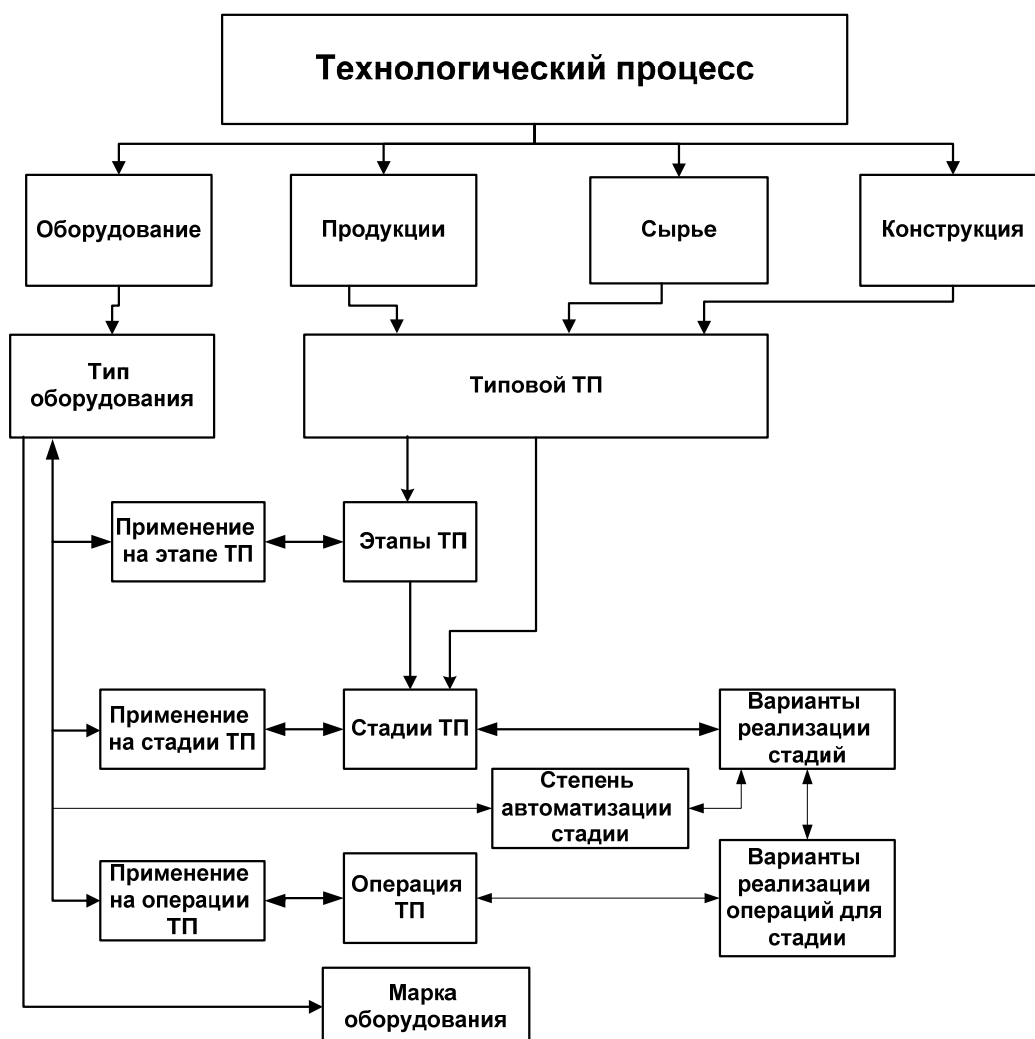


Рис. 2. Структурная схема технологического процесса деревообработки с учетом степени автоматизации



В САПР ТП был осуществлен структурный синтез техпроцесса производства двойного бруса для автоматизированных линий и позиционного оборудования. Определены этапы, стадии и операции ТП. Однако при выборе соответствующего оборудования для каждого варианта было установлено, что используемая структурная схема (см. рис. 1) не учитывает степень автоматизации ТП и специализация оборудования. Определение марки оборудования через его тип с учетом этапа, стадии и операции приводит к тому, что система предлагает все марки станков и линий, реализующих выбранные технологические стадии и операции.

Данные критерии выбора оборудования необходимо учитывать при проектировании. Предлагается модифицированная структурная схема технологического процесса деревообработки (см. рис. 2), которая учитывает степень автоматизации операций и специализацию деревообрабатывающего оборудования через вариант реализации стадий ТП.

Такой подход позволяет включать в список допустимых решений как специализированное оборудование, так и универсальные деревообрабатывающие станки и линии в зависимости от критерия выбора.

На основании новой структурной схемы в САПР ТП был модифицирован модуль проектирования, который дополнительно предусматривает возможность использования различных критериев выбора оборудования при разработке индивидуальных ТП. В программе имеется возможность сохранения полученных результатов проектирования в базе данных в виде типовых ТП.

САПР ТП предусматривает возможность корректировки типовых технологических процессов при разработке новых ТП. При загрузке типового процесса выбор оборудования может осуществляться только по включенным в ТП этапам, стадиям и операциям. В этом случае при корректировке ТП предлагаются все допустимые марки оборудования для каждой конкретной операции без учета степени автоматизации.

В результате проведенных исследований разработана новая структурная схема технологического процесса деревообработки с учетом степени автоматизации и модифицирован модуль САПР ТП для реализации структурного синтеза ТП.

Предложено учитывать степень автоматизации процесса через вариант реализации стадии, что позволяет корректно осуществлять выбор оборудования через его тип. Также в САПР ТП предусмотрено использовать структуры типовых технологических процессов с последующим выбором оборудования по различным критериям. Это обеспечивает качество проектирования, расширяет возможности САПР ТП и ее универсальность.

### **Библиографические ссылки**

1. Lesprom, на выставке «Лесдревмаш-2016» специалисты финской Makron расскажут о технологиях производства деревянных домов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lesprom.com/ru/news/> (дата обращения: 22.11.2018).
2. ДИАКОМ деревообрабатывающее оборудование [Электронный ресурс]. URL: <http://tpfdiakom.ru/katalog-tovarov/product/chashkoreznyy-standok-chs-4b-minibrus> (дата обращения: 22.11.2018).
3. Шадапов Б. Б., Романова С. С., Мелешко А. В. Анализ структуры технологий изготовления деталей деревянных домов для автоматизации технологической подготовки производства [Электронный ресурс] // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (17 мая 2018 г., Красноярск). Красноярск, 2018. С. 130–134.

© Мелешко А. В., Романова С. С., Шадапов Б. Б., 2019

## **ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ РЕЛЬЕФНОГО ОРНАМЕНТА ДЛЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ МЕБЕЛИ**

Е. В. Митина, Н. А. Романова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: eugeniya.mitina@yandex.ru

*Рассматриваются виды и различные способы создания рельефного орнамента для декорирования мебели. Особое внимание уделяется способу создания декоративного рельефа тиснением, как виду обработки материалов давлением. Рассматриваются особенности тиснения рельефа на поверхности облицованных шпоном древесностружечных плит пуансоном при прямом смятии.*

*Ключевые слова: декорирование мебели, рельефный орнамент, виды орнамента, резьба, фрезерование рельефа, термотиснение рельефа.*

## **TECHNOLOGY CREATE A RELIEF ORNAMENT FOR DECORATING FURNITURE**

E. V. Mitina, N. A. Romanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: eugeniya.mitina@yandex.ru

*The article deals with the types and different ways of creating a relief ornament for furniture decoration. Particular attention is paid to the method of creating a decorative embossed relief, as a type of pressure treatment of materials. The features of embossed relief on the surface of veneered particle Board with a punch in direct crushing are considered.*

*Keywords: furniture decorating, relief ornament, ornament types, carving, milling, relief, termotecnica relief.*

В последние десятилетия после продолжительного преобладания в дизайне мебели гладких прямоугольных форм на основе древесностружечных плит все большую роль играет художественное решение. Население стало более информированным, вкусы – более разнообразными, появился интерес к стилистике прошедших эпох и этнографическим мотивам, в значительной мере выражаемым декоративным оформлением изделий.

Среди большого многообразия способов декорирования изделий из древесины особенно выразительными являются рельефные композиции в виде орнаментных полос, розеток, заполнения филенок и т. п.

Первой технологией декоративного рельефа является резьба. Сотни и тысячи и лет назад резные композиции украшали жилища и мебель знатных правителей, монументальные сооружения, корабли, стены храмов и гробниц. Древнейшие образцы резной деревянной мебели не дошли до нашего времени. Об их эстетике можно судить лишь по изображениям на мозаиках, фресках, стенной росписи. Большую роль в представлении о старинных приемах сыграла резьба по слоновой кости и камню, более трудоемкая, чем резьба по древесине, но и

более долговечная. Так образцы храмовой византийской мебели из мрамора, орнаментированные различными видами резьбы, дают понятие и о деревянных конструкциях и рельефных украшениях деревянной мебели.

По характеру и расположению узора по отношению к поверхности или фону работы различают плосковыемчатую, контурную, рельефную, ажурную или прорезную, скульптурную и комбинированную резьбу, а в зависимости от мотива – геометрическую, резьбу с зооморфным или растительным стилизованным ленточного или сетчатого типа построения [1].

В зависимости от высоты рельефа относительно поверхности детали различают: барельеф – от фр. *bas – relief* – низкий рельеф, горельеф – от фр. *haut – relief* – высокий рельеф. Особым видом декоративных рельефов является углубленный рельеф, называемый также контррельефом, примером которой служит выемчатая (чаще геометрическая) резьба на предметах народного русского быта. Художественную ценность рельефных композиций в значительной мере решает игра света и тени, расположение и форма полутонов, т. е., теней, менее четко выраженных. В качестве материала для резьбы выбирается древесина мягких или твердых лиственных пород и в настоящее время – плита MDF.

Все поколение резчиков воспринимали опыт предшествовавших поколений, развивая свое мастерство и совершенствуя технологию. Существенно расширился набор инструментов для выполнения ручной резьбы, используется лобзик, электроинструменты, горячая нихромовая проволока, подсоединенная к понижающему трансформатору 24 В, 12 В, фрезерные и токарные станки, лазерная техника. Целую бригаду резчиков может заменить фрезерный станок с числовым программным управлением (ЧПУ), который имитирует ручную резьбу, превосходя не только по производительности, но и по спектру возможностей, качеству и точности исполнения. Фрезерные станки с ЧПУ могут выполнить любое задание управляющей программы (CorelDRAW X7, ArtCAMPro 9 и др.). Рельефы выполняются шаровыми, цилиндрическими, профильными фрезами, граверами [2].

Выбираемые фоны резьбы не должны быть слишком малы для концевой цилиндрической фрезы. При выборе фрезерного станка с ЧПУ для изготовления резных деталей художественного оформления необходимо учитывать следующие параметры оборудования: координаты и скорость перемещения суппорта (x, y, z); мощность шпинделя; способ базирования и фиксации заготовки. При задаче высокой производительности фрезерования резьбы рисунок должен быть нарисован таким образом, чтобы при фрезеровании фонов рельефного рисунка использовалось минимальное количество фрез. Это позволяет сэкономить время на смене инструмента.

Особое место в технологиях декоративного рельефа занимает тиснение, как вариант обработки материалов давлением. Тиснение это выдавливание рисунка на размягченной поверхности древесины или древесных материалов. Орнамент получают под действием давления и температуры в специальных прессформах.

Первые опыты в тиснении древесины зафиксированы около 1870 г. в США [3]. В нашей стране в период производства корпусной мебели с облицовыванием пластей деталей строганым шпоном на мебельных фабриках (Томская, Кемеровская, мебельные фабрики) начиналось применяться термотиснение рельефного декора. На Киевской экспериментальной мебельной фабрике тиснением декорировались ножки кресел и другие детали [4]. Тиснение проводилось позиционным способом, в том числе одновременно с процессом горячего облицовывания. Тиснение по шпону позволяло получить более естественный декоративный эффект, чем накладными молдингами из ПВХ и из пластика АБС, применяемыми в настоящее время.

Процесс образования рельефов на поверхности тиснением не образует измельченных отходов, не требует дополнительного расхода сырья и материалов, расширяет возможности производства в выпуске изделий одного модельного ряда и наборов мебели на едином каркасе с различным оформлением фасадных поверхностей. В настоящее время применяется декоративное тиснение фанеры [5]. Тиснение плоских изделий (дверки, филенки и т. п.)

в основном осуществляется в прессе при помощи рельефного пуансона. Для тиснения декора панелей и профильных изделий возможно также применение тиснильных машин проходного вальцового типа.

Вопрос о промышленном применении шпона в производстве мебели остается открытым по многим причинам, в том числе по причине дефицита шпона дорогих пород. Но, если принять во внимание сибирские запасы лиственницы, то при облицовывании шпоном из лиственничной древесины термотиснение декора может сыграть положительную роль в дизайне и производстве мебели на основе древесных плит. Режимы термотиснения декора на деталях, облицованных шпоном лиственницы, экспериментально исследовались на кафедре технологии деревообработки СибГТУ [6].

Формирование рельефов на поверхности заготовок происходит в процессе смятия их перпендикулярно пласти пуансоном с определенным давлением (рис. 1). Для исключения разрушения материала необходимо согласовывать величину нагрузки с пределом его прочности. При местном смятии древесностружечной плиты под пуансоном возможны поверхностное разрушение (точки А и В). Расслоение плиты более вероятно вне зоны смятия [4].

Рельеф образуется после внедрения пуансона до заданной глубины. После снятия давления рельеф по размерам и форме соответствует пуансону, затем происходит упругое восстановление материала до определенного предела. Остаточная деформация представляет собой созданный тиснением рельеф (рис. 2).

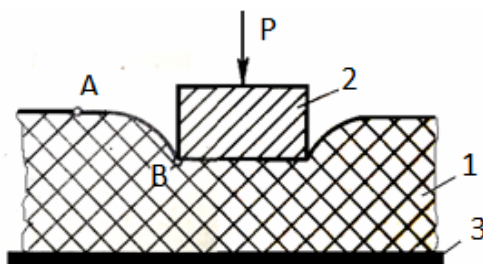


Рис. 1. Схема местного смятия древесностружечной плиты:

1 – древесностружечная плита;  
2 – пуансон; 3 – жесткое основание

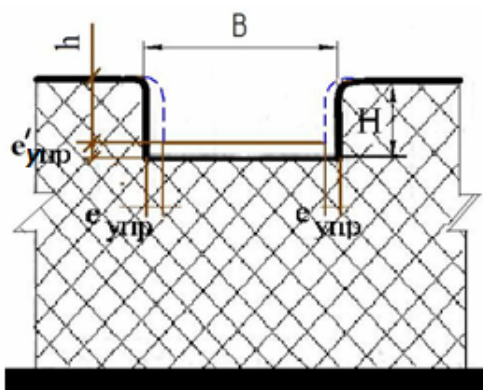


Рис. 2. Схема полной, упругой и остаточной деформации при тиснении древесностружечной плиты

Схема показывает, что размеры пуансона, выбранного для тиснения рельефа (H и B), зависят от величины упругого восстановления древесностружечной плиты ( $e_{упр}$ ).

Ширина рельефа меньше ширины пуансона на величину  $2 e_{упр}$ , т. е. удвоенного значения горизонтальной упругой деформации. Высота рельефа меньше высоты пуансона на величину вертикальной составляющей упругого восстановления.

Дополнительным положительным условием осуществления процесса тиснения является возможность воздействия на деформативность материалов при помощи внешних факторов. К таким факторам относятся в первую очередь режимные параметры процесса термотиснения: температура, давление, продолжительность выдержки. Под воздействием температуры природные полимеры, входящие в состав любого древесного сырья, размягчаются, становятся эластичней. Сочетание значений

режимных параметров для выполнения процесса термотиснения зависит от свойств древесностружечной плиты, породы облицовочного материала, заданной степени окраски получаемого декора.

Процесс формообразования, происходящий при обработке древесностружечных плит давлением, должен обеспечивать соответствующее качество рельефов. Оценка качества при этом производится в основном органолептически – посредством зрительного восприятия и осязания, а также замерами глубины рельефа и шероховатости. Для оценки качества принято два основных оценочных показателя: точность воспроизведения рельефов и наличие макро-неровностей поверхности [4].

В настоящее время имеющихся сведений о процессе тиснения декоративного рельефа на древесностружечных плитах недостаточно. В том числе, нет четко регламентированных режимов технологического процесса для различных видов плит и не разработана шкала цветности поверхности после термотиснения.

Научные основы, проектирования регулярного рельефа для его воплощения в материале недостаточно разработаны. Выбор вида рельефа и его параметров в условиях промышленного производства является сложной задачей, решаемой изначально дизайнером совместно с технологом. Требуется оценка параметров рельефа во взаимосвязи с композиционными особенностями построения орнамента, свойствам материала изделия и технологии тиснения.

Формирование тисненого рельефа на древесностружечных плитах является сложным технологическим процессом. Для производительной и качественной обработки поверхности термотиснением необходимо тщательно проработать технологический процесс и технологические режимы, учитывая физико-механические свойства материалов. Метод декорирования с помощью тиснения может быть популярен не только в дизайне мебели, но и в оформлении интерьеров.

### Библиографические ссылки

1. Виды резьбы по дереву. Основные характеристики [Электронный ресурс]. URL: <http://b.ru/article/303782/vidyi-rezbyi-po-derevu-osnovnyie-harakteristiki> (дата обращения: 24.11.2018).
2. Резьба по дереву на станках с ЧПУ – современная технология производства [Электронный ресурс]. URL: <https://rezbapro.ru/pokupatelyam/stati/rezba-po-derevu-na-stankah-s-chpu-sovremennaya-tehnologiya-proizvodstva.html> (дата обращения: 24.11.2018).
3. Горячее тиснение по дереву – технология [Электронный ресурс]. URL: <http://dekordrev.by/stati/2015-03-18/novaya-zapis> (дата обращения: 02.11.2018).
4. Гордиенко В. В., Манжос Ф. М. Обработка древесностружечных плит давлением. М. : Лесная пром-ть, 1987.120 с.
5. Технология, преимущества и недостатки декоративного тиснения фанеры [Электронный ресурс]. URL: <https://mirfaneri.ru/article/tehnologiya-preimuschestva-i-nedostatki-dekorativnogo-tisneniya-fanery> (дата обращения: 24.11.2018).
6. Романова Н. А., Пахнутова Л. В., Гусейнов Ш. Ю. Декорирование корпусной мебели, облицованной строганным шпоном лиственницы // Лиственница и ее комплексная переработка : межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1991. С. 49–56.

© Митина Е. В., Романова Н. А., 2019

## **СВОЙСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ С МАСЛОМ OSMO НА ДРЕВЕСИНЕ ЛИСТВЕННИЦЫ**

М. С. Морозова, Г. А. Логинова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: lga\_@mail.ru

*Представлены результаты исследований масла OSMO и свойств лакокрасочных покрытий с использованием его в качестве промежуточного слоя под покровные лаки на основе акриловых и полиуретановых пленкообразователей.*

*Ключевые слова: лакокрасочные материалы, масло, характеристики, твердость, адгезионная прочность.*

## **PROPERTIES OF PAINT COATINGS WITH OSMO OIL ON LARCH WOOD**

M. S. Morozova, G. A. Loginova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: lga\_@mail.ru

*This article presents the results of studies of OSMO oil and the properties of paint coatings using it as an intermediate layer for coating varnishes based on acrylic and polyurethane film-forming agents.*

*Keywords: paintwork materials, oil, characteristics, hardness, adhesive strength.*

Начиная с древних времен, люди отделывали изделия из дерева красками с целью придания им эстетически приятного вида. В настоящее время, в век высоких технологий, когда можно в процессе отделки изделий удалить человека из рабочей зоны, что позволяет использовать любые лакокрасочные материалы, необходимо стремиться, чтобы выпускаемая продукция отвечала самым высоким требованиям. Поэтому перед каждым производителем изделий из древесины, встает вопрос о создании качественного, износостойкого и, при этом, экологически чистого покрытия. С этой целью необходимо выбрать такие материалы, чтобы изделие долгое время не теряло декоративность, даже при достаточно интенсивной эксплуатации с преимущественно истирающими и динамическими нагрузками (полы, лестницы и т. д.). При изготовлении изделий из древесины хвойных пород, необходимо использовать системы материалов, которые не допустят побития смолы на поверхность готового изделия и надежно запечатает ее под покрытием [1].

Достаточно популярными отделочными материалами являются полиуретановые системы, которые отличаются эластичностью, исключая растрескивание лакового покрытия, хорошей адгезией, высокой износостойкостью, покрытия хорошо выдерживают ударные нагрузки, при этом необходимость восстановления покрытий возникает значительно реже, чем при использовании других составов. Кроме того, они характеризуются высокой атмосферостойкостью, практически не реагируют на воздействие жидкостей, в том числе минеральных и синтетических масел и растворителей; им присуща относительно высокая теплостойкость

(класс В) [2]. Однако они имеют значительную стоимость, должны наноситься на тщательно подготовленную поверхность, при отделке светлых пород древесины покрытие со временем желтеет; двухкомпонентные готовые составы имеют сравнительно небольшую жизнеспособность и покрытия не устойчивы к спиртосодержащим жидкостям, при их попадании образуются нестираемые пятна [3].

Масла изготавливаются из натурального сырья, отвечают требованиям безопасности и самым высоким экологическим стандартам. Они способны создать дышащую поверхность, которая весьма изнаноустойчива и способна защитить изделие от воздействия влаги, грязи, пятен. Масло не шелушится, не растрескивается, не требует особенного ухода. Хотя данный материал достаточно дорогой, его не потребуется много – расход достаточно экономичен. Также масло способно подчеркнуть природную текстуру древесины и придать ей благородный вид. Недостатками покрытий маслом OSMO являются: достаточная высокая стоимость продукции в сравнении с аналогами других производителей, необходимость ежегодных профилактических работ, что характерно для любого масла. С маслами Osmo периодичность обработки значительно уменьшается [4].

В статье представлены результаты исследований, целью которых является изучение и сравнение свойств многослойных лакокрасочных покрытий, в структуре которых использовали два вида масла с твердым воском фирмы OSMO (прозрачное OSMO-3032 (OS) и окрашенное пигментом OSMO (OS(k)) в качестве первого грунтовочного слоя, а в качестве покровного слоя использовали полиуретановый лак TU 3400 (далее TU), водоразбавляемый акриловый лак AF-7220 (AF) и полиакриловый лак ТОБАГО (ТО). Для сравнения были созданы покрытия акриловым и полиакриловым лаками с пропиткой.

Результаты исследований показали, что наибольший сухой остаток 69 % наблюдается у OSMO(k). Полиуретановый лак TU-3400 и прозрачное масло OSMO имеют сухой остаток, соответственно, 53 и 51 %. Значительно меньший сухой остаток показали акриловые лаки AF-7220 (31 %) и тиксотропный лак ТОБАГО (25 %).

Важнейшим показателем лакокрасочного покрытия, определяющим его эксплуатационные свойства, является условная твердость. В качестве подложки использовали стекло, а также древесину лиственницы и сосны, на поверхности которых создавали лакокрасочные покрытия различной структуры.

Результаты проведенных исследований показали, что на твердость покрытий, образованных с использованием масла OSMO, значительное влияние оказывает вид подложки. Так на поверхности лиственницы условная твердость оказалась на 15 %, а на сосне – на 23 % меньше, чем на стекле (табл. 1).

Нанесение двухслойного покрытия OSMO(k)+OSMO позволяет получить эластичное покрытие, условная твердость покрытия на стекле через сутки составляет 0,13.

Таблица 1

Твердость лакокрасочных покрытий по М-3

| Структура ЛКП     | Вид подложки |             |       |
|-------------------|--------------|-------------|-------|
|                   | стекло       | лиственница | сосна |
| Пропитка +AF-7220 | 0,55         | 0,51        | 0,45  |
| Пропитка+ТОБАГО   | 0,48         | 0,44        | 0,41  |
| OSMO+AF-7220      | 0,38         | 0,32        | 0,23  |
| OSMO+ТОБАГО       | 0,42         | 0,35        | 0,32  |
| OSMO+TU-3400      | 0,66         | 0,44        | 0,41  |
| OSMO(k) +ТОБАГО   | 0,32         | 0,27        | 0,20  |
| OSMO(k) +TU-3400  | 0,66         | 0,43        | 0,36  |
| OSMO(k)+ OSMO     | 0,13         | 0,11        | 0,10  |

Эластичное и упругое покрытие является наилучшим вариантом для отделки таких изделий, как лестница, подвергающихся повышенным нагрузкам. Поэтому в качестве финишного покрытия использовали акриловые и полиуретановые лаки. У полученных покрытий определяли прочностные свойства.

Твердость полученных покрытий, при толщине жидкого слоя лакокрасочного материала 140 мкм, определенная через 24 часа с помощью микротвердомера представлена на рис. 1.

Покрытие, образованное системой материалов OSMO+AF-7220 позволяют повысить показатели твердости покрытий с 14,5 МПа до 21,9 МПа. Применение полиуретанового лака TU-3400 в качестве финишного покрытия позволяет получить более упругое покрытие, твердость которого возрастает до 53,5 и 59,3 МПа.

Стойкость к царапанию является также одной из наиболее важных эксплуатационных характеристик ЛКП. Склерометрическая твердость лакокрасочных покрытий определяется преимущественно свойствами финишного покрытия. Результаты исследований представлены на рис. 2.

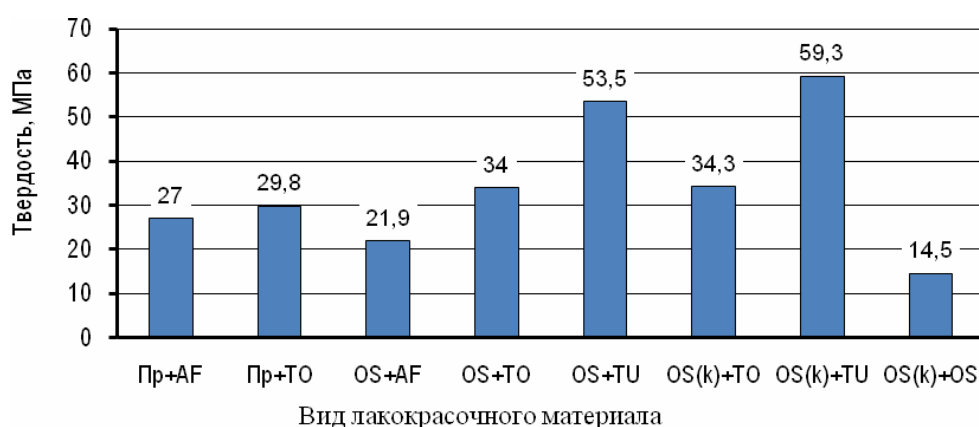


Рис. 1. Исследование твердости лакокрасочных материалов на лиственнице при  $T_{\text{возд}} = 20^\circ\text{C}$

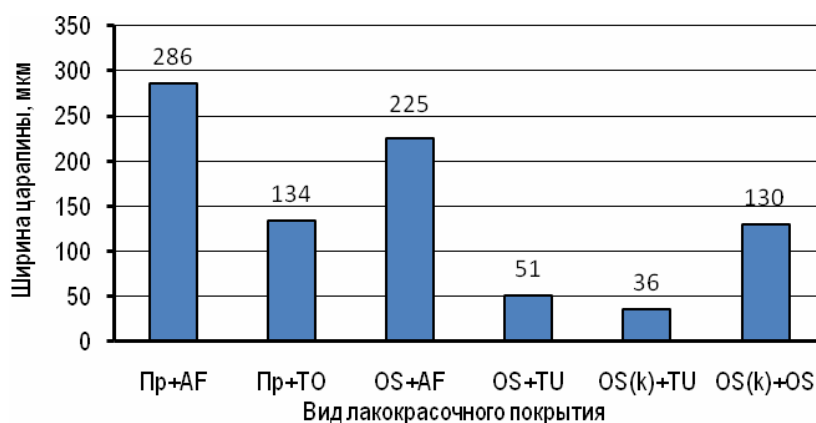


Рис. 2. Стойкость защитно-декоративных покрытий к царапанию на поверхности лиственницы

Проведенное исследование показало, что наиболее стойкими к царапанию оказались покрытия с финишным полиуретановым лаком, именно они имеют минимальную ширину царапины, нанесенной с помощью склерометра.

Другим немаловажным свойством лакокрасочных покрытий является адгезия. Результаты исследования адгезионной прочности лакокрасочных покрытий, определенной с помощью адгезиометра Defelsco PosiTest AT, представлены в табл. 2.



## Результаты исследований адгезионной прочности лакокрасочных покрытий

| Вид ЛКМ                                       | Адгезионная прочность, МПа | Вид разрушений                                                      |
|-----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| OSMO+ТОБАГО<br>на сосне<br>на лиственнице     | 2,1<br>2,0                 | отслоение по OS 100 % TO<br>отслоение по OS 100 %                   |
| OSMO+TU-34<br>на сосне<br>на лиственнице      | 2.47<br>2.66               | отслоение по OS-TU около 60 %<br>отслоение по OS около 50 %         |
| OSMO(k)+ТОБАГО<br>на сосне<br>на лиственнице  | 2,06<br>1,49               | отслоение 100 % по границе OS(k) – TO<br>с отслоением по OS – 100 % |
| OSMO(k)+TU-3400<br>на сосне<br>на лиственнице | 2.08<br>2.84               | отслоение по OS около 80 % TU<br>отслоение около 55 % TU от OS      |
| OSMO(k)+OSMO<br>на лиственнице                | 4,37                       | отслоением по границе OS(k)– OS – 75 %                              |

Исследования показали, что масло OSMO хорошо совместимо со всеми испытуемыми лаками.

Адгезионная прочность масла к древесине оказалась достаточно высокой, она составила 4,37 МПа при разрушении покрытия по слою «OSMO(k)– OSMO». Результаты испытаний покрытий с финишными лаками показали, что ни на одном образце не произошло отслоение масла от древесины, все разрушения произошли по слою «масло-лак», при этом адгезионная прочность для полиуретанового лака составила 2,7–2,8 МПа, что позволит обеспечить достаточно высокие эксплуатационные свойства покрытий.

Таким образом, экспериментально установлено, что использование финишного полиуретанового лака повышает твердость покрытия в 3,6 раза, стойкость к царапанию от 3 до 5 раз и обеспечивает достаточно высокую адгезионную прочность.

## Библиографические ссылки

1. Особенности отделки изделий из древесины лиственницы лакокрасочными материалами / А. В. Мелешко, В. В. Брацук, Ю. В. Хлопунова и др. // Хвойные бореальной зоны. 2003. № 1. С. 77–84.
2. Воробьев А. Полиамидные и полиуретановые смолы. Компоненты и технологии, 2004. С. 130–131.
3. Полиуретановый лак для дерева [Электронный ресурс]. URL: [www.tbmmarket.ru/help/useful-articles/item/3398/primenenie-i-kharakteristiki-poliuretanovogo](http://www.tbmmarket.ru/help/useful-articles/item/3398/primenenie-i-kharakteristiki-poliuretanovogo) (дата обращения: 24.11.2018).
4. Osmo, масло для дерева – характеристики... дерева [Электронный ресурс]. URL: [master-srubov.ru/sovety/osmo-maslo-dlya-dereva...i](http://master-srubov.ru/sovety/osmo-maslo-dlya-dereva...i) (дата обращения: 24.11.2018).

© Морозова М. С., Логинова Г. А., 2019

## **РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФАНЕРЫ**

Д. Н. Николаева, Д. В. Беляева, М. А. Баяндин, А. В. Намятов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: d-nikolaeva95@mail.ru

*Рассмотрена принципиальная возможность склеивания фанеры с использованием в качестве клеевой основы биоклея. Результаты проведенных поисковых исследований показали, что для склеивания фанеры биополимерами путем горячего прессования требуется добавление наполнителей и пластификаторов. Это позволяет получить материал с пределом прочности при скалывании по клеевому шву равным 1,75 МПа.*

*Ключевые слова: фанера, клееный материал, биоклей, вязкость, наполнители.*

## **DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY SAFE ADHESIVES COMPOSITIONS FOR PLYWOOD PRODUCTION**

D. N. Nikolaeva, D. V. Belyaeva, M. A. Bayandin, V. A. Namyatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: d-nikolaeva95@mail.ru

*The paper discusses the fundamental possibility of gluing plywood with the use as the adhesive layer of bioadhesive. The results of the conducted research showed that for bonding plywood biliterate by hot pressing requires the addition of fillers and plasticizers. This makes it possible to obtain a material with a tensile strength when chipping along the adhesive seam equal to 1.75 MPa.*

*Keywords: plywood, laminated material, bioadhesive, viscosity, fillers.*

Фанера является конструкционным многослойным строительным материалом, используется для изготовления строительных конструкций, малоэтажных домов, мебели, тары, упаковки элементов изделий транспортного машиностроения и др. Изготавливается путём склеивания специально подготовленного шпона клеями на основе фенолоформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол. Это во многом обусловлено тем, что синтетические клеи имеют ряд преимуществ: дешевизна исходных материалов, фактическая неисчерпаемость сырья, возможность широкого регулирования характеристик клеев, быстрое отверждение и малый расход клея. Вместе с тем есть области применения, где клеи природного происхождения остаются вне конкуренции, по экологическим соображениям. Наиболее известными безформальдегидными клеями являются: животного происхождения (мездровый, казеиновый, костный, альбуминовый, рыбный), растительного происхождения (крахмальный, или декстриновый, нитроцеллюлозный) [1]. Применение таких клеев в фанерных производствах в настоящее время сдерживается низкими эксплуатационными свойствами готовой продукции. Поэтому поиск альтернативных клеев для склеивания фанеры является актуальной задачей. Возможным вариантом является использование клеев биологического про-

исхождения. Результаты, приведенные в работе [5] указывают на возможность применения биополимеров для склеивания древесных частиц при изготовлении стружечных плит. Однако физико-химические характеристики данных адгезивов ограничивают их применение для склеивания фанеры. Это обусловлено, низкой концентрацией связующего (30 %). Проведенные нами предварительные исследования показывают, что склеивание фанеры биоклеем горячим способом не представляется возможным. Это обусловлено, низким сухим остатком, низкой вязкостью и его высокой полярностью к древесине.

Возможным решением данной проблемы является введение наполнителей и пластификаторов в клеи растительного происхождения для улучшения физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств получаемого материала. На основании результатов литературного поиска наиболее пригодными качественными наполнителями могут быть древесная мука, пшеничная мука, крахмал, лигнин. Они хорошо разбухают в воде и снижают внутренние напряжения в клеевом соединении. Являются активными наполнителями, улучшают клеящие свойства полимера, упрочняют клеевое соединение, повышают его модуль упругости. Это послужило нам посылком для изучения возможности получения клеев биологического происхождения с использованием различных наполнителей для горячего склеивания фанеры.

Наиболее объективным показателем клеевых составов является условная вязкость. От исходного значения вязкости клея зависит: а) способность клея смачивать склеиваемые поверхности и растекаться по ним; б) степень поглощения древесиной растворителя; в) скорость отверждения клея. Вязкость приготавливаемого клея должна быть в пределах 60–150 с по ВЗ-4 при 20 °С [2]. Поэтому на первом этапе было проведено исследование по изучению влияния наполнителей на вязкость клеевого состава, в зависимости от рецептуры (см. таблицу).

Для определения вязкости клеевых составов принятых рецептур использовали вискозиметр ВЗ-246 по ГОСТ 14231–88 [3]. Результаты исследований представлены на рис. 1.

**Рецептуры клеев с добавлением наполнителей**

| Рецептура | Биоклей, мч | Глицерин, мч | Наполнитель, мч |
|-----------|-------------|--------------|-----------------|
| 1         | 100         | 1            | 10 (лигн. мука) |
| 2         | 100         |              | 10 (пш. мука)   |
| 3         | 100         |              | 10 (крахмал)    |
| 4         | 100         |              | 12,5 (крахмал)  |
| 5         | 100         |              | 12,5 (пш. мука) |

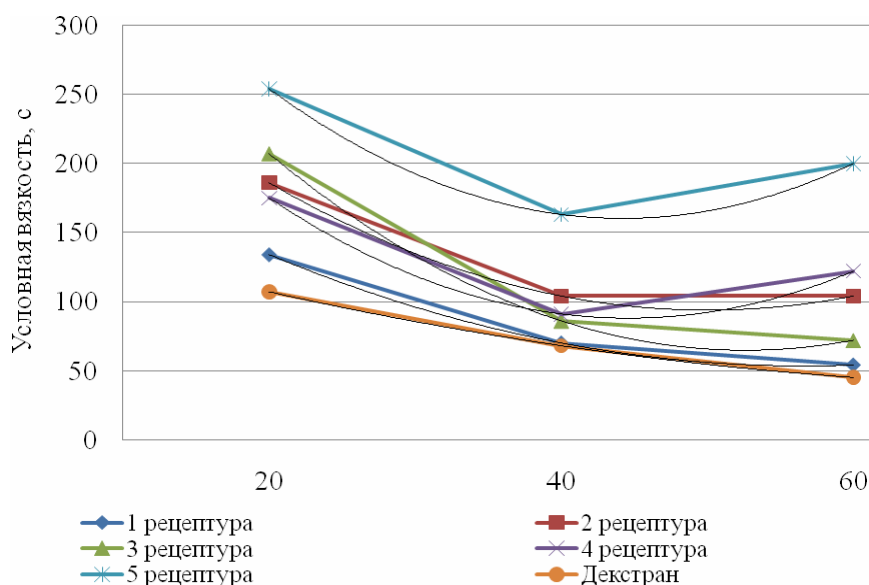


Рис. 1. Зависимости условной вязкости клеевых составов от температуры

Полученные результаты указывают на то, что принятые рецептуры по показателю условной вязкости во многом соответствуют общепринятым технологическим рекомендациям [2]. Однако при этом необходимо отметить, что добавление лигнинной муки приводит к более высокому увеличению вязкости клеевых составов (более 250 с), в сравнении с другими наполнителями. Это может привести к увеличению толщины клеевого слоя, что может отрицательно сказаться на прочности фанеры. Поэтому были проведены опытные запрессовки березовой фанеры. Для этого приготовленные по рецептурам, представленным в таблице, клеи наносились на березовый шпон толщиной 1,6 мм при помощи прорезиненного вальца. Склеивание фанеры проводили по следующим технологическим режимам: средний расход клея 261,2 г/м<sup>2</sup>, удельная продолжительность прессования 1 мин/мм, температура плит пресса 130 °С и удельное давление прессования 1,9 МПа. После прессования образцы выдерживались 24 часа и подвергались испытаниям на прочность при скалывании по клеевому слою по ГОСТ 9624–93 [4] и статический изгиб. Полученные результаты исследования представлены на рис. 2.

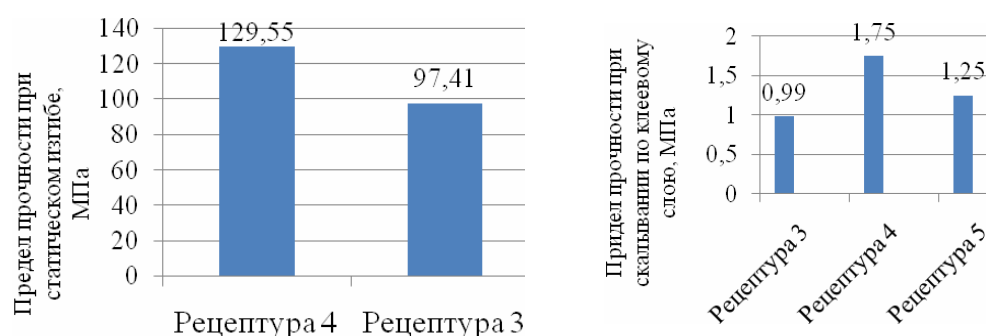


Рис. 2. Механические свойства фанеры на основе биоклеев

В ходе проведения исследования установлено, что полученная фанера с лигнинной мукой непригодна так как, после запрессовки произошло ее расслоение. Это вероятно обусловлено тем, что клеевая композиция имела изначально высокую вязкость, что привело к низкому адгезионному взаимодействию между клеем и древесиной. При этом образцы фанеры, полученные с использованием крахмала и пшеничной муки, имели упрессовку 10 %. Проведенные испытания механических показателей фанеры указывают на потенциальную возможность получения фанеры. Однако полученные результаты говорят, что полученный таким образом материал не соответствует требованиям стандартов, что во многом предопределяет направление для дальнейших исследований.

### Библиографические ссылки

1. Волынский В. Н. Технология клеевых материалов. 2-е изд. Архангельск : Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 280 с.
2. Справочник фанерщика / А. В. Волков [и др.]. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2010. 486 с.
3. ГОСТ 14231–88. Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия. М. : Стандарт, 1988. 15 с.
4. ГОСТ 9624–93. Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании. М. : Стандарт, 1993. 12 с.
5. Баяндин М. А., Елисеев С. Г., Беликова И. Ю. Использование клеев биологического происхождения в качестве связующего для древесностружечных плит. М., 2013. С. 143–146.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ СУШКИ БЕРЕЗОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

А. А. Орлов, М. Н. Корзун

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: mashakorzun@mail.ru

*Приведены аналитические уравнения расчета стадий режима импульсной сушки пиломатериалов в конвективных камерах периодического действия. Для корректировки режимов сушки определена базисная плотности березы, произрастающей в Иркутской области. Приведены режимы импульсной сушки березовых пиломатериалов.*

*Ключевые слова: сушка древесины березы, импульсный режим, базисная плотность, режимы импульсной сушки.*

## METHOD OF DETERMINING THE PULSE DURATION OF DRYING BIRCH LUMBER

A. A. Orlov, M. N. Korzun

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: mashakorzun@mail.ru

*The analytical equation of calculating the stages of the mode pulse lumber drying in the convection chambers of periodic action. To adjust the drying modes, the basic density of birch growing in the Irkutsk region is determined. Given the pulse drying birch lumber.*

*Keywords: birch wood drying, pulse mode, base density, pulse drying modes.*

Импульсная сушка пиломатериалов применяется как один из известных способов интенсификации процесса конвективной камерной сушки.

Основные положения теории импульсной сушки приведены А. А. Косариным в работе [1]. Для прогнозирования процесса импульсной сушки, необходимо рассчитать продолжительность стадий «работа» и «пауза». Методика расчета стадий режима сушки основана на предложенных им аналитических уравнениях [2].

Продолжительность стадии «импульс»  $\tau_{им}$  рассчитывается по выражению

$$\tau_{им} = \frac{x_{гк}^2}{6,76 \cdot a'} \cdot \left( \frac{2W_n + W_{н.н} - 3W_n}{3(W_{н.н} - W_n)} \right), \quad (1)$$

где  $x_{гк}$  – глубина гигроскопической зоны, мм;  $a'$  – коэффициент влагопроводности;  $W_n$  – начальная влажность древесины, %;  $W_{н.н}$  – влажность предела насыщения древесины, %;  $W_n$  – влажность поверхности древесины, %.

Расчет продолжительности стадии «пауза» выполняется по формуле

$$\tau_{п} = \frac{S^2}{8\mu \cdot a'_{эк}} \ln \frac{W_n - W_p}{W_n - W_n} \cdot \frac{2\sin\mu \cdot \cos\mu}{\mu + \sin\mu \cdot \cos\mu}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – корни уравнения, величина которых зависит от диффузионного критерия  $Bi'$ ;  $a'_{эк}$  – эквивалентный коэффициент влагопроводности, учитывающий перенос влаги путем термовлагопроводности.

Эквивалентный коэффициент влагопроводности, учитывающий перенос влаги путем термовлагопроводности определяется по формуле (3)

$$a'_{эк} = a' \left( 1 + \delta' \frac{(t_r - t_n)100}{W_{п.н} - W_n} \right), \quad (3)$$

где  $t_r$ ,  $t_n$  – температура на границе и на поверхности гигроскопической зоны;  $\delta'$  – коэффициент термовлагопроводности.

Для определения коэффициента влагопроводности необходимо знать базисную плотность древесины. С помощью методики представленной в ГОСТ 16483.1–84 [3] нами была определена базисная плотность древесины березы, произрастающей на территории Иркутской области. Для эксперимента использовались образцы из разных частей и партий пиловочника. Результаты одной из серии опытов представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Базисная плотность древесины березы**

| Номер образца | Ширина, мм | Толщина, мм | Длина, мм | Масса в абсолютно сухом состоянии, г | Базисная плотность, кг/м <sup>3</sup> |
|---------------|------------|-------------|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1             | 20,41      | 19,56       | 27,5      | 6,89                                 | 627,75                                |
| 2             | 20,41      | 19,62       | 28,5      | 7,48                                 | 655,74                                |
| 3             | 20,53      | 19,65       | 31,5      | 7,97                                 | 627,34                                |
| 4             | 19,49      | 19,53       | 29,5      | 6,64                                 | 591,33                                |
| 5             | 20,06      | 19,47       | 28,5      | 7,28                                 | 654,02                                |
| 6             | 19,39      | 19,42       | 28,5      | 6,31                                 | 587,97                                |
| 7             | 20,22      | 19,51       | 27,5      | 7,08                                 | 652,79                                |
| 8             | 19,69      | 19,97       | 28,0      | 6,73                                 | 611,27                                |
| 9             | 19,47      | 19,42       | 28,0      | 6,33                                 | 598,06                                |
| 10            | 19,32      | 19,29       | 28,5      | 6,4                                  | 602,55                                |
| 11            | 19,58      | 19,16       | 28,5      | 6,48                                 | 607,50                                |
| 12            | 20,35      | 20,11       | 28,5      | 7,27                                 | 623,32                                |

По опытным данным установлено, что средняя базисная плотность древесины березы, произрастающей в Иркутской области, составляет 625 кг/м<sup>3</sup>.

С помощью уравнений (1) и (2) нами была определена структура режимов импульсной сушки березовых пиломатериалов нормативных толщин. Полученные режимы представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Режим импульсной сушки березовых пиломатериалов**

| Средняя влажность древесины, % | Режимные параметры | Толщина пиломатериалов, мм |      |      |      |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------|------|------|------|
|                                |                    | 19                         | 25   | 40   | 55   |
| >60                            | $t$ , °C           | 65                         | 65   | 65   | 65   |
|                                | $\tau_{им}$ , ч    | 1,08                       | 1,79 | 4,86 | 7,46 |
|                                | $\tau_{п}$ , ч     | 1,21                       | 1,81 | 3,61 | 4,44 |
| 60–40                          | $t$ , °C           | 60                         | 60   | 60   | 60   |
|                                | $\tau_{им}$ , ч    | 0,64                       | 1,07 | 2,67 | 4,11 |
|                                | $\tau_{п}$ , ч     | 1,16                       | 1,8  | 3,62 | 4,55 |
| 40–30                          | $t$ , °C           | 60                         | 60   | 60   | 60   |
|                                | $\tau_{им}$ , ч    | 0,29                       | 0,5  | 1,26 | 1,96 |
|                                | $\tau_{п}$ , ч     | 0,9                        | 1,11 | 1,12 | 1,14 |

| Средняя влажность древесины, % | Режимные параметры | Толщина пиломатериалов, мм |      |      |      |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------|------|------|------|
|                                |                    | 19                         | 25   | 40   | 55   |
| 30–20                          | t, °C              | 60                         | 60   | 60   | 60   |
|                                | $\tau_{им}$ , ч    | 0,21                       | 0,36 | 0,92 | 1,44 |
|                                | $\tau_{п}$ , ч     | 1,38                       | 1,53 | 1,7  | 1,71 |
| <20                            | t, °C              | 60                         | 60   | 60   | 60   |
|                                | $\tau_{им}$ , ч    | 0,5                        | 0,5  | 0,65 | 1,02 |
|                                | $\tau_{п}$ , ч     | 2,51                       | 2,76 | 2,94 | 2,9  |

Теоретическая продолжительность стадии «импульс» для пиломатериалов толщиной 19 и 25 мм составила 0,14 и 0,25 ч. Однако такой продолжительности нагрева агента сушки до заданной температуры ступени в зимнее время недостаточно, поэтому продолжительность стадии «импульс» для пиломатериалов толщиной 19 и 25 мм была увеличена до 0,5 ч.

Апробация импульсных режимов проводилась на деревообрабатывающем предприятии ООО «Компания «Байкал Форест», расположенном на территории Иркутской области. Результаты внедрения импульсных режимов показали, что продолжительность камерной сушки березовых пиломатериалов сокращается на 15–35 %, снижаются расходы тепловой и электрической энергии на 40–60 % по сравнению с сушкой штатными режимами.

### Библиографические ссылки

1. Косарин А. А. Технология импульсной сушки пиломатериалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.21.05 – древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки) / рук. работы Г. С. Шубин. М., 2012. 23 с.
2. Косарин А. А., Расев А. И. Режимы импульсной сушки пиломатериалов // Лесной вестник. 2011. № 3. С. 118–121.
3. ГОСТ 16483.1–84. Древесина. Метод определения плотности. Взамен ГОСТ 16483.1–73 ; введ. 01.07.85. М. : Изд-во стандартов, 1999. 7 с.

© Орлов А. А., Корзун М. Н., 2019

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНО-ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА**

Б. Д. Руденко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: bor.rudenko@yandex.ru

*Для качественного образования связей в цементно-древесном композите следует учитывать структурные особенности, главной из которых являются особенности древесного заполнителя.*

*Ключевые слова: композит, древесные частицы, окунание, известь, контактный слой.*

## **REGULARITIES OF EDUCATION CEMENT-WOOD COMPOSITE**

B. D. Rudenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: bor.rudenko@yandex.ru

*For the qualitative formation of bonds in the cement-wood composite, it is necessary to take into account structural features, the main of which are the features of the wood filler.*

*Keywords: Composite, wood particles, dipping, lime, contact layer.*

Для получения цементно-древесных композиционных материалов, таких как арболит, цементно-стружечные плиты, велокс, дюризол, необходимо использование некоторого способа для нейтрализации вредного воздействия древесного заполнителя на твердеющий портландцемент. Способы применяются различные, чаще всего это химические добавки, пригодность и эффективность их применения также различна.

Для качественного образования связей в цементно-древесном композите следует учитывать структурные особенности, главной из которых являются особенности древесного заполнителя.

Для получения понятной картины образования рассматриваемых композитов следует рассмотреть особенности структуры, которые представлены на рис. 1, и особенности древесного заполнителя.

Особенностями древесного заполнителя являются:

- 1) химическая активность по отношению к клинкерному цементу;
- 2) активность водопотребления и водоотдачи;
- 3) анизотропия свойств;
- 4) способность изменять свои размеры при изменении влажности до 30 %;
- 5) широкий разброс формы и размеров частиц, стереометрических показателей;
- 6) характеристика поверхности отличается своими общими и удельными показателями;
- 7) упруго-пластические свойства позволяют прессовать цементно-древесные материалы, в отличие от бетонов;



- 8) форма древесного заполнителя позволяет получать иные качественные характеристики деревобетонов (активный или пассивный заполнитель);
- 9) проводимость и проницаемость древесного заполнителя;
- 10) отсутствует регулярность укладки заполнителя, которая перечислена выше у И. А. Рыбьева [1].

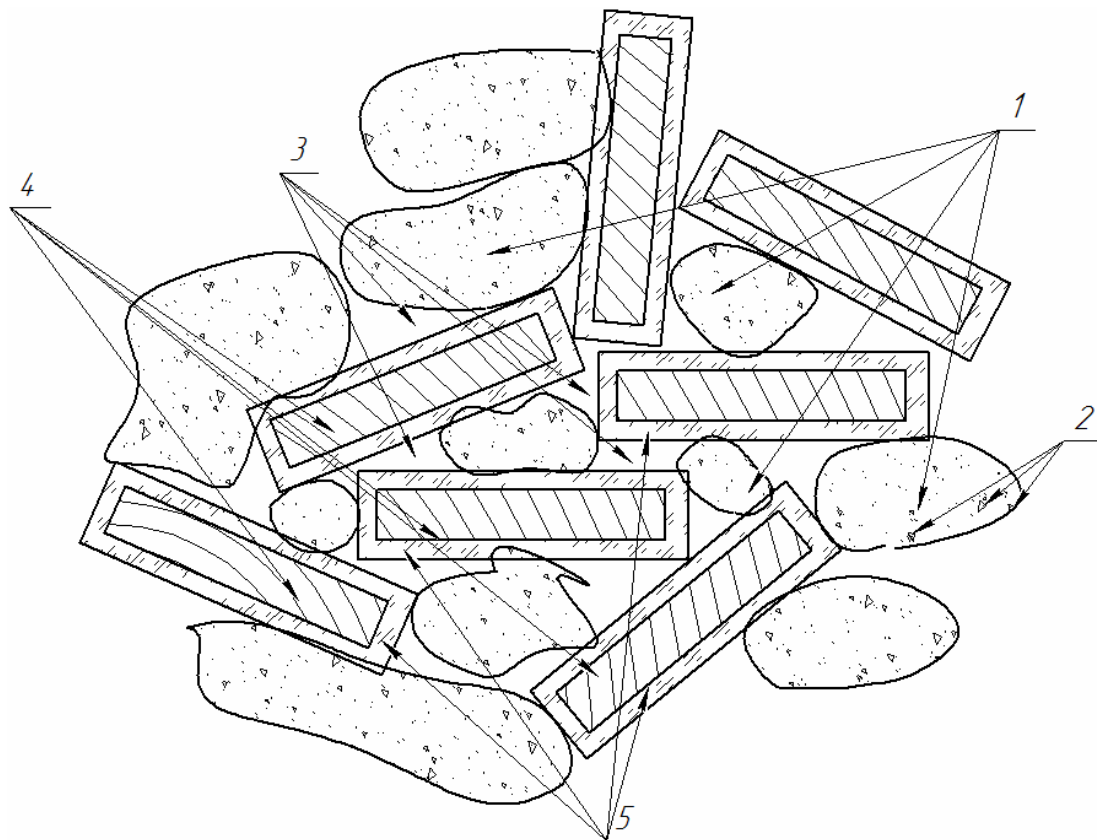


Рис. 1. Характер структуры искусственных строительных конгломератов на основе древесины:  
 1 – вяжущая часть; 2 – новообразования вяжущей части; 3 – поровая часть;  
 4 – заполняющая часть; 5 – контактный слой)

Целью работы является исследование закономерности формирования свойств цементно-древесного композита в зависимости от количества компонентов в смеси при обработке древесных частиц известью.

В результате такой обработки происходит формирование контактного слоя на поверхности заполнителя. Такой слой некоторым образом меняет характеристики поверхности древесного заполнителя, поэтому требуется исследования свойств получаемого композита в зависимости от его состава: цемента, древесного заполнителя и воды.

Перспективным способом обработки стружки является ее обработка известью. Известь является недорогим, недефицитным, распространенным продуктом, хорошо совмещается с портландцементом.

Имеющийся способ использования извести для цементно-древесным композитов [2] не очень технологичен, слабо пригоден для встраивания в существующие технологические процессы. Возможности использования извести рассмотрены в работах [3; 4]. В работе [5] показаны свойства получаемого композиционного материала.

Следует рассмотреть вопросы формирования слоя на поверхности древесного заполнителя, после окунания в известковое молоко, для совмещения с портландцементом. После

окунания производится выдержка (20 минут), для стекания излишнего раствора и жидкости, в результате на поверхности формируется некоторый слой, который препятствует выделению и контактированию вредных компонентов древесины с цементом.

Поэтому, область значений выбранных факторов выбираем в соответствии с [3; 4; 6], где обоснованы их граничные значения (табл. 1).

В качестве заполнителя взята стружка хвойных пород (сосна), используемая для внутреннего слоя древесностружечных плит на Красноярском ДОКе. В сетчатом конвейере частицы окунали в известковое молоко, после окунания выдерживали на воздухе в течение 20 минут, после чего их использовали для приготовления образцов.

Образцы формовались размером 4×4×16 см, выдерживались в форме 28 суток, затем производилось определение прочности на изгиб (ГОСТ 310.4–2003), водопоглощение за 24 часа вымачивания в воде и определялась плотность.

Таблица 1

Значения псевдокоординат

| Компоненты           | Псевдокоординаты, % |       |       |
|----------------------|---------------------|-------|-------|
|                      | 1 (Др. ч.)          | 2 (Ц) | 3 (В) |
| 1. Древесные частицы | 50                  | 25    | 25    |
| 2. Цемент            | 20                  | 60    | 20    |
| 3. Вода              | 25                  | 25    | 50    |

Для обработки экспериментальных данных по методике [7], использовались: пакет – STATGRAPHICS; Тип экспериментального плана – Mixture (смесь); план – Simplex-Centroid (Симплекс-центроидный план); тип модели для описания свойств смеси – Quadratic (квадратичная модель). В результате были получены уравнения, адекватно описывающие исследуемую область, для прочности, плотности, водопоглощения за 24 часа вымачивания в воде и влажности образцов.

Рассмотрим графические иллюстрации полученных результатов, рис. 2–5 где указаны изменения исследуемых свойств, прочности, плотности, водопоглощения и влажности в зависимости от содержания цемента в смеси.

Как видим, увеличение содержания цемента влияет на увеличение прочности, соответственно плотности, и на уменьшение водопоглощения получаемого композита. Изменения влажности некоторым образом соответствует изменениям прочности и плотности. Для сопоставления укажем, что прочность образцов из необработанной стружки получалась не более 0,5 МПа.

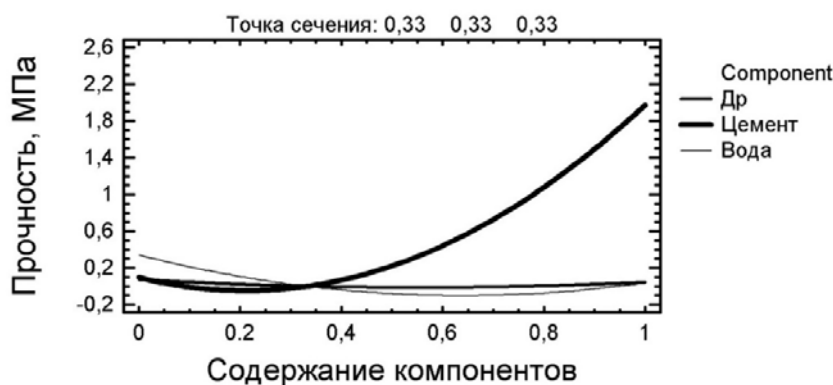


Рис. 2. Изменение прочности при изгибе композита с изменением содержания компонентов в смеси

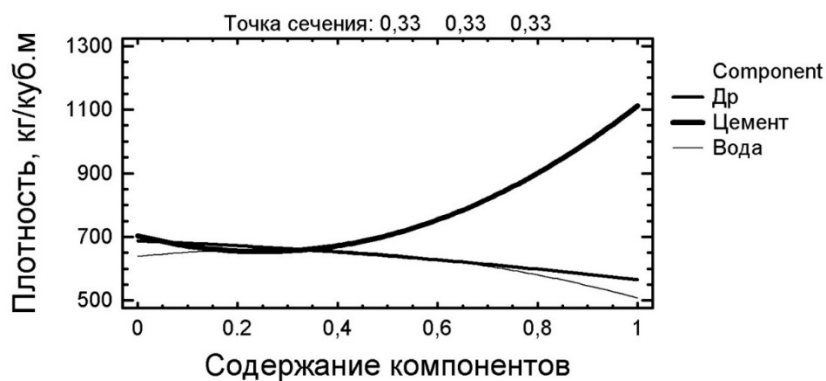


Рис. 3. Изменение плотности композита с изменением содержания компонентов в смеси

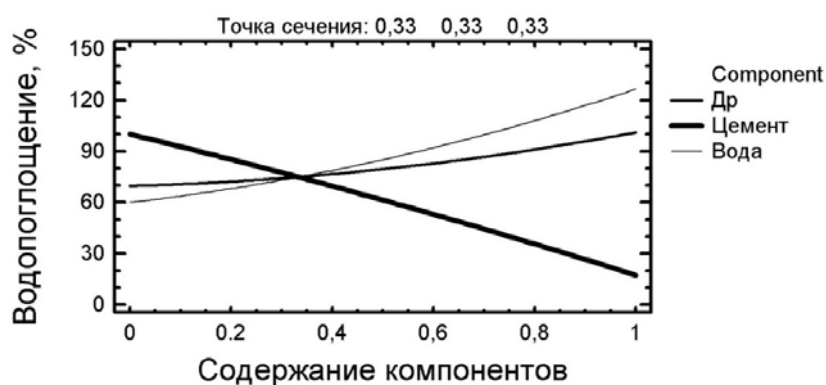


Рис. 4. Изменение водопоглощения композита с изменением содержания компонентов в смеси

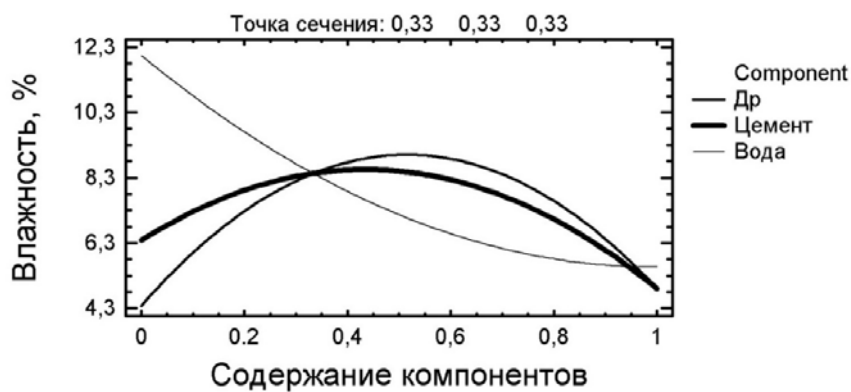


Рис. 5. Изменение влажности композита с изменением содержания компонентов в смеси

В заключение можно сформулировать следующие выводы:

1. Обработка известью, способом окунания, древесных частиц, даже таких мелких, как стружка внутреннего слоя для плит, позволяет получать цементно-древесный композиционный материал.
2. Образованный контактный слой нейтрализует древесные частицы по отношению к портландцементу.
3. Закономерности формирования свойств композита имеют монотонный характер.

4. Соотношение изученных свойств (прочность при изгибе, плотность, водопоглощение, влажность) между собой соответствуют образуемой структуре материала, его строению (пористости, характеристикам структурных элементов).

5. Образованные связи между структурными элементами зависят от соотношений компонентов, (В/Ц, В/Д, Ц/Д).

Дальнейшие исследования по изучению характеристик цементно-древесного композита следует увязывать с особенностями формирования контактного слоя, образующегося при тех или иных мероприятиях по устранению вредного влияния цементных ядов на твердеющий портландцемент.

### Библиографические ссылки

1. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ (искусственные строительные конгломераты). М. : Высш. школа, 1978. 339 с.

2. Патент 2005109606 Российская Федерация, <sup>МКИ C04</sup> B38/00. Способ изготовления арболита / Трофимов В. И., Мартынова Н. С., Марченкова Ю. С. RU – № 2005109606/03; заявл. 04.04.2005; опубл. 09.10.2006. Бюл. № 22. С. 23.

3. Руденко Б. Д. Исследование пригодности обработанных известью древесных частиц для получения цементно-древесного композита // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сб. ст. Красноярск, 2012. С. 143–146.

4. Руденко Б. Д., Прокопьева Д. П., Ермолин В. Н. Обработка древесных частиц известью для получения цементно-древесного композита // Актуальные вопросы строительства : тр. VI Всерос. конф. Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2013. С. 159–165.

5. Руденко Б. Д., Плотников С. М. Формирование структуры цементно-древесного композита при обработке известью древесного заполнителя // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития : сб. ст. Вып. 34. Брянск, 2012. С. 82–84.

6. Влияние соотношения древесной стружки на свойства древесностружечных плит на цементном связующем / Yan Jian-min, Yu You-ming, Bao Bin-fu, Qian Jun, Ye Liang-ming, Ma Ling-fei // Zhejiang linye keji = J. Zhejiang Forest. Sci. and Technol. 2005. Т. 25, № 5. С. 13–16.

7. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб. : Питер, 1997. 240 с.

© Руденко Б. Д., 2019

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ ШПОНА

Т. Д. Сапожникова, А. А. Заева, А. И. Криворотова, А. А. Орлов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tkmkai@mail.ru

*Приводятся результаты исследований влияния режимных параметров процессов термомодификации березового шпона на эксплуатационные свойства фанеры на основе карбамидоформальдегидных смол. Термообработка березового шпона производилась в диапазоне температур от 160 до 200 °С в среде водяного пара. Продолжительность термомодификации шпона варьировалась от 2 до 4 часов. Установлено, что использование термомодифицированного шпона для изготовления фанеры обеспечивает более высокие показатели влагостойкости и водостойкости фанерной продукции.*

*Ключевые слова: термомодифицирование, шпон, режим обработки, фанера, влагостойкость, водостойкость.*

## THE STUDY OF THE PROCESS OF THERMAL TREATMENT OF VENEER

T. D. Sapozhnikova, A. A. Zaeva, A. I. Krivorotova, A. A. Orlov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tkmkai@mail.ru

*The paper presents the results of studies of the influence of regime parameters of the processes of thermal modification of birch veneer on the performance properties of plywood based on urea-formaldehyde resins. Heat treatment of birch veneer were made over the temperature range of 160 to 200 °C in the environment of water vapor. The duration of commodification veneer ranged from 2 to 4 hours. It is established that the use of thermomodified veneer for the manufacture of plywood provides higher rates of moisture resistance and water resistance of plywood products.*

*Keywords: thermomodification, veneer, treatment mode, plywood, moisture resistance, water resistance.*

Термомодифицирование древесины проводится с целью изменения ее физико-механических свойств и придания древесине более благородного внешнего вида за счет изменения цветовой гаммы. Это достигается путем высокотемпературной обработки древесины без использования химических веществ. В качестве агента обработки с функцией защитной среды наиболее часто используется водяной пар. В работах [1–4] отмечается, что после термообработки древесины наблюдается: снижение сорбционной способности, снижение показателей усушки и разбухания, повышение формостабильности и биостойкости, повышение прочности и твердости поверхности древесины.

В СибГУ им. М. Ф. Решетнева смонтирована и испытана экспериментальная установка для термической модификации древесины на базе сушильного шкафа марки КВС G100/250 с тепло-ограждающей конструкцией (фторопластовые экраны), предназначенной для обеспе-

чения равномерного и устойчивого расположения образцов и их защиты от теплового излучения с поверхности стенок шкафа. Принудительная циркуляция в шкафу обеспечивается осевым вентилятором № 3 с выносным электродвигателем. Смонтированы трубы подачи водяного пара и охлаждающей воды. Термомодификация листов шпона состояла из следующих этапов: нагревание-высокотемпературная сушка, термообработка, охлаждение-кондиционирование.

В процессе термообработки непрерывно измеряли следующие параметры: температуру агента обработки древесины и температуру на поверхности образца с помощью зафиксированной термодпары.

Для проведения эксперимента был использован метод полнофакторного эксперимента (план ПФЭ 2<sup>2</sup>). Данные для составления матрицы приведены в табл. 1, где X<sub>1</sub> – температура агента термообработки, °С; X<sub>2</sub> – обозначена продолжительность термообработки, мин. Необходимая точность обеспечивалась 5-и кратным дублированием измерений.

Таблица 1

**Натуральные значения фактора**

| Варьируемая переменная                | Значение фактора |        |
|---------------------------------------|------------------|--------|
|                                       | верхнее          | нижнее |
| Температура агента термообработки, °С | 200              | 160    |
| Продолжительность термообработки, мин | 240              | 220    |

В табл. 2–5 представлены результаты изменения температуры в процессе эксперимента на поверхности шпона и поверхности стенки сушильной камеры (температура агента термообработки).

Таблица 2

**Параметры процесса термомодификации шпона при 160 °С**

| Продолжительность выдержки, мин | Температура агента обработки, °С | Температура шпона, °С |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0                               | 161,3                            | 149,5                 |
| 15                              | 168,4                            | 155,3                 |
| 30                              | 157,1                            | 156,7                 |
| 45                              | 172,3                            | 161,6                 |
| 60                              | 162,3                            | 163,1                 |
| 75                              | 167,0                            | 157,1                 |
| 90                              | 155,8                            | 156,0                 |
| 105                             | 175,5                            | 155,5                 |
| 120                             | 159,7                            | 153,0                 |
| 135                             | 157,1                            | 158,1                 |
| 150                             | 180,3                            | 154,6                 |
| 165                             | 156,3                            | 157,0                 |
| 180                             | 175,6                            | 153,6                 |
| 195                             | 169,6                            | 157,5                 |
| 210                             | 154,6                            | 154,1                 |
| 225                             | 160,1                            | 154,6                 |
| 240                             | 164,5                            | 151,3                 |

Таблица 3

## Результаты процесса термомодификации шпона при 160 °С

| Продолжительность выдержки, мин | Температура агента обработки, °С | Температура шпона, °С |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0                               | 165,5                            | 156,4                 |
| 15                              | 175,1                            | 173,2                 |
| 30                              | 179,1                            | 160,4                 |
| 45                              | 174,5                            | 164,2                 |
| 60                              | 155,6                            | 156,3                 |
| 75                              | 167,5                            | 154,5                 |
| 90                              | 160,4                            | 159,6                 |
| 105                             | 162,5                            | 152,4                 |
| 120                             | 165,8                            | 152,4                 |

Таблица 4

## Результаты процесса термомодификации шпона при 200 °С

| Продолжительность выдержки, мин | Температура агента обработки, °С | Температура шпона, °С |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0                               | 192,1                            | 170,4                 |
| 15                              | 195,9                            | 176,1                 |
| 30                              | 180,0                            | 179,1                 |
| 45                              | 206,3                            | 175,6                 |
| 60                              | 178,7                            | 177,1                 |
| 75                              | 204,8                            | 173,2                 |
| 90                              | 196,4                            | 176,6                 |
| 105                             | 181,3                            | 183,0                 |
| 120                             | 203,2                            | 175,5                 |
| 135                             | 181,9                            | 181,2                 |
| 150                             | 204,4                            | 172,3                 |
| 165                             | 189,8                            | 180,2                 |
| 180                             | 184,6                            | 184,5                 |
| 195                             | 199,5                            | 176,1                 |
| 210                             | 180,5                            | 180,5                 |
| 225                             | 185,9                            | 176,4                 |
| 240                             | 190,3                            | 172,5                 |

Полученные результаты показывают, что температура поверхности шпона имеет несколько меньшие значения, чем температура агента термообработки (температура среды). Это в первую очередь объясняется отсутствием постоянной циркуляции агента сушки в процессе термомодифицирования шпона. Циркуляция агента сушки осуществляется импульсно и обеспечивается включением принудительной вентиляции автоматически каждые 20 мин, что связано с особенностями конструкции установки. После начала принудительной циркуляции агента термообработки температура шпона и температура среды в сушильном шкафу выравнивается, приобретая близкие значения. Однако следует отметить, что разница между температурой шпона и температурой среды при заданной температуре обработки 160 °С составляла не более  $\pm 5$  °С, а при температуре обработки 200 °С увеличивалась до  $\pm 10$  °С. Таким образом, средний диапазон требуемых температур при термомодификации шпона выдерживался в соответствии с заданными параметрами.

**Результаты процесса термомодификации шпона при 200 °С**

| Продолжительность выдержки, мин | Температура агента обработки, °С | Температура шпона, °С |
|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 0                               | 197,3                            | 150,9                 |
| 15                              | 191,1                            | 188,4                 |
| 30                              | 204,3                            | 172,8                 |
| 45                              | 185,3                            | 182,4                 |
| 60                              | 201,3                            | 173,7                 |
| 75                              | 195,6                            | 179,2                 |
| 90                              | 181,5                            | 181,7                 |
| 105                             | 190,0                            | 178,4                 |
| 120                             | 193,5                            | 176,1                 |

Прессование образцов фанеры на основе термомодифицированного березового шпона производилось по стандартной методике в соответствии с режимом прессования фанеры общего назначения. Клеевой состав изготавливался на основе карбамидоформальдегидной смолы.

Реализация в работе ПФЭ позволила установить, что прочность фанеры, изготовленной из термомодифицированного шпона, зависит от режима термообработки шпона. Наибольшие показатели прочности при статическом изгибе (78,6 МПа) и при скалывании по клеевому слою (2,1 МПа) имеют образцы фанеры изготовленной из шпона модифицированного при следующих параметрах:  $t = 160\text{ °С}$  и  $\tau = 240$  мин;  $t = 200\text{ °С}$  и  $\tau = 120$  мин. Термообработка шпона позволяет также снизить водопоглощение и разбухание фанеры на величину от 20,4 до 33,5 %.

Таким образом, изменяя режим термомодифицирования лущеного шпона, возможно изготовить фанеру с заранее спрогнозированными физико-механическими свойствами.

**Библиографические ссылки**

1. Сафин Р. Р., Беякова Е. А., Разумов Е. Ю. Разработка новой технологии получения термодревесины // Вестник Казан. технологич. ун-та. 2011. № 1. С. 148–157.
2. Владимирова Е. Г. Технология производства заготовок из термически модифицированной древесины : дис. ... канд. техн. наук. М., 2012. 178 с.
3. Повышение эксплуатационных характеристик композиционных материалов, созданных на основе термически модифицированной древесины / Р. Р. Хасаншин, Р. Р. Сафин, Ф. Г. Валиев, Р. В. Данилова // Вестник Казан. технологич. ун-та. 2012. Т. 15, № 7. С. 57–61.
4. Разработка технологии создания влагостойкой фанеры / Р. Р. Сафин, Р. Р. Хасаншин, Р. Р. Зиятдинов и др. // Вестник Казан. технологич. ун-та. 2012. Т. 15, № 20. С. 64–65.

© Сапожникова Т. Д., Заева А. А., Криворотова А. И., Орлов А. А., 2019



## **ВЛИЯНИЕ СОРТИРОВКИ БРЕВЕН ПО ТОЛЩИНЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

О. А. Усольцев, А. А. Огурцов, В. В. Огурцов, Е. В. Каргина, И. С. Матвеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: vogurtsov@mail.ru

*Установлены зависимости рентабельности производства пиломатериалов от дробности сортировки брёвен идеальной формы и ориентации относительно поставки пил по толщине. Выдвинуто предположение, что при использовании неоптимальных поставок для распиловки брёвен неидеальной формы максимум рентабельности будет смещаться в сторону более грубой сортировки брёвен по трём и более чётным диаметрам.*

*Ключевые слова: сортировка бревен, поставки пил, распиловка, рентабельность.*

## **THE IMPACT OF LOG SORTING ON THE THICKNESS ON THE EFFICIENCY OF PRODUCTION OF LUMBER**

O. A. Usoltsev, A. A. Ogurtsov, V. V. Ogurtsov, E. V. Kargina, I. S. Matveyeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: vogurtsov@mail.ru

*The dependence of the profitability of sawn timber production from grain sorting of logs perfect shape and orientation relative to the set of saws on the thickness. Suggested that using suboptimal postav for sawing up of logs is not ideal for a maximum of profitability will shift to a more coarse sorting of the logs for three or more even-numbered diameters.*

*Keywords: sorting logs, put saws, sawing, profitability.*

Эффективность работы лесопильного предприятия во многом зависит от дробности сортировки брёвен по толщине. Поэтому данная работа посвящается установлению взаимосвязей между дробностью сортировки брёвен по толщине и рентабельностью производства пиломатериалов.

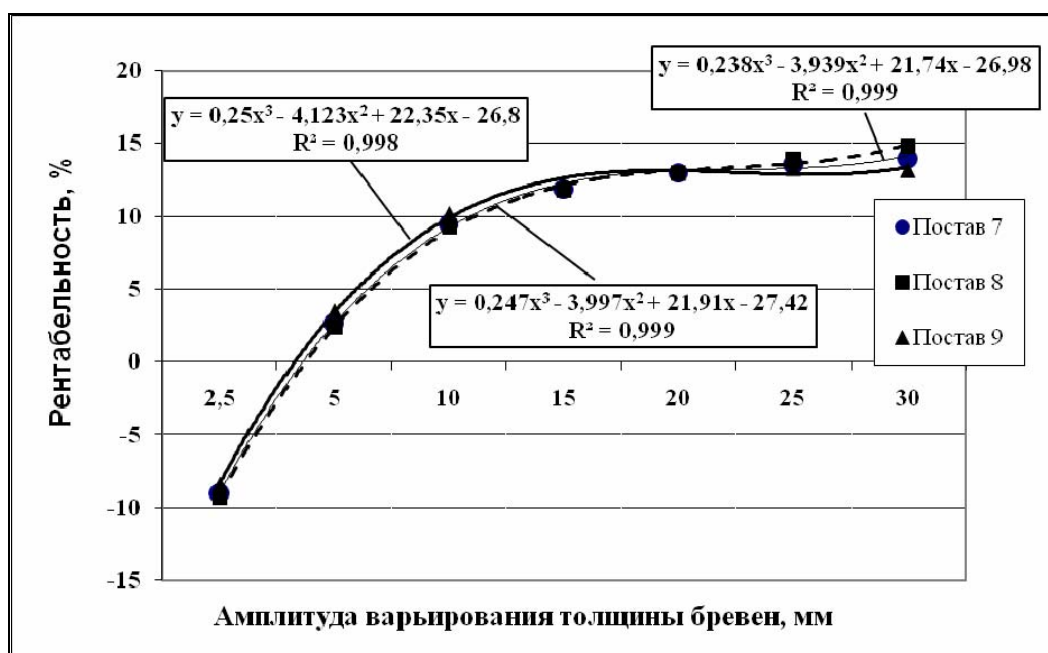
Исследования проводятся на брёвнах толщиной и длиной 16 см/ 5,5 м с использованием поставка № 1: 22 – 100 – 22; 22 – 40/3 – 22 с максимальным объёмным выходом 55,38 %; поставка № 2: 22 – 125 – 22; 22 – 32/3 – 22 с максимальным объёмным выходом 54,19 %; поставка № 3: 22 – 100 – 22; 22 – 32/3 – 22 с объёмным выходом 52,40 %, на брёвнах 22 см / 5,5 м с использованием оптимального поставка № 4: 25 – 150 – 25; 25 – 50/3 – 25 обеспечивающего максимально возможный объёмный выход 58,04 %; поставка № 5: 25/2 – 100 – 25/2; 25 – 50/3 – 25 с объёмным выходом 57,67 %; поставка № 6: 25/2 – 100 – 25/2; 25/3 – 50 – 25/3 с объёмным выходом 55,98 %, на брёвнах 26 см / 5,5 м с использованием поставка № 7: 25/2 – 150 – 25/2; 25/2 – 50/3 – 25/2 с объёмным выходом 61,39 %; поставка № 8: 25/3 – 125 – 25/3; 25/2 – 50/3 – 25/2 с объёмным выходом 60,69 %; поставка № 9: 25/2 – 150 – 25/2; 25/9 с объёмным выходом 59,63 % [1–4].

В настоящей статье анализируются исследования рентабельности производства пиломатериалов из брёвен идеальной формы и ориентации относительно поставки пил.

Результаты исследований для средней по отрасли толщины брёвен представлены в таблице и на рисунке.

**Рентабельность и объёмный выход пиломатериалов при раскросе брёвен 22 см/ 5,5 м, длинах досок 1,5...6,3 м и доле сырьевых затрат ДСЗ = 0,8**

| Амплитуда варьирования толщины бревен, мм | Рентабельность, % |          |          | Объёмный выход, % |          |          |
|-------------------------------------------|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|
|                                           | Постав 4          | Постав 5 | Постав 6 | Постав 4          | Постав 5 | Постав 6 |
| 2,5                                       | -7,3              | -9       | -8,2     | 60,15             | 58,68    | 57,30    |
| 5                                         | 4,9               | 3,2      | 4        | 60,03             | 58,64    | 57,24    |
| 10                                        | 10,5              | 9,6      | 9,7      | 58,97             | 58,09    | 56,37    |
| 15                                        | 12,4              | 11,9     | 11,6     | 58,52             | 57,86    | 56,00    |
| 20                                        | 13                | 13       | 13       | 58,04             | 57,67    | 55,98    |
| 25                                        | 13                | 13,5     | 13,8     | 57,57             | 57,44    | 55,81    |
| 30                                        | 12,5              | 14       | 14,1     | 56,95             | 57,33    | 55,77    |



Зависимость рентабельности лесопильного производства от амплитуды варьирования толщины брёвен в распиловочной партии 22 см/5,5 м при длинах досок 1,5...6,3 м и при доле сырьевых затрат ДСЗ = 0,8

Из рисунка видно, что характер зависимости рентабельности производства от варьирования толщины брёвен весьма слабо зависит от поставок и объёмных выходов, которые они обеспечивают. При всех рассмотренных поставках сортировка брёвен с точностью выше  $\pm 3,7... \pm 3,8$  мм убыточна, рентабельность возрастает наиболее значительно (на 14,8...19,0 %) при увеличении величины варьирования толщин брёвен от  $\pm 2,5$  до  $\pm 10$  мм. При увеличении варьирования толщин брёвен от  $\pm 10$  до  $\pm 20$  мм рентабельность возрастает на 1,4...4,4 %, а при увеличении варьирования толщин брёвен от  $\pm 20$  до  $\pm 30$  мм рентабельность изменяется в зависимости от эффективности поставка от -0,5 % до +1,8 %.

Установленные закономерности можно объяснить тем, что при высокой дробности сортировки брёвен по толщине затраты на её реализацию превосходят увеличение выручки, связанное с повышением объёмного выхода пиломатериалов. Переход на сортировку брёвен по двум чётным диаметрам ( $\pm 20$  мм) упрощает и удешевляет процесс сортировки на столько, что это перекрывает потери, связанные с уменьшением объёмного выхода пиломатериалов. При дальнейшем снижении точности сортировки брёвен потери от снижения объёмного выхода уже могут перекрывать положительный эффект от упрощения процесса сортировки брёвен по толщине [5; 6]

Исследования также показали, что характер зависимостей рентабельности производства пиломатериалов от дробности сортировки брёвен по толщине слабо зависит от номинальной толщины брёвен. Вместе с тем, анализ соответствующих таблиц показывает, что с увеличением номинальной толщины брёвен в распиловочной партии и снижением качества поставки максимум рентабельности имеет тенденцию смещаться вдоль оси абсцисс от амплитуды варьирования диаметров брёвен 20 мм к амплитуде 30 мм (от дробности сортировки брёвен по толщине по двум чётным диаметрам к дробности сортировки – по трём чётным диаметрам).

Отмеченная, весьма слабая тенденция позволяет предположить, что при использовании неоптимальных поставок для распиловки брёвен не идеальной формы при несовершенном базировании максимум рентабельности будет смещаться в сторону более грубой сортировки брёвен по диаметрам с меньшей дробностью, то есть, к сортировке по трём и более чётным диаметрам.

### Библиографические ссылки

1. Калитеевский Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Проффикс, 2008. 496 с.
2. Соболев И. В. Управление производством пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1981. 184 с.
3. Турушев В. Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1975. 208 с.
4. Каргина Е. В., Матвеева И. С., Огурцов В. В. Теоретические основы расчёта поставок для распиловки брёвен с пороками формы // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 141–145.
5. Алгоритм имитационных исследований экономической эффективности лесопильных предприятий / Е. В. Каргина, Л. Н. Ридель, И. С. Матвеева, В. В. Огурцов // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 146–153.
6. Богданов Е. С., Боровикова А. М., Голенищев Н. Д. Справочник по лесопилению / под ред. С. М. Хасдана. М. : Лесная пром-ть, 1980. 424 с.

© Усольцев О. А., Огурцов А. А., Огурцов В. В., Каргина Е. В., Матвеева И. С., 2019

## **ЗАВИСИМОСТЬ ДРОБНОСТИ СОРТИРОВКИ БРЕВЕН ПО ТОЛЩИНЕ ОТ СООТНОШЕНИЯ СТОИМОСТИ СЫРЬЯ И ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

О. А. Усольцев, А. А. Огурцов, В. В. Огурцов, Е. В. Каргина, И. С. Матвеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: vogurtsov@mail.ru

*Определены зависимости рентабельности производства пиломатериалов от дробности сортировки брёвен по толщине при снижении доли их стоимости в себестоимости пиломатериалов. Установлено, что при доле сырьевых затрат не более 60 % экономически нецелесообразно сортировать брёвна менее, чем через три чётных диаметра.*

*Ключевые слова: рентабельность, дробность сортировки, производство пиломатериалов, оптимизация.*

## **THE DEPENDENCE OF THE FRACTIONAL SORTING OF LOGS ACCORDING TO THE THICKNESS RATIO OF THE COST OF RAW MATERIALS AND PRODUCTION COSTS OF LUMBER**

O. A. Usoltsev, A. A. Ogurtsov, V. V. Ogurtsov, E. V. Kargina, I. S. Matveyeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: vogurtsov@mail.ru

*The dependence of the profitability of sawn timber production from grain sorting of logs perfect shape and orientation relative to the set of saws on the thickness. Suggested that using suboptimal postav for sawing up of logs is not ideal for a maximum of profitability will shift to a more coarse sorting of the logs for three or more even-numbered diameters.*

*Keywords: profitability, fractional sorting, sawn timber production, optimization.*

Для оценки фактора соотношения сырьевых и несырьевых затрат в производстве пиломатериалов при оптимизации дробности сортировки брёвен по толщине проводятся исследования при снижении указанного соотношения с 80 до 60 % (этим моделируется ситуация, когда снижаются цены на сырьё или повышаются затраты на производство пиломатериалов).

Исследования проводятся на брёвнах толщиной и длиной 16 см / 5,5 м с использованием постава № 1: 22 – 100 – 22; 22 – 40/3 – 22 с максимальным объёмным выходом 55,38 %; постава № 2: 22 – 125 – 22; 22 – 32/3 – 22 с максимальным объёмным выходом 54,19 %; постава № 3: 22 – 100 – 22; 22 – 32/3 – 22 с объёмным выходом 52,40 %, на брёвнах 22 см / 5,5 м с использованием оптимального постава № 4: 25 – 150 – 25; 25 – 50/3 – 25 обеспечивающего максимально возможный объёмный выход 58,04 %; постава № 5: 25/2 – 100 – 25/2; 25 – 50/3 – 25 с объёмным выходом 57,67 %; постава № 6: 25/2 – 100 – 25/2; 25/3 – 50 – 25/3 с объёмным выходом 55,98 %, на брёвнах 26 см / 5,5 м с использованием постава № 7: 25/2 – 150 – 25/2; 25/2 – 50/3 – 25/2 с объёмным выходом 61,39 %; постава № 8: 25/3 – 125 – 25/3; 25/2 –

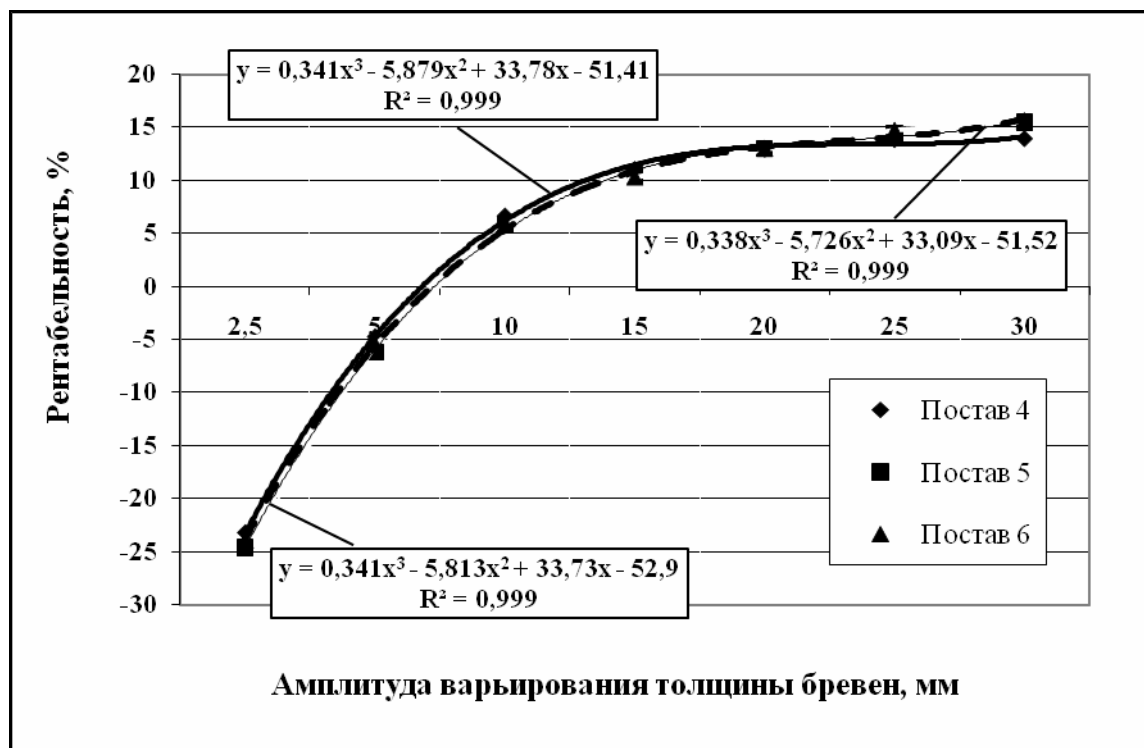
50/3 – 25/2 с объёмным выходом 60,69 %; поставка № 9: 25/2 – 150 – 25/2; 25/9 с объёмным выходом 59,63 % [1–4].

В настоящей статье анализируются исследования рентабельности производства пиломатериалов из брёвен идеальной формы и ориентации относительно поставка пил.

Результаты исследований для средней по отрасли толщины брёвен представлены в таблице и на рисунке.

**Рентабельность лесопильного производства при раскросе брёвен 22 см/ 5,5 м  
при длинах досок 1,5...6,3 м и при доле сырьевых затрат ДСЗ = 0,6**

| Амплитуда варьирования толщин бревен, мм | Рентабельность, % |          |          |
|------------------------------------------|-------------------|----------|----------|
|                                          | Постав 4          | Постав 5 | Постав 6 |
| 2,5                                      | –23,2             | –24,6    | –23,9    |
| 5                                        | –4,7              | –6,2     | –5,5     |
| 10                                       | 6,7               | 5,8      | 5,9      |
| 15                                       | 11,1              | 10,5     | 10,3     |
| 20                                       | 13                | 13       | 13       |
| 25                                       | 13,9              | 14,4     | 14,7     |
| 30                                       | 14                | 15,5     | 15,6     |



Зависимость рентабельности лесопильного производства от амплитуды варьирования толщины брёвен в распиловочной партии 22 см/5,5 м при длинах досок 1,5...6,3 м и при доле сырьевых затрат ДСЗ=0,6

Сравнивая зависимости рентабельности производства пиломатериалов от амплитуды варьирования толщины брёвен при разной доли стоимости сырья в себестоимости пиломате-

риалов ( $ДСЗ = 0,8$  – рис. 1 в статье авторов «Повышение рентабельности производства пиломатериалов за счет сортировки брёвен по толщине» в данном сборнике и  $ДСЗ = 0,6$  – рисунок в данной статье), видим, что графики при  $ДСЗ = 0,6$  «смещаются вправо» по сравнению с графиками при  $ДСЗ = 0,8$ , т. е. с уменьшением доли стоимости брёвен в себестоимости пиломатериалов с 80 до 60 % повышение точности сортировки брёвен по толщине до  $\pm 7$  мм уже делает производство пиломатериалов не рентабельным. А с уменьшением дробности сортировки брёвен с  $\pm 5$  мм до  $\pm 30$  мм рентабельность возрастает на 18,7...23,2 %, то есть примерно в 2 раза сильнее, чем при  $ДСЗ = 0,8$  (7,6...12,4 %). Это значит, что с увеличением точности сортировки затраты на её осуществление нарастают тем сильнее, чем выше их доля в себестоимости пилопродукции. Иными словами, с повышением дробности сортировки эффект от повышения объёмного выхода пиломатериалов перекрывается нарастающими затратами на сортировку тем сильнее, чем выше их доля в себестоимости пиломатериалов. Или, ещё проще – чем дешевле сырьё и чем дороже его обработка, тем с меньшей точностью его следует сортировать [5; 6].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что уменьшение дробности сортировки брёвен длиной 5,5 метра до 2-х чётных диаметров при расчётных диаметрах 16 см, 22 см, 26 см и при  $ДСЗ = 0,8$  экономически оправданно, а уменьшение дробности до 3-х чётных диаметров, может, как снижать рентабельность, так и увеличивать её в пределах от  $-0,5$  до  $+1,8$  %. При  $ДСЗ = 0,6$  экономически нецелесообразно сортировать брёвна менее, чем через три чётных диаметра. Этот вывод имеет предварительный характер, так он не учитывает влияние случайных характеристик формы бревна и точности его базирования на рентабельность производства пиломатериалов.

### Библиографические ссылки

1. Калитеевский Р. Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Проффикс, 2008. 496 с.
2. Соболев И. В. Управление производством пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1981. 184 с.
3. Турушев В. Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов. М. : Лесная пром-ть, 1975. 208 с.
4. Каргина Е. В., Матвеева И. С., Огурцов В. В. Теоретические основы расчёта поставок для распиловки брёвен с пороками формы // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 141–145.
5. Алгоритм имитационных исследований экономической эффективности лесопильных предприятий / Е. В. Каргина, Л. Н. Ридель, И. С. Матвеева, В. В. Огурцов // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. 28, № 1-2. С. 146–153.
6. Богданов, Е. С., Боровикова А. М., Голенищев Н. Д. Справочник по лесопилению / под ред. С. М. Хасдана. М. : Лесная пром-ть, 1980. 424 с.

© Усольцев О. А., Огурцов А. А., Огурцов В. В., Каргина Е. В., Матвеева И. С., 2019

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ДОМОВ ИЗ ДВОЙНОГО БРУСА

Б. Б. Шадапов\*, А. В. Мелешко, С. С. Романова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: bayashal93@gmail.com

*Представлена новая технология производства деревянных домов из двойного бруса. Предложено использовать для проектирования домов последнюю версию программы КЗ-коттедж 7,5, которая включает возможность использования двойного бруса. Для автоматизации технологической подготовки производства в систему автоматизированного проектирования технологических процессов включены этапы, стадии, операции и специализированное оборудование для изготовления элементов двойного бруса.*

*Ключевые слова: двойной брус, стена, конструкция, программа.*

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION OF HOUSES FROM DOUBLE BAR

B. B. Shadapov\*, A. V. Meleshko, S. S. Romanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: bayashal93@gmail.com

*The article presents a new technology for the production of wooden houses from double timber. It has been proposed to use the latest version of the K3-cottage 7.5 program for designing houses, which includes the possibility of using a double beam. To automate the technological preparation of production, the system of computer-aided design of technological processes includes stages, stages, operations and specialized equipment for the manufacture of double-bar elements.*

*Keywords: double beam, wall, construction, program.*

На сегодняшний день главным недостатком любого деревянного дома является усадка венцов из-за усушки древесины и недостаточная толщина стен. Экономное и эффективное решение данной проблемы в деревянном домостроении обеспечивает технология двойного бруса, впервые апробированная в Финляндии [1].

Финские инженеры просчитали все возможные варианты экономии энергии и пришли к выводу, что строить экологичное и теплое жилье из древесины вполне реально. Только для этого нужно использовать не массивный брус, а две толстые доски, между которыми находится слой утеплителя.

Так возникла новая технология изготовления домов из двойного бруса, хотя данное название не совсем правильно отражает специфику конструкции дома. Несмотря на то, что термин «двойной брус» отражает конструкцию дома из материалов большего сечения, с технической точки зрения эту технологию следовало бы именовать деревянная «стена-сэндвич».

**Рассматривая конструкцию стены, построенной по технологии двойного бруса,** видно (рис. 1), что в ней используются элементы, присущие как рубленому дому (особая стыковка досок на углах), так и классическому каркасу (двойная обшивка).

Роль бруса выполняет строганная доска толщиной от 44 до 70 мм и высотой 140 мм, поставленная на ребро. Ее посадочные грани профилируют по особой системе «паз-гребень», что позволяет достичь плотного контакта и защитить шов от продувания.

Пространственная жесткость конструкции достигается за счет углов, соединяемых методом «переруба», когда в стыкуемых досках вырезается паз на половину их высоты.

Особенности данной конструкции необходимо учитывать при автоматизированном проектировании деревянных домов. В новой версии программы КЗ – коттедж включен новый модуль проектирования «Двойные стены», который позволяет проектировать дома по технологии двойного бруса. Разработчики указывают, что данный модуль «двойные стены» специально разработан для проектирования домов из минибруса. Несмотря на расхождения в терминах речь идет о технологии двойного бруса.

В программе предусмотрено, что двойная стена состоит из двух одинарных стен (левой L и правой R), расположенных на некотором расстоянии друг от друга. У двойной стены, как и у простой, одна ось, проходящая по середине габаритов стены. Точки, указанные при создании стены (начало и конец), являются опорными точками стены. От опорных точек отсчитываются выпуски сторон двойной стены, проемы, консоли. В программе ребром стены является отрезок, соединяющий опорные точки, а прямая, на которой лежит ребро стены, называется осью стены [2].



Рис. 1. Конструкция дома из двойного бруса

Главным преимуществом технологии двойного бруса является высокое энергосбережение. Толщина такой стены не зависит от поперечного сечения бревна или бруса, поэтому слой утеплителя можно выбрать в точном соответствии с требованиями теплотехнических норм.

Другой плюс, который дает нам строительство домов из двойного бруса – минимальная усадка стен (не более 1–2 %). Эксплуатировать здание, построенное по финской технологии под ключ, можно сразу после завершения сборки стен и установки крыши. Монтаж двойных дощатых стен достаточно прост, не слишком трудоемок и не требует привлечения мощных подъемных механизмов. Это положительно отражается на сроках строительства и его стоимости. Одновременно со сборкой двойных деревянных стен ведется укладка теплоизоляции в пространство между досками. Поэтому дом из двойного бруса не требует дополнительного утепления и отделки.

**Из всех вариантов теплоизоляции для технологии двойного бруса наиболее эффективным материалом, с точки зрения разработчиков, является эковата (рис. 2).** Она состоит из натуральной целлюлозы, не гниет, не дает усадку и не поддерживает горения.

В качестве изоляционного материала также могут использоваться пенополиуретан, минеральная вата и др. Пенополиуретан для утепления стен из двойного бруса резко повышает



стоимость продукции, при этом пенопластовая крошка выделяет токсичные газы и со временем полностью разрушается. Минеральная вата предусматривает установку пароизоляции, тогда как при использовании эковаты этого не требуется.



Рис. 2. Стена с утеплителем эковатой

Технология производства домокомплектов из двойного бруса имеет ряд своих особенностей, которые должны быть учтены при технологической подготовки производства.

Финская компания Makron разработала новый вариант комплектации чашкорезной линии LogmaticXS (рис. 3). Это полностью автоматическая линия точной и быстрой резки бруса, что позволяет экономически эффективно производить дома.

Базовый вариант линии включает следующие виды обработки: фрезерование чашек (возможны варианты чашек); торцовка/ раскрой (90 град.). Дополнительные опции включают следующие операции: сверления отверстий; фрезерование пазов; вырезка дефектных мест; продольные пропилы; пропилы под углом; снятие декоративных фасок.

Технологический процесс производства двойного бруса на чашкорезной линии LogmaticXS выполняется в следующей последовательности: подача заготовки; сверление; нарезание чашек; пазование под обсаду; раскрой; удаление обрезков раскроя; нанесение кода; упаковка.



Рис. 3. Общий вид линии LogmaticXS

Для производства домов из двойного бруса также разработано специализированное отечественное оборудование. Чашконарезной станок ЧС-4Б «Туборд», изготавливаемый

компанией «ДИАКОМ», способен выполнить за одну установку заготовки фрезеровку одного либо двух поперечных профильных пазов в мини-брусе с четырех сторон [3].

Станок предназначен для использования на предприятиях по производству комплектов деревянных домов по технологии двойного бруса.

Преимущества станка ЧС-4Б «Туборд»:

- высокая производительность (цикл за 20 с);
- одновременное изготовление двух четырехсторонних пазов;
- улучшенная фиксация заготовки;
- уникальная конструкция станка;
- возможность использования недорогого инструмента;
- возможность комплектации, исходя из потребности заказчика;
- низкая энергоемкость.

В качестве инструмента применяются наборные пазовые фрезы, с помощью которых также регулируется ширина вырезаемого паза. Глубина паза регулируется сведением фрезерных блоков. Стандартный комплект инструмента для минибруса 45×145 мм состоит из 16 фрез. Возможно изготовление станка в специальном исполнении под брус высотой до 190 мм и шириной до 70 мм.

Станок ЧС-4Б «Туборд» в базовой комплектации допускается устанавливать в неотапливаемом помещении, специальный фундамент не требуется.

Также для изготовления деталей дома по технологии двойного бруса может осуществляться и на универсальных деревообрабатывающих станках таких как станок чашкорезный фрезерный для минибруса ВКР-19 [4].

Восьмишпиндельный фрезерный станок предназначен для фрезерования угловых соединений в минибрусе сечением до 150×70 по технологии «двойной брус». Конструкция станка позволяет получить стену толщиной до 420 мм. Предусмотрена возможность фрезерования пазов для одинарной стены (перегородки). Для этого отключается половина шпинделей станка (с правой стороны) при этом фрезы выходят из зоны резания и снимать их с валов шпинделей нет необходимости.

Таким образом, многообразие возможных вариантов технологических решений по изготовлению деталей дома из двойного бруса следует учитывать при повышении эффективности технологической подготовки производства. В САПР ТП деревообработки необходимо включить новые типы оборудования с их характеристиками и взаимосвязями с элементами технологического процесса (этап, стадия, операция). Также для учета всех возможных вариантов технологии надо определить варианты реализации стадий и операций и включить эти данные в единую базу данных. Автоматизированное проектирование домов может быть осуществлено в программе КЗ – коттедж 7.5.

### Библиографические ссылки

1. Lesprom, на выставке «Лесдревмаш-2016» специалисты финской Makron расскажут о технологиях производства деревянных домов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lesprom.com/ru/news/> (дата обращения: 22.11.2018).

2. КЗ-коттедж. Модуль «Двойные стены» [Электронный ресурс]. URL: [http://files.k3-cottage.ru/doc/K3-Cottage\\_75\\_News\\_DWalls.pdf](http://files.k3-cottage.ru/doc/K3-Cottage_75_News_DWalls.pdf) (дата обращения: 22.11.2018).

3. ДИАКОМ – деревообрабатывающее оборудование [Электронный ресурс]. URL: <http://tpfdiakom.ru/katalog-tovarov/product/chashkoreznyy-standok-chs-4b-minibrus> (дата обращения: 22.11.2018).

4. ООО СТИН деревообрабатывающее оборудование для домостроения [Электронный ресурс]. URL: <http://stin-kirov.ru/content/standok-frezernyy-vkr-190> (дата обращения: 22.11.2018).

© Шадапов Б. Б., Мелешко А. В., Романова С. С., 2019

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН НА РАДИАЛЬНЫЕ ПИЛОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛЕЕНЫХ БРУСЬЕВ**

А. А. Янушкевич, А. Г. Карпович

Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13/а  
E-mail: tema\_karpovich@mail.ru

*Разработана методика составления и расчета схем раскроя бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы для клееных брусьев, предложена технологическая схема лесопильного потока.*

*Ключевые слова: клееный брус, радиальные пиломатериалы, комбинированный способ распиловки, технологическая схема лесопильного потока.*

## **PERFECTING OF TECHNOLOGY OF SAWING UP OF LOGS ON RADIAL LUMBER FOR GLUED BEAMS**

A. A. Yanushkevich, A. G. Karpovich

Belarusian State Technological University  
13/a, Sverdlov Str., Minsk, 220030, Republic of Belarus  
E-mail: tema\_karpovich@mail.ru

*The technique of drawing up and calculation of schemes of a cutting of logs by a combined method on radial lumber is developed for glued beams, the flow diagram of a sawing stream is offered.*

*Keywords: glued bar, radial lumber, combined method of sawing up, flow diagram of a sawing stream.*

**Введение.** В связи с расширением индивидуального строительства малоэтажных деревянных домов возросло внимание к клееным брусьям, как к строительным материалам.

Для изготовления клееных брусьев используют пиломатериалы радиальной распиловки, которые отличаются повышенной формоустойчивостью, меньше подвергаются короблению и растрескиванию в процессе сушки и при изменении условий эксплуатации изделий, из них изготовленных [1].

Радиальные доски характеризуются углом радиальности, который определяется между касательной, проведенной к годичному слою посередине ширины и толщины доски, и ее пластью. Радиальные пиломатериалы с углом радиальности не менее 60 градусов применяют для производства резонансных заготовок, используемых в музыкальных инструментах, а с углом радиальности более 45 градусов используют для производства клееных брусьев.

Распиловка бревен на радиальные пиломатериалы осуществляется развальным-секторным или развальным-сегментным способами [2]. Однако при этом выпиливаются доски различной ширины. Нами выбран комбинированный способ распиловки (развальным-сегментно-брусом), который обеспечивает выпилку обрезных радиальных досок заданной спецификации при сравнительно простой технологии [3].

При комбинированном способе в первом проходе выпиливают из центральной части несколько необрезных радиальных досок, а из боковых сегментов выпиливают брусья и необрезные доски тангенциальной распиловки. Во втором проходе брусья распиливают на обрезные радиальные доски требуемой толщины и ширины, и односторонне-обрезные боковые доски смешанной или тангенциальной распиловки.

Комбинированный способ распиловки представлен на рис. 1.

**Основная часть.** Целью работы является совершенствование технологии распиловки бревен на радиальные пиломатериалы для клееных брусев. Для осуществления указанной цели решены следующие задачи:

- определены зоны радиальности бревна и брусев-сегментов;
- разработана методика и составлены схемы раскроя бревен на радиальные доски и определен объемный выход досок;
- выполнен подбор и расчет технологического оборудования для лесопильного потока по раскрою бревен на радиальные пиломатериалы;
- разработана технологическая схема лесопильного цеха по выпуску радиальных пиломатериалов.

Разработанная нами методика составления и расчета поставов на распиловку бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы включает:

- определение зон радиальности бревна и сегмента по номограмме для составления поставов, приведенной в [4] и на рис. 2;
- составление и расчет поставов на распиловку бревен и брусев [2].

Отметим, что теоретические положения по распиловке бревен на радиальные пиломатериалы приведены в [5].

По указанной методике нами были составлены схемы распиловки бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы по заданной спецификации.

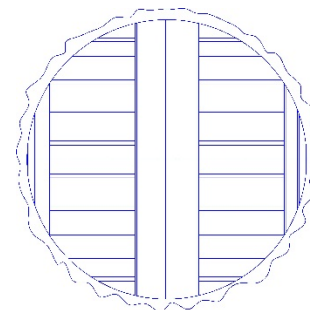


Рис. 1. Схема распиловки бревен комбинированным способом

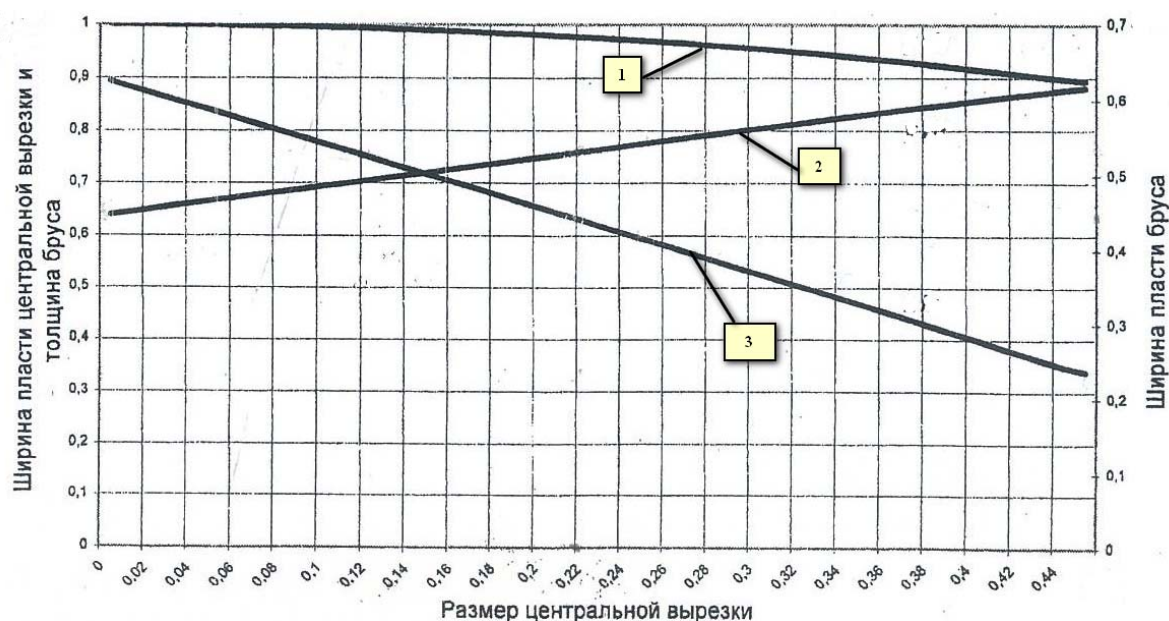


Рис. 2. Номограмма для определения зон радиальности бревна:  
 1 – ширина пласти центральной вырезки; 2 – ширина пласти бруса;  
 3 – толщина бруса (размеры в долях радиуса бревна)

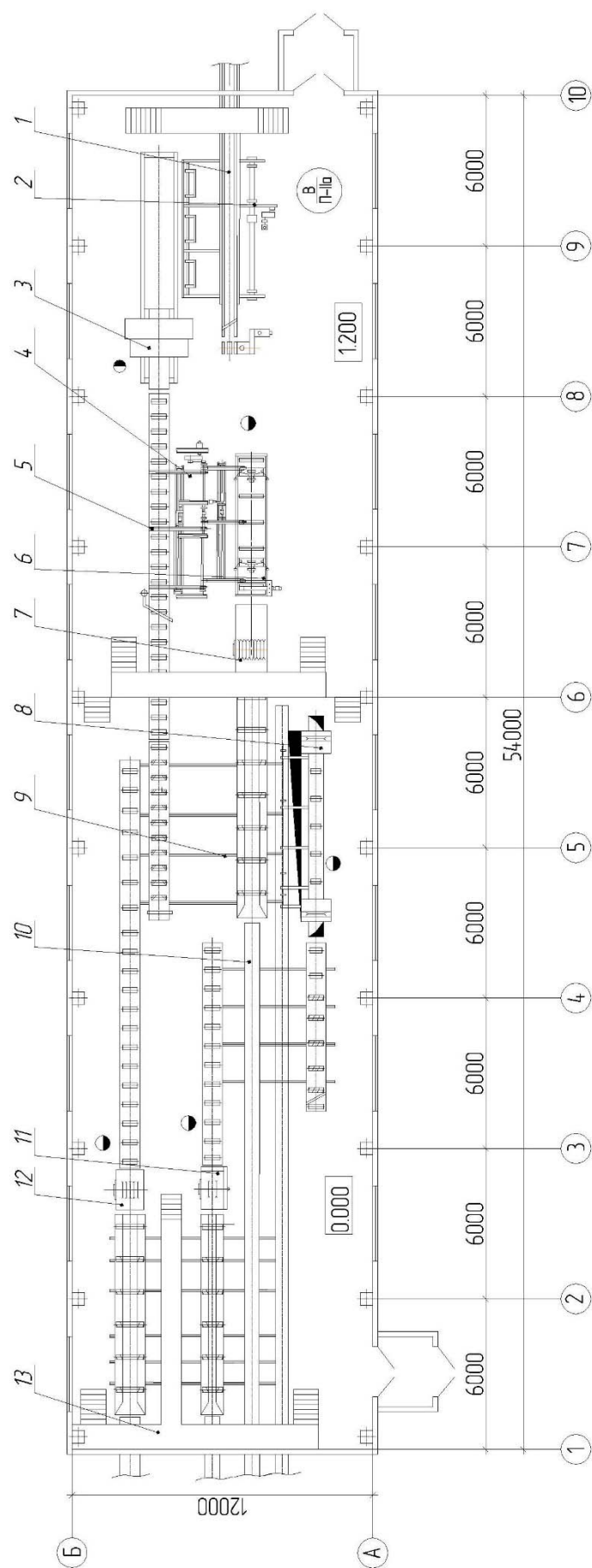


Рис. 3. Технологическая схема лесопильного потока:

1 – продольный цепной конвейер; 2 – сбрасыватель бревен; 3 – ленточнопильный станок; 4 – брусоперекладчик; 5 – роликовый конвейер; 6 – устройство подачи бруса; 7 – круглопильный многопильный станок для раскроя брусьев; 8 – торцовочный станок; 9 – поперечный цепной конвейер для необрезных досок и горбылей; 10 – ленточный конвейер для обрезных досок; 11 – обрезной станок; 12 – круглопильный станок для раскроя центральных досок; 13 – переходной мостик

Например, для распиловки бревен диаметром 32 см, длиной 4 м на радиальные пиломатериалы сечением 27×100 и 32×100 мм постав будет: при первом проходе: 22-100-27-27-100-22, при втором проходе: 16-22-27-32-32-27-22-16. Общий расчетный выход досок составит 61,29 %, в том числе, выход радиальных досок составит 42,95 %.

На основе анализа лесопильного оборудования выполнен выбор и расчет технологического оборудования и транспортных механизмов.

Технологическая схема лесопильного потока, представленная на рис. 3, включает:

- раскрой бревна с выпиловкой бруса и необрезных досок;
- раскрой брусьев на обрезные и необрезные доски;
- раскрой и обрезка необрезных досок с предварительной торцовкой.

Бревна в лесопильный цех подаются продольным цепным конвейером и поступают на распиловку на ленточнопильный станок. Ленточнопильный станок распиливает бревно на два бруса, центральные и боковые необрезные доски. Брусья с помощью брусоперекладчика поступают на распиловку на многопильный круглопильный станок. Полученные после распиловки бруса обрезные доски по роликовому конвейеру поступают на ленточный конвейер и на сортировку. Центральные доски по роликовому конвейеру поступают на круглопильный станок, где производится их раскрой. Боковые необрезные доски с помощью поперечного цепного конвейера поступают на торцовку, а затем на обрезку. Все обрезные доски ленточными конвейерами передаются на сортировочное устройство. Горбыли и рейки сбрасываются на ленточный конвейер и выносятся из цеха. На этот же конвейер падают рейки от обрезного станка.

**Заключение.** Разработанная методика составления и расчета поставов на распиловку бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы для клееных брусьев и технологическая схема лесопильного потока с механизацией переместительных операций могут быть использованы при проектировании лесопильных цехов.

Расчетная годовая производственная мощность цеха по предложенной технологии зависит от размерной характеристики распиливаемых бревен и выпиливаемых пиломатериалов.

### Библиографические ссылки

1. Волынский В. Н., Пластинин С. Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях. М. : Ризл-пресс, 2005. 256 с.
2. Янушкевич А. А. Технология лесопильного производства. Минск : БГТУ, 2010. 330 с.
3. Минеев А. В. Особенности раскроя крупномерного листовного сырья (обзор). М., 1978. 36 с.
4. Янушкевич А. А., Рапинчук Д. Л. Обоснование способа распиловки бревен на пиломатериалы для клееных брусьев // Тр. БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-ть. 1999. Вып. VII. С. 162–164.
5. Батин Н. А., Янушкевич А. А. К составлению поставов на выпиловку радиальных пиломатериалов // Механическая технология древесины : респ. межвед. сб. Минск, 1971. Вып. 1. С. 3–5.

**«ПРОЦЕССЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ ЛЕСА»**

---

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

УДК 676.2.038.23.024.5:676.266

**РОСПУСК ВЛАГОПРОЧНОЙ МАКУЛАТУРЫ**

Ю. Д. Алашкевич, Р. З. Пен, Н. В. Каретникова, Л. В. Чендылова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Lorik-krsk@mail.ru

*Влагопрочная макулатура (бумага, пропитанная полиуретановой дисперсией с поперечной сшивкой полиазиридином) может быть удовлетворительно распущена после химической обработки при повышенной температуре (до 70 °C) раствором, содержащим персульфат и гидроксид натрия.*

*Ключевые слова: влагопрочная макулатура, роспуск макулатуры, сухое измельчение макулатуры.*

**BREAKING-UP OF MOIST-STABILE WASTE-PAPER**

Yu. D. Alashkevich, R. Z. Pen, N. V. Karetnikova, L. V. Chendylova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Lorik-krsk@mail.ru

*Moist-stabile waste-paper (the paper with polyurethan and polyaziridin) can be satisfactorily breaking-up after chemical processing under higher temperature (to 70 °C) by solution, contain sodium persulfate and hydroxide.*

*Keywords: moist-stabile waste-paper, to breaking-up of waste-paper, to dry crush of waste-paper.*

Объект исследования – бумага, пропитанная полиуретановой дисперсией с поперечной сшивкой полиазиридином. Сухие отходы производства этой бумаги – обрезки кромок, срывы полотна в сушильной части бумагоделательной машины и «некондиция» – фактически представляют собой влагопрочную макулатуру, трудно поддающуюся роспуску с целью получения вторичного волокна для возвращения его в основной производственный поток. Специальные приемы переработки такой макулатуры не вписываются в существующие, хорошо отлаженные и освоенные промышленностью, схемы переработки обычной макулатуры. По данным на 1990 г. [1; 2], в РФ около 100 тыс. т влагопрочной и ламинированной макулатуры, волокнистая часть которой практически на 100 % состояла из целлюлозы, направляли на сжигание, в том числе Центральный Банк России ежегодно уничтожал около 5,5 тыс. т ветхих и устаревших банкнот.



С середины 1990-х годов на некоторых предприятиях начали реализовывать новые технологические решения и аппаратное оформление процессов для переработки практически любых видов макулатурного сырья. В 1996 г. на АО «Красногородская экспериментальная бумажная фабрика» совместно с АО «ВНИИБ» впервые была освоена технология роспуска влагопрочной макулатуры специальной (МБС) – вышедших из употребления измельченных банкнот, с организацией выпуска широкого ассортимента бумаги на ее основе [3].

Вторичное волокно изначально имеет более низкие показатели физико-механических свойств по сравнению с первичным целлюлозным волокном. В процессах производства бумаги размол первичного волокна уже приводит к уменьшению его физических размеров, а сушка на 20...40 % снижает способность целлюлозного волокна к набуханию из-за его необратимого ороговения. Следовательно, в процессах подготовки макулатурного волокна необходимо не только эффективно удалять посторонние включения, но и создавать условия, способствующие восстановлению физических параметров и механических свойств вторичных целлюлозных волокон [4].

Одним из возможных путей интенсификации процесса роспуска макулатуры является предварительное сухое измельчение, при котором используют принцип свободного удара по взвешенному в воздухе материалу [5]. Этот принцип осуществляется, в частности, в устройствах типа молотковых дробилок. В них разрушение материала происходит, в основном, по слабым местам. Макулатуру (чаще всего упаковочный материал типа «Тетрапак») измельчают до фрагментов размером от 1 до 5 см, после чего подают на дополнительный роспуск и дальнейшую обработку в водной среде, в соответствии с требованиями технологии производства. Степень измельчения должна соответствовать условию, чтобы после смешения с водой или с раствором реагентов суспензию можно было перекачивать насосом к аппаратам для дальнейшего роспуска. В этом случае при подаче измельченной макулатуры в гидроразбиватель или реактор энергия затрачивается только на смешение с водой. Установлено [5], что на сухое измельчение удельный расход энергии в 1,5–2,0 раза меньше, чем на аналогичный роспуск в водной среде.

Предварительными опытами установлено, что для повышения эффективности роспуска обсуждаемого вида макулатуры может быть применена химическая обработка измельченного материала раствором персульфата и гидроксида натрия при повышенной температуре (далее в тексте – «варка»). Публикаций, содержащих описание этого способа роспуска макулатуры, обнаружить не удалось.

Бумажные листы разрезали гильотинной стопорезкой на «лепестки» размером примерно 30×30 мм и измельчили в дисковой мельнице сухого помола до размера частиц 5...10 мм.

Измельченную воздушно-сухую бумагу с влажностью около 4 % смешивали в стеклянных стаканах с водным раствором, содержащим персульфат и гидроксид натрия, и помещали в водяной термостат для проведения варки. По окончании варки содержимое каждого стакана переносили в дезинтегратор системы ЦНИИБ, разбавляли водой до гидромодуля 30 и проводили роспуск пульпы в течение 10 минут. Обработанную в дезинтеграторе пульпу промывали теплой водой в лабораторной ссече на сите с отверстиями диаметром 3 мм, волокнистую массу отбирали с мелкоячеистой нижней сетки. Остаток на верхнем сите считали «непроваром».

В ходе эксперимента варьировали условия варки (расход реагентов отнесен к массе абсолютно сухой бумаги):

$X_1$  – продолжительность изотермической варки в диапазоне от 1 до 3 часов;

$X_2$  – расход (количество, заданное на варку) персульфата натрия в диапазоне от 2 до 6 % от массы бумаги;

$X_3$  – расход гидроксида натрия в диапазоне от 0,5 до 1,5 % от массы бумаги.

Жидкостный модуль 6, температура варки 70 °С и продолжительность роспуска сваренной пульпы в дезинтеграторе 10 минут оставались постоянными во всех опытах.



Переменные факторы варьировали в соответствии с трехуровневым планом второго порядка на кубе (с центральной точкой) [6].

Результаты опытов характеризовали следующими выходными параметрами:

$Y_1$  – степень роспуска (отношение массы сухого волокна к сумме количеств волокна и непровара), %;  $Y_2$  – потери целлюлозы общие (волокна и непровара), % от исходного количества бумаги.

Условия и результаты эксперимента приведены в таблице.

Условия и результаты эксперимента

| №  | $X_1$ , час. | $X_2$ , % | $X_3$ , % | $Y_1$ , % | $Y_2$ , % |
|----|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 1            | 2         | 0,5       | 14,6      | 5,8       |
| 2  | 3            | 2         | 0,5       | 12,5      | 5,4       |
| 3  | 1            | 6         | 0,5       | 10,4      | 3,6       |
| 4  | 3            | 6         | 0,5       | 12,0      | 4,8       |
| 5  | 1            | 2         | 1,5       | 21,0      | 7,6       |
| 6  | 3            | 2         | 1,5       | 24,5      | 8,6       |
| 7  | 1            | 6         | 1,5       | 33,9      | 10,4      |
| 8  | 3            | 6         | 1,5       | 36,2      | 13,4      |
| 9  | 1            | 4         | 1         | 21,3      | 6,2       |
| 10 | 3            | 4         | 1         | 19,8      | 6,0       |
| 11 | 2            | 2         | 1         | 20,3      | 7,0       |
| 12 | 2            | 6         | 1         | 33,3      | 10,0      |
| 13 | 2            | 4         | 0,5       | 20,4      | 8,0       |
| 14 | 2            | 4         | 1,5       | 32,2      | 12,4      |
| 15 | 2            | 4         | 1         | 32,9      | 9,6       |
| 16 | 2            | 4         | 1         | 32,7      | 13,2      |

Статистическую обработку выполнили средствами пакета прикладных программ Statgraphics Centurion, процедура DOE (Design of Experiments) [6]. Зависимости выходных параметров от переменных факторов варки аппроксимировали уравнениями регрессии второго порядка, которые использовали для графического представления результатов.

На рис. 1 представлены зависимости выходного параметра  $Y_1$  от переменных факторов в виде изолиний свойств на диаграммах  $X_2$ – $X_3$  в динамике – при трех значениях продолжительности варки  $X_1$ .

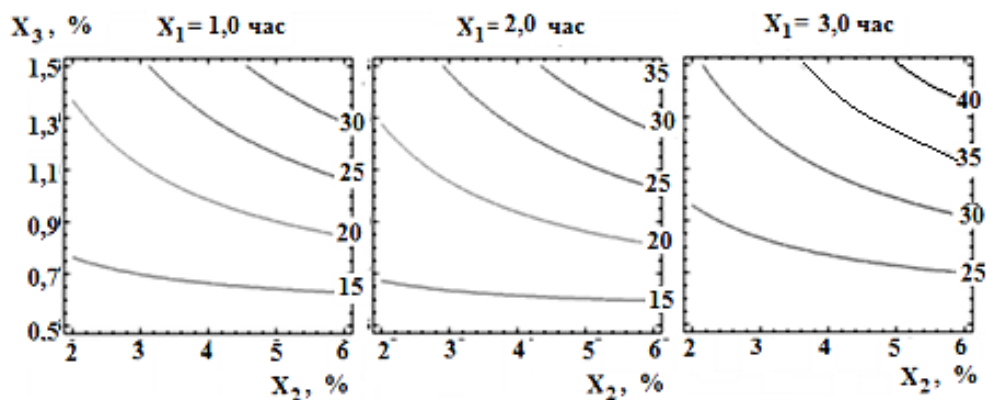


Рис. 1. Зависимость степени роспуска макулатуры  $Y_1$ , % от условий варки

Как и следовало ожидать, степень роспуска бумаги увеличивается с ростом каждого из факторов варки, однако максимальное достигнутое значение этого показателя в пределах изученного факторного пространства лишь немного больше 40 %. Очевидно, что для роспуска этой влагостойкой бумаги требуются более жесткие условия варки.

Зависимость потерь целлюлозы от условий варки также предсказуема (рис. 2). Величина потерь положительно, хотя и относительно слабо, коррелирована со степенью роспуска бумаги (коэффициент корреляции 0,715): оба показателя возрастают с увеличением жесткости условий варки.

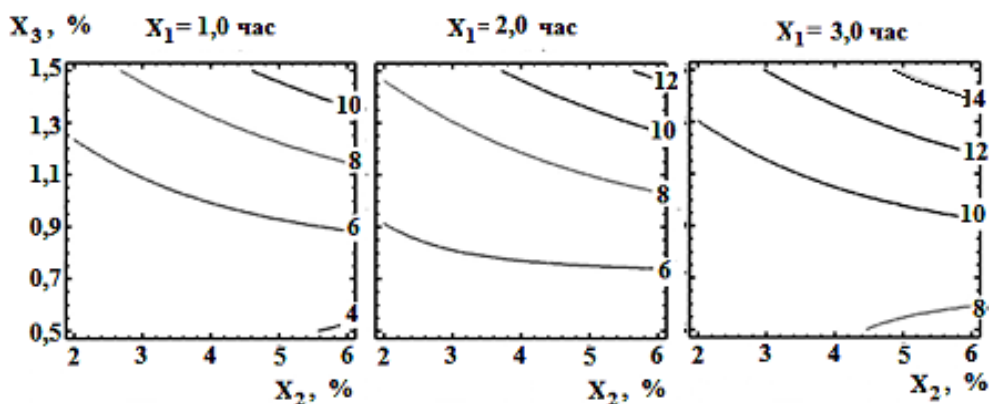


Рис. 2. Зависимость потерь целлюлозы  $Y_2$ , %, от условий варки

С учетом приведенных выше результатов для повышения степени роспуска макулатуры выполнили эксперимент с более высоким расходом реагентов, задаваемых на варку: расход персульфата натрия увеличили до 12,5 %, гидроксида натрия – до 3,0 %. Остальные условия остались неизменными. В результате степень роспуска  $Y_1$  увеличилась до практически приемлемого уровня 82,2 %, потери  $Y_2$  возросли при этом незначительно – до 14,6 %.

Таким образом, влагопрочная макулатура (бумага, пропианная полиуретановой дисперсией с поперечной сшивкой полиазиридином) может быть удовлетворительно распущена после химической обработки при повышенной температуре (до 70 °С) раствором, содержащим персульфат и гидроксид натрия.

### Библиографические ссылки

1. Сприпцын С. М., Сапожникова Т. А., Литвиненко С. А. и др. Экономика использования вторичных древесных ресурсов. М. : Лесная пром-ть, 1990. 240 с.
2. Грингаут Е., Зеленфройнд М. Чем деньги пахнут // Деньги. 1997. № 18. С. 9–13.
3. Тимошук Т. С., Васильева Е. И. Опыт переработки влагопрочной макулатуры на Красногородской экспериментальной бумажной фабрике // Целлюлоза. Бумага. Картон. 1998. № 1–2. С. 24–25.
4. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. I. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 3. Производство полуфабрикатов. СПб. : Политехника, 2004. 316 с.
5. Ванчаков М. В., Кулешов А. В., Дубовой Е. В. и др. Технология и оборудование переработки макулатуры. СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2017. 322 с.
6. Пен Р. З. Планирование эксперимента в Statgraphics Centurion / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2014. 293 с.

© Алашкевич Ю. Д., Пен Р. З., Каретникова Н. В., Чендылова Л. В., 2019

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРИ БЕЗНОЖЕВОМ СПОСОБЕ РАЗМОЛА**

Ю. Д. Алашкевич, Е. В. Каплёв, Л. В. Юртаева\*

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: 2052727@mail.ru

*Рассмотрено влияние факторов безножевого способа размол на качество разработки волокнистой суспензии.*

*Ключевые слова: размол, ножевой, безножевой, кавитация, волокнистый материал.*

## **FACTORS THAT INFLUENCE THE QUALITY OF SEMI-FINISHED FIBER WITH A BLADE DURING INTRALASIK IMPLEMENTATION METHOD OF GRINDING**

Y. D. Alashkevich, E. V. Kaplyov, L. V. Yurtaeva\*

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: 2052727@mail.ru

*The influence factors of a blade during intralask implementation of the method of milling on the quality of the development of fibrous slurries.*

*Keywords: grinding, a knife, a blade during intralask implementation, cavitation, fibrous material.*

При размоле растительных волокон в водной среде происходит как чисто механический процесс изменения размеров и формы волокон, так и коллоидно-химический процесс, называемый гидратацией волокон. Явления механического характера выражаются в укорачивании волокон и их продольном расщеплении на фибриллы. Под термином гидратация понимаются не образование гидратов, а коллоиднохимические явления, начинающиеся с набухания гидрофильных растительных волокон и, как будет показано ниже, придающие волокнам способность связываться между собой с образованием прочной структуры листа [1].

Некоторое укорачивание волокон независимо от вида изготавливаемой бумаги необходимо в связи с тем, что из длинных волокон очень трудно получить равномерную по расположению волокон бумагу, так как при отливе бумажного полотна длинные волокна склонны к хлопьеобразованию. Наличие наряду с длинными волокнами мелких волокон способствует тому, что мелкие волокна заполняют пространства между длинными, лист при этом становится более равномерным и с безоблачным просветом.

Укорачивание волокон – не основное назначение процесса размол. В большинстве случаев более важно расщепление волокон в продольном направлении на фибриллы с увеличением при этом наружной поверхности волокон. Адсорбция на этой поверхности воды ведет к набуханию волокон, повышению их гибкости и созданию условий для установления между волокнами связей, определяющих основные свойства бумаги – механическую прочность, впитывающую способность, воздухопроницаемость и др.

Таким образом, назначением процесса размола волокнистых материалов является:

- 1) придание волокнистому материалу определенной структуры в отношении размеров волокон по длине и толщине, с тем, чтобы обеспечить требуемую структуру полотна бумаги;
- 2) сообщение волокнистому материалу определенной степени гидратации, от которой в значительной мере зависит создание сил сцепления между волокнами [2; 3].

В СибГУ им. М. Ф. Решетнева, на кафедре машин и аппаратов промышленных технологий ведутся исследования в области размола волокнистых полуфабрикатов с использованием ножевого и безножевого способов размола. Волокнистые полуфабрикаты, обработанные способами, исключаяющими ножевое воздействие на волокно, имеют высокие прочностные показатели и поэтому наряду с усовершенствованием ножевых машин необходимо изучать и внедрять безножевые методы обработки волокон.

Безножевые аппараты «струя–преграда» занимают значительное место при исследованиях оптимальных условий процесса разработки волокнистой суспензии для получения качественных видов бумаг.

При использовании установок данного типа разработка волокнистой суспензии может происходить за счет удара струи суспензии о преграду при истечении ее из насадки и за счет кавитационного эффекта при течении жидкости по преграде.

Явление кавитации заключается в образовании разрывов сплошности в некоторых участках потока движущейся капельной жидкости. Разрывы возникают в тех участках потока, где в результате перераспределения давления, обусловленного движением жидкости, происходит значительное местное понижение давления. Для размола волокнистой массы этот эффект является позитивным, от которого зависит степень обработки волокна. Для увеличения воздействия этого эффекта необходимо регулировать скорость истечения струи суспензии из сопла на лопатку и количество лопаток на подвижной преграде.

В связи с этим качество размола волокнистых материалов в безножевой установке типа «струя–преграда» (см. рисунок) будет зависеть от многих факторов, но определяющими среди них являются: характер взаимодействия, скорость истечения струи, форма и характер преграды, расстояние от насадки до преграды, форма насадки, ее диаметр [4; 5].

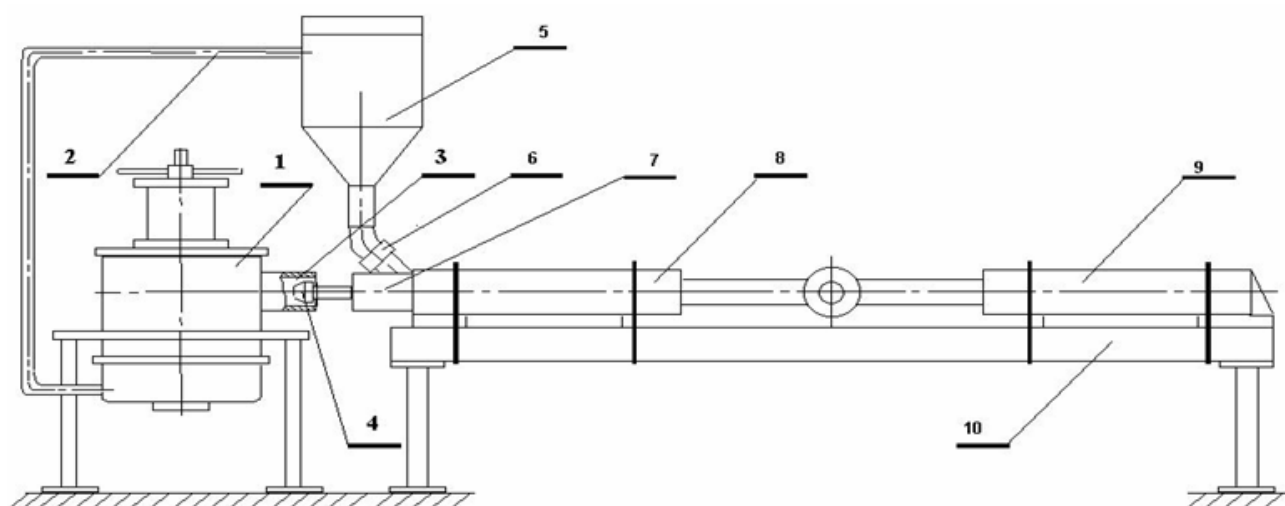


Рис. 1. Схема экспериментальной безножевой установки типа «струя–преграда»:

1 – камера гидродинамического размола; 2 – трубопровод возврата; 3 – раструб; 4 – насадка; 5 – емкость; 6 – всасывающий клапан; 7 – выпускной клапан; 8 – рабочий цилиндр; 9 – приводной цилиндр; 10 – рама

И так как размол в безножевой установке происходит за счет кавитационного воздействия на волокна, последние подвергаются преимущественному расщеплению (фибрилляции)

вдоль их оси, в результате повышается величина физико-механических характеристик готовых отливок [4].

Это связано с тем, что физико-механические показатели готовых отливок в основном зависят от гибкости, прочности, шероховатости отдельных волокон, длины размалываемых волокон, внешней удельной поверхности и от сил связи между волокнами.

Например, изменение концентрации оказывает существенное влияние на показатель раздиранию, который с увеличением концентрации падает [4; 5], потому что с увеличением концентрации связь между волокнами уменьшается, и сопротивление раздиранию становится меньше из-за уменьшения трения при вытягивании волокон из бумаги.

Диаметр насадки оказывает существенное влияние на число двойных перегибов. Так, например, при диаметре насадки 0,002 м данный показатель увеличивается от 180 до 950, тогда как при диаметре насадки 0,0015 м – от 250 до 450. Это объясняется тем, что при увеличении степени помола волокнистой массы на показатель сопротивления бумажных отливок излому одновременно в отрицательном направлении действуют два фактора: повышение хрупкости волокон и снижение средней длины волокна. С уменьшением диаметра насадки влияние этих факторов возрастает.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что бумага, полученная из волокнистых материалов, предварительно обработанных безножевым способом, оказывается значительно прочнее, чем бумага из волокон после ножевого размола. Но при положительных особенностях такого рода аппаратов все они имеют существенный недостаток, не позволяющий им найти широкое использование в промышленности. Этим недостатком является большой расход электроэнергии, который на порядок и более превосходит традиционные ножевые способы размола. Основная причина такого положения – недостаточная изученность механизма разработки волокон в этих аппаратах и невозможность в связи с этим оптимизации процесса.

### **Библиографические ссылки**

1. Канавеллис Р. Струйный удар и кавитационное разрушение // Теоретические основы инженерных расчетов. М., 1968. Т. 90, № 3. С. 39–98.
2. Павлов В. В., Козулин Ю. В., Горбачев Л. А., Павлова Л. В. Кавитационный метод обработки бумажной массы // Бум. пром-ть. М., 1981. С. 15.
3. Алашкевич Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах : дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1980. 334 с.
4. Кутовая Л. В. Комплексный параметр процесса обработки волокнистых суспензий безножевым способом в установке типа «струя-преграда» : дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1998. 150 с.
5. Алашкевич Ю. Д., Марченко Р. А., Решетова Н. С. Процесс безножевой обработки волокнистой суспензии в установке «струя–преграда» // Химия растительного сырья. Барнаул. 2009. № 2. С. 157–163.

© Алашкевич Ю. Д., Каплёв Е. В., Юртаева Л. В., 2019

## ЭКСТРАГИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПЛОДОВ *SORBUS AUCUPARIA*

А. А. Атаманов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Saikl81@mail.ru

*Рассмотрено влияние различных вариантов извлечения на кинетику массопереноса при экстрагировании биологически активных веществ из плодов рябины обыкновенной.*

*Ключевые слова: экстракция, коэффициент массопередачи, экстрактивные вещества.*

## EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM THE FRUIT *SORBUS AUCUPARIA*

A. A. Atamanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Saikl81@mail.ru

*The article deals with the influence of different variants of extraction on the kinetics of mass transfer in the extraction of biologically active substances from the fruits of Sorbus Aucuparia.*

*Keywords: extraction, mass transfer coefficient, extractive substances.*

**Введение.** Возможны различные варианты технического оформления экстрагирования биологически активных веществ (БАВ) из измельчённых плодов. Наиболее целесообразным из них является тот, который характеризуется наилучшими кинетическими характеристиками процесса и степенью извлечения ценных компонентов. Поэтому целью работы является сравнение различных вариантов извлечения по кинетическим характеристикам объемного коэффициента массопередачи ( $K_v$ ).

**Экспериментальная часть.** В работе исследовались три способа проведения процесса экстракции:

- 1) путем настаивания в неподвижной среде;
- 2) в условиях колебательного движения на виброустановке;
- 3) при вынужденной циркуляции системы твердая фаза – экстрагент в замкнутом контуре.

Процесс извлечения экстрактивных веществ (ЭВ) из измельчённых плодов рябины обыкновенной проводится водноэтанольной смесью с содержанием спирта 60 %, при температуре 50 °С и гидромодуле 7 [1].

На основе закономерностей массопереноса и экспериментальных результатов по извлечению ЭВ рассчитывались кинетические характеристики процесса [2; 3].

Предельно достижимые равновесные концентрации, необходимые для расчета значений объемного коэффициента массопередачи, определялись экспериментально по кривым вымывания ЭВ из твердой фазы [4].

Конечное содержание ЭВ в твёрдой фазе при проведении экстрагирования путём настаивания в неподвижной среде равно 0,91 кг/кг достигается за 90 минут, однако в условиях колебательного движения на виброустановке это значение наблюдается через 9, а в движущемся потоке уже через 2 минуты после начала процесса экстракции и за следующие 13 минут концентрация экстрактива снижается до равновесной, в качестве которой была принята  $x_p = 0,383$  кг ЭВ в твёрдой фазе/кг рафината.

Коэффициент  $K_v$  меняется по ходу процесса и оказывается зависимым от содержания ЭВ в твердой фазе вследствие изменения значений коэффициента массопроводности экстрактивных веществ в порах и коэффициента скорости растворения экстрактивных веществ в экстрагенте по мере истощения из плодов извлекаемых веществ. Криволинейная зависимость аппроксимировалась ломаной линией с поэтапным определением значений  $K_v$ , отражающей физическую картину изменения соотношения механизмов массопереноса ЭВ между фазами в ходе процесса.

Наибольшие значения объемного коэффициента массопередачи достигаются при экстрагировании в движущемся потоке это объясняется интенсификацией переноса на всех этапах. При вынужденном движении потока по замкнутому контуру под действием работы насоса возрастают значения коэффициента массопроводности экстрактивных веществ в порах и коэффициента скорости растворения экстрактивных веществ в экстрагенте вследствие интенсификации «прокачки» экстрагента сквозь толщу и у поверхности твердой фазы, так как при пониженном давлении в линии всасывания поры материала раскрываются, а в линии нагнетания сжимаются.

Также при прохождении частиц твердой фазы по внутренней полости насоса они измельчаются (средний диаметр частиц равен 0,33 мм), растет площадь их поверхности и масса ЭВ, извлекаемых из твердой фазы в единицу времени.

Установлено также влияние на объемный коэффициент массопередачи температуры системы и числа Рейнольдса при экстрагировании в движущемся потоке.

С увеличением температуры системы возрастает коэффициент скорости растворения ЭВ –  $\beta_r$ , снижается вязкость жидкости, вследствие чего увеличивается коэффициент молекулярной диффузии –  $D$ . Все эти факторы ведут к увеличению значений объемного коэффициента массопередачи.

Повышение скорости движущегося потока в замкнутом контуре увеличивает коэффициент массотдачи  $\beta$  и способствует интенсификации экстракции.

### Библиографические ссылки

1. Атаманов А. А., Борисова Т. В., Левин Б. Д. Зависимость выхода экстрактивных веществ от гидро модуля при экстрагировании плодов рябины обыкновенной // Химия и химическая технология в XXI веке : тез. VII Всерос. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. Томск : Изд-во ТПУ, 2006. С. 200.
2. Рудобашта С. П. Массоперенос в системах с твердой фазой. М. : Химия, 1980. 248 с.
3. Романков П. Г., Рашковская Н. Б., Фролов В. Ф. Массообменные процессы химической технологии. Л. : Химия, 1975. 336 с.
4. Протодаконов И. О., Люблинская И. Е., Рыжков А. Е. Гидродинамика и массообмен в дисперсных системах жидкость – твердое тело. Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1987. 334 с.

© Атаманов А. А., 2019

## КАРОТИНОИДЫ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ

О. А. Белкина, Е. В. Исаева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: grak.1995@mail.ru

*Методом бумажной хроматографии выделены каротиноиды из листьев тополей, произрастающих на территории Красноярского края. Установлено, что в последнюю фазу развития листа содержание каротиноидов изменяется от 0,11 до 1,75 % от а.с.с.*

*Ключевые слова: тополь, листья, каротиноиды, бумажная хроматография.*

## ISOLATION AND SEPARATION PIGMENTS

O. A. Belkina, E. V. Isaeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: grak.1995@mail.ru

*Using paper chromatography, carotenoids were isolated from balsamic poplar leaves growing on the territory of the Krasnoyarsk Territory. A quantitative analysis of the carotenoids obtained was carried out using the photocolormetric method.*

*Keywords: poplar, carotenoids, leaves, paper spectroscopy.*

В настоящее время для производства лекарственных препаратов и косметических средств, все большее применение находят натуральные растительные экстракты, в состав которых входят биологически активные вещества. С этой точки зрения листья тополя бальзамического представляют интерес для химической и биохимической переработки, поскольку могут служить источником углеводов, флавоноидов, микроэлементов, белковых и других веществ [1; 2].

Некоторые из экстрактивных веществ особенно вызывают интерес благодаря своим физиологическим свойствам, например каротиноиды. Каротиноиды имеют широкий спектр фармакологических свойств, основными из которых являются антиоксидантная, радиопротекторная, фотопротекторная, провитаминная, антиканцерогенная и т. д. [3].

Хлорофиллы и каротиноиды являются основными пигментами листьев растений. Хлорофиллы имеют огромное значение в процессе фотосинтеза. Каротиноиды выполняют функцию вспомогательных пигментов при фотосинтезе, могут также защищать хлорофилл от необратимого окисления. В отличие от хлорофиллов, каротиноиды образуются в некотором количестве и в темноте. Установлено, что с понижением температуры осенью листья перестают образовывать хлорофилл и приобретают сетло-желтую окраску за счет накопления каротинов и ксантофиллов или красную за счет накопления антоцианов.

У тополей окраска листьев изменяется в различные оттенки желтого цвета. Так, для тополя черного (*Populus nigra* var. *italica*) содержание хлорофилла в зеленых листьях составляет 1,79, а желтых 0,27 мг/г [4]. В литературе имеется упоминание о наличии каротина в листьях тополя [5], но количественная оценка не приводится. Поэтому целью данной



работы является установления наличия и количественная оценка содержания каротиноидов в листьях тополей, произрастающих на территории Красноярского края.

Объектом исследования являлись листья тополя бальзамического, отобранные в августе и сентябре (г. Ачинск), и тополя черного, отобранные в августе 2017 г. (г. Минусинск).

Выделение каротиноидов проводили методом бумажной хроматографии [6]. Высушенные и измельченные листья экстрагировали этиловым спиртом. Полученный экстракт разделяли на быстрой хроматографической бумаге в системе растворителей петролейный эфир-этиловый спирт (16:1). Хроматографирование проводили в присутствии стандарта каротина. По окончании хроматографирования пигменты элюировали с бумаги петролейным эфиром.

Разделение пигментов основано на различной скорости их продвижения с растворителем. Это обусловлено различной адсорбцией пигментов на бумаге и частично – разной растворимостью в бензине, петролейном эфире и массой молекул. Эмпирическая формула хлорофилла б –  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , хлорофилла в –  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ . Каротин ( $C_{40}H_{56}$ ) имеет большое сродство с бензином. Ксантофиллы ( $C_{40}H_{56}O_2$ ) лучше растворяются в этаноле, чем в петролейном эфире [7; 8].

Количественный анализ выделенных из спиртового экстракта листьев каротиноидов осуществляли фотоколориметрическим методом. Оптическую плотность пигментов снимали при длине волны 475 нм (синий светофильтр).

Результаты качественного анализа каротиноидов листьев тополя представлены в таблице.

**Пигменты листьев тополя бальзамического**

| Номер пятна | R <sub>f</sub> пятна | R <sub>f</sub> стандарта | Описание      | Компонент [9] |
|-------------|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| 1           | 0,15                 | –                        | –             | –             |
| 2           | 0,4                  | –                        | Желто-зеленая | Хлорофилл-α   |
| 3           | 0,6                  | –                        | Желтый        | Ксантофиллы   |
| 4           | 0,7                  | –                        | Сине-зеленый  | Хлорофилл-β   |
| 5           | 0,98                 | 0,98                     | Оранжевый     | Каротин       |

Наличие каротина и ксантофиллов в листьях тополя подтверждено также методом тонкослойной хроматографии на силикагеле.

Количественная оценка содержания каротиноидов показала, что в листьях тополя в августе содержание каротина составляет 0,11 % (тополь бальзамический) и 0,17 % от а.с.с. (тополь черный). В завершающей фазе развития листа (сентябрь) содержание каротина увеличивается и составляет 1,75 %.

Содержание ксантофиллов в исследуемых образцах листьев ниже и составляет 0,02 % от абсолютно сухого сырья.

**Вывод.** Таким образом, в составе спиртовых экстрактов листьев тополя наряду с флавоноидами и эфирными маслами установлено наличие каротина и ксантофиллов, обладающих высокой биологической активностью. Содержание каротиноидов составляет 0,11–1,75 % а.с.с.

### Библиографические ссылки

1. Исаева Е. В., Рязанова Т. В., Гаврилова Л. В. Групповой химический состав листьев тополя // Sciences of Europe (Praha, Czech Republic). 2016. Vol. 1, № 8 (8). P. 116–121.
2. Исаева Е. В., Грак О. А. Групповой состав спиртового экстракта листьев тополя // Решетневские чтения : материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф. (08–11 нояб. 2017, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. Ч. 2. С. 139–140.

3. Johnson E. J. The role of carotenoids in human health // Nutr. Clin. Care. 2002. Vol. 5. P. 56–65.
4. Крамер Пол Д., Козловский Теодор Т. Физиология древесных растений : пер с англ. М. : Лесн. пром-ть, 1983. 464 с.
5. Растительные ресурсы СССР. Л. : Наука, 1986. 336 с.
6. Химия и технология биологически активных веществ : метод. указания к проведению лабораторных работ / Г. В. Тихомирова, Е. В. Исаева и др. / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2011. 87 с.
7. Разделение фотосинтетических пигментов методом бумажной хроматографии [Электронный ресурс]. URL: [https://studopedia.ru/9\\_30740\\_zadanie--himicheskie-i-opticheskie-svoystva-pigmentov-lista.html](https://studopedia.ru/9_30740_zadanie--himicheskie-i-opticheskie-svoystva-pigmentov-lista.html) (дата обращения: 22.11.2018).
8. Ксантофилл [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activestudy.info/ksantofill/> (дата обращения: 22.11.2018).
9. Демидова А. А., Колбаева Е. П. Разделение пигментов листьев комнатных растений методом бумажной хроматографии // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. ст. студентов и молодых ученых : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Кемерово, 2015. С. 286–291.

© Белкина О. А., Исаева Е. В., 2019

## **ВЛИЯНИЕ ВИДА СЫРЬЯ НА БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ**

Д. Ю. Васильева, Л. В. Юртаева\*, Ю. Д. Алашкевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: 2052727@mail.ru

*Проанализирована зависимость бумагообразующих свойств от концентрации волокнистой массы в оборотном браке.*

*Ключевые слова: концентрация, размол, волокнистый полуфабрикат, оборотный брак, волокно.*

## **THE INFLUENCE OF RAW MATERIALS ON A PAPER-FORMING PROPERTIES OF THE FIBER**

D. Y. Vasileva, L. V. Yurtaeva\*, Y. D. Alashkevich

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: 2052727@mail.ru

*The article analyzes the dependence of paper-forming properties on the concentration of fibrous mass in the circulating marriage.*

*Keywords: concentration, grinding, fibrous semi-finished product, negotiable marriage, fiber.*

В зависимости от назначения изготавливаемого вида бумаги размалываемая бумажная масса должна иметь определенный состав по длине волокон, хорошо или слабо фибриллированных, и определенную степень помола, выражаемую в градусах Шоппер–Риглера [1].

Для получения массы нужного качества и к тому же наиболее эффективным способом, т. е. с наименьшей затратой электроэнергии, технолог-бумажник должен умело пользоваться переменными факторами процесса размола. Эти факторы связаны либо с технологическим режимом процесса размола, либо с используемым размольным оборудованием.

Как правило, в руках технолога-бумажника эффективным методом воздействия на процесс размола являются переменные факторы, оказывающие влияние на технологический режим процесса. Факторы же, связанные с размольным оборудованием, технологом фактически либо совсем не управляемы, либо управляемы в малой степени, поскольку технолог стоит перед необходимостью использования уже установленного на фабрике оборудования.

Размол волокнистых полуфабрикатов является одним из важнейших процессов бумажного производства. Размол – это процесс механической обработки растительных волокон в присутствии воды. Он позволяет достаточно сильно менять многие свойства бумаги.

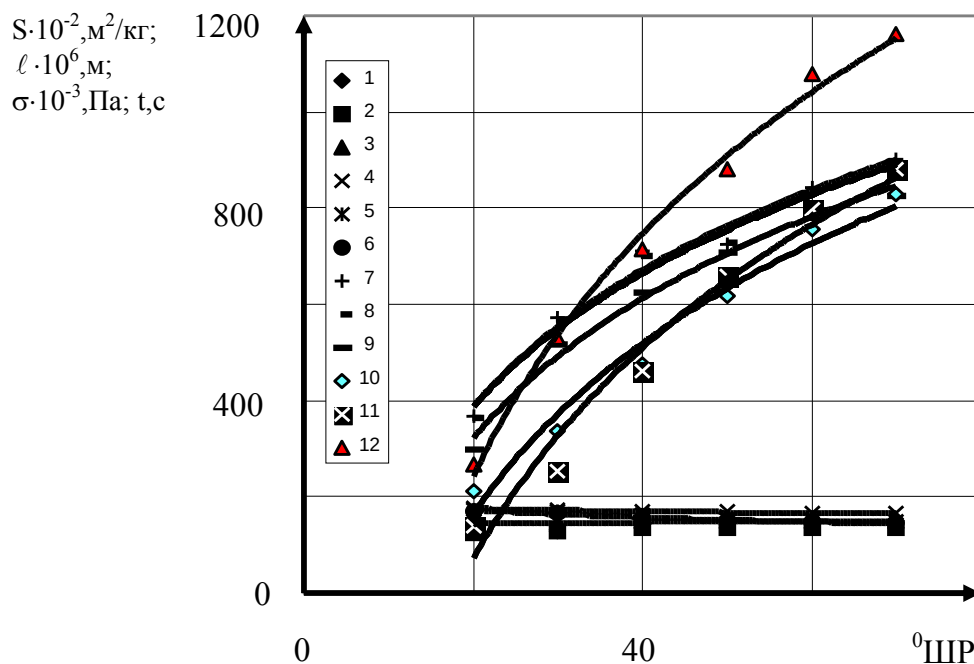
К переменным факторам технологического режима процесса размола при использовании одного и того же вида волокнистого материала относятся: продолжительность размола, удельное давление на волокна при их размоле, концентрация массы, температура массы, рН среды и добавка химических веществ при размоле [2].

Волокнистые материалы обладают различной способностью размалываться: одни из них размалываются быстрее, другие медленнее, третьи совсем неспособны расщепляться. Такое различное поведение волокон при размоле зависит от морфологии и анатомии волокна, его химического состава и исходной прочности, зависящей от метода варки полуфабриката, его степени полимеризации и фракционного состава. Хвойные волокна более длинные и имеют ленточную структуру, а лиственные более короткие и трубчатые. Хвойные волокна лучше застревают на кромках ножей, быстрее набухают и лучше фибриллируются. Это наиболее универсальный волокнистый материал, применяемый для выработки разнообразного ассортимента бумаги. Лиственные волокнистые материалы подвергают в основном рафинирующему размолу без укорочения и расщепления отдельных волокон и применяют только в сочетании с длиноволокнистой целлюлозой из хвойной древесины.

Сульфатная целлюлоза размалывается труднее, чем сульфитная, потому что на поверхности сульфитной целлюлозы имеется большое количество поврежденного наружного слоя вторичной стенки.

Кроме того, большое влияние оказывает химический состав волокнистого полуфабриката (содержание б-целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина). Волокна, содержащие большее количество б-целлюлозы содержат мало аморфной части, а, следовательно, слабо набухают и плохо размалываются. Волокна с большим содержанием гемицеллюлоз, менее кристаллические, хорошо размалываются за счет интенсивного набухания в воде. Лигнин действует отрицательно на размол, так как создает оболочку на волокне, блокирует гидроксильные группы и делает их труднодоступными к действию воды.

В отличие от волокнистого материала, при работе с оборотным браком важно понимать, что волокно будет повторно подвергаться роспуску, что приведет к ухудшению его состояния, а следовательно, и бумагообразующих свойств готовых полуфабрикатов.



Зависимость бумагообразующих показателей волокнистой массы от градуса помола по Шоппер-Риглеру:  
 макулатура: длина волокна 3 – C = 1 %; 2 – C = 2 %; 3 – C = 3 %;  
 межволоконные силы связи 4 – C = 1 %; 5 – C = 2 %; 6 – C = 3 %;  
 целлюлоза: длина волокна 12 – C = 1 %; 11 – C = 2 %; 10 – C = 3 %;  
 межволоконные силы связи 9 – C = 1 %; 8 – C = 2 %; 7 – C = 3 %

В лаборатории кафедры Машины и аппараты промышленных технологий СибГУ им. М. Ф. Решетнева ведутся исследования процесса размола различных видов волокнистой массы как ножевым (дисковая мельница), так и безножевым (установка типа «струя-преграда») способами размола.

Преимущество безножевых машин перед ножевыми аппаратами, заключается в том, что они обеспечивают более щадящий режим обработки, который в свою очередь важен для обработки коротковолокнистых материалов и макулатуры, волокна которой однажды уже претерпели стадию ножевого размола [3].

В качестве примера на рисунке представлены результаты обработки целлюлозы и макулатуры на безножевой установке типа «струя-преграда» концентрацией 1, 2 и 3 %, давления  $P = 10$  МПа при различных температурах и начальной степени обработки волокнистой суспензии 20° ШР.

На рисунке показаны зависимости средней длины волокна, внешней удельной поверхности, межволоконных сил связи, времени размола при равных условиях размола от концентрации размалываемой массы [4].

Как видно из рисунка качественные зависимости изменения бумагообразующих показателей не зависят от вида волокнистой массы близки друг другу и практически не зависят от концентрации.

Что касается количественных зависимостей, то здесь явно видно, что при изменении вида размалываемой массы все показатели с ростом градуса помола по Шопперу–Риглеру меняются. Причем при концентрации  $C = 3$  кг/м<sup>3</sup> значения бумагообразующих показателей обрабатываемой макулатуры и целлюлозы остаются ниже, чем при концентрации  $C = 1$  кг/м<sup>3</sup>, из-за снижения интенсивности размола.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что вид размалываемого полуфабриката оказывает большое влияние на направление процесса размола в сторону рубки или фибриллирования волокон. А это в свою очередь влияет на рост бумагообразующих свойств и качество готовой бумаги.

### Библиографические ссылки

1. Фляте Д. М. Технология бумаги : учебник для вузов. М. : Лесная пром-ть, 1988. 440 с.
2. Терентьев О. А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве. М. : Лесная пром-ть, 1980. 248 с.
3. Иванов С. Н. Теория и практика размола // Размол бумажной массы. М. : Гослесбумиздат, 1956. С. 5–21.
4. Алашкевич Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах : дис. ... д-ра техн. наук. Л., 1980. 334 с.

© Васильева Д. Ю., Юртаева Л. В., Алашкевич Ю. Д., 2019

## ВЛИЯНИЕ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ НА ПРОЦЕСС ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ В ВАНИЛИН И ЦЕЛЛЮЛОЗУ<sup>1</sup>

Д. О. Вигуль<sup>1,2</sup>, Н. В. Тарабанько<sup>2</sup>, К. Л. Кайгородов<sup>2</sup>, М. А. Смирнова<sup>2</sup>, В. Е. Тарабанько<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН  
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50/24  
E-mail: tarabanko.nv@icct.krasn.ru

*Изучено влияние стадии предгидролиза (удаления гемицеллюлоз) на процесс каталитического окисления предгидролизованной древесины в ванилин и целлюлозу. Показано, что удаление части гемицеллюлоз приводит к двухкратному снижению расхода реагентов в процессе окисления.*

*Ключевые слова: древесина, сосна, предгидролиз, гемицеллюлозы, ванилин, целлюлоза, окисление.*

## INFLUENCE OF HEMICELLULOSES ON THE PROCESS OF WOOD OXIDATIVE CONVERSION INTO VANILLIN AND CELLULOSE

D. O. Vigul<sup>1,2</sup>, N. V. Tarabanko<sup>2</sup>, K. L. Kaygorodov<sup>2</sup>, M. A. Smirnova<sup>2</sup>, V. E. Tarabanko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Chemistry and Chemical Technology of the Siberian Branch of the RAS  
50/24, Akademgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation  
E-mail: tarabanko.nv@icct.krasn.ru

*Influence of prehydrolysis (hemicelluloses removal) on the process of prehydrolyzed wood catalytic oxidation into vanillin and cellulose is studied. Removal of hemicelluloses is shown to decrease the reactants consumption (oxygen and alkali) by a factor of two.*

*Keywords: pine wood, oxidation, vanillin, cellulose, hemicelluloses, prehydrolysis.*

Возможности переработки древесины в продукты тонкого органического синтеза активно исследуются и ориентированы на замещение нефтяного сырья возобновляемым растительным [1]. В процессах химической переработки древесины на целлюлозно-бумажных комбинатах лигнин претерпевает значительные изменения, в том числе конденсационного характера. Такие лигнины при окислении дают в 2–3 раза меньший выход ароматических альдегидов по сравнению с нативными [2].

Абсолютное большинство работ по окислению лигнинов в ароматические альдегиды посвящено переработке технических лигнинов, сульфатных, лигносульфонатов, лигнинов взрывного автогидролиза и др. [3]. Исследования по окислению нативных лигнинов, т. е.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (программа государственной поддержки молодых кандидатов наук, проект МК-1443.2019.3).

Financial support from the Council for Grants of the President of Russian Federation (research project МК-1443.2019.3) is gratefully acknowledged.

древесины, проводятся в значительно меньших масштабах. Такое соотношение обусловлено, вероятно, относительной дешевизной технических лигнинов и необходимостью решения порождаемых ими экологических проблем. Нативные лигнины имеют отмеченное выше очевидное преимущество высоких выходов ванилина и сиреневого альдегида по сравнению с техническими лигнинами.

В работах [4–6] заявлены возможности получения и ароматических альдегидов, и целлюлозы в процессе окисления лиственной и хвойной древесины. Недавно эти возможности рассмотрены более подробно и показано, что в процессе окисления сосновой древесины можно получить ванилин и целлюлозу с выходами, весьма близкими к предельно возможным [7].

Важнейшей, но редко обсуждаемой характеристикой процессов переработки лигнинсодержащего сырья в ароматические альдегиды является расход основных реагентов, щелочи и молекулярного кислорода, в расчете на получаемые ванилин и сиреневый альдегид [3]. Эти показатели, и в первую очередь расход щелочи, в огромной степени определяют экономичность таких процессов.

Минимальный практический расход кислорода в процессах окисления лигносульфонатов находится в пределах 7–8 ммоль/г субстрата или в пересчете на образующийся ванилин 13–18 моль/моль [7]. Стехиометрическое окисление фенилпропановой единицы в ванилин согласно механизму процесса требует полмоля кислорода на моль ванилина, т. е. в 20–40 раз меньше наблюдаемого расхода. Расход щелочи в процессах окисления лигнорсульфонатов, березовой и сосновой древесины составляет 7, 12 и 27 кг на кг альдегидов соответственно [3]. Сравнительно большие расходы щелочи при окислении древесины по сравнению с окислением лигносульфонатов могут быть обусловлены окислением, а также изомеризацией и ретроальдольным расщеплением растворимых в условиях процесса гемицеллюлозных углеводов до сахариновых кислот, пировиноградной, молочной и других.

Цель настоящей работы заключается в изучении влияния предгидролиза древесины на расход реагентов в процессе ее окисления в ванилин и целлюлозу.

**Экспериментальная часть.** В работе использовали воздушно-сухую древесину сосны, фракция менее 0,1 мм. Состав высушенной при 95 °С сосновой древесины, масс. %: лигнин – 24,0, целлюлоза – 50,2, смолистых веществ – 3,8 %.

Эксперименты проводили в автоклаве из нержавеющей стали объемом 1 л при температуре 170 °С и парциальном давлении кислорода 0,2 МПа. Перемешивание осуществлялось с помощью магнитной мешалки.

Пробы реакционной массы отбирали через определенные промежутки времени, подкисляли и экстрагировали этилацетатом. Концентрацию альдегидов определяли методом ГЖХ.

**Результаты и обсуждение.** В процессе окисления кислород расходуется на окисление лигнина в ванилин и побочные продукты, а также на окисление других компонентов древесины, экстрактивных веществ, гемицеллюлоз и, возможно, целлюлозы.

Влияние гемицеллюлоз на конверсию древесины можно проследить путем удаления этих углеводов методами гидролиза (табл. 1) перед проведением процесса окисления. Древесина сосны содержит 17–18 масс. % легкогидролизуемых углеводов [8]. При предгидролизе древесины концентрированной соляной кислотой при комнатной температуре, разбавленной кислотой при 100 °С, а также водным раствором щелочи, удаляется до 17–18 масс. % гидролизуемых веществ (табл. 1), т. е. практически все легкогидролизуемые углеводы.

Использованные мягкие условия предгидролиза незначительно сказываются на выходе ванилина в последующем процессе окисления: при одинаковой загрузке древесного сырья выход ванилина (в расчете на загруженный лигнин) из образца, гидролизованного разбавленной кислотой при 100 °С, на 49 относит. % меньше по сравнению с обессмоленной древесиной (табл. 2). Образец, гидролизированный концентрированной HCl при комнатной температуре, дает ванилина на 51 относит. % больше по сравнению с образцом, гидролизированным

при 100 °С. Эти результаты показывают, что мягкий гидролиз древесины при комнатной температуре ведет к незначительной конденсации лигнина и практически не снижает выход ванилина в последующем окислении – аналогичные результаты получены ранее на других породах древесины [3]. Низкотемпературный предгидролиз древесины, как и ожидалось, конденсирует лигнин в меньшей степени и предпочтителен для получения максимальных выходов ароматических альдегидов по сравнению с предгидролизом при 100 °С.

Таблица 1

**Состав образцов исходной и предгидролизованной при комнатной температуре древесины**

| № | Условия предгидролиза    | Лигнин, масс. % | Целлюлоза, масс. % | Потеря массы при предгидролизе, % |
|---|--------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------------|
| 1 | Исходная древесина       | 24,0            | 50,2               | –                                 |
| 2 | Конц. HCl, 1 час         | 25,0            | 52,2               | 4,9                               |
| 3 | Конц. HCl, 2 час         | 26,8            | 52,1               | 8,4                               |
| 4 | Конц. HCl, 5 час         | 28,3            | 54,4               | 11,5                              |
| 5 | Конц. HCl, 24 час        | 29,7            | 59,2               | 17,8                              |
| 6 | 2 % HCl, кипячение 3 час | 30,1            | 58,3               | 17,2                              |
| 7 | 10 % KOH, 24 час         | 23,0            | 54,54              | 16                                |

Таблица 2

**Результаты окисления образцов исходной и предгидролизованной древесины.  
Условия процесса: 20 г древесины, 15 г сульфата меди, 400 мл воды, 170 °С,  
продолжительность разогрева реактора с инертной атмосферой – 25 мин,  
реакции окисления – 30 мин**

| №   | Условия предгидролиза  | Загрузка щелочи, г | Расход кислорода, моль | Выход целлюлозы / лигнина, % от исходного | Выход ванилина, г | Выходы ванилина на загруженный / израсходованный лигнин, мас. % | Расход реагентов, моль/моль ванилина |        |
|-----|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
|     |                        |                    |                        |                                           |                   |                                                                 | Кислород                             | Щелочь |
| 1-1 | Исходная древесина     | 20                 | 0,294                  | 91,4 / 52,4                               | 0,948             | 19,7 / 41,4                                                     | 47,2                                 | 80,2   |
| 1-2 |                        | 16                 | –                      | 87,8/28                                   | 0,50              | 10,4 / 14,4                                                     | –                                    | 122    |
| 1-3 |                        | 12                 | –                      | 90,1/27                                   | 0,34              | 7,1 / 9,7                                                       | –                                    | 134    |
| 2   | Конц. HCl, 1 час       | 10                 | 0,146                  | –                                         | 1,004             | 20,0                                                            | 22,1                                 | 37,9   |
| 3   | Конц. HCl, 2 час       | 10                 | 0,142                  | –                                         | 0,992             | 18,5                                                            | 21,8                                 | 38,3   |
| 4   | Конц. HCl, 5 час       | 10                 | 0,134                  | –                                         | 0,951             | 16,8                                                            | 21,3                                 | 40,0   |
| 5-1 | Конц. HCl, 24 час      | 8                  | 0,110                  | 50,9 / 20,2                               | 0,784             | 13,2 / 16,5                                                     | 21,3                                 | 38,8   |
| 5-2 |                        | 10                 | 0,117                  | 47,4 / 21,2                               | 0,824             | 13,9 / 17,7                                                     | 21,6                                 | 46,1   |
| 5-3 |                        | 20                 | 0,125                  | 25,5 / 20,7                               | 0,804             | 11,6 / 14,6                                                     | 23,7                                 | 94,5   |
| 6-1 | 2 % HCl, 100 °С, 3 час | 8                  | 0,130                  | 60,8 / 18,0                               | 0,776             | 12,9 / 15,7                                                     | 25,4                                 | 39,2   |
| 6-2 |                        | 10                 | 0,134                  | 49,8 / 18,5                               | 0,798             | 13,2 / 16,2                                                     | 25,5                                 | 47,6   |
| 6-3 |                        | 20                 | 0,131                  | 32,9 / 17,7                               | 0,764             | 12,7 / 15,4                                                     | 26,1                                 | 99,5   |
| 7-1 | 10 % KOH, 24 час       | 8                  | 0,116                  | 61,1 / 24,0                               | 0,824             | 17,9 / 23,5                                                     | 21,5                                 | 36,9   |
| 7-2 |                        | 10                 | 0,118                  | 50,4 / 24,1                               | 0,83              | 18,0 / 23,7                                                     | 21,6                                 | 45,8   |
| 7-3 |                        | 20                 | 0,111                  | 44,3 / 22,2                               | 0,764             | 16,6 / 21,3                                                     | 22,1                                 | 99,5   |

С другой стороны, предгидролиз позволяет значительно снизить расходы кислорода и щелочи в процессе окисления древесины в ванилин. Так, в процессе окисления негидролизованной древесины при сокращении загрузки щелочи в расчете на древесину со 100 до 60–80 мас. % происходит падение выхода ванилина вдвое, с 20 до 7–10 мас. % (табл. 2). Окисление образцов предгидролизованной древесины дает принципиально иные результаты (табл. 2). Выходы ванилина при ее окислении сохраняются на уровне 18–20 мас. % в расчете



на лигнин при сокращении загрузки щелочи до 40–50 мас. % в расчете на сырье. Также значительно, в два раза, сокращается расход кислорода при переходе от негидролизованной древесины к предгидролизованной. Понятно, что такие различия обусловлены расходом кислорода на окисление гемицеллюлоз и щелочи на связывание получаемых продуктов окисления. Последнее приводит к уменьшению щелочности реакционной массы до значений, ниже необходимых для селективного окисления лигнинов в ванилин, рН 12–14 [3].

Следует отметить, что при окислении образцов предгидролизованной древесины повышение концентрации щелочи в реакционной системе сверх необходимого минимума не ведет к сколько-нибудь значительному росту поглощения кислорода. Это означает, что в таких условиях прекращение окисления лигноцеллюлозного комплекса обусловлено исчерпанием легкоокисляющихся фрагментов в нем, а не недостатком щелочи и падением рН среды.

Выход целлюлозы в процессе окисления древесины после ее предгидролиза снижается в два раза и более по сравнению с окислением исходной древесины. С ростом загрузки щелочи выход целлюлозы также снижается в полтора-два раза (табл. 2). Очевидно, это обусловлено частичным разрушением целлюлозы в процессах предгидролиза и щелочного окисления. Растворившаяся в процессе окисления часть целлюлозы в несколько раз превосходит по массе количество удаленных предгидролизом гемицеллюлоз, однако, судя по расходу кислорода и щелочи, эти глюкозиды существенных окислительных превращений не претерпевают.

Таким образом, нами установлено, что удаление половины гемицеллюлоз низкотемпературным предгидролизом хвойной древесины позволяет вдвое уменьшить расходы кислорода и щелочи (до значений 3,5 и 4,4 кг на кг получаемого ванилина соответственно) в процессе окисления получаемой лигноцеллюлозы в ванилин и целлюлозу по сравнению с известным подходом [7]. Проведенное исследование демонстрирует возможность двухступенчатой переработки древесины в набор продуктов тонкой химической технологии: – ванилин и целлюлозу с дальнейшей переработкой последней в левулиновую кислоту или этанол.

### Библиографические ссылки

1. Варфоломеев С. Д., Моисеев И. И., Мясоедов Б. Ф. Энергоносители из возобновляемого сырья. Химические аспекты // Вестник РАН. 2009. Т. 79, № 7. С. 595–604.
2. Brauns F. E., Brauns D. A. *Chemistry of lignin*. Academic Press, New York–London, 1960.
3. Tarabanko V. E., Tarabanko N. Catalytic oxidation of lignins into the aromatic aldehydes: general process trends and development prospects // Int. J. of Molecular Sciences, 2017. Vol. 18, Pp. 2421; doi:10.3390/ijms18112421.
4. Тарабанько В. Е., Первышина Е. П., Кузнецов Б. Н. Способ переработки древесины в продукты тонкого органического синтеза. Пат. РФ № 2119427, 1998.
5. Способ химической переработки древесины / Тарабанько В. Е., Козлов И. А., Первышина Е. П., Черняк М. Ю., Кузнецов Б. Н. Патент № 2158192, БИ № 30 27.10.2000.
6. Способ переработки древесины мелколиственных пород в ценные органические продукты / Тарабанько В. Е., Шамбазов В. К., Кузнецова С. А., Кузнецов Б. Н. Патент РФ № 2219048, БИ № 35, 20.12.2003.
7. Tarabanko V. E., Kaygorodov K. L., Skiba E. A., Tarabanko N., Chelbina Y. V., Baybakova O. V., Kuznetsov B. N., Djakovitch L. Processing Pine Wood into Vanillin and Glucose by Sequential Catalytic Oxidation and Enzymatic Hydrolysis. Journal of Wood Chemistry and Technology, 2017, Vol. 37, Iss. 1, Pp. 43–51. DOI 10.1080/02773813.2016.1235583.
8. Шарков В. И., Куйбина Н. И. Химия гемицеллюлоз. М. : Лесная пром-ть, 1972.

© Вигуль Д. О., Тарабанько Н. В., Кайгородов К. Л.,  
Смирнова М. А., Тарабанько В. Е., 2019

## СКРИНИНГ МИКРОМИЦЕТОВ – БИОДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

С. М. Вуйтович<sup>1,2</sup>, Е. А. Литвинова<sup>1,2</sup>, А. А. Тимофеев<sup>1,2</sup>, Ю. А. Литовка<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок 50/28  
E-mail: stefaniya\_vuytovich@mail.ru

*В результате исследования отобран активный штамм – биодеструктор для утилизации токсичных соединений в промышленных сточных водах, идентифицированный как Fusarium oxysporum Schltdl. Определена радиальная скорость роста культуры на сточной воде и с добавлением в нее источников углеродного и азотного питания. Показана возможность твердофазного культивирования штамма на смешанных растительных субстратах, увлажненных сточной водой. Растительные субстраты – отходы сельского хозяйства и деревопереработки можно рассматривать как структурную основу биопрепарата, в котором мицелий гриба находится в иммобилизованном состоянии, имея дополнительный запас питательных веществ.*

*Ключевые слова: fusarium oxysporum, микромицеты, сточные воды, поллютанты, твердофазное культивирование, биодеструкция, растительные субстраты.*

## SCREENING OF MICROMYCETES – BIODESTRUCTORS FOR CLEANING INDUSTRIAL WASTE WATER

S. M. Vuytovich<sup>1,2</sup>, E. A. Litvinova<sup>1,2</sup>, A. A. Timofeev<sup>1,2</sup>, Yu. A. Litovka<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup>Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Unit FIC KSC SB RAS  
50/28, Academgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation  
E-mail: stefaniya\_vuytovich@mail.ru

*Selected active strain-biodestructor for the destruction of toxic compounds in industrial wastewater. Strain identified as Fusarium oxysporum Schltdl. The radial growth rate of the culture on wastewater and with the addition of carbon and nitrogen sources to it has been determined. The possibility of solid-phase cultivation of the strain on mixed plant substrates moistened with wastewater shown. Such substrates are the structural basis of a biological product, in which the mycelium of the fungus is immobilized and has an additional supply of nutrients.*

*Keywords: fusarium oxysporum, micromycetes, wastewater, pollutants, solid-phase cultivation, biodegradation, vegetable substrates*

Сточные воды, образовавшиеся при добыче драгоценных металлов, содержат токсичные соединения: цианиды, тиоцианаты, фенолы, аммиак, фосфаты и другие загрязнители, превышающие предельно допустимую концентрацию (ПДК) в десятки и сотни раз [1–3]. Поллютанты опасны для ихтиофауны, птиц и млекопитающих животных, поэтому промыш-

ленные воды должны подвергаться очистке с целью снижения концентрации загрязненных веществ до безопасного уровня [4–6]. Наиболее эффективной и экологически безопасной считается микробиологическая очистка, которая основана на естественных жизненных процессах гетеротрофных микроорганизмов, окисляющих загрязняющие вещества до безопасных соединений, позволяя одновременно удалять несколько поллютантов [7; 8].

Целью настоящего исследования был скрининг микроорганизмов, утилизирующих различные загрязнители в промышленных сточных водах, в том числе тиоционаты, и оценка возможности их культивирования и получения активной формы препарата для биологической очистки сточных вод. Объектами исследования служили 35 штаммов микроорганизмов, выделенные из образцов сточных вод промышленного предприятия с различным уровнем загрязнения (бактерии), погружной растительности и древесины (микроскопические грибы). Первичный скрининг проводили среди микроскопических грибов; основной критерий – радиальная скорость роста на агаризованной токсигенной среде (приготовленной на основе сточной воды) [9] и возможность последующего твердофазного культивирования наиболее активных штаммов.

Установлено, что радиальная скорость исследуемых штаммов грибов на среде с высоким уровнем техногенного загрязнения варьировала в пределах 2,5–3,9 мм/сут. Максимальные ростовые показатели (3,7–3,9 мм/сут) отмечены у трех штаммов (рис. 1).

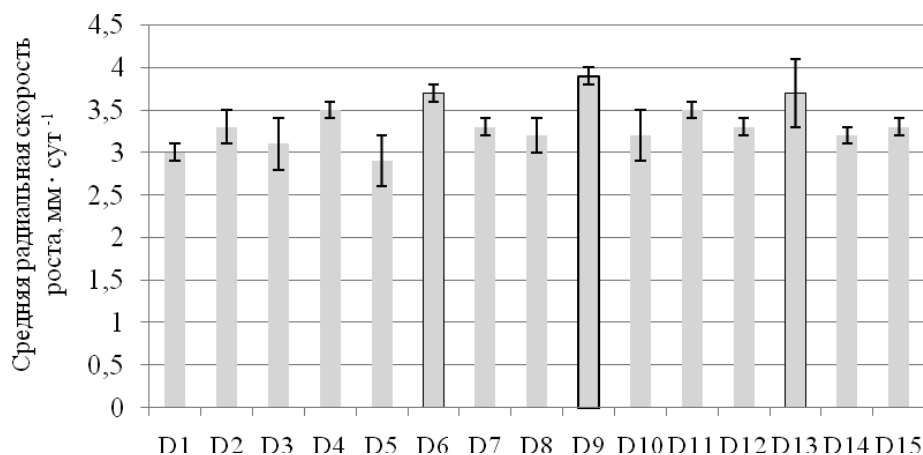


Рис. 1. Средняя радиальная скорость роста грибов на агаризованной сточной воде

Штамм D9, характеризующийся максимальной скоростью роста, дополнительно культивировали на исходной сточной воде с добавлением агара (среда № 1), а также на средах с дополнительным внесением источника углеродного питания (среда № 2 с добавлением ацетата натрия), азотного питания (среда № 4 с добавлением хлорида аммония) и углеродного-азотного питания (среда № 4 с добавлением ацетата натрия и хлорида аммония) для определения их влияния на ростовые параметры в течение 8 сут.

Максимальной скоростью роста штамм характеризуется на среде с добавлением источника углерода (в виде ацетата натрия) и совместного внесения источника азота и углерода. Средняя радиальная скорость составила 4,5 и 4,7 мм/сут, что в среднем в 1,2 раза выше показателя на среде без добавок. При добавлении дополнительного источника азота (в виде хлорида аммония) развитие колонии замедлилось и составило 3,6 мм/сут. Динамика скорости роста была схожей во всех вариантах с выходом на максимальное значение на 5–7 сутки культивирования (рис. 2).

Таким образом, внесение источника углеродного питания либо совместно азота и углерода ускоряет ростовые параметры, однако гриб успешно колонизирует среду и без внесения дополнительных питательных веществ.

Наиболее активный штамм D9 по морфолого-культуральным и молекулярно-генетическим признакам (нуклеотидное секвенирование участков генетического маркера ITS; идентичность 100 %) был идентифицирован как *Fusarium oxysporum* Schltdl. и отобран для дальнейшего исследования.

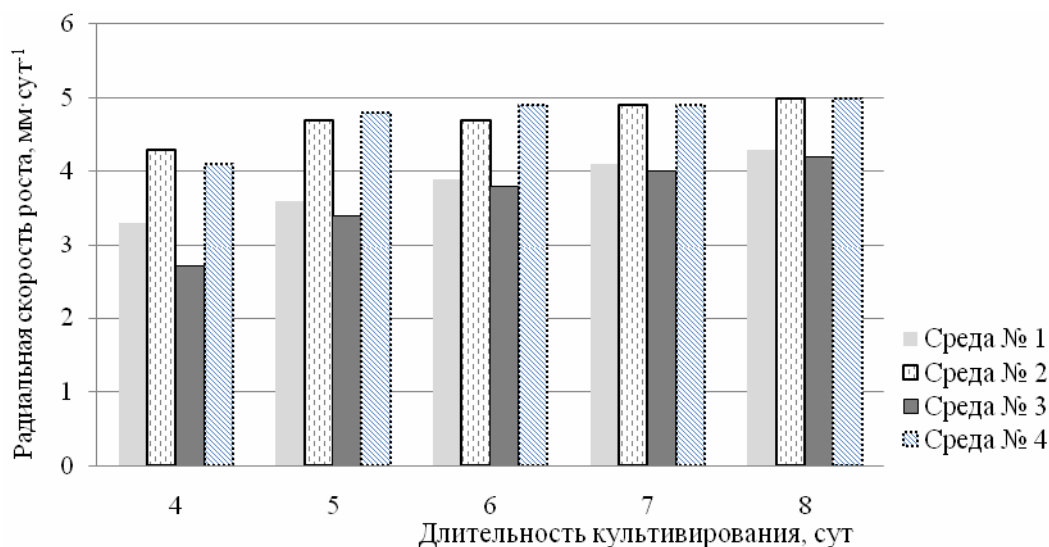


Рис. 2. Динамика скорости роста штамма D9 *Fusarium oxysporum* на питательных средах на основе сточной воды

Исследуемый штамм был выделен из образцов древесины, длительно находившихся в сточных водах с высоким уровнем содержания поллютантов. В связи с чем, следующим этапом работы была оценка возможности гриба колонизировать стерильные растительные субстраты, которые можно рассматривать как структурную основу биопрепарата, на котором мицелий активного грибного штамма будет находиться в иммобилизованном состоянии, имея при этом дополнительный запас питательных веществ. Субстраты доводили до оптимальной влажности (68–70 %) водопроводной и сточной водой. Посевы инкубировали в термостате при 23 °С в течение 14 сут. Основные оцениваемые параметры – радиальная скорость роста и ростовой коэффициент (см. таблицу).

Максимальная радиальная скорость роста *F. oxysporum* на субстрате, увлажненном сточной водой, отмечена в первом варианте (3,8 мм·сут<sup>-1</sup>); на субстрате с водопроводной водой – в 4 и 5 вариантах (4,1 и 4,3 мм·сут<sup>-1</sup>, соответственно). Скорость роста не является единственным показателем при оценке ростовых параметров. Не менее важным показателем является ростовой коэффициент, характеризующий степень адаптации культуры к субстратам [9]. Ростовой коэффициент штамма D9 *F. oxysporum* на субстратах, увлажненных сточной водой, находился в диапазоне 32–59 (максимум в варианте № 1); на субстратах с водопроводной водой ростовой коэффициент составил 111 (максимум в варианте № 4, что характеризует исследуемый штамм как средне- и быстрорастущий).

В результате проведенного исследования был отобран перспективный для биодеструкции поллютантов в промышленных сточных водах штамм D9 *F. oxysporum* и определены его ростовые показатели на токсигенной среде. Установлено, что культура растет в агрессивных условиях и без внесения дополнительных источников питания, однако их добавление в среду увеличивает радиальную скорость роста в среднем в 1,3 раза. Способность штамма колонизировать растительные субстраты – отходы сельскохозяйственного комплекса и лесоперерабатывающей промышленности открывает перспективы получения экономически рентабельных и экологически безопасных биопрепаратов на основе растительных отходов и гриба *F. oxysporum* для биологической очистки сточных вод.

**Средняя скорость роста и ростовой коэффициент *Fusarium oxysporum*  
на смешанных субстратах**

| №<br>п/п | Субстрат<br>(доля содержания)                         | Средняя скорость роста (мм·сут <sup>-1</sup> )<br>Ростовой коэффициент |                    |
|----------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|          |                                                       | сточная вода                                                           | водопроводная вода |
| 1        | Сено + опилки кедра (1:1)                             | 3,8±0,1<br>59±0,9                                                      | 2,4±0,1<br>27±0,8  |
| 2        | Сено + опилки кедра + опилки березы (2:1:1)           | 2,7±0,1<br>32±0,9                                                      | 3,2±0,1<br>26±0,4  |
| 3        | Сено + опилки лиственницы + опилки кедра (2:1:1)      | 3,4±0,0<br>55±0,9                                                      | 2,7±0,1<br>35±0,3  |
| 4        | Зерно + опилки кедра (1:3)                            | 3,4±0,5<br>47±0,8                                                      | 4,1±0,0<br>111±0,9 |
| 5        | Зерно + опилки кедра + опилки березы (1:1,5:1,5)      | 2,7±0,0<br>43±0,8                                                      | 4,3±0,6<br>53±0,7  |
| 6        | Зерно + опилки кедра + опилки лиственницы (1:1,5:1,5) | 2,6±0,2<br>39±0,8                                                      | 2,6±0,7<br>35±0,6  |

**Библиографические ссылки**

1. Выделение аборигенного сообщества бактерий, способного к утилизации цианида, тиоцианата и аммония, из стоков металлургического завода / Н. В. Григорьева, Ю. В. Смирнова, С. В. Терехова и др. // Прикладная биохимия и микробиология. 2008. № 5. С. 554–558.
2. Dash R. R., Gaur A., Balomajumder C. Cyanide in industrial wastewaters and its removal: a review on biotreatment. J Hazard Mater 2009, 163(1): 1–11.
3. Dzombak D. A., Ghosh R. S., Wong-Chong G. M. Cyanide in Water and Soil: Chemistry, Risk, and Management. London: Taylor & Francis Group; 2005.
4. Baxter J, Cummings S. P. The current and future applications of microorganism in the bioremediation of cyanide contamination. Antonie Van Leeuwenhoek 2006, 90(1): 1–17.
5. Lee C. K. & Low K. S. 1980. A study of wastewater discharge from electroplating factories. Pertanika 3: 159–161.
6. Липунов И. Н. Очистка сточных вод в биологических реакторах с биопленкой и активным илом. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 110 с.
7. Botz M., Mudder T. & Akcil A. 2005. Cyanide treatment: physical, chemical and biological processes. Pp. 672–700 // Adams M. (ed.) Advances in Gold Ore Processing, Chapter 15. Elsevier, Amsterdam.
8. Липунов И. Н., Первова И. Г., Никифоров А. Ф. Основы микробиологии и биотехнологии. Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. 231 с.
9. Бухало А. С. Высшие съедобные базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. Киев : Наукова думка, 1983. 144 с.

© Вуйтович С. М., Литвинова Е. А., Тимофеев А. А., Литовка Ю. А., 2019

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ТОПОЛЯ НА РАЗВИТИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Е. В. Исаева, Т. В. Рязанова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: isaevaelena08@mail.ru

*Оценено влияние водозэкстрактивных веществ и эфирных масел тополя на показатели прорастания семян овощных культур. Установлено, что предпосевная обработка приводит к увеличению энергии прорастания и всхожести семян.*

*Ключевые слова: тополь, экстрактивные вещества, семена, стимуляция роста.*

## **THE INFLUENCE OF EXTRACTIVES POPLAR ON THE DEVELOPMENT OF VEGETABLE CROPS**

E. V. Isaeva, T. V. Rayzanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: isaevaelena08@mail.ru

*The work evaluated the influence photoexciting substances and essential oils poplar on the performance of seed germination of vegetable crops. It is established that pre-sowing treatment leads to an increase in the energy of germination and germination of seeds.*

*Keywords: polar, xtractives, seeds, growth promoters.*

В последние годы проявился широкий интерес к исследованиям по разработке стимуляторов роста растений на основе природных органических веществ. В качестве стимуляторов роста в сельском хозяйстве используют как индивидуальные соединения, так и композиции, содержащие в своем составе ростостимулирующие вещества [1–4].

В Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева совместно с учеными Алтайского государственного аграрного университета проведена определенная работа по исследованию препаратов, получаемых на основе тополя бальзамического, на рост и развитие растений, в частности зерновых и зерно-бобовых культур. Установлено, что наибольшей ростстимулирующей активностью обладают водорастворимые вещества листьев тополя [3; 5]. В литературе имеются сведения о рострегулирующей активности масла тополя. Применение предобработки семян оказывало влияние на ранее поступление и большой урожай, увеличивало всхожесть семян. Применение масла позволило исключить обработку семян ядохимикатами и микроудобрениями [6].

Целью настоящей работы является исследование водозэкстрактивных веществ и эфирного масла листьев тополя в качестве стимуляторов роста семян овощных культур.

Выделение экстрактивных веществ из листьев проводили горячей водой [7]. Водные экстракты упаривали и хранили в сухом состоянии. Эфирные масла выделяли из почек тополя бальзамического методом гидродистилляции [7].

В качестве стимуляторов роста использовали водные экстракты листьев в концентрации 0,2 % и эфирные масла почек тополя бальзамического в виде 0,03 %-й водной эмульсии. Их активность была опробована на семенах овощных культур.

Проращивание и определение всхожести семян осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 12038–84 [8]. Семена раскладывали на двух-трех слоях увлажненной бумаги в чашках Петри, проращивали в термостате, в темноте, при установленной температуре. Условия проращивания приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия проращивания семян культур [8]

| Культура | Ложе   | Т, °С | Освещение | Энергия проращивания, сут | Всхожесть, сут |
|----------|--------|-------|-----------|---------------------------|----------------|
| Огурец   | НБ     | 20–30 | Т         | 3                         | 7              |
| Томат    | НБ, МБ | 20–30 | Т         | 5                         | 10             |
| Морковь  | НБ     | 20–30 | Т         | 5                         | 10             |
| Капуста  | НБ     | 10–30 | Т         | 3                         | 8              |
| Салат    | НБ     | 10–20 | С, Т      | 4                         | 10             |

Примечание: НБ – на фильтровальной бумаге, МБ – между слоями фильтровальной бумаги; Т – темнота, С – свет.

Результаты проращивания семян при обработке 0,2 %-м раствором водозэкстрактивных веществ листьев тополя бальзамического на всхожесть и энергию прорастания семян овощных культур приведены в табл. 2. Семена предварительно обрабатывали 0,03 %-й водной эмульсией эфирных масел почек тополя. Эксперимент проводили на бумаге в чашках Петри.

Таблица 2

Показатели роста овощных культур, обработанных эфирным маслом и водным экстрактом листьев тополя

| Культура | Энергия прорастания, % |      | Всхожесть, % |      | Сила роста, г |      | Длина проростка, см |      |
|----------|------------------------|------|--------------|------|---------------|------|---------------------|------|
|          | контроль               | опыт | контроль     | опыт | контроль      | опыт | контроль            | опыт |
| Огурец   | 80                     | 100  | 80           | 100  | 8,8           | 17,3 | 5,6                 | 6    |
| Томат    | 80                     | 100  | 80           | 100  | 1,3           | 2,2  | 5,7                 | 6,4  |
| Салат    | 0                      | 0    | 40           | 80   | 0,2           | 0,6  | 2,3                 | 2,8  |
| Морковь  | 50                     | 80   | 80           | 80   | 0,5           | 0,7  | 3,6                 | 4,4  |
| Капуста  | 70                     | 70   | 70           | 90   | 2,5           | 3,3  | 4,5                 | 6,3  |

Как показывают результаты исследования, предпосевная обработка семян эфирными маслами тополя приводит к увеличению практически всех показателей. Так у семян огурца и томата энергия прорастания и всхожесть увеличиваются до 100 %. Сила роста у семян огурца составила 194 %, томата 170 % к контролю. Для семян моркови энергия прорастания увеличивается на 60 %, а сила роста на 40 % по сравнению с контролем. Обработка семян капусты приводит к увеличению всех показателей на 30–40 %. Для семян салата отмечено ингибирующее действие препарата на начальных этапах роста, на 10-е сутки всхожесть составила +100 % к контролю.

В табл. 3 приведены результаты проращивания семян овощных культур в почве при аналогичной обработке.

Как показывают результаты табл. 3, достигнуты высокие результаты по всем показателям роста семян для всех исследованных овощных культур. Установлено, что у томата и огурца энергия прорастания увеличивается 10 раз по сравнению с контролем, всхожесть достигает 100 %, сила роста огурца составляет – 139 %, томата – 129 %, моркови 667 %.

Показатели ростовой активности семян овощных культур в почве

| Культура | Энергия прорастания, % |      | Всхожесть, % |      | Сила роста, г |      | L корня, см |      |
|----------|------------------------|------|--------------|------|---------------|------|-------------|------|
|          | контроль               | опыт | контроль     | опыт | контроль      | опыт | контроль    | опыт |
| Огурец   | 30                     | 40   | 90           | 100  | 39,8          | 55,4 | 5,4         | 7,1  |
| Томат    | 60                     | 40   | 90           | 90   | 4,8           | 6,2  | 1,9         | 2,1  |
| Салат    | 0                      | 20   | 30           | 20   | 0,4           | 0,4  | 1,5         | 2,8  |
| Морковь  | 10                     | 30   | 20           | 40   | 0,06          | 0,4  | 2,8         | 2,03 |

**Вывод.** Использование водных экстрактов листьев тополя для обработки семян влияет, как на активность прорастания, так и дальнейший рост сельскохозяйственных культур. Предпосевная обработка семян овощных культур эфирными маслами тополя приводит к увеличению практически всех показателей. Так для огурца и томата энергии прорастания и всхожесть семян увеличивается до 100 %. Сила роста огурца составила +97 %, томата +70 % к контролю.

### Библиографические ссылки

1. Пат. 2267924 Российская Федерация, A01N37/36, A01P21/00. Способ стимулирования роста растений [Текст] / Верещагин А. Л., Кропоткина В. В.; заявитель и патентообладатель закрытое акционерное общество «Сельскохозяйственное предприятие Озерское» (ЗАО СХП «Озерское»). № 2004132060/04; заявл. 02.11. 2004; опубл. 20.01.2006, Бюл. № 45. 3 с.
2. Способ стимулирования роста растений [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ntpo.com/izobreteniyarossiyskojfederacii/rastenievodstvo/metodiki-i-sposoby-vyraschivaniya/38965-sposob-stimulirovaniyarosta-rasteniy.html> (дата обращения: 22.11.2018).
3. Экстракты тополя бальзамического как регуляторы яровой мягкой пшеницы / Е. В. Калюта, М. И. Мальцев, О. В. Шепелева и др. // Химия растительного сырья. 2017. № 4. С. 203–209.
4. Тополь бальзамический [Электронный ресурс]. URL: [http://www.tvoysad.com/Vidyirasteniy/Dekorativnyie\\_derevya\\_i\\_kustarniki/Topol/Topol\\_balzamicheskiy.html](http://www.tvoysad.com/Vidyirasteniy/Dekorativnyie_derevya_i_kustarniki/Topol/Topol_balzamicheskiy.html) (дата обращения: 22.11.2018).
5. Влияние водозэкстрактивных веществ листьев тополя на прорастание семян злаковых культур // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. С. 110–112.
6. Поляков В. В. Масло тополя бальзамического и производные мирицетина, обладающие биологической активностью : автореф. дис. ... д-ра хим. наук (02.00.10). Караганда, 1999. 52 с.
7. Рязанова Т. В., Чупрова Н. А., Исаева Е. В. Химия древесины. Ч. 1. Строение и свойства древесины. Экстрактивные вещества / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2011. 160 с.
8. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. М. : Изд-во стандартов, 2004. 3 с.

© Исаева Е. В., Рязанова Т. В., 2019



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БИОКОНВЕРСИИ

О. В. Киселева\*, В. В. Тарнопольская, Е. А. Петрунина, П. В. Миронов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: ufimceva-olga@mail.ru

*Перспектива прямой биоконверсии растительного сырья открывает широкие возможности для её полезного использования в производстве белковых продуктов, кормопроизводстве, производстве ферментных препаратов, биопрепаратов для сельского и лесного хозяйства, органических удобрений и др.*

*Одним из эффективных способов предварительной подготовки сырья является механический размол, при котором достигается уменьшение размера частиц, приводящее к увеличению удельной поверхности субстрата. В настоящее время перспективным способом повышения доступности биополимеров растительных субстратов для ферментативного гидролиза штаммами-продуцентами считается гидродинамическая предобработка субстратов. Гидродинамическая активация растительного сырья обеспечивает более высокую скорость и более высокую полноту процессов его биоконверсии.*

*Ключевые слова: гидродинамически активированное сырье, биоконверсия, белковые продукты, сапрофиты.*

## USE OF HYDRODYNAMICALLY ACTIVATED PLANT RAW MATERIAL WHEN GROWING CROP MATERIAL FOR BIOCONVERSION

O. V. Kiseleva\*, V. V. Tarnopolskaya, E. A. Petrunina, P. V. Mironov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: ufimceva-olga@mail.ru

*The prospect of direct bioconversion of plant raw materials opens up wide opportunities for its beneficial use in the production of protein products, feed production, production of enzyme preparations, biological products for agriculture and forestry, organic fertilizers, etc.*

*One of the effective methods of pretreatment of raw materials is mechanical grinding, in which a reduction in particle size is achieved, leading to an increase in the specific surface of the substrate. At present, hydrodynamic pretreatment of substrates is considered to be a promising way to increase the availability of biopolymers of plant substrates for enzymatic hydrolysis by producer strains. Hydrodynamic activation of plant materials provides a higher rate and higher completeness of the processes of its bioconversion.*

*Keywords: hydrodynamically activated raw materials, bioconversion, protein products, saprophytes.*

**Введение.** Основным отходом деревообрабатывающих предприятий в процессе механической обработки древесины являются опилки хвойных пород, объем которых может достигать 20 % от объема обрабатываемого сырья [1]. Помимо древесных отходов, накаплива-

ются многотонные отходы сельскохозяйственных растений. К этой категории, относится солом злаковых, лузга подсолнечника, вегетативная часть топинамбура, кукурузная кочерыжка. Перспективы использования такого сырья связаны, в первую очередь, с микробиологической переработкой, обогащающей его микробным белком, другими биологически ценными веществами, и, таким образом, существенно повышающей питательную ценность растительной биомассы [2; 3].

В целях повышения доступности компонентов растительного сырья для биологических агентов целесообразно проведение предварительной подготовки сырья, способствующей увеличению его удельной поверхности и частичному разрушению полимерных молекул целлюлозы и лигнина с переходом их в более пригодную для биоконверсии форму.

В настоящее время для более тонкого измельчения различных видов сырья активно применяются установки гидродинамического размола [1; 4; 5].

Предобработка растительного сырья будет оказывать не только размалывающее действие, но также изменять структуру и свойства обрабатываемых материалов. Такую предобработку можно рассматривать как активацию сырья для дальнейшей биоконверсии, поскольку необходимым условием эффективной утилизации субстрата (сырья) является контакт между ферментной системой организма-продуцента и увеличенной удельной поверхностью сырья.

Перспективным для использования в качестве продуцентов в процессах микробиологической переработки растительного сырья представляется применение дереворазрушающих грибов белой гнили рода *Pleurotus*, обладающих набором как целлюлолитических, так и лигнолитических ферментов. Выбор штаммов *Pleurotus* обусловлен их большими возможностями для переработки растительных лигноцеллюлозных субстратов, в связи с их высоким потенциалом к протеинизации перерабатываемого сырья с целью использования получаемых продуктов в качестве кормовых добавок, обогащенных белком и другими биологически активными соединениями, а также органических удобрений. Для оценки воздействия гидродинамической активации на свойства сосновых опилок и вегетативной части топинамбура был исследован химический состав исходного сырья, а также сырья после предобработки на кавитационном гидродинамическом диспергаторе, разработанном в Сибирском федеральном университете [6]. Продолжительность обработки составляла 30 мин при гидромодуле 10.

Результаты исследования состава сырья до и после активации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Состав растительного сырья и сырья после гидродинамической активации

| Наименование                    | Содержание, % от а.с.м. сырья |                          |                        |                              |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
|                                 | опилки<br>исходные            | опилки<br>активированные | топинамбур<br>исходный | топинамбур<br>активированный |
| ВВ, в том числе<br>моносахариды | 9,40<br>0,59                  | 6,40<br>0,15             | 23,10<br>9,01          | 16,46<br>0,70                |
| ЛГП                             | 14,20                         | 21,12                    | 18,69                  | 28,26                        |
| ТГП                             | 40,20                         | 31,96                    | 26,32                  | 20,36                        |
| Лигнин                          | 32,10                         | 35,10                    | 18,91                  | 22,29                        |
| Белок                           | –                             | –                        | 3,61                   | 3,24                         |
| Зола                            | 3,42                          | 3,20                     | 3,07                   | 3,02                         |

Примечание: приведены средние результаты трех параллельных экспериментов, относительная стандартная ошибка опыта не превышала 5 %.

После гидродинамической активации исходное сырье претерпело существенные изменения: в сосновых опилках содержание легкогидролизуемых полисахаридов повысилось на 7 % от исходного, а в вегетативной части топинамбура – почти на 10 %. Столь значитель-

ное увеличение, вероятно, связано с частичным разрушением волокон целлюлозы, в первую очередь, более лабильной аморфной ее части под воздействием кавитации. Это предположение подтверждается соответствующим снижением содержания трудногидролизуемых полисахаридов – в активированных опилках почти на 8 %, в топинамбуре – на 6 % по сравнению с исходным сырьем.

Таким образом, полученные экспериментальные данные свидетельствуют о качественных изменениях в составе лигноуглеводного комплекса обоих видов растительного сырья в результате гидродинамической активации. Очевидно, что при использовании сосновых опилок, также как и вегетативной части топинамбура, в качестве субстратов для прямой микробиологической переработки целесообразно проведение такой предобработки сырья в целях повышения его биодоступности, а, следовательно, и глубины микробиологической конверсии лигнотрофными сапрофитами *Pleurotus*.

Гидродинамически активированный растительный субстрат (в соотношении древесные опилки/ топинамбур по массе 3/1) использовали в качестве добавки (1 %) к стандартной крахмал-аммонийной среде (содержание крахмала 1 %) для глубинно-твердофазного культивирования. Культивирование штамма *Pleurotus Pleurotus ostreatus* РО-4.1 осуществляли в лабораторном биореакторе СеСа (Англия). В процессе культивирования грибной мицелий адсорбируется на частичках растительного субстрата, который подвергается частичной биоконверсии с получением биомассы мицелия. При этом происходит также адаптация штамма к данному субстрату.

Полученную культуральную жидкость использовали в качестве посевного материала для последующей твердофазной ферментации на неактивированном растительном субстрате с таким же соотношением древесины и топинамбура до достижения содержания белка в продуктах биоконверсии ~ 10 %. Использование адаптированного таким образом посевного материала снижало продолжительность твердофазного культивирования по сравнению с контролем на 30–50 %.

### Библиографические ссылки

1. Баяндин М. А., Ермолин В. Н., Елисеев С. Г. Влияние механоактивации на аутогезионные свойства древесины // Хвойные бореальной зоны. 2013. Т. 31, № 1-2. С. 159–163.
2. Технология биоконверсии растительного сырья. Ч. II. Перспективные технологии микробиологической конверсии растительной биомассы / П. В. Миронов [и др.] / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2002. 159 с.
3. Кулиненко, Д. О. Разработка ресурсо- и энергосберегающей технологии обогащения растительных отходов микробным белком : автореф. дис. ... канд. техн. наук. 03.00.23. М., 2000. 20 с.
4. Алашкевич, Ю. Д. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов. Красноярск, 2004. 80 с.
5. Изменение химического состава древесины при механохимической обработке / И. В. Микушина [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2002. Т. 10. № 4. С. 443–447.
6. Кавитационный гидроударный диспергатор : пат. 138045 Рос. Федерация : МПК В06В1/00 / В. Г. Мозговой ; заяв. и патентообл. Мозговой В. Г. № 2013148691/28; заявл. 31.10.2013; опубл. 27.02.2014, Бюлл. № 6.

© Киселева О. В., Тарнопольская В. В., Петрунина Е. А., Миронов П. В., 2019

## ПОЛУЧЕНИЕ ПИХТОВОГО МАСЛА НА МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКЕ

Т. В. Рязанова<sup>1\*</sup>, Н. И. Куриленко<sup>1</sup>, И. С. Федорченко<sup>1</sup>, С. Р. Лоскутов<sup>2</sup>, А. А. Анискина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок 50/28  
E-mail: tatyana-htd09@mail.ru

*Проведены экспериментальные исследования по получению эфирного масла из древесной зелени пихты с применением малогабаритной установки. С использованием метода хромато-масс-спектрометрии установлена изменчивость фракционного состава в процессе отгонки масла.*

*Ключевые слова:* древесная зелень пихты, малогабаритная установка, эфирное масло, фракционный состав.

## OBTAINING FIR OIL IN A SMALL SETTING

T. V. Ryazanova<sup>1\*</sup>, N. I. Kurilenko<sup>1</sup>, I. S. Fedorchenko<sup>1</sup>, S. R. Loskutov<sup>2</sup>, A. A. Aniskina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup>Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Unit FIC KSC SB RAS  
50/28, Academgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation  
E-mail: tatyana-htd09@mail.ru

*Experimental studies have been carried out to obtain essential oil from fir tree greens using a small-sized installation. Using the method of chromatography-mass spectrometry, the variability of fractional composition in the process of oil distillation is established. It is shown that in the process of successive distillation fractions oil obitnytsya monoterpenoid enriched and oxygen-containing components and sesquiterpenes.*

*Keywords:* fir tree greens, small-sized plant, essential oil, fractional composition.

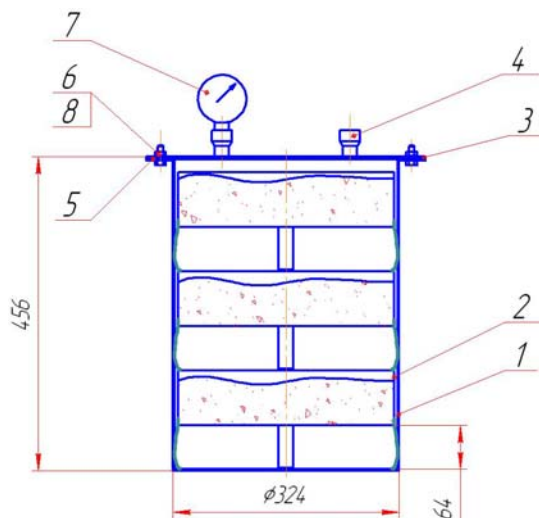
**Введение.** В современных условиях, когда Россия переходит на путь рыночной экономики и активного развития малого бизнеса, возник вопрос о приоритетном развитии некоторых отраслей народного хозяйства. В настоящее время эфирномасличная отрасль находится в состоянии крайнего упадка, близкого к необратимому. Эфирномасличные предприятия и предприятия – потребители эфирномасличной продукции, которые приносили ранее большие доходы экономике России, дошли до критического состояния и вынуждены сокращать производство. Эфирные масла, в частности пихтовое, относятся к числу наиболее эффективных природных биологически активных продуктов, широко используемых во многих областях [1–4]. Выделению эфирного масла из древесной зелени пихты сибирской посвящено значительное количество исследований. Однако переработка древесной зелени сдерживается недоработками в технологии, используемым оборудованием, недостаточным учетом влияния на выход и качество продуктов, биоценотических и технологических факторов. В производственных условиях эфирное масло получают на пихтоваренных установках, в основном

периодического действия. Отгонка масла в их составляет до 17–20 ч. Длительное пребывание его компонентов в высокотемпературной зоне снижает выход и ухудшает качество товарного продукта. Все существующие установки не имеют принципиального различия в технологии. Выделяется два основных типа установок [2]: вятские и западно-сибирские. Различие их состоит в основном в расположении котла – парообразователя и перегонного чана. Вся другая аппаратура: холодильники, флорентина, приемники, отстойники выгрузочные приспособления одинаковые. Кроме того, установки должны быть оборудованы насосами для подачи воды в котел и холодильную систему.

Малогабаритная пихтоваренная установка, является мобильной и решают проблему по невозможности переноски, что позволяет использовать ее без привязки к местности и помещению и при этом имеет высокие показатели по качеству получаемого масла.

**Цель исследования.** Апробация малогабаритной установки и оценка качества получаемого пихтового эфирного масла.

**Методы исследования.** Объектом исследования служила древесная зелень, собранная в окрестностях г. Красноярск. Опыты проводили в разработанной малогабаритной установке объемом 37 л, вмещающей до 6 кг измельченной до размера частиц 3–5 мм древесной зелени пихты. Отбор проб масла проводили с интервалом в 30 мин. Малогабаритная установка для получения эфирных масел приведена на рис. 1.



Установка для получения эфирных масел:  
1 – корпус; 2 – сито с сырьем; 3 – крышка; 4 – штуцер вывода  
продуктов возгонки; 5 – прокладка; 6 – гайка;  
7 – манометр; 8 – шайба

Установка представляет собой цилиндрический бак (перегонный чан) из нержавеющей стали, с установленной на него плоской крышкой. Внутри бака устанавливаются от одного до трех кассет с сырьем. Крышка устанавливается через прокладку. В крышке имеются штуцера для установки манометра и вывода пара на охладитель. Отвод представляет собой специально загнутую трубку малого диаметра, выполненную из нержавеющей стали. Охладитель представляет цилиндр из нержавеющей стали с установленной внутри его спиралью из нержавеющей трубы диаметром 7 мм. В образующей цилиндра поверхности имеются два штуцера для входа и выхода охлаждающей жидкости. К охладителю подключается проточная вода с температурой не более 10 °С. В зоне выхода готового продукта устанавливается накопительная емкость (флорентина).

При проведении опытов камеру заполняли измельченной древесной зеленью, герметично закрывали крышкой и осуществлялся постепенный нагрев до 100 °С.

Анализ эфирного масла проводили стандартными методами [5–7]. Его выход определяли волюмометрически с пересчетом на абсолютно сухую массу, плотность – пикнометрически. Качественное определение компонентного состава образцов выполняли на хромато-масс-спектрометре «Agilent 5975C-7890A» фирмы Agilent (США) с использованием автоматического пробоотборника для жидких образцов Agilent 7683. Применяли 30-и метровую кварцевую колонку HP-5 (сополимер 5%-дифенил-95%-диметилсилоксан) с внутренним диаметром 0.25 мм. Газ-носитель – гелий с постоянным потоком 1,1 мл/мин. Температура колонки: начальный изотермический участок 50 °С, подъем температуры со скоростью 4 °С/мин от 50 до 200 °С (0 мин), 10 °С/мин до 220 °С (0 мин). Объем вводимой пробы 0,2 мкл.

Температура испарителя – 280 °С, температура ионизационной камеры – 170 °С, энергия ионизации – 70 эВ. Идентификацию компонентов проводили методом сравнения, по наличию и соотношению характеристичных ионов-фрагментов с использованием базы данных стандартных образцов из масс-спектральной библиотеки «NIST05aL» и значениям линейных индексов удерживания, используя программу обработки данных AMDIS (The Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System).

Хроматографические измерения выполнены в Красноярском региональном центре коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН.

**Результаты исследования.** Пихтовое масло, получаемое из пихтовой зелени, представляет собой сложную смесь терпенов. Органолептические и физико-химические показатели хвойных масел являются их важными характеристиками. Они определяют область применения, служат критериями идентификации и используются, например, при проведении сертификационных испытаний.

Как показали результаты выход эфирного масла составил 2,0 % от массы древесной зелени естественной влажности при продолжительности отгонки 3 часа. Результаты сравнительного анализа некоторых потребительских свойств полученного пихтового эфирного масла приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Органолептические и физико-химические показатели пихтового масла**

| Показатель                                         | Характеристика                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                                                    | ГОСТ                                                                                                    | Образец №1 |
| 1. Органолептические                               |                                                                                                         |            |
| Цвет                                               | Прозрачная однородная легкоподвижная жидкость без примесей воды и осадка,от бесцветного до зеленоватого |            |
| Запах                                              | Смолистый с хвойно-травянистыми нотами с приятным оттенком                                              |            |
| Интенсивность запаха                               | Высокая                                                                                                 |            |
| 2. Физико-химические                               |                                                                                                         |            |
| Плотность при 20 °С, гр/см <sup>3</sup> , не менее | 0,900–0,915, 894                                                                                        | 0,906      |
| Показатель преломления при 20 °С,                  | 1,4690–1,4720                                                                                           | 1,466      |
| Кислотное число, мг КОН/1 г пихтового масла        | 0,5–1,0                                                                                                 | 0,64       |
| Содержание борнилацетата, %,                       | 20–33                                                                                                   | 43         |

Сравнение физико-химических показателей говорит, что согласно ГОСТу [7] полученный образец пихтового масла соответствует требованиям, более того содержание борнилацетата в нем на 10 % превышает норму.

О качественном – компонентном составе полученного масла и его изменениям в процессе отгонки можно судить по результатам хромато-масс-спектрометрии, приведенным в табл. 2.

## Изменение химического состава пихтового масла в процессе его отгонки

| Время удерживания,<br>мин | Содержание от общего количества, % |        |         |           | Химическая формула      |                                                |
|---------------------------|------------------------------------|--------|---------|-----------|-------------------------|------------------------------------------------|
|                           | 60 мин                             | 90 мин | 120 мин | 180 * мин |                         |                                                |
| 6,101                     | 1,588                              | 1,745  | 2,388   | 3,330     | Santen                  | C <sub>9</sub> H <sub>14</sub>                 |
| 7,157                     | 4,16                               | 2,431  | 1,436   | 1,104     | Tricyclene              | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 7,321                     | 0,082                              | 0      | 0       | 0         | $\alpha$ -Thujene       | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 7,523                     | 14,575                             | 9,266  | 5,535   | 4,292     | $\alpha$ -Pinene        | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 7,985                     | 36,653                             | 26,145 | 13,887  | 9,669     | Camphene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 8,798                     | 0,076                              | 0      | 0       | 0         | Sabinen                 | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 8,890                     | 2,180                              | 1,696  | 0,899   | 0,661     | b-Pinene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 9,393                     | 0,666                              | 0,531  | 0,262   | 0,251     | b- Myrcene              | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 10,020                    | 9,648                              | 8,853  | 5,379   | 4,047     | 3-Carene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 10,520                    | 0,062                              | 0      | 0       | 0         | p-Cimene                | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>                |
| 10,666                    | 8,793                              | 8,525  | 5,015   | 3,539     | Limonene                | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 11,731                    | 0,075                              | 0,105  | 0,074   | 0,690     | tau-Terpinen            | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 12,783                    | 0,834                              | 1,036  | 0,813   | 0,630     | Terpinolen              | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>                |
| 14,771                    | 0                                  | 0      | 0       | 0,070     | Camphor                 | C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O              |
| 15,536                    | 0,987                              | 2,083  | 3,401   | 3,787     | Borneol                 | C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>                |
| 19,722                    | 18,789                             | 35,619 | 56,658  | 61,298    | Bornylacetate           | C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> |
| 21,827                    | 0                                  |        |         | 0,072     | $\alpha$ -Longipinene   | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 22,920                    | 0                                  |        | 0,087   | 0,195     | ***                     |                                                |
| 23,524                    | 0                                  |        |         | 0,087     | $\alpha$ -Gurjunene     | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 23,620                    | 0                                  | 0,065  | 0,115   | 0,162     | Longifolene             | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 23,703                    | 0                                  | 0,061  | 0,189   | 0,396     | Dodecanal               | C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O              |
| 24,070                    | 0,608                              | 1,208  | 2,243   | 2,790     | Caryophyllene           | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 25,133                    | 0,212                              | 0,459  | 0,975   | 1,576     | $\alpha$ -Caryophyllene | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| 26,802                    | 0,057                              | 0,167  | 0,38    | 0,557     | b-Bisabolene            | C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>                |
| Объем фракции, мл         | 47                                 | 30     | 20      | 21,5      |                         |                                                |

Примечание: \* – объединены 3 фракции.

Как видно из приведенных значений, содержание основных компонентов в процессе отгонки изменялось в соответствии с их летучестью. В первой фракции преобладают монотерпены, на их долю приходится более 70 %. Среди монотерпенов преобладающим является камфен (36,7 %),  $\alpha$ -пинен (14,6 %), 3-карен (9,6 %) и лимонен (8,8 %). На долю кислородсодержащих соединений в этой фракции приходится около 20 %, из которых 95 % составляет борнилацетат. Все последующие фракции постепенно обедняются монотерпенами и обогащаются кислородсодержащими соединениями, так в последних двух фракциях содержание их составляет 60–65 %, при этом на долю борнилацетата приходится около 95 % от кислородсодержащих соединений фракции. Следует отметить, что в последних фракциях увеличивается содержание сесквитерпенов, в частности кариофилена до 4 %.

Таким образом, использование малогабаритной установки выявила ряд преимуществ по сравнению с существующими аналогами, позволило увеличить производительность, сократить продолжительность процесса и уменьшить затраты на производство, а также повысить качество масла. Наблюдаемое фракционирование открывает перспективу для его практического использования и реального беззатратного разделения товарного продукта на монотерпеновую и кислородсодержащую фракции. Это говорит о правильности выбранных и принятых технических решений и о целесообразности внедрения установки.

### Библиографические ссылки

1. Хейфиц Л. А., Дашунин В. М. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии. М. : Химия, 1994. 256 с.

2. Степень Р. А., Невзоров В. Н., Репях С. М. Организация и технология пихтоваренного производства : монография / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2000. 45 с.
3. Левин Э. Д., Репях С. М. Переработка древесной зелени. М. : Лесная пром-ть, 1984. 116 с.
4. Переработка растительного сырья и утилизация отходов : сб. тр. / ред. С. М. Репях. Красноярск : КГТА, 1994. Вып. 1. 256 с.: ил.
5. ГОСТ 769–84 Зелень древесная. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200014995> (дата обращения: 15.03.2018).
6. Ушанова В. М., Лебедева О. И., Девятловская А. Н. Основы научных исследований. Ч. 3 / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2004. 360 с.
7. ГОСТ ISO 10869–2015 Масло эфирное сибирской пихты (*Abies sibirica* Lebed). Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200122227> (дата обращения: 15.03.2018).

© Рязанова Т. В., Куриленко Н. И., Федорченко И. С.,  
Лоскутов С. Р., Анискина А. А., 2019



## ПОЛУЧЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПИНАМБУРА

Т. В. Рязанова, В. С. Федоров, Е. В. Харьянова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tatyana-htd09@mail.ru

*Проведены экспериментальные исследования по получению целлюлозы из вегетативной части топинамбура с использованием в качестве делигнифицирующего агента пероксида водорода в уксусной кислоте.*

*Ключевые слова: топинамбур, вегетативная часть, пероксидная делигнификация, целлюлоза.*

## GETTING PULP FROM THE VEGETATIVE PART OF TOPINAMBUR

T. V. Ryazanova, V. S. Fedorov, E. V. Kharyanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tatyana-htd09@mail.ru

*Experimental studies have been carried out to obtain cellulose from the vegetative part of Jerusalem artichoke using hydrogen peroxide in acetic acid as a delignifying agent.*

*Keywords: Jerusalem artichoke, vegetative part, peroxide delignification, cellulose.*

**Введение.** В последние годы уделяется серьезное внимание вопросам химической и технологической переработки легко возобновляемого растительного сырья. Одним из наиболее перспективных видов сырья для технологической переработки может являться топинамбур, особенно его вегетативная часть. Богатый химический состав позволяет использовать его с целью получения ценных продуктов используемых в различных отраслях промышленности: пищевой, медицинской, химической, топливно-ресурсной и в сельском хозяйстве [1–5]. Наиболее простым и традиционным способом использования топинамбура является непосредственное применение его в пищу и в качестве корма домашнему скоту. Также его можно использовать для производства ряда ценнейших продуктов таких как, инулин – ценный продукт медицинского назначения, фруктозы, глюкоза – фруктозных сиропов для людей больных сахарным диабетом и других продуктов различных отраслей промышленности.

Высокое содержание полисахаридов в топинамбуре позволяет рекомендовать его в качестве сырья для получения целлюлозного материала. В настоящее время применяемые в промышленности и в лабораторных условиях методы получения целлюлозы довольно многочисленны. Наибольший интерес представляют окислительные методы делигнификации сырья пероксидом водорода [6].

**Цель исследования.** Исследование влияния технологических факторов окислительной делигнификации вегетативной части топинамбура на выход и свойства целлюлозы.

**Методы исследования.** Объектом исследования являлась вегетативная часть топинамбура сорта «Интерес», собранная в октябре 2017 г. Определение химического состава проводили согласно методам, принятым в химии растительного сырья. Экстрактивные вещества

определяли путем экстракции в аппарате Сокслета, Определение содержания лигнина проводили по методике Комарова, путем обработки навески 72 % серной кислотой [7].

Делигнификацию топинамбура проводили после предварительной экстракции измельченного сырья водой и 50 %-м этиловым спиртом в течение трех часов при температуре кипения с жидкостным модулем 10. После этого экстракт отфильтровывали на воронке Бюхнера, а остаток сушили на открытом воздухе.

Высушенный остаток подвергали делигнификации раствором пероксида водорода (6,5 %) в уксусной кислоте (23,4 %) в течение 3 часов с жидкостным модулем 10 и 15 с введением катализатора концентрированной серной кислоты в количестве 0,2 % (1 стадия процесса). Для полного удаления лигнина и отбелки сырья, продукт подвергали промывке пероксидом водорода в уксусной кислоте в течение 1 часа с постоянным жидкостным модулем равным 15 (2 стадия процесса) и последующей промывке водой до нейтральной реакции, и высушиванию на открытом воздухе.

Содержание редуцирующих веществ в целлюлозном продукте определяли по методу гидролиза концентрированной кислотой с последующим определением редуцирующих веществ в гидролизате збулиостатическим титрованием, лигнина – по методу Комарова. Кислотное число целлюлозы определяли методом прямого титрования щелочью в присутствии фенолфталеина.

**Результаты исследования.** Как известно, на процесс делигнификации оказывает влияние целый ряд технологических факторов, таких как предварительная подготовка сырья, температура процесса, его продолжительность, жидкостный модуль и другие. С целью оценки их влияния на выход и свойства целлюлозы были проведены исследования по делигнификации вегетативной части топинамбура с предварительной экстракцией водой и 50 % этанолом и без экстракции при продолжительности процесса 1,5–2,5 ч и жидкостном модуле 10 и 15, результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Влияние экстрагента на выход экстрактивных веществ и содержание лигнина в твердом остатке**

| № | Экстрагент | Выход экстрактивных веществ, % | Содержание лигнина в послеэкстракционном остатке, % |
|---|------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 | спирт      | 9,09                           | 15,39                                               |
| 2 | вода       | 7,08                           | 16,91                                               |
|   |            |                                |                                                     |

Как показали результаты исследований, приведенные в табл. 1, в вегетативной части топинамбура на долю лигно-углеводного комплекса приходится более 90 %, в том числе лигноподобные вещества составляют более 15 %.

Таблица 2

**Влияние продолжительности на выход и некоторые свойства целлюлозы**

| № | Продолжительность процесса, час | Жидкостный модуль на I стадии | Выход целлюлозы, % | Содержание лигнина, % | Редуцирующие вещества, % | Кислотное число, % |
|---|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | 1,5                             | 10                            | 54,98              | 13,83                 | 97,33                    | 22,5               |
| 2 | 2,0                             | 10                            | 50,68              | 14,89                 | 85,50                    | 18,5               |
| 3 | 2,5                             | 10                            | 48,35              | 15,96                 | 105,59                   | 20,7               |
| 4 | 2,5                             | 10                            | 36,60*             | 18,24*                | 67,45*                   | 22,1*              |
| 5 | 2,5                             | 15                            | 32,39*             | 20,59*                | 62,71*                   | 38,5*              |

Примечание: \* – характеристика целлюлозы после 2-й стадии делигнификации.

Как видно из результатов (табл. 2), наибольшее влияние на выход целлюлозного продукта, содержание редуцирующих веществ и кислотное число оказывает продолжительность первой стадии процесса. С увеличением продолжительности процесса уменьшается выход целлюлозы и увеличивается содержание РВ. На содержание лигнина и содержание карбоксильных групп продолжительность процесса этой стадии не оказывает существенного влияния. Содержание лигнина в продукте варьирует в интервале 14–16 %, а содержание –СООН-групп в интервале 18,5–22,5 %. К более существенным изменениям, как видно из результатов этой же таблицы, приводит введение 2-ой стадии (дополнительной промывки и отбели целлюлозы раствором пероксида водорода в уксусной кислоте). После промывки и отбели снижается выход целлюлозы на 12 %, содержание редуцирующих веществ в продуктах гидролиза целлюлозы на 30 % и происходит относительное увеличение лигнина на 2,2 %, что свидетельствует о более глубоких деструктивных процессах имеющих место на второй стадии делигнификации. Более существенные изменения выхода и свойств целлюлозы наблюдаются при увеличении модуля на первой стадии делигнификации до 15. Увеличение жидкостного модуля приводит снижению выхода целлюлозы после второй стадии делигнификации на 4,2 %, увеличению в ней доли лигнина на 2,4 % и более существенному увеличению –СООН-групп на 16,4 % по сравнению с делигнификацией с жидкостным модулем 10. Эти результаты дают основание полагать, что увеличение жидкостного модуля на первой стадии делигнификации приводит к более глубокому окислению целлюлозы.

Таким образом, полученные результаты расширяют области использования вегетативной части топинамбура и показывают перспективность дальнейших более глубоких исследований оптимизации процесса делигнификации и изучения свойств целлюлозного продукта, что и является целью дальнейших исследований.

### Библиографические ссылки

1. Пасько Н. М. Топинамбур – на кормовые, технические, пищевые, лекарственные и экологические цели // Тез. докл. третьей Всесоюз. науч. производ. конф. Одесса, 1991. 134 с.
2. Кочнев Н. К., Каменчева М. В. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. М. : Типография «Арес», 2002. 76 с.
3. Химический состав вегетативной части топинамбура и ее использование / Т. В. Рязанова, Н. А. Чупрова, Л. А. Дорофеева и др. // Лесной журнал. 1997. № 4. С. 71–75.
4. Чупрова Н. А., Рязанова Т. В. Получение биоэтанола из вегетативной части топинамбура // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 49–52.
5. Ковалёв А. А., Рязанова Т. В., Чупрова Н. А. Комплексная переработка топинамбура с получением биоэтанола // Решетневские чтения : материалы XX Юбил. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (09–12 ноября 2016 г, Красноярск). Красноярск, 2016. С. 300–302.
6. Гарынцева Н. В., Судакова И. Г., Кузнецов Б. Н. Изучение процесса пероксидной делигнификации древесины сосны в среде уксусная кислота – вода [Электронный ресурс] // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2018. № 11 (2). URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/71633> (дата обращения: 20.11.2018).
7. Рязанова Т. В., Чупрова Н. А., Исаева Е. В. Химия древесины : учеб. пособие. В 2 ч. / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2011. 389 с.

© Рязанова Т. В., Федоров В. С., Харьянова Е. В., 2019

## ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИБА *BEAUVERIA BASSIANA*

П. В. Хромогин<sup>1,2</sup>, Р. Х. Эназаров<sup>1,2</sup>, П. В. Маколова<sup>2</sup>, М. И. Дусматова<sup>1</sup>, Ю. А. Литовка<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН  
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок 50/28

E-mail: PashaRull@yandex.ru

*Проведено глубинное культивирование высоковирулентного штамма Ш2-5 энтомопатогенного гриба Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill. на питательных средах различного состава в термостатируемом шейкере. Подобрана оптимальная питательная среда и ее модификация для получения активной биомассы продуцента биоинсектицида в количестве 12,5–14,3 г/л при 25 °С в течение пяти суток глубинного культивирования при 200 об/мин.*

*Ключевые слова: beauveria bassiana, энтомопатогенные грибы, глубинное культивирование, биомасса, редуцирующие вещества, биоинсектицид.*

## SELECTION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR CULTIVATING MUSHROOM *BEAUVERIA BASSIANA*

P. V. Khromogin<sup>1,2</sup>, R. Kh. Enazarov<sup>1,2</sup>, P. V. Makolova<sup>2</sup>, M. I. Dusmatova<sup>1</sup>, Yu. A. Litovka<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup>Sukachev Institute of Forest SB RAS – Separate Unit FIC KSC SB RAS  
50/28, Academgorodok Str., Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation

E-mail: PashaRull@yandex.ru

*Deep cultivation of the highly virulent strain Sh2-5 of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill. carried out on nutrient media in a thermostatically controlled shaker. An optimal nutrient medium and its modification were selected to obtain an active biomass of a bioinsecticide producer for 12.5–14.3 g / l at 25 °C for five days of submerged cultivation at 200 rpm.*

*Keywords: beauveria bassiana, entomopathogenic fungi, deep cultivation, biomass, reducing substances, bioinsecticide.*

В последние годы возрос интерес к использованию грибов для борьбы с насекомыми-вредителями. Энтомопатогенный гриб *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. является природным регулятором их численности, оказывая умеренное воздействие на полезную энтомофауну и не нанося экологического ущерба окружающей среде. В лесах Сибири, где в настоящее время действуют вспышка массового размножения *Dendrolimus sibiricus* Tschetv., данный энтомопатогенный гриб может оказаться весьма эффективным средством для регулирования численности сибирского шелкопряда [1] и других насекомых-вредителей [2]. Для получения высокоэффективного препарата с высоким титром конидий продуцента и жизнеспособностью, необходимы исследования, направленные на подбор оптимальной питательной среды и условий культивирования гриба в различных биотехнологических системах.

В данном исследовании осуществляли глубинное культивирование наиболее активного штамма Ш2-5 *B. bassiana*, отобранного в результате ранее проведенных исследований [1; 2] в условиях шейкерной культуры на шести жидких средах (№ 1, среда YSM, модифицированная YSM-1, модифицированная YSM-2, № 5 и Чапека-Докс) [3–5] при 25 °С в течение 6 сут. Прирост биомассы в динамике оценивали гравиметрическим методом, содержание редуцирующих веществ (РВ) – эбулиостатическим методом.

Проведенное исследование показало, что среды № 1, модифицированная YSM-1 и Чапека-Докс не отвечают питательным потребностям штамма – максимальные показатели биомассы находились в пределах 0,5–4,7 г/л при начальной концентрации инокулюма 0,02 г/л. Содержание РВ снизилось соответственно в 2,8; 1,5 и 1,4 раза на фоне незначительного подкисления среды (табл. 1, 2).

На средах YSM, YSM-2 и № 5 наибольшие значения биомассы *B. bassiana* находились в диапазоне 7,1–12,5 г/л на 5–6 сутки глубинного культивирования. Содержание РВ уменьшилось в 15; 3,6 и 10 раз соответственно, что коррелирует со значениями прироста биомассы на этих средах. На среде № 5 происходило подщелачивание среды по отношению к исходному значению; на средах YSM, YSM-2 – подкисление. В целом, максимальное накопление биомассы (12,5 г/л) в условиях термостатируемого шейкера отмечено на среде № 5 на 5-е сутки культивирования *B. bassiana* на фоне существенного снижения содержания РВ от исходного значения (в 10 раз) и подщелачивании среды до 7,0.

Таблица 1

Динамика прироста биомассы *Beauveria bassiana* на различных средах, г/л от а.с.в.

| Питательная среда                | Длительность культивирования, сут |      |             |             |
|----------------------------------|-----------------------------------|------|-------------|-------------|
|                                  | 3                                 | 4    | 5           | 6           |
| № 1                              | 3,1                               | 3,8  | <b>4,7</b>  | 4,2         |
| YSM                              | 5,4                               | 8,8  | 9,8         | <b>10,4</b> |
| YSM-1 (без дрожжевого экстракта) | 0,4                               | 0,5  | <b>0,5</b>  | 0,4         |
| YSM-2 (с пекарскими дрожжами)    | 3,8                               | 4,9  | <b>7,1</b>  | 6,9         |
| № 5                              | 6,4                               | 10,0 | <b>12,5</b> | 12,1        |
| Чапека-Докс                      | 1,0                               | 0,6  | <b>1,0</b>  | 0,3         |

Таблица 2

Содержание редуцирующих веществ культуральной жидкости *Beauveria bassiana*, %

| Концентрация РВ | Питательные среды |     |       |       |     |             |
|-----------------|-------------------|-----|-------|-------|-----|-------------|
|                 | № 1               | YSM | YSM-1 | YSM-2 | № 5 | Чапека-Докс |
| Исходная        | 1,7               | 1,5 | 1,8   | 1,8   | 1,0 | 1,8         |
| Конечная        | 0,6               | 0,1 | 1,2   | 0,5   | 0,1 | 1,3         |

Для дальнейшего исследования по подбору соотношения источников азотного и углеродного питания была отобрана среда № 5, в которой варьировалась концентрация глюкозы и пептона в 4 вариантах: Г1 – оригинальный состав среды № 5 (10 г/л глюкозы, 20 г/л пептона); Г2 – среда с содержанием 15 г/л глюкозы и 20 г/л пептона; Г3 – среда с содержанием 20 г/л глюкозы и 20 г/л пептона; Г4 – среда с содержанием 10 г/л глюкозы и 15 г/л пептона. Длительность эксперимента составила 5 суток; оцениваемые показатели – биомасса, РВ и рН.

Во всех опытных вариантах максимум накопления биомассы отмечен на 5 сутки, что составило 10,2–14,3 г/л (табл. 3). Снижение концентрации РВ в 10–15 раз закономерно связано с убылью биомассы на различных вариантах среды № 5 (табл. 4).

Максимальная продуктивность (14 г/л) штамма Ш2-5 отмечена в варианте питательной среды № 5 с увеличением концентрации глюкозы до 20 г/л при неизменном содержании пептона на фоне снижения концентрации РВ в 10 раз и существенном подкислении среды (до значения рН 4,2) при переходе культуры из экспоненциальной фазы в стационарную.

Таблица 3

**Динамика прироста биомассы *Beauveria bassiana* на исходной и модифицированной среде №5, г/л от а.с.в.**

| Вариант питательной среды<br>№ 5 | Длительность культивирования, сут |     |             |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----|-------------|
|                                  | 3                                 | 4   | 5           |
| Г1                               | 3,2                               | 9,3 | <b>10,9</b> |
| Г2                               | 3,1                               | 8,8 | <b>12,1</b> |
| Г3                               | 3,3                               | 9,7 | <b>14,3</b> |
| Г4                               | 3,9                               | 9,3 | <b>10,2</b> |

Изменение рН сред также закономерно, естественно подкисление сред говорит о том, что по мере перехода продуцента начинают выделяться вторичные метаболиты и соответственно начинается процесс подкисления среды.

Таблица 4

**Содержание редуцирующих веществ в культуральной жидкости *Beauveria bassiana* на исходной и модифицированной среде № 5, %**

| Вариант питательной среды<br>№ 5 | Начальная концентрация | Длительность культивирования, сут |     |     |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----|-----|
|                                  |                        | 3                                 | 4   | 5   |
| Г1                               | 1,0                    | 0,8                               | 0,3 | 0,1 |
| Г2                               | 1,5                    | 0,9                               | 0,4 | 0,1 |
| Г3                               | 2,0                    | 1,7                               | 0,7 | 0,2 |
| Г4                               | 1,0                    | 0,7                               | 0,1 | 0,1 |

В целом, проведенное исследование позволило подобрать питательную среду и ее модификацию для дальнейших исследований и получения биомассы продуцента биоинсектицида – штамма Ш2-5 *B. bassiana* – в количестве 12,5–14,3 г/л в условиях термостатируемого шейкера при 25 °С в течение пяти суток глубинного культивирования при 200 об/мин.

### Библиографические ссылки

1. New outbreak of *dendrolimus sibiricus* Tschetv. in Siberia (2012–2017): monitoring, modeling and biological control Contemporary problems of ecology / I. N. Pavlov, Yu. A. Litovka, D. V. Golubev et al. // Pleiades Publishing, Ltd. 2018. № 4. Pp. 406–419.
2. Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* in biocontrol of *Polygraphus proximus* Blandford / Yu. A. Litovka, I. N. Pavlov, P. V. Chromogin // Applied and Fundamental Studies: Proceedings of the 14th International Academic Conference. Vol. 1. Science and Innovation Center Publishing House, February 28, 2018, St. Louis, Missouri, USA. Pp. 39–42.
3. Способ получения энтомопатогенного материала гриба *Beauveria bassiana* : 313531, СССР : МПК А Оln 15/00 С 12d 7/00 / Н. Н. Кондратьев, О. А. Алешина, С. Н. Ильичева и др.; заявитель и патентообладатель Всесоюз. науч.-исслед. ин-т микробиологич. средств защиты растений и бактериальных препаратов. № 1452041/30-15; заявл. 25.04.1970; опубл. 16.11.1971. Бюл. № 27. 2 с.
4. Screening of liquid media and fermentation of an endophytic *Beauveria bassiana* strain in a bioreactor / A. V. Patel, D. Jakobs-Schönwandt, T. Rose // AMB Express. 2014. Vol. 45. Pp. 250–278.
5. Виноградова А. В., Козлова Г. А. Культивирование микроорганизмов : учеб. пособие. Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. 97 с.

© Хромогин П. В., Эназаров Р. Х., Маколова П. В.,  
Дусматова М. И., Литовка Ю. А., 2019

УДК 676.15

**ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕВОЙ  
ГАРНИТУРЫ ПРИ РАЗМОЛЕ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ**

Е. В. Абросимов, О. Н. Федорова, Н. С. Решетова, Ю. Д. Алашкевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: alashkevichud@sibsau.ru

*Приведены основные параметры процесса размол с использованием ножевых гарнитур с различным построением ножей, полученные данные отражены в графиках: прирост степени помола, удельные затраты электроэнергии, температура массы. Размол проводился в полупромышленной дисковой мельнице.*

*Ключевые слова: волокнистый полуфабрикат, размол, гарнитура традиционная с прямолинейной формой ножей, гарнитура с серповидной формой ножей, гарнитура с эвольвентной формой ножей, полупромышленная дисковая мельница, интенсивность процесса размол, температура массы, производительность размольной установки.*

**INFLUENCE OF THE KEY DESIGN DATA OF THE KNIFE FONT  
AT GRIND OF FIBROUS WEIGHT**

E. V. Abrosimov, O. N. Fedorova, N. S. Reshetova, Yu. D. Alashkevich

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: alashkevichud@sibsau.ru

*Key parameters of process of grind with use of knife fonts with various creation of knives are specified in article, the obtained data are reflected in schedules: gain of degree of a grinding, specific expenses of the electric power, weight temperature. Grind was carried out in a semi-industrial disk mill.*

*Keywords: a fibrous semi-finished product, grind, a font traditional with a rectilinear form of knives, a set with a crescent form of knives, a set with an evolvent form of knives, a semi-industrial disk mill, intensity of process of grind, weight temperature, productivity of razmolny installation.*

Как известно, при подготовке волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве в подавляющем большинстве случаев используются конические и дисковые мельницы. Основным рабочим органом этих машин является ножевая гарнитура с рабочей поверхностью, снабжённой преимущественно ножами с прямолинейной формой режущих кромок [1].

Размол волокнистых полуфабрикатов можно разделить на две группы. Первая группа – предварительный размол, заключающийся в разделении не проваренной щепы, сучков и пучков волокон на мелкую фракцию. Вторая группа – масснй размол, главный вид размол, заключающийся в придании волокнам определённой структуры, размеров по длине и толщине.

не, гибкости и пластичности. Этот вид размола применяется для волокнистых полуфабрикатов, является наиболее распространённым способом приготовления бумажной массы. Вид размола оказывает влияние на выбор конфигурации гарнитуры [2]. В свою очередь конфигурация гарнитуры оказывает значительное влияние на технико-экономические показатели работы мельниц и качество размола массы. Характер исполнения рисунка рабочей поверхности диска зависит от его геометрии. Определяющими геометрию рисунка рабочей поверхности диска параметрами являются: толщина ножей, ширина и глубина межножевых канавок, наличие перегородок, угол наклона режущих кромок к радиусу диска, направление их наклона и угол скрещивания [1].

Сам по себе процесс размола сложный, энергоёмкий и материально затратный. Для снижения энергозатрат, времени работы ножевой машины и улучшения качества волокнистого полуфабриката на кафедре МАПТ, СибГУ им. М. Ф. Решетнева, проводятся научные исследования по достижению оптимальных режимов работы размольных установок, для чего разрабатываются и изготавливаются ножевые размольные гарнитуры различных конфигураций.

Для подтверждения теоретических исследований на кафедре МАПТ были проведены экспериментальные работы по влиянию рисунка гарнитуры на обрабатываемый материал. Размолу подвергалась хвойная белёная сульфатная целлюлоза г. Братск ИЛИМ ГРУПП. Размол проводился в полупромышленной дисковой мельнице, при следующих технологических параметрах: частота вращения ротора 1500 об/мин, зазор между ножами ротора и статора 0,1, 0,2, 0,3 и 0,5 мм, концентрация массы 1, 2 и 3 %. Размол проводился с использованием следующих видов гарнитур: гарнитура традиционная с прямолинейной формой ножей (Патент № 2314381) [3], гарнитура с серповидной формой ножей (Патент № 2307883) [4], гарнитура с эвольвентной формой ножей (Патент № 2365695) [5].

На рис. 1 представлены значения показателей продолжительности размола волокнистой массы в зависимости от зазора между ножами ротора и статора, при различных значениях концентрации массы для нескольких рисунков гарнитур. Размол волокнистой массы осуществлялся до 60° по шкале Шоппер–Риглера.

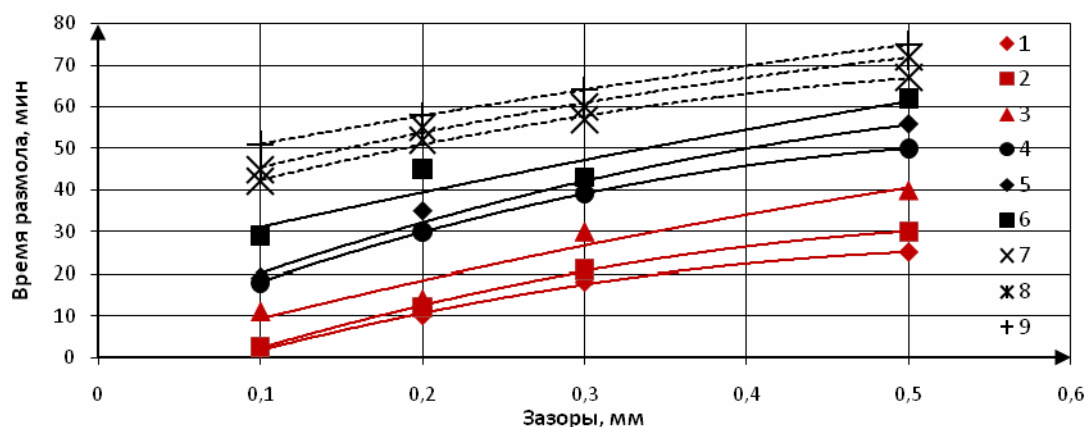


Рис. 1. Зависимость времени размола от величины зазора между ножами ротора и статора: гарнитура с эвольвентной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %; 2 – концентрация массы 2 %; 3 – концентрация массы 3 %; гарнитура с серповидной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %; 5 – концентрация массы 2 %; 6 – концентрация массы 3 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 7 – концентрация массы 1 %; 8 – концентрация массы 2 %; 9 – концентрация массы 3 %

Как видно из графика, требуемое время размола волокнистой массы сократилось при использовании гарнитуры с эвольвентной формой ножей по сравнению с гарнитурой с ножами серповидной формы в 2–4 раза и в 4–6 раз по сравнению с гарнитурой с прямолиней-



ными ножами. Как и следовало ожидать, время размола увеличивалось с ростом зазора не зависимо от формы рисунка гарнитур. Изменение концентрации волокнистой массы при размоле, также, не зависимо от конструкции гарнитур оказывает влияние на время обработки массы. С увеличением концентрации при заданном объёме время обработки повышается, это, казалось бы, влечет за собой снижение прочности волокна, но в пересчете на абсолютно сухое волокно производительность размольной установки с увеличением концентрации волокнистой массы растёт.

Эффективность использования гарнитуры, а также экономическое обоснование применения её в промышленном масштабе, может оценить показатель удельного расхода электроэнергии. Исходя из данных представленных на рис. 2, можно сказать, что гарнитура с эвольвентным построением ножей обладает неоспоримым преимуществом перед другими представленными гарнитурами. Обладая высокой интенсивностью процесса размола, а также низкой затратой электроэнергии, гарнитура с эвольвентной формой ножей может считаться более эффективной, из представленных. Данный фактор, можно объяснить тем, что эвольвентная форма ножей сама по себе значительно снижает эффект трения поверхности ножей о массу в узком зазоре между ножами ротора и статора. Так как, обеспечивается зацепление кромок ножей о массу, по касательной эвольвенты, вихревой поток гонит массу по нужной траектории по кромкам ножей без скольжения.

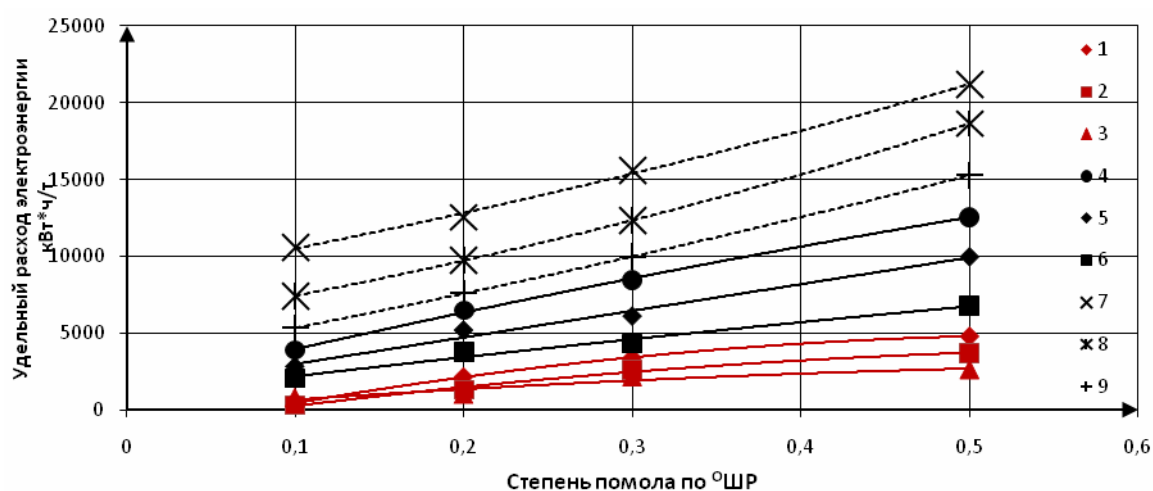


Рис. 2. Зависимость удельного расхода электроэнергии от величины зазора:  
 гарнитура с эвольвентной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %;  
 2 – концентрация массы 2 %; 3 – концентрация массы 3 %;  
 гарнитура с серповидной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %;  
 5 – концентрация массы 2 %; 6 – концентрация массы 3 %;  
 гарнитура с прямолинейной формой ножей: 7 – концентрация массы 1 %;  
 8 – концентрация массы 2 %; 9 – концентрация массы 3 %

Известно, что процесс размола волокнистой массы в ножевых машинах сопровождается ростом температуры обрабатываемого полуфабриката, на некоторых ножевых гарнитурах рост температуры массы достигает показателя выше 50 °С. Такое повышение температуры негативно сказывается на качестве размалываемой массы и на время её обработки, так как повышение температуры приводит к ороговению и окислению волокон [6]. Для снижения негативного влияния этого показателя при размоле массы, требуется, зачастую, дополнительное охлаждение размалываемой массы, либо снижение режимов работы установки за счёт изменения величины зазора между ножами ротора и статора, частоты вращения ротора и статора, что естественно, влечет за собой снижения производительности установки. Внедрение в целлюлозно-бумажное производство размола волокнистого материала в дисковой

мельнице, гарнитур с ножами эвольвентной и серповидной формы, обеспечивает незначительное повышение температуры массы при размоле, без необходимости увеличения времени размол в сравнение с классической гарнитурой с ножами прямолинейной формы.

На рис. 3 представлен график зависимости температуры нагрева размалываемой волокнистой массы от концентрации, зазора между ножами дисков и конструкции гарнитуры. Полученные показатели повышения температуры массы при её размол до 60° по шкале Шоппер–Риглера, наблюдаются при использовании гарнитур с ножами криволинейной формы. Наилучший показатель виден при использовании гарнитуры с эволентным построением ножей, наиболее близко по показателям расположена гарнитура с серповидным расположением ножей и неудовлетворительным показателям характеризуется гарнитура с прямолинейными ножами. Вторым по значимости фактором повышения температуры массы при размоле, является время размол и несколько меньшее влияние оказывает повышение концентрации массы.

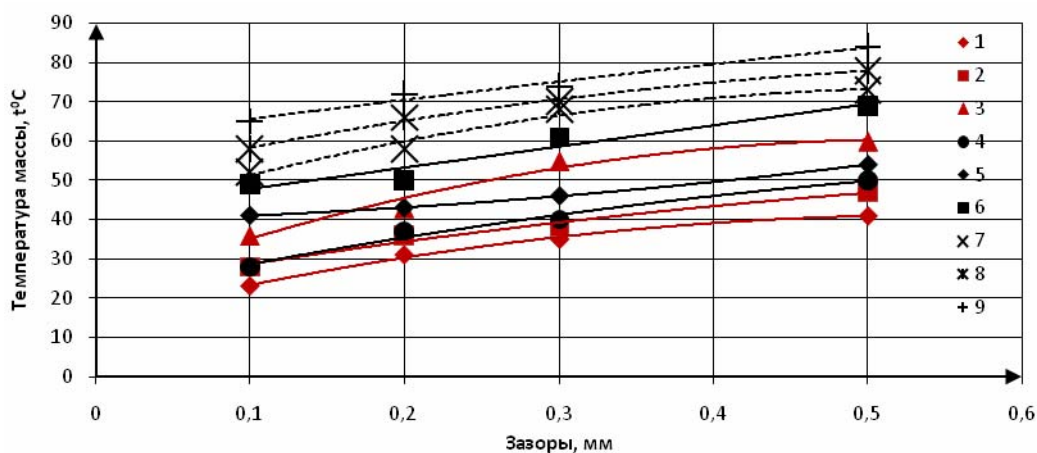


Рис. 3. Зависимость нагрева волокнистой массы при размоле:  
гарнитура с эвольвентной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %;  
2 – концентрация массы 2 %; 3 – концентрация массы 3 %;  
гарнитура с серповидной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %;  
5 – концентрация массы 2 %; 6 – концентрация массы 3 %;  
гарнитура с прямолинейной формой ножей: 7 – концентрация массы 1 %;  
8 – концентрация массы 2 %; 9 – концентрация массы 3 %

Как видно из рис. 3 температура массы при конкретных концентрациях 1 и 2 % с использованием гарнитуры эвольвентного типа достигает своего максимума в точке 50 °C и дальше её рост не наблюдается. При концентрации в 3 % рост температуры достигает максимального значения в 60 °C. Температура нагрева массы при размол до 60° по шкале Шоппер–Риглера при использовании гарнитуры с эвольвентной формой ножей достигает максимального значения 60 °C при дальнейшей обработке массы её нагрев прекращается. Объясняется характером течения волокнистой суспензии по эвольвентному рисунку гарнитуры, так как снижается эффект трения гарнитуры о потоки суспензии по сравнению с другими рисунками расположения ножей.

Исходя из всего вышесказанного, можно предположить, что гарнитура с эвольвентным расположением ножей имеет ряд экспериментально подтверждённых преимуществ, в сравнении с гарнитурами других конфигураций, таких как:

- сокращение продолжительности прохождения массы через размалывающую полость;
- повышение производительности размольной установки;
- снижение удельного расхода электроэнергии размалывающей машины при размоле;
- отсутствие нагревания волокнистой массы (рост температуры при размоле);
- повышение качества готового продукта.

### Библиографические ссылки

1. Ковалев В. И. Размол волокнистых полуфабрикатов при различном характере построения рисунка ножевой гарнитуры : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03: защищена 26.10.07. Красноярск, 2007. 209 с.
2. Легоцкий С. С., Гончаров В. Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. М. : Лесная пром-ть, 1990. 222 с.
3. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Набиева А. А. / Патент на изобретение № 2314381 Размалывающая гарнитура для дисковой мельницы МПК D21D1/30 (2006.01)B02C7/12 (2006.01).
4. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Харин В. Ф., Мухачев А. П. / Патент на изобретение № 2307883 Размалывающая гарнитура МПК D21D1/30 (2006.01)B02C7/12 (2006.01).
5. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Пахарь Е. Е., Нестеров Д. В. / Патент на изобретение № 2365695 Размалывающая гарнитура МПК D21D1/30 (2006.01)B02C7/12 (2006.01).
6. Алашкевич Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах : дис. ... д-ра техн. наук. Красноярск, 1986.

© Абросимов Е. В., Федорова О. Н., Решетова Н. С., Алашкевич Ю. Д., 2019

## ГИДРОДИНАМИКА ВИХРЕВОЙ СТУПЕНИ ПРИ БАРБОТАЖЕ

А. В. Богаткова, Д. А. Земцов, О. П. Жукова, Н. А. Войнов\*

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: n.a.voynov@mail.ru

*Представлены результаты исследования гидродинамики вихревой контактной ступени. Установлены режимы течения газо-жидкостной смеси на тарелке, определены величина гидравлического сопротивления, газосодержание и межфазная поверхность. Получена зависимость для расчета коэффициента гидравлического сопротивления сухой ступени.*

*Ключевые слова: завихритель, гидравлическое сопротивление, газосодержание, межфазная поверхность.*

## HYDRODYNAMICS VORTEXSTAGE WHILE BUBBLING

A. V. Bogatkova, D. A. Zemtsov, O. P. Zhukova, N. A. Voinov\*

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: n.a.voynov@mail.ru

*The results of the study of hydrodynamics of a vortex contact stage are presented. The flow regimes of the gas-liquid mixture on the plate are established, the value of hydraulic resistance, gas content and interfacial surface are determined. The dependence is obtained for the calculation of the hydraulic resistance coefficient of the dry stage.*

*Keywords: swirler, hydraulic resistance, gas content, interface.*

Массообменная ступени большой производительности по газу (пару) и жидкости широко используется в технологиях по переработке биомассы дерева, а также востребованы при проведении процессов ректификации, абсорбции, экстракции, аэрации и охлаждении оборотной воды в колоннах, абсорберах, экстракторах, скрубберах, градильнях. В настоящее время наибольшее применение в инженерной практике нашли ступени с клапанными и колпачковыми контактными устройствами [1].

Применение клапанных тарелок позволила за счет установки большого количества элементов обеспечить требуемую межфазную поверхность на ступени, однако в этом случае не достигается полная диссипация энергии подводящего газа (пара) в жидкость по причине слабого дробления струй газа. Вследствие чего аппараты на их основе имеют большие габариты, энергозатратны, кроме того, указанный тип тарелок не применяется для переработки загрязненных сред и при образовании на поверхности устройств накипи.

Стандартные ступени с колпачковыми устройствами металлоемки и также не эффективны при работе на больших нагрузках по жидкости и газа, вследствие их плотного размещения на ступени, что приводит к пульсациям газо-жидкостной смеси, подвисанию жидкости на тарелке и потере ее работоспособности.

Снижение [2] количества колпачков на тарелке позволяет увеличить производительность по жидкости, но уменьшает межфазную поверхность и увеличивает застойные зоны.

Целью работы является создание контактной ступени низкой металлоемкости, высокой производительности по газу и жидкости и эффективности за счет установки на ступенях вихревых контактных устройств (завихрителей) с двухсторонними кольцевыми каналами для выхода газа.

В настоящее время созданы конструкции вихревых ступеней, выполненные на основе прямоточно-вихревых контактных устройств [3], обладающие большой пропускной способностью по пару вследствие сепарации жидкости в сепараторах и обеспечения тем самым высокой скорости газовой фазы по сечению колонны до 6 м/с. Однако из-за большой металлоемкости и низкой производительности по жидкости, а также отсутствия перемешивания рабочей среды между элементами на ступени рассматриваемые контактные устройства не нашли широкого применения в промышленности.

Конструирование тарелок на основе вихревой камеры [4] или ступени на которых газожидкостная смесь совершает вращательное движение на поверхности цилиндрических перегородок или вставок не всегда обеспечивает кольцевой режим при высоких нагрузках по жидкости и в основном востребованы для создания укрепляющих ректификационных колонн и абсорберов с не высокими нагрузками по фазам.

В этой связи авторами разработана вихревая ступень на горизонтальной перегородке, которой размещены завихрители, снабженные двухсторонними кольцевыми каналами вывода пара (газа) из устройства в жидкость, рис. 1, а.

Контактное устройство состоит из днища и крышки тороидального типа снабжено кольцевыми каналами с внешней и внутренней стороны устройства. Такая конструкция завихрителя позволяет барботировать жидкость газом не только с наружной стороны устройства, но и с внутренней, что обеспечивает развитую межфазную поверхность. Развиваемые при этом динамический напор и нормальная сила инерции обеспечивают дробление газовых струй и высокую межфазную поверхность, устраняют пульсационное движение газожидкостной смеси. Не большая высота завихрителя обеспечивает их затопленность и беспрепятственное перемещение жидкости на ступени.

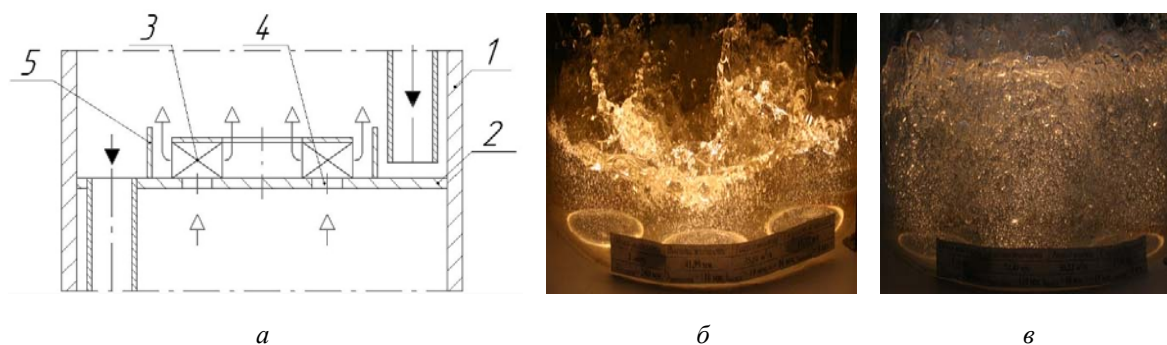


Рис. 1. Схема вихревой контактной ступени:  
1 – царга; 2 – тарелка; 3 – завихритель; 4 – каналы; 5 – перегород

Вследствие недостаточной изученности работы, представленной вихревой ступени были проведены исследования по гидродинамике.

Ступень, рис. 1, а и продувалась воздухом с расходом до 100 м<sup>3</sup>/час. В качестве рабочей среды использовалась вода с коэффициентом динамической вязкости 0.001 Па×с. Объем жидкости на ступени составил 3–10 литров. Диаметр ступени составил 0,34 м, внешний диаметр завихрителя 0,184 м и внутренний 0,125 м. Высота каналов выполнялась равной  $h = 0,01$  м, ширина наружных каналов  $b_n = 0,005$  м и внутренних  $b_v = 0,0015$  м, количество каналов 16 шт. Гидравлическое сопротивление контактной ступени определялось дифференциальным манометром. Величина коэффициента гидравлического сопротивления определялась по зависимости

$$\xi_n = \Delta P / \rho_g \cdot u_n^2, \quad (1)$$

$$\xi_b = \Delta P / \rho_g \cdot u_b^2, \quad (2)$$

где  $\xi_n$  и  $\xi_b$  – коэффициенты сопротивления для наружных и внутренних каналов;  $u_n$  и  $u_b$  – средние расходные скорости газа в каналах завихрителя, м/с;  $\Delta P$  – сопротивление каналов, Па.

Как показали исследования при небольших расходах газа в жидкости наблюдаются барботажный режим с восходящим движением одиночных струй газа из каналов завихрителя (рис. 1, б).

С увеличением расхода образуется струйный режим, наблюдается пульсирующий газо-жидкостный слой, высота которого на 20–50 мм превышает уровень жидкости на ступени.

При дальнейшем увеличении расхода пульсации вертикального газо-жидкостного слоя уменьшаются за счет возникновения силы инерции, что обеспечивает движение газа в радиальном направлении ступени и приводит к барботажно-кольцевому режиму работы, рис. 1, в.

При высоких нагрузках по газу, а также увеличении количества каналов в завихрителе образуется вращающийся газо-жидкостный слой в жидкости на ступени, при этом наблюдается унос.

Рабочим режимом вихревой тарелки является барботажно-кольцевой режим, протекающий при низких пульсациях газо-жидкостной смеси на ступени и позволяющий обеспечить большие нагрузки по жидкости и газу. Диаметр аэрированного слоя на исследуемой ступени при барботажно-кольцевом режиме и заданных расходах газа составил 330–400 мм, что позволяет заменить, например, не менее 10 клапанов на одно вихревое контактное устройство с кольцевыми каналами.

Как установлено величина коэффициента гидравлического сопротивления исследуемой вихревой ступени подчиняется зависимости

$$\xi = 15 \cdot \text{Re}^{-0,28} \cdot \left( \frac{h}{b} \right)^{-0,25}, \quad (3)$$

где  $\text{Re} = (u \cdot b \cdot \rho) / \mu$  – число Рейнольдса газа;  $h$  – высота каналов завихрителя, м;  $b$  – ширина каналов завихрителя, м.

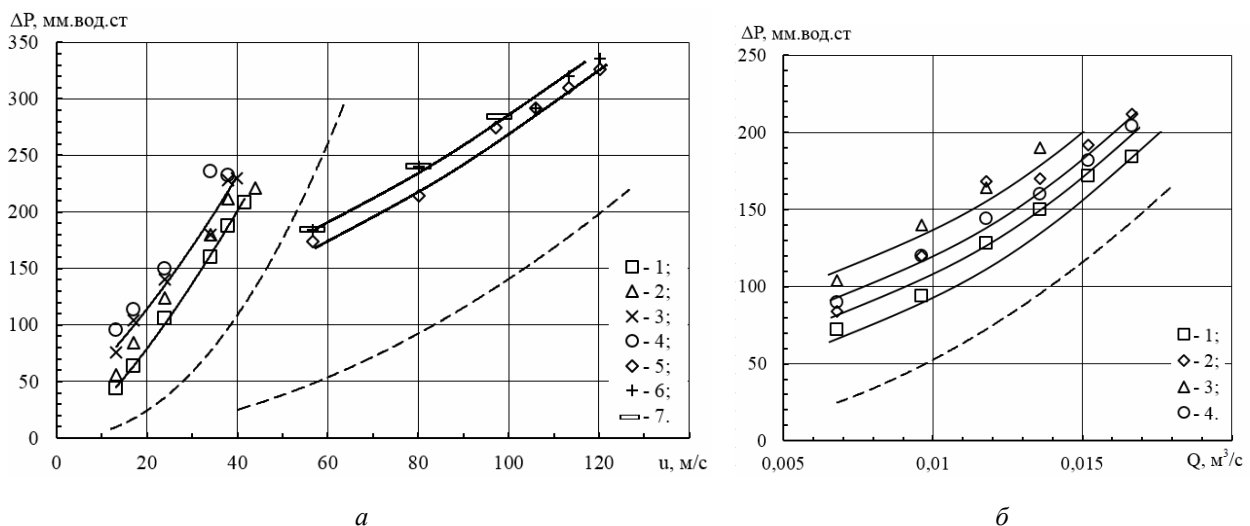


Рис. 2. Изменение сопротивления вихревой ступени от скорости газа (а) и от расхода газа (б):

Экспериментальные точки:

а – (1–4) при  $b_n = 0,005$  м, 1 –  $m = 4,5$  кг; 2 – 6 кг; 3 – 7,5 кг; 4 – 9 кг;

(5–7) при  $b_b = 0,0015$  м, 5 – 4,5 кг; 6 – 6 кг; 7 – 7,5 кг;

б – 1 –  $m = 4,5$  кг; 2 – 6 кг; 3 – 7,5 кг; 4 – 9 кг.

Пунктирные линии – сопротивление сухой тарелки

Согласно полученным данным (см. рис. 2), вихревые ступени с кольцевыми каналами имеют сопротивление в 1,5 раза ниже тангенциальных устройств [4].

Величина гидравлического сопротивления мокрой вихревой ступени с односторонними кольцевыми каналами с погрешностью 15 % может быть рассчитана по уравнению

$$\Delta P = \left( \left( \xi \cdot \frac{\rho_{\Gamma} \cdot u^2}{2} \right) + (\rho_{\text{ж}}(1 - \varphi) \cdot g \cdot H) \right), \quad (4)$$

где  $H$  – высота слоя жидкости на ступени, м;  $\varphi$  – газосодержание.

Величина газосодержания на контактной ступени составила 0,2–0,4. С учетом данных работы [4] размер пузырьков газа в жидкости на ступени при барботажно-кольцевом режиме составил 5–6 мм, а межфазная поверхность – 200–2000 м<sup>-1</sup>.

Полученные данные по гидродинамике ступени будут востребованы при конструировании тепломассообменного оборудования в технологиях комплексной переработки биомассы дерева.

### Библиографические ссылки

1. Холькин Ю. И. Технология гидролизных производств. М. : Лесная пром-ть, 1989. 496 с.
2. Результаты внедрения и исследования контактных ступеней бражных колонн / Н. А. Войнов, С. М. Воронин, О. П. Жукова, С. А. Ледник // Изв. вузов. Лесной журнал. 2011. № 4. С. 93–97.
3. Николаев Н. А. Эффективность процессов ректификации и абсорбции в многоступенчатых аппаратах с прямоточно-вихревыми контактными устройствами. Казань : Отечество, 2011. 122 с.
4. Вихревая контактная ступень для тепломассообменных процессов / Н. А. Войнов, С. А. Ледник, О. П. Жукова. Химическое и нефтяное машиностроение. 2013. № 9. С. 9–11.

© Богаткова А. В., Земцов Д. А., Жукова О. П., Войнов Н. А., 2019

## **ВЛИЯНИЕ НОЖЕВОГО И БЕЗНОЖЕВОГО СПОСОБОВ РАЗМОЛА НА ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ**

А. В. Гончаров, О. Н. Федорова, Р. А. Марченко, Ю. Д. Алашкевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Gav2110@mail.ru

*Приведены основные показатели волокнистой массы размолотой ножевым и безножевым способом. При ножевом способе использовалась полупромышленная дисковая мельница с гарнитурой прямолинейной традиционной восьми секторной, безножевым способом, использовалась установка типа «струя-преграда» с использованием подвижной турбинной насадки, 8-лопастная.*

*Ключевые слова: ножевой и безножевой размол, дисковая мельница, установка типа «струя-преграда», гарнитура традиционная с прямолинейной формой ножей, волокнистая масса, прирост степени помола, длина волокна, разрывная длина.*

## **INFLUENCE KNIFE AND WITHOUT KNIFE GRIND OF WAYS ON FIBROUS MATERIAL**

A. V. Goncharov, O. N. Fedorova, R. A. Marchenko, Yu. D. Alashkevich

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Gav2110@mail.ru

*Key indicators of the fibrous weight ground knife and without knife way are given in article. At a knife way the semi-industrial disk mill with a font rectilinear traditional to eight sector, without knife way was used, "stream barrier" installation with use of a mobile turbine nozzle, the 8th bladed was used.*

*Keywords: knife and without knife grind, a disk mill, "stream barrier" installation, a font traditional with a rectilinear form of knives, the fibrous mass, gain of degree of a grinding, fiber length, explosive length.*

Одним из экологически перспективных и экономически привлекательных путей наращивания производства бумаги является использование безножевого способа размола. На наш взгляд, такой метод будет являться наиболее целесообразным при производстве бумаги, в состав которой входят вторичные волокна (оборотный брак, макулатура) [1].

В лаборатории кафедры МАПТ проводились исследования влияния размола на волокнистый полуфабрикат ножевым и безножевым способом. Ножевой способ проводился при помощи полупромышленной дисковой мельницы с использованием гарнитуры традиционной с прямолинейной формой ножей (Патент № 2314381) [2]. При следующих технологических параметрах: частота вращения ротора 1000 об/мин, зазор между ножами ротора и статора 0,1 мм, концентрация массы 1 и 2 %, размолу подвергалась хвойная белёная сульфатная целлюлоза, г. Братск ИЛИМ ГРУПП. При безножевом способе размола использовалась установка типа «струя-преграда» с использованием подвижной преграды, при прочих равных условиях, с учётом технологических особенностей установки [3].



Из рис. 1 видно, что при использовании безножевой размольной установки типа «струя–преграда», интенсивность прироста степени помола выше, чем у установки ножевого размола с использованием гарнитуры с прямолинейной формой ножей, время, затраченное на размол, меньше. Это можно объяснить тем, что при использовании безножевого способа размола масса не подвергается сильному рубящему эффекту, как при ножевом способе, происходит щадящее воздействие на волокно с преобладанием фибриллирующего эффекта [4]. Также, при использовании гарнитуры с прямолинейной формой ножей волокнистая масса скапливается на кромках ножей, что создаёт ненужные затруднения при прохождении массы в результате заклинивания процесса размола.

На рис. 2 представлены зависимости длины волокна при различных способах размола волокнистой массы.

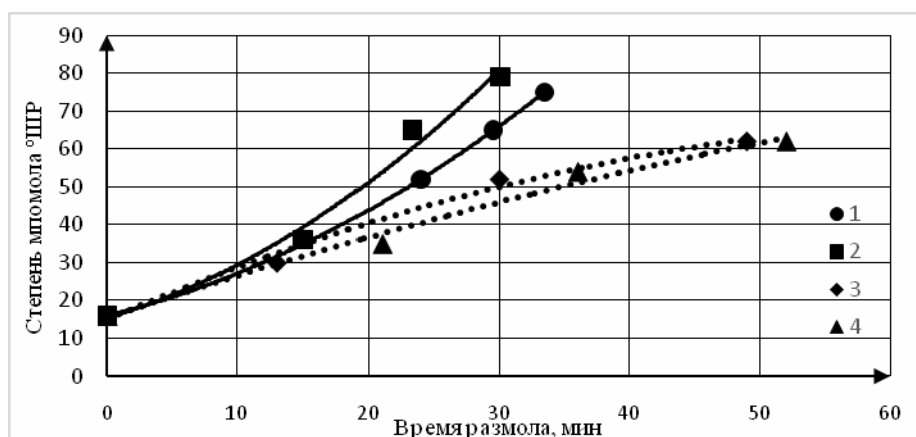


Рис. 1. Зависимость прироста степени помола от времени, затраченного на размол: безножевая установка типа «струя–преграда»: 1 – концентрация массы 1 %, 2 – концентрация массы 2 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 3 – концентрация массы 1 %; 4 – концентрация массы 2 %

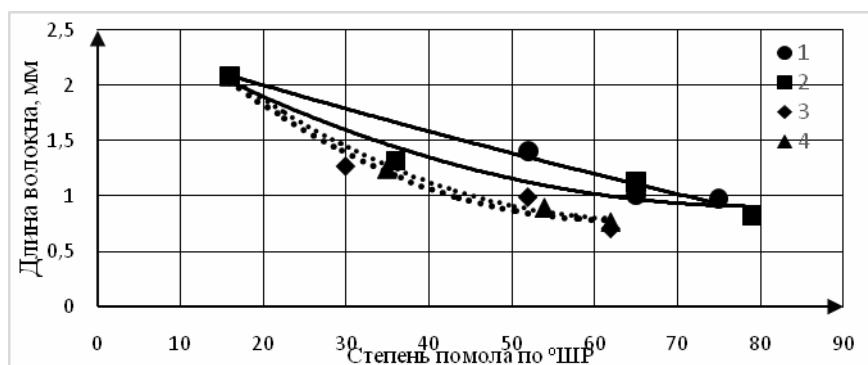


Рис. 2. Зависимость длины волокна от степени помола: безножевая установка типа «струя–преграда»: 1 – концентрация массы 1 %, 2 – концентрация массы 2 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 3 – концентрация массы 1 %; 4 – концентрация массы 2 %

Исходя из данных рис. 2 видно, что использование безножевого способа обработки обеспечивает более мягкий щадящий режим обработки волокна, происходящий за счет кавитационных и ударных явлений, в безножевой зоне комбинированной установки. В результате этого достигается повышение гибкости и пластичности, также способствует меньшему укорочению волокна образованию большего количества связей влияющих на прочностные показатели обрабатываемого материала [5].

По рис. 3 видно, что качественные зависимости имеют схожий характер, что касается количественных зависимостей, то здесь видно, что способ обработки волокнистого материала

оказывает существенное влияние на их значения. Это связано с тем, что физико-механические показатели готовых отливок в основном зависят от пластичности, прочности отдельных волокон, а также от длины размалываемых волокон, от сил связи между ними. Так как один из основных бумагообразующих показателей – длина волокна – намного выше, чем у волокнистой массы, размолотой ножевым способом, то это и служит, на наш взгляд, объяснением показателей разрывной длины [5].

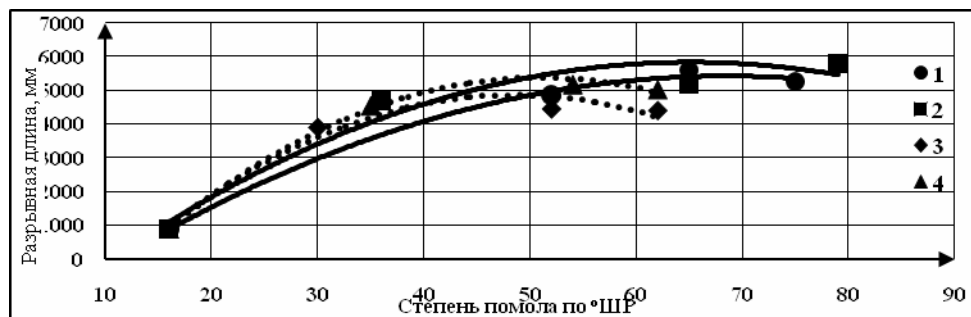


Рис. 3. Зависимость разрывной длины от степени помола:  
безножевая установка типа «струя–преграда»: 1 – концентрация массы 1 %, 2 – концентрация массы 2 %;  
гарнитура с прямолинейной формой ножей: 3 – концентрация массы 1 %; 4 – концентрация массы 2 %

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что безножевой размол, по сравнению с ножевым, обеспечивает более мягкий, щадящий режим обработки волокнистой массы. Также, регулируя технологические показатели безножевой установки (расстояние от насадки до преграды, скорость истечения струи суспензии, конструкции приёмного устройства и др.) можно достичь относительно схожих показателей размол при использовании других размалывающих машин. Исходя из результатов экспериментальных исследований, можно сказать, что безножевой способ размол, также, целесообразно применять при размоле волокнистой суспензии из оборотного брака [6].

### Библиографические ссылки

1. Алашкевич Ю. Д. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов. Красноярск, 2004. 80 с.
2. Набиева А. А. Оценка влияния и совершенствования основных технологических параметров ножевых размалывающих машин : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03: защищена 24.09.04. Красноярск, 2004. 182 с.
3. Марченко Р. А., Алашкевич Ю. Д., Решетова Н. С. Безножевая обработка волокнистой суспензии с использованием подвижной преграды // Вестник СибГАУ. 2006. С. 140–144.
4. Сравнительный анализ ножевого и безножевого способов размол волокнистой массы / А. В. Гончаров, О. Н. Федорова, Н. С. Решетова и др. // Решетневские чтения : сб. XXII Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2018. Ч. 2. С. 167–168.
5. Марченко Р. А. Интенсификация безножевого размол волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажном производстве : дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03: защищена 05.09.16. Красноярск, 2016. 182 с.
6. Алашкевич Ю. Д. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов. Красноярск, 2004. 80 с.

© Гончаров А. В., Федорова О. Н., Марченко Р. А., Алашкевич Ю. Д., 2019

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОСЕПАРАТОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Ю. А. Картышова, Н. Ю. Кожухова<sup>\*</sup>, Н. А. Войнов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>\*</sup>E-mail: sitkova72@mail.ru

*Проведен анализ контактных устройств газосепараторов, установленных в технологических линиях подготовки углеводородного газа. Установлено значительное влияние на гидродинамические режимы газа рабочего давления среды. Проведено сравнение параметров вихревых тангенциальных завихрителей, работающих при атмосферном и высоком давлении, предложена модернизация сепарационных элементов и рассчитаны параметры устойчивой работы газосепаратора.*

*Ключевые слова: газосепаратор, углеводородный газ, центробежные элементы, завихритель, очистка, турбулизация, сепарация.*

## THE MODERNIZATION OF THE GAS SEPARATOR HIGH PRESSURE

Yu. A. Kartyshova, N. Yu. Kozhukhova<sup>\*</sup>, N. A. Voynov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>\*</sup>E-mail: sitkova72@mail.ru

*The analysis of contact devices of gas separators installed in the process lines of hydrocarbon gas treatment is carried out. A significant influence on the hydrodynamic regimes of the gas of the working pressure of the medium is established. The parameters of vortex tangential swirlers operating at atmospheric and high pressures are compared, the modernization of separation elements is proposed, and the parameters of stable operation of the gas separator are calculated.*

*Keywords: gas separator, gas, centrifugal elements, swirler, cleaning, turbulization, separation.*

Как известно, сепарация является основным процессом любой технологической установки промышленной подготовки нефти и газа [1–3].

Рассмотрено нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное на севере Красноярского края, где процесс сепарации применяется на участке подготовки газа к транспорту для установок, осушки и отбензинивания газа с целью подготовки его для подачи в магистральный газопровод. В технологической линии установки отбензинивания установлено 3 различных сепаратора высокого давления. Первый сепаратор служит для доочистки осушенного газа от капель триэтиленгликоля, который служит в качестве абсорбента для осушки попутного нефтяного газа. Данный сепаратор установлен перед компрессорной частью турбодетандерного агрегата. Следующий сепаратор установлен перед самой турбиной и применяется для очистки сжатого газа от выделившегося газоконденсата. Третий сепаратор – низкотемпературный служит для отбензинивания охлажденного газа.

В своей работе мы рассматриваем первый сепаратор, который должен обеспечить высокую эффективность очистки газа от капель жидкости, чтобы на лопатках рабочего колеса компрессора не возник гидроудар. Для обеспечения эффективности сепарации и исключения

уноса капель жидкости была проделана работа по оптимизации рабочих параметров сепаратора с возможностью установки тангенциальных завихрителей [4].

Ранее нами были выполнены конструкторско-технологические расчеты целью которых являлось получение заложенных конструктором технологических параметров установленного в производственной линии газосепаратора, работающего при давлении 14 МПа и проведение сравнения с известными данными при атмосферном давлении [4; 5].

Расчеты показали, что исследуемые параметры при повышенном давлении на порядок ниже, чем при атмосферном. Что говорит о низкой эффективности сепарации и ставит под сомнение работоспособность промышленного сепаратора, так как при проектировании конструктором заложены низкая скорость газа в каналах. Таким образом, газосепаратор предназначенный для очистки углеводородного газа от газового конденсата, установленный в технологической линии и работающий при высоком давлении, имеет допустимые, но не оптимальные параметры работы, что приводит к низкой скорости газа в контактных устройствах, и следовательно, пониженной производительности и степени очистки.

В связи с этим, целью нашей дальнейшей работы является оптимизация рабочих параметров сепаратора с использованием тангенциальных завихрителей, и возможностью применения их в промышленном производстве. Завихрители обеспечивают устойчивую и эффективную работу в широком интервале изменения нагрузок по газу и жидкости, низкое гидравлическое сопротивление и металлоемкость оборудования. При такой компоновке контактных устройств на капли, находящиеся в потоке газа, или абсорбент на ступени аппарата, действует нормальная сила инерции и сила, вызванная скоростным напором потока. В устройствах не образуется восходящий прямоток пленки жидкости, что снижает вторичный унос капель, повышает эффективность разделения. Это обеспечивает интенсивную очистку газа при колебаниях расхода по газу и жидкости, устраняет унос, снижает высоту устройства и металлоемкость аппарата [6].

Расчет на основе анализа конструктивных параметров тангенциальных завихрителей различных видов показал, что возможно увеличение скорости газа в каналах контактных устройств. В расчетной методике были учтены оптимальные параметры касательных напряжений и сил инерции (сила трения на межфазовой поверхности должна быть такой же, как и при атмосферном давлении). Скорость газа в каналах составила 23,4 м/с.

На основании этого нами была предложена модернизация сепарационных элементов, а именно замена прямоточно-центробежных элементов на тангенциальные завихрители, а также определение конструктивных размеров завихрителей с учетом требуемой скорости, обеспечивающей работоспособность промышленного газосепаратора.

### Библиографические ссылки

1. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды к транспорту. М. : Недра, 1972. 324 с.
2. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : учеб. пособие / С. А. Ахметов [и др.] ; под общ. ред. С. А. Ахметова. СПб. : Недра, 2006. 868 с.
3. Каспарьянц К. С. Процессы и аппараты для объектов промысловой подготовки нефти и газа. М. : Недра, 1977. 254 с.
4. Овчинников А. А. Динамика двухфазных закрученных турбулентных течений в вихревых сепараторах. Казань : ЗАО «Новое знание», 2005. 288 с.
5. Иванова Ю. А., Кожухова Н. Ю. Анализ работы газосепараторов с прямоточными центробежными элементами // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки [Электронный ресурс] : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (17 мая 2018 г., Красноярск). Красноярск, 2018. Т. 1. С. 70–72.
6. Войнов Н. А., Жукова О. П., Кожухова Н. Ю. Вихревое контактное устройство для очистки газовых выбросов // Химия растительного сырья. 2018. № 2. С. 217–223.

© Картышова Ю. А., Кожухова Н. Ю., Войнов Н. А., 2019

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ МЕЛЬНИЦЫ НА ДИНАМИКУ РАЗМОЛА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В. Р. Пен, С. И. Левченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: 2507@inbox.ru

*Представлена математическая модель динамики размол. Последняя дает возможность оценить влияние частоты вращения мельницы на зависимость степени размол целлюлозных волокон от времени. Указано, что предложенное соотношение есть следствие механохимического взгляда на проблему.*

*Ключевые слова: размол, динамика размол.*

## ESTIMATION OF THE CORRELATION BETWEEN THE FREQUENCY OF THE MILL ROTATION AND THE DYNAMICS OF CELLULOSE GRINDING

V. R. Pen, S. I. Levchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: 2507@inbox.ru

*Mathematical model of the grinding dynamics is presented in order to estimate the influence of the frequency of the grinding mill on the degree of cellulose grinding over time. Proposed correlation is considered in terms of mechanochemical presentation of the problem.*

*Keywords: grind, grind dynamics.*

Размол – механический процесс, при котором волокна в водной среде испытывают расщепляющие и режущие воздействия. Цель размол – структурные изменения клеточной стенки волокна, посредством применения механической энергии и пластифицирующего воздействия водной среды. Один из главных эффектов процесса размол целлюлозы – «раскрытие» внутренней структуры волокон. Волокна целлюлозы сплюсываются и становятся более гибкими, что делает их более подходящими для построения межволоконных связей [1–4].

При размол массы механические процессы вызывают измельчение волокон и обуславливают структуру бумаги, а коллоидно-физические явления, происходящие в результате взаимодействия воды и целлюлозы – связь волокон в бумаге. Размол целлюлозных волокон можно условно разделить на четыре стадии [2–5].

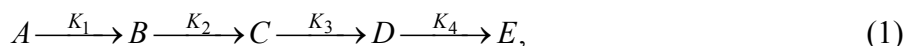
*Первая стадия* – разрушение межволоконных связей внутри клеточной стенки и образование зон смещения структурных элементов в волокнах, в результате чего возникают микротрещины, в которые проникает вода, в дальнейшем вступающая во взаимодействие со свободными гидроксильными группами целлюлозного комплекса. Расклинивающее действие воды обуславливает более глубокое расщепление клеточной стенки при размол, увеличивая гибкость и пластичность волокон.

*Вторая стадия* – частичное разрушение внешнего слоя  $S1$  и вторичной стенки  $S2$ , и ее отслоение вместе с первичной стенкой  $P$ .

*Третья стадия* – набухание стенки  $S_2$  в области образовавшихся зон смещений. Этот процесс может начаться только после разрушения наружной оболочки слоя  $S_1$ .

*Четвертая стадия* – частичное разрушение водородных связей между фибриллами стенки  $S_2$  (наружное фибриллизирование), быстрое нарастание удельной внешней поверхности и оводнение волокон [4–7].

Исходя из представления о размоле как о механохимическом процессе, динамику размола можно представить, по аналогии с формальной кинетикой, следующей кинетической схемой:



которой соответствует выписанная ниже система дифференциальных уравнений, моделирующих динамику размола. Здесь  $A, B, C, D, E$  – степени превращения волокна на соответствующей стадии процесса.

$$\begin{aligned} \frac{dA}{dt} &= -K_1 A, \\ \frac{dB}{dt} &= K_1 A - K_2 B, \\ \frac{dC}{dt} &= K_2 B - K_3 C, \\ \frac{dD}{dt} &= K_3 C - K_4 D, \\ \frac{dE}{dt} &= K_4 D. \end{aligned} \quad (2)$$

Начальные условия:  $A(0) = A_0$ ;  $B(0) = 0$ ;  $C(0) = 0$ ;  $D(0) = 0$ ;  $E(0) = 0$ .

Это система линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами и ее решение имеет стандартный, хотя и несколько громоздкий вид [8].

В эксперименте, как правило, наблюдается зависимость степени помола, выраженная в градусах помола от времени. Полагая, что градус помола  $S^0$  есть непрерывная функция от степени превращения на каждой из стадий изменения волокна при размоле, можно, очевидно, представить эту функцию в виде разложения в степенной ряд в окрестностях нуля:

$$S^0 = S_0^0 + r_A A + r_B B + r_C C + r_D D + r_E E + R(A, B, C, D, E). \quad (3)$$

Здесь  $R(A, B, C, D, E)$  часть ряда, содержащая степени независимых переменных выше первой. В линейном приближении можно считать  $R(A, B, C, D, E) = 0$ . Тогда

$$S^0 = S_0^0 + r_A A + r_B B + r_C C + r_D D + r_E E. \quad (4)$$

Из (3)–(4) нетрудно усмотреть, что после ряда преобразований:

$$S^0 = \text{Const}_0 + \text{Const}_1 e^{-k_1 t} + \text{Const}_2 e^{-k_2 t} + \text{Const}_3 e^{-k_3 t} + \text{Const}_4 e^{-k_4 t}. \quad (5)$$

Здесь  $\text{Const}_i$  есть комбинации из эффективных «констант» динамики размола  $k_i$  для каждой стадии процесса, начальных условий и постоянных системы (2).

Продолжая аналогию с формальной кинетикой, можно предположить, что если найти аналог температуры в предложенной модели, то возможно представление зависимости «константы скорости размола»  $k_i$  от частоты вращения  $N$ :

$$k_i = K_0 e^{\frac{E_i}{RN}}. \quad (6)$$

Или для всей модели в целом:

$$S^0 = \text{Const}_0 + \text{Const}_1 \exp(K_0 e^{\frac{-E_1}{RN}}) + \text{Const}_2 \exp(K_0 e^{\frac{-E_2}{RN}}) + \text{Const}_3 \exp(K_0 e^{\frac{-E_3}{RN}}) + \text{Const}_4 \exp(K_0 e^{\frac{-E_4}{RN}}). \quad (7)$$

Составляя функционал невязки для представленного уравнения и экспериментальных данных и решая соответствующую экстремальную задачу, оказывается возможным найти значения входящих в (7) констант.

Таким образом, допуская формальную аналогию между температурой в моделях формальной кинетики и частотой вращения в модели динамики размола, оказывается возможным получить полное математическое описание процесса.

### Библиографические ссылки

1. Ostwald W. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. 2 Stöchiometrie. Leipzig : Engelmann, 1981. 1163 s.
2. Иванов С. Н. Технология бумаги. 3-е изд. М. : Школа бумаги, 2006. С. 23, 36–39, 42, 57, 59, 68–69, 382–384. ISBN 5-86472-161-1.
3. Paulapuro H., Lumiainen J. Papermaking science and technology, Book 8, Papermaking: part 1, stock preparation and wet end, chapter four, refining of chemical pulp. Otaniemi, 2000. Pp. 87–97, 105, 106, 115–117, 194–206. ISBN 952-5216-08-X.
4. Batchelor W. J., Kure K. A., D Ouellet. Refining and the development of fibre properties // Nordic pulp & paper research journal. 1999. Vol. 14, № 4. Pp. 285–286.
5. Технология целлюлозно-бумажного производства, том 2, часть первая, технология производства и обработки бумаги и картона / ВНИИБ. СПб. : Политехника, 2005. С. 36, 37.
6. Акулов Б. В., Ермаков С. Г. Производство бумаги и картона : учеб. пособие. Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. С. 33, 35.
7. Легоцкий С. С., Гончаров В. Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. М. : Лесная пром-ть, 1990. С. 6–7.
8. Пен В. Р., Левченко С. И. Размол как механохимический процесс. Математическое моделирование // Решетневские чтения. Красноярск, 2016. С. 339–342.

© Пен В. Р., Левченко С. И., 2019

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛОНН ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ

Т. А. Рябцева, Д. А. Земцов\*, Н. А. Войнов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: denis\_zemtsov.92@mail.ru

*Представлен анализ методов расчета ректификационных колонн применительно к способу термической ректификации заключающегося в образовании флегмы на каждой ступени аппарата. Получены расчетные данные, позволяющие определить влияние температуры теплоносителя в дефлегматоре на эффективность ступеней по высоте колонны при термической ректификации.*

*Ключевые слова: расчет, термическая ректификация, ступень, теплоотдача, эффективность.*

## RESEARCH AND CALCULATION OF THE THERMAL RECTIFICATION COLUMN

T. A. Ryabceva, D. A. Zemtsov\*, N. A. Voynov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: denis\_zemtsov.92@mail.ru

*The analysis of methods of calculation of distillation columns in relation to the method of thermal rectification consisting in the formation of phlegm at each stage of the apparatus is presented. The calculated data allow to determine the effect of the coolant temperature in the reflux condenser on the efficiency of the steps in the height of the column during thermal rectification.*

*Keywords: calculation, thermal rectification, step, heat transfer, efficiency.*

Расчет ректификационных аппаратов является важнейшей основой при проектировании и разработке ректификационных установок. В настоящее время применяется несколько методик расчета колонных аппаратов графических и аналитических. Графический расчет числа теоретических тарелок с использованием диаграммы  $y-x$  сводится к построению равновесной и рабочей линий, а затем и ступеней изменения концентраций между этими двумя линиями. Этот метод известен как метод Мак Кэба–Тиле [1]. Графический расчет числа теоретических тарелок можно проводить методом Поншона–Савари [1] при помощи энтальпийной диаграммы. При этом учитываются тепловые свойства участвующих в ректификации компонентов, а также изменения потоков флегмы и пара по высоте колонны. Графические методы расчета достаточно просты и наглядны, однако они обеспечивают относительно невысокую точность расчета, особенно при большом числе теоретических тарелок.

Аналитическое определение числа теоретических тарелок методами «от тарелки к тарелке» предполагает последовательный расчет составов пара и жидкости на тарелках с использованием уравнений равновесной и рабочей линий, материального и теплового балансов для каждого сечения колонны. Такие методы известны как методы Льюиса–Матесона, Тиле–Геддеса, Смокера, Макинтайра [1; 2] и рекомендуются для тех случаев, когда линия равнове-



сия близка к диагонали, что затрудняет применение графического метода. Реализация этих методов для расчета процесса многокомпонентной ректификации является итерационной, требует большого объема вычислений.

В случае, когда некоторые параметры процесса работы колонны можно усреднить, например флегмовое число или относительную летучесть компонентов, можно использовать аналитические уравнения Фенске, или Джиллиланда [3; 4], такие уравнения особенно эффективны при разделении смесей с близкими параметрами позволяют анализировать работу действующих колонн и предварительно оценить эффективность разделения и ориентировочное число тарелок.

Метод Смокера [5] позволяет определить число теоретических тарелок отдельно для укреплений и исчерпывающей частей. Рекомендуются для тех случаев, когда линия равновесия близка к диагонали.

Согласно проведенному анализу за основу создания алгоритма расчета колонны термической ректификации [6–8] был использован расчет от тарелки к тарелке [1–2].

Сама методика расчета изложена нами в работе [9], а эффективность ступени в данной работе рассчитывалась по формуле

$$E_y = 0,55m^{-0,1}l_{yd}^{-0,56}F^{0,4}u^{0,9}, \quad (1)$$

где  $m$  – тангенс угла наклона равновесной кривой;  $l_{yd}$  – расход конденсата на верхней ступени, кг/с·м<sup>2</sup>;  $F$  – площадь верхних пластин, м<sup>2</sup>;  $u$  – скорость паров колонне, м/с.

Характерные результаты расчета представлены на рис. 1 и 2.

Согласно данным, представленным на рис. 1, изменение температуры воды поступающей в дефлегматор оказывает влияние на эффективность ступеней только в нижней части колонны и вызвано эффектом парциальной конденсации.

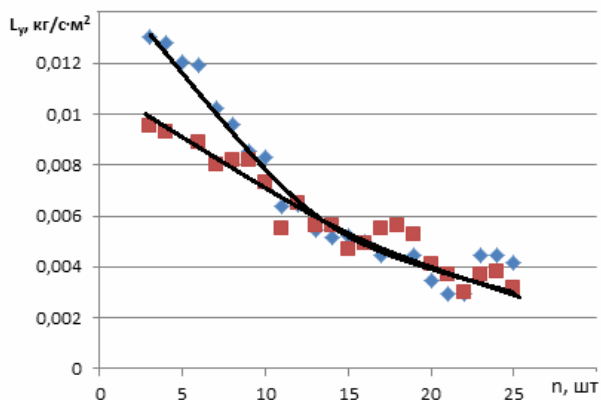


Рис. 1. Изменение удельного расхода флегмы (конденсата) по ступеням колонны Расчетные значения точек (1–2):  
1 – начальная температура воды подающая в дефлегматор 10 °C; 2 – 30 °C

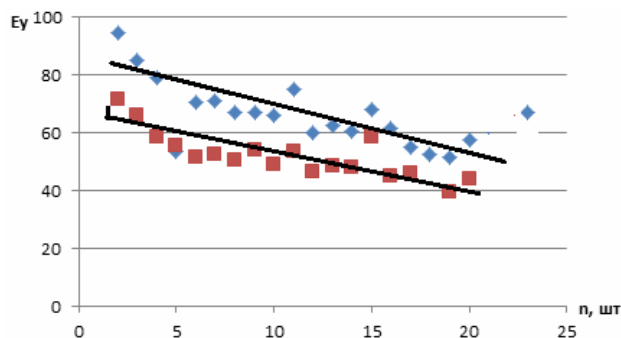


Рис. 2. Изменение эффективности разделения от числа ступеней. Расчетные точки (1–2):  
1 – начальная температура воды в дефлегматоре 10 °C; 2 – 30 °C

Согласно расчетным данным, представленным на рис. 2, наибольшая эффективность ступени достигается в нижней части колонны и также зависит от температуры подаваемой воды в дефлегматор. Чем выше температура подаваемой воды в дефлегматор (точки 1 и 2, рис. 2) тем выше эффективность.

Разработанный алгоритм расчета будет использован при конструировании колонны ректификации скипидара.

### Библиографические ссылки

1. Скобло А. И. и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. М. : ООО “Недра-Бизнесцентр”, 2000. 677 с.
2. Кафаров В. В. Основы массопередачи. 3-е изд. М., 1979.
3. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Кн. 2. М., 1981. С. 513.
4. Петлюк Ф. Б., Серафимов Л. А. Многокомпонентная ректификация. Теория и расчет. М., 1983.
5. Флореа О., Смигельский О. Расчёты по процессам и аппаратам химической технологии : пер. с рум. М. : Химия, 1971.
6. Пленочная тепло- и массообменная аппаратура (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / В. М. Олевский, В. Р. Ручинский, А. М. Кашников и др. М. : Химия, 1988. 240 с.
7. Патент 2437698 Российская Федерация, МПК B01D3/14 C1. Способ ректификации / Войнов Н. А., Паньков В. А., Войнов А. Н. ; заявитель – № 2010118012/05; заявл. 04.05.2010; опубл. 27.12.2011. Бюл. № 36. 7 с.
8. Voinov N. A., Zemtsov D. A., Zhukova O. P. Study of Thermal Rectification in a Column with Low Mass Transfer on the Steps // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2017. Vol. 51, № 2. P. 174–181. DOI: 10.1134/S0040579517020130.
9. Расчет колонны со ступенями из пластин при термической ректификации / Д. А. Земцов, Н. В. Дерягина, В. А. Кожухов и др. // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т. 36, № 5. С. 471–476.

© Рябцева Т. А., Земцов Д. А., Войнов Н. А., 2019

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БУМАГООБРАЗУЮЩИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ В ПРОЦЕССЕ РАЗМОЛА**

В. А. Севергин, О. Н. Федорова, Н. С. Решетова, Ю. Д. Алашкевич

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: severgin98@bk.ru

*Приведены основные параметры процесса размола с использованием ножевых гарнитур с различным построением ножей, полученные данные отражены в графиках: длина волокна, межволоконные силы связи.*

*Ключевые слова: волокнистый полуфабрикат, размол, прямые и кривые ножи, полупромышленная дисковая мельница, основные бумагообразующие показатели: длина волокна, межволоконные силы связи.*

## **INFLUENCE OF THE DRAWING AND FORM OF KNIVES OF THE FONT ON FIBROUS WEIGHT AT GRIND**

V. A. Severgin, O. N. Fedorova, N. S. Reshetova, Yu. D. Alashkevich

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: severgin98@bk.ru

*Key parameters of process of grind with use of knife fonts with various creation of knives are specified in article, the obtained data are reflected in schedules: fiber length, interfiber forces of communication.*

*Keywords: fibrous semi-finished product, grind, direct and curve knives, semi-industrial disk mill, key bumagoobrazuyushchy indicators: fiber length, interfiber forces of communication.*

Бумажная промышленность – одна из крупнейших отраслей лесного хозяйства. Ее продукция имеет широкое применение как в быту, так и в некоторых отраслях промышленности. Видов бумаги большое количество, начиная от газетной содержащей древесную массу и заканчивая видами бумагой из 100%-й целлюлозы. Каждый вид бумажной продукции требует определенных подходов к подготовке волокнистых полуфабрикатов, проведению теоретических исследований и подтверждающих их экспериментов. Получить точные значения, которые ожидалось, невозможно, ведь в бумажной промышленности существует множество факторов влияющих на те или иные свойства бумаги или другой продукции [1].

Согласно Шитову Ф. А., процесс размола – это механическое действие, которое в присутствии воды модифицирует волокна растительного происхождения, благоприятствуя формированию и развитию связей между волокнами при изготовлении бумаги [2].

Для подтверждения теоретических исследований, а также удовлетворения научного интереса на кафедре МАПТ проводятся экспериментальные работы по изучению влияния рисунка гарнитуры на обрабатываемый материал. Размолу подвергалась хвойная белёная сульфатная целлюлоза полуфабрикат в АО «ИЛИМ ГРУПП» г. Братск промплощадка ЛПК. Размол проводился в полупромышленной дисковой мельнице, при следующих технологических

параметрах: частота вращения ротора 1500 об/мин, зазор между ножами ротора и статора 0,1 мм, концентрация волокнистой массы 1 и 2 %. Размол проводился с использованием следующих видов гарнитур: гарнитура с эвольвентным построением ножей (патент), гарнитура традиционная с прямолинейной формой ножей (Патент № 2314381) [3], гарнитура с серповидной формой ножей (Патент № 2307883) [4], гарнитура для получения ДВП (древесно-волокистых плит) (Патент № 2365695) [5].

Бумагообразующие свойства – это те свойства, которые в совокупности определяют достижение требуемого качества изготавливаемой бумаги. Основным бумагообразующим показателем волокнистой массы, является длина волокна, данный показатель характеризует эффективность применения ножевой гарнитуры для дисковых мельниц [6]. На рис. 1 представлены значения длины волокон при размоле с использованием ножей различных конфигураций.

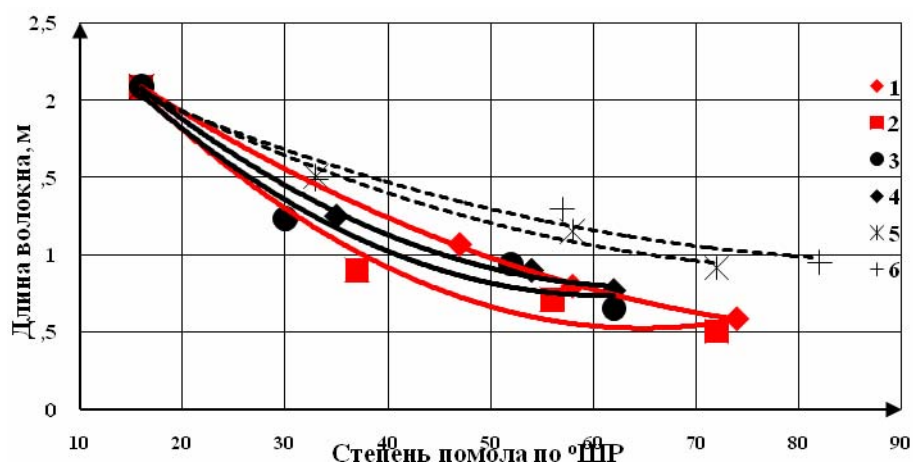


Рис. 1. Зависимость длины волокна от концентрации волокнистой массы: гарнитура с эвольвентным построением ножей: 1 – концентрация массы 1 %, 2 – концентрация массы 2 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 3 – концентрация массы 1 %, 4 – концентрация массы 2 %; гарнитура для ДВП: 5 – концентрация массы 1 %, 6 – концентрация массы 2 %

Как видно по рис. 1 наилучшее значение показателя длины волокна наблюдается у гарнитуры предназначенной для ДВП, но исходя из одного показателя, мы не можем судить о качестве размолы и эффективности использования данной гарнитуры для размолы целлюлозы. При формировании бумажного листа не маловажную роль играет и наличие мелкой фракции, которая даёт нам заполненность образовавшихся пустот и тем самым повышает прочность бумаги.

Межволоконные силы связи важный качественный показатель, который обуславливает не только механическую прочность, но и почти все физические свойства (объемный вес, непрозрачность, воздухопроницаемость, впитывающую способность, деформацию) и физико-механические характеристики (разрывная длина, сопротивление бумаги излому и продавливанию) готовой бумаги [7]. По экспериментальным данным построены зависимости межволоконных сил связей от степени помола по °ШР при различных концентрациях и зазорах. По результатам исследования было определено, что наиболее лучший показатель в разработке волокнистой массы при использовании гарнитуры с эвольвентной формой ножей, наблюдается у концентрации массы  $c = 2\%$  при фиксированном зазоре 0,1 мм.

Данную тенденцию можно объяснить тем, что при концентрации массы в 2 % в результате процесса размолы возрастают силы связи между волокнами, за счет геометрии построения размалывающей гарнитуры, масса наиболее долго преобладает в зоне размолы (рис. 2). Тем самым увеличивается наружная поверхность волокон, главным образом за счёт их фибрилляции.

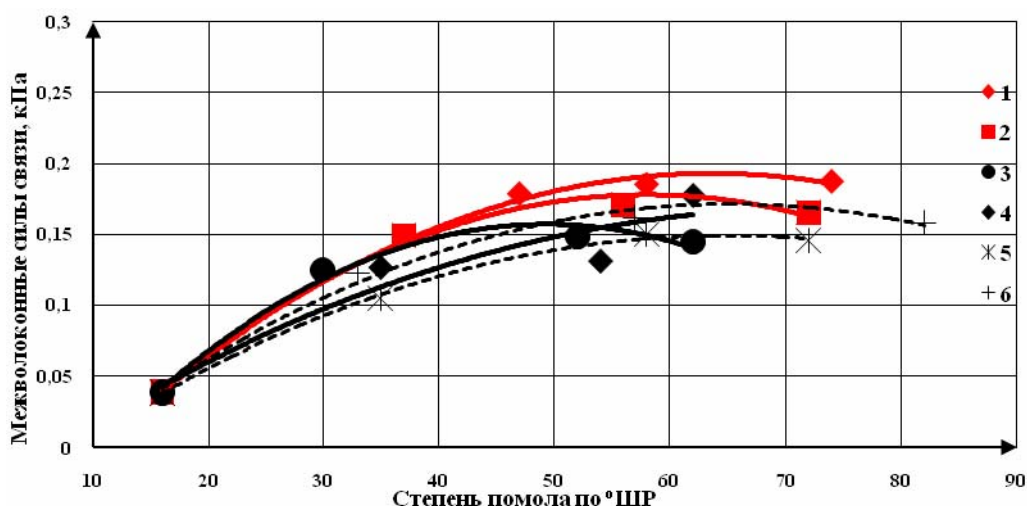


Рис. 2. Зависимость межволоконных сил связи от степени помола по °ШР  
 гарнитура с эвольвентным построением ножей: 1 – концентрация массы 1 %, 2 – концентрация массы 2 %;  
 гарнитура с прямолинейной формой ножей: 3 – концентрация массы 1 %, 4 – концентрация массы 2 %;  
 гарнитура для ДВП: 5 – концентрация массы 1 %, 6 – концентрация массы 2 %

Исходя из выше описанных значений графиков, можно сделать вывод, что при использовании гарнитуры с эвольвентным построением ножей, получаем хорошо разработанную длинноволокнистую массу, которая отвечает требованиям высокого выхода исходного материала.

### Библиографические ссылки

1. Технология и оборудование переработки макулатуры : учеб. пособие для вузов / М. В. Ванчаков, В. Дубовой, Я. В. Казаков, В. К. Дубовой. СПб., 2017.
2. Шитов Ф. А. Технология бумаги и картона : учебник для средних проф.-техн. училищ. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Высш. шк., 1978. 376 с.
3. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Набиева А. А. Патент на изобретение № 2314381 Размалывающая гарнитура для дисковой мельницы МПК D21D1/30 (2006.01)B02C7/12 (2006.01).
4. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Федорова О. Н. Патент на изобретение № 2649595 Размалывающая гарнитура МПК D21D1/30 (2018.04)B02C7/12 (2018.04).
5. Алашкевич Ю. Д., Чистова Н. Г., Вититнев А. Ю., Дирацуян А. А. Патент на изобретение № 2652171 Размалывающая гарнитура МПК D21D1/30 (2017.04)B02C7/12 (2017.04).
6. Федорова О. Н. Исследование процесса размала волокнистых полуфабрикатов в ножевой размалывающей машине с использованием гарнитуры с криволинейными ножами : магистерская диссертация: 151000: защищ. 19.06.15. Красноярск, 2015. 107 с.
7. Алашкевич Ю. Д., Решетова Н. С., Гудовский В. П. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Ч. 2 / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2006. 298 с.

© Севергин В. А., Федорова О. Н., Решетова Н. С., Алашкевич Ю. Д., 2019

## **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНО-ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ, ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

М. З. Шаронова, С. Н. Долматов, Д. З. Шаронова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: azi-ka28@mail.ru

*Рассмотрены история создания древесно-цементных композитов, их перспективы. Отмечено наличие Федеральных программ по увеличению объемов жилищного строительства, где такие материалы могут быть задействованы. Проанализированы положительные и отрицательные качества древесно-цементных композитов. Для условий Красноярского края развитие технологий древесно-цементных композитов можно считать одной из приоритетных задач в области комплексного использования древесных ресурсов.*

*Ключевые слова: древесно-цементные композиты, арболит, опилкобетон, строительные материалы, малоэтажное строительство.*

## **BUILDING MATERIALS BASED ON WOOD-CEMENT COMPOSITES, HISTORY AND PROSPECTS**

M. Z. Sharonova, S. N. Dolmatov, D. Z. Sharonova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: azi-ka28@mail.ru

*The article deals with the history of creation of wood-cement composites, their prospects. It is noted that there are Federal programs to increase the volume of housing construction, where such materials can be used. The positive and negative qualities of wood-cement composites are analyzed. For the conditions of the Krasnoyarsk region the development of technologies of wood-cement composites can be considered one of the priorities in the field of integrated use of wood resources.*

*Keywords: wood-cement composites, arbolit, sawdust, building materials, low-rise construction.*

Производство строительных материалов на основе цемента и измельченной древесины зародилось в 30-х годах XX века, но первые попытки были отмечены еще в XIX веке [1]. Такие материалы можно считать древесно-цементными композитами (ДЦК) [18]. От ДЦК ожидали сочетания пожаробезопасности, прочности и долговечности бетона с низкой теплопроводностью древесины. Однако, несмотря на кажущуюся простоту принципа, комбинирование таких изначально плохо совместимых материалов, как бетон и древесина, оказалось делом весьма сложным, потребовавшим многих лет совершенствования технологии. Особенно остро вопрос вовлечения органических целлюлозных компонентов, возникают при утилизации древесных отходов, образуется в больших количествах в лесозаготовительных предприятиях [5; 6]. Такие композиты интересны тем, что позволяют утилизировать древесные отходы образующиеся в больших количествах. В Красноярском крае общий объем отходов лесопиления составляет 1,3 млн м<sup>3</sup> ежегодно [15]. Этот объем в настоящее время практически

не используется, что создает повышенную пожароопасность, риск распространения лесных вредителей.

В соответствии с Федеральной программой «Жилье» предусматривается увеличение строительства индустриальных малоэтажных домов повышенной комфортности, что требуют увеличения выпуска конструкционно-изоляционных и изоляционных материалов повышенного качества, сочетающих несколько функций (теплоизоляция, звукоизоляция).

Современный уровень строительства предъявляет высокие требования к используемым материалам в части повышения теплозащиты, долговечности, экономичности и эстетичности. Разработка композитов с улучшенными изоляционными свойствами и их широкое применение в строительстве в условиях строжайшей экономии теплоэнергетических ресурсов приобретают большое значение [2]. Исследование различных авторов [2–4] показали что для производства строительных композиционных материалов – древесно-цементных композитов, применяются различные целлюлозосодержащие наполнители растительного происхождения (низкосортные и некондиционная древесина, тонкомер, дровяное долготье, неделовой горбыль, срезки, торцы, станочная стружка, щепа, лесорамные опилки, одубина; отходы сельскохозяйственного производства – костра льна, конопли, кенафа, джута, стебля хлопчатника, рисовой соломы, камыша; отходы целлюлозно-бумажного производства – скоп и др). Все эти наполнители как целлюлозосодержащий растительный продукт характеризуются рядом общих специфических свойств, оказывающих существенное влияние на процессы структурообразования, структурно механические и строительные свойства композитов.

В качестве минерального связующего для получения древесно-цементных композитов используются портландцемент, шлакощелочное вяжущее.

За длительный период были разработаны и исследованы следующие древесно-цементные композиты.

*Арболит* (от лат. arbor – дерево и греч. Lithos – камень) – это разновидность легкого бетона, предназначенный для строительства домов высотой до трех этажей [9]. Этот материал хорошо знаком российскому потребителю: есть многолетний (с 1960-х) опыт применения его в виде блоков и готовых панелей стен. В СССР действовало около 100 заводов арболита [7].

Зачастую к арболиту относят все легкие бетоны с органическим наполнителем: древесной стружкой (деревобетон), кострой льна и конопли, дроблеными стеблями хлопчатника и т. д. Таким образом, понятие «арболит» по смыслу совпадает с термином «древесно-цементные композиты». Но при этом ГОСТ 19222–84 «Арболит и изделия из него» довольно жестко ограничивает размеры частиц органического наполнителя и не допускает применения других наполнителей, в результате чего к арболиту не может быть отнесен опилкобетон [8].

В арболите на органический наполнитель приходится до 80–90 % объема; оставшиеся 10-20% составляют цемент и минерализующие добавки (хлорид кальция, нитрат кальция, жидкое стекло и пр.). Различают теплоизоляционную (плотность от 400 до 500 кг/м<sup>3</sup>) и конструкционную (плотность от 500 до 850 кг/м<sup>3</sup>) разновидности арболита.

Арболитовые панели сегодня не являются востребованным продуктом, а вот блоки из арболита размером 500×300×200 мм получили распространение, и их производством занимается уже довольно большое число компаний, благо на рынке предлагается не дорогое полупромышленное оборудование для изготовления арболитовых блоков [14].

Имеется информация о технологии электростабилизированного арболита ЭЛСТАР [10]. Технология предполагает использование мобильного комплекта оборудования, включающего озонатор (для нейтрализации смол в стружке) и специальную опалубку из щитов-электродов. После засыпания смеси в опалубку, через нее пропускают постоянный ток, что приводит к ускорению твердения с 28 суток до 3 часов. Полученный арболит отличается более однородной структурой. Дощатый или иной каркас не требуется.

В Великобритании и США в последние годы получило развитие строительство из монолитного костробетона, т. е. из разновидности арболита. Так, под маркой Tradical Hemcrete

выпускается сухая смесь, которую замешивают с водой на стройплощадке и засыпают в опалубку или в каркасную конструкцию с обшивкой, выполняющей роль несъемной опалубки. Такое строительство считается «экологически ответственным», «зеленым», поскольку оно основывается на использовании возобновляемого местного сырья, являющегося по сути отходами сельского хозяйства, и позволяет вывести из круговорота большое количество углерода и, таким образом, внести вклад в борьбу с «парниковым эффектом» [1; 11].

Из костробоетона строят коттеджи, социальное жилье (таунхаусы стоимостью около 1 тыс. фунтов/м<sup>2</sup> – для Великобритании это вполне доступное жилье), общественные и коммерческие здания, многие из которых получили сертификат BREEAM [16].

*Опилкобетон* – если использовать в качестве заполнителя опилки размером не более 5 мм и брать их в пропорции 1:1 с вяжущим веществом и песком, вместо арболита получим опилкобетон. Опилкобетон бывает на цементе, магнезиальном связующем, гипсе, извести и даже карбидном иле. Этот материал имеет большую плотность, чем арболит, а потому и более высокую теплопроводность: для опилкобетона плотностью 800 кг/м<sup>3</sup> данный показатель составляет 0,32 Вт/м<sup>2</sup>К – ниже, чем у обычного кирпича, но все-таки значительно выше, чем у арболита, газобетона и поризованного кирпича. Несколько улучшить свойства позволяет создание пустот в блоке, но все же для строительства жилья опилкобетон нужно применять с дополнительным утеплением снаружи. Чаще из этих блоков возводят бани и хозяйственные постройки, не требующие высоких теплозащитных свойств. Механическая обработка изделий из опилкобетона несколько труднее, чем из арболита, поскольку в составе опилкобетона имеется песок [1; 13].

В Австралии под маркой Timbercrete предлагаются стеновые блоки, облицовочные и тротуарные плитки из особого опилкобетона. При плотности 900 кг/м<sup>3</sup> они обладают теплопроводностью 0,23 Вт/м<sup>2</sup>К, хорошо обрабатываются, имеют интересную текстуру, высокие декоративные свойства [12].

### **Выводы**

1. Одним из способов повышения эффективности строительства является использование отходов лесозаготовительного и сельскохозяйственного производства при изготовлении строительных материалов. Рост показателей эффективности достигается при внедрении достижений науки, современных технических разработок, nano и биотехнологий. Особенно важно технология композитных древесно-цементных материалов в регионах где сконцентрированы значительные объемы древесных отходов, к таким регионам, несомненно, относится Красноярский край.

2. Поскольку лес является возобновляемым ресурсом, значит, и технологии лесопереработки будут в дальнейшем развиваться, и через много лет, так же, как и сейчас будет существовать проблема утилизации древесных отходов, поэтому технология древесно-цементных композитов имеет хорошие перспективы на будущее.

### **Библиографические ссылки**

1. Деловой журнал по деревообработке [Электронный ресурс]. URL: <https://derevo.ua/articles/details/stroitelstvo-iz-derevobetona-49> (дата обращения: 12.02.2019).
2. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. М. : Стройиздат, 1990. 415 с.
3. Арболит / под ред. Г. А. Бужевича. М. : Стройиздат, 1968. 243 с
4. Казимагомедов И. Э., Лобанова А. В. Пути повышения качества арболита на основе костры льна // Вестник Одес. гос. акад. строительства и архитектуры, 2015. С. 115–120.
5. Лесозаготовительные предприятия Красноярского края [Электронный ресурс]. URL: <http://www.palki.ru/catalog120/okrug3/region42/page1.html> (дата обращения: 12.02.2019).
6. ЛесПромИнформ [Электронный ресурс]. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3204> (дата обращения: 12.02.2019).



7. Наназашвили И. Х. Арболит – эффективный строительный материал. М. : СИ, 1984. 62 с.
8. ГОСТ 19222–84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия. М., 1983. 24 с.
9. Журнал о лесной промышленности и деревообработке. 2017. № 5. С. 92–94.
10. Электростабилизированный арболит (ЭЛСТАР) [Электронный ресурс]. URL: <http://worldstroy.com/elektrostabilizirovannyiy-arbolit-elstar.html> (дата обращения: 12.02.2019).
11. Tradical Hemcrete [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tradical.com/hemp-lime.html> (дата обращения: 12.02.2019).
12. Timbercrete [Электронный ресурс]. URL: <http://www.timbercrete.com.au/> (дата обращения: 12.02.2019).
13. Пригарин С. А. Основные методологические положения развития управления малоэтажным жилищным строительством // Вестник Моск. ун-та МВД России. 2011. № 3. С. 45–47.
14. Мышкина Н. П., Беляева А. Ю. Малоэтажное строительство как фактор повышения доступности жилья (на примере Республики Мордовия) // Контентус. 2015. № 4 (33). С. 26–31.
15. Корпачев В. П., Андрияс А. А., Пережилин А. И. Оценка объема отходов лесозаготовок в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2010. № 7. С. 7–10.
16. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) [Электронный ресурс]. URL: <http://hpb-s.com/ru/service/> (дата обращения: 12.02.2019).
17. Федеральная программа «Жилье» / Постановление Правительства РФ № 889 от 25.08.2015.
18. Запруднов В. И. Создание качественных древесно-цементных материалов // Лесной Вестник. Forestry Bulletin. 2017. № 6. С. 54–60.

© Шаронова М. З., Долматов С. Н., Шаронова Д. З., 2019

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАРНИТУРЫ С НОЖАМИ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ**

В. И. Шуркина, Р. А. Марченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Welta0007@mail.ru

*Проведен сравнительный анализ бумагообразующих показателей при использовании  
ножевой гарнитуры с криволинейной (окружной) формой ножей и ножевой гарнитуры  
с прямолинейными ножами.*

*Ключевые слова: Размол, гарнитура с криволинейной формой ножей, окружные ножи,  
размалывающая гарнитура, целлюлоза, волокнистая масса.*

## **IMPROVING THE PROCESS OF SMOKING THE FIBER MASS WITH THE USE OF HEADSETS WITH KNIVES OF KRYVOLINEAN FORM**

V. I. Shurkina, R. A. Marchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Welta0007@mail.ru

*The article presents a comparative analysis of paper-forming indicators when using a knife  
set with a curved (circumferential) shape of knives and a knife set with straight knives.*

*Keywords: Grinding, headset with a curved shape of knives, circumferential knives, grinding  
headset, cellulose, fibrous mass.*

Использование гарнитуры дисковых мельниц с прямолинейной формой ножей широко масштабно в производстве, но не всегда дает ожидаемый результат.

Задачу повышения качества обработки волокнистого полуфабриката, повышения производительности и снижения энергозатрат решает использование размалывающей гарнитуры с криволинейной формой ножей [3].

В лаборатории кафедры Машины и аппараты промышленных технологий Сибирского государственного технологического университета были проведены исследования влияния рисунка ножевой размалывающей гарнитуры на качество обрабатываемого волокнистого материала. В качестве размалываемого материала использовали бисульфитную небеленую целлюлозу концентрацией массы 1, 2 и 3 %, полуфабрикат ООО «Енисейский ЦБК».

Был проведен сравнительный анализ бумагообразующих показателей при использовании ножевой гарнитуры с криволинейной (серповидной) формой ножей, спроектированной на кафедре МАПТ СибГТУ, и ножевой гарнитуры с прямолинейными ножами [1].

Для разработки волокнистого полуфабриката использовалась полупромышленная дисковая мельница при частоте вращения ротора 2000 об/мин и межножевым зазором 0,1 мм.

На рис. 1 представлен график зависимости прироста степени помола от времени обработки волокнистого полуфабриката.

Как видно по рис. 1, качественные зависимости прироста степени помола носят идентичный характер.

Количественные же зависимости отличаются друг от друга. Мы видим, что для гарнитуры с криволинейными ножами наблюдается более интенсивный прирост степени помола. Отсюда можно сделать вывод что, гарнитура с криволинейными ножами имеет более высокую производительность, чем гарнитура с прямолинейной формой ножей.

Зависимости средней длины волокна от градуса помола °ШР представлены на рис. 2.

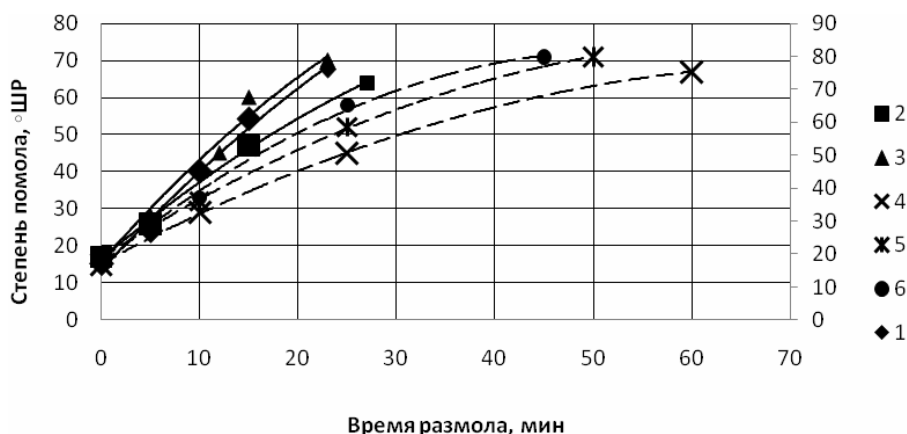


Рис. 1. Зависимость прироста степени помола °ШР от времени размола: гарнитура с криволинейной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %; 2 – концентрация массы 2 %, 3 – концентрация массы 3 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %, 5 – концентрация массы 2 %, 6 – концентрация массы 3 %

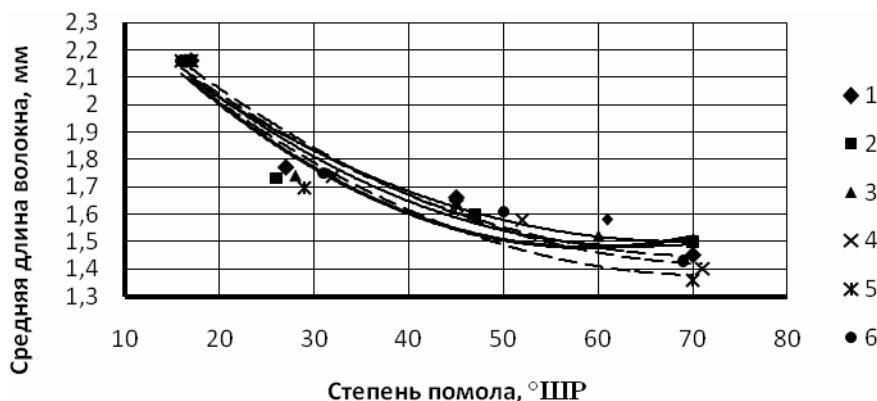


Рис. 2. Зависимость средней длины волокна от степени помола °ШР гарнитура с криволинейной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %; 2 – концентрация массы 2 %, 3 – концентрация массы 3 %; гарнитура с прямолинейной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %, 5 – концентрация массы 2 %, 6 – концентрация массы 3 %

Из графика видно, что с увеличением градуса помола длина волокна уменьшается, что не противоречит данным, представленным в специальной литературе [2]. Вид кривых не зависит от концентрации волокнистой суспензии и вида ножевой гарнитуры носит одинаковый качественный характер, и представляют собой параболические кривые. Разница количественных значений изменяется в пределах ошибки эксперимента.

По результатам исследований нами были получены графические зависимости разрывной длины от степени помола по ШР° (рис. 3).

По рис. 3 видно, что величина разрывной длины отливки имеет интенсивный рост, достигая максимума при степени помола 55 °ШР. Данный характер изменения прочности отливок можно объяснить качественными изменениями целлюлозной массы при размоле.

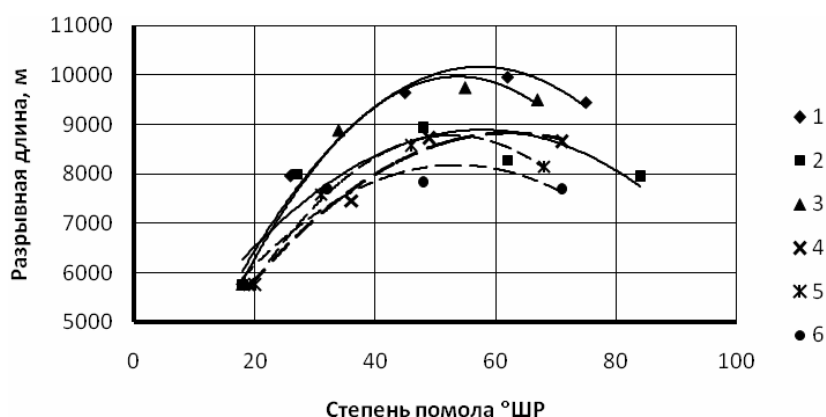


Рис. 4. Зависимость разрывной длины от степени помола °ШР  
гарнитура с криволинейной формой ножей: 1 – концентрация массы 1 %;  
2 – концентрация массы 2 %, 3 – концентрация массы 3 %;  
гарнитура с прямолинейной формой ножей: 4 – концентрация массы 1 %, 5 – концентрация массы 2 %, 6 – концентрация массы 3 %

## Выводы

1. Использование гарнитуры с криволинейной формой ножей позволяет получить хорошо разработанную длиноволокнистую массу и при этом сократить время размолы, по сравнению с гарнитурой с прямолинейными ножами, примерно на 40 %.

2. Лучшие показатели разрывной длины также наблюдаются при использовании гарнитуры с криволинейными ножами. Отсюда можно сделать вывод, что механическая прочность готовых отливок, в частности разрывная длина, при использовании массы размолотой с применением гарнитуры с криволинейными ножами выше, чем с применением гарнитуры с прямолинейной формой ножей.

## Библиографические ссылки

1. Шуркина В. И., Алашкевич Ю. Д., Воронин И. А.. Отдельные бумагообразующие свойства волокнистой массы при ее размолу в дисковой мельнице с использованием гарнитуры с криволинейной формой ножей // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы VI Всерос. конф. 22–24 апреля 2014 г./ под ред. Н. Г. Базарновой, В. И. Маркина. Барнаул, 2014. С. 394–395.
2. Иванов С. Н. Технология бумаги. 2-е изд., переработ. М. : Лесная пром-ть, 1970. 96 с.
3. Алашкевич Ю. Д., Ковалев В. И., Набиева А. А. Патент на изобретение № 2314381 Размалывающая гарнитура для дисковой мельницы МПК D21D1/30 (2006.01)B02C7/12 (2006.01).

**«ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО  
И НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА»**

---

УДК 621.311.61

**ПРОБЛЕМА ВЫБОРА СИСТЕМЫ ХИТ ДЛЯ ЭНЕРГОЕМКИХ  
НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ**

Д. В. Агафонов

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Российская Федерация, 190013, г. Санкт-Петербург, Московский просп., 26  
E-mail: phti@lti-gti.ru

*Сформулированы основные требования к системам накопления энергии для энергетики. Проанализировано современное состояние технологии аккумуляторов. Обоснован выбор типа литий ионных аккумуляторов для энергетических систем.*

*Ключевые слова: аккумулятор, батарея, система накопления энергии, возобновляемые источники энергии.*

**THE PROBLEM OF THE CHOICE ACCUMULATOR FOR ENERGY STORAGE**

D. V. Agafonov

Saint-Petersburg State Institute of Technology  
26, Moskovsky Av, Saint-Petersburg, 190013, Russian Federation  
E-mail: phti@lti-gti.ru

*The article formulates the basic requirements for energy storage systems for energy. The current state of the battery technology is analyzed. The choice of the type of lithium-ion batteries for energy systems is justified.*

*Keywords: battery, battery, energy storage system, renewable energy sources.*

Обоснованный выбор электрохимической системы ХИТ для энергоёмких накопителей энергии требует чёткой формулировки основных характеристик батареи способной работать в режиме резервного накопителя на электростанциях и в режиме буферного накопителя в составе возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Такая батарея должна отвечать следующим требованиям.

1. Низкая цена.
2. Большой циклический ресурс (десятки тысяч циклов).
3. Пожаро- и взрывобезопасность.
4. Безуходность.
5. Обеспеченность автоматической системой контроля.
6. Работоспособность при низких и высоких температурах от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

7. Возможность создания аккумуляторов большой ёмкости.
8. Высокие удельные характеристики не требуются!!!!!!

Следует отметить, что требования к резервным накопителям на электростанциях и к буферным накопителям в составе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) аналогичны.

Проблема резервного накопления энергии существует давно, в середине прошлого века эта проблема решалась, в ограниченном масштабе, с помощью свинцово-кислотных стационарных аккумуляторов. Основные недостатки свинцового аккумулятора – низкие зарядные и разрядные токи [1], низкая удельная энергоёмкость; ограниченный циклический ресурс; требуют постоянного обслуживания; взрывоопасны; все компоненты активных масс токсичны; глубина циклирования отечественных стационарных свинцовых аккумуляторов не превышает 30 %; затруднено создание аккумуляторов большой ёмкости; в большом аккумуляторе требуется перемешивание, поскольку серная кислота расходуется в токообразующем процессе и имеет место расслаивание по высоте; срок эксплуатации отечественных стационарных свинцовых аккумуляторов 4,5 года. Использование свинцово-кислотных аккумуляторов для решения поставленной задачи представляется бесперспективным.

В последнее время существенно возрос интерес к проточным аккумуляторам, идея которых была предложена в 1986 году Марией Скайлос-Казакос [2]. Самым впечатляющим проектом сегодня, является проект проточной ванадиевой батареи в Дайляне (Dalian) (Китай). Здесь в 2020 году будет введена в строй батарея мощностью 200 Мегаватт энергоёмкостью 800 Мегаватт×часов. Эта батарея возьмёт на себя 8 % региональной нагрузки в часы пик и решит проблему накопления энергии местных ветряных станций [3]. Авторы проекта утверждают, что ожидаемый срок службы ванадиевых батарей составляет около 15 000 циклов, при этом в течение первых 20 лет они не подвергаются деградации, ванадиевые батареи уже стоят значительно ниже \$500/кВт × час, авторы проекта надеются понизить цену \$150/кВт × час к 2020 году.

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) активно внедряются в качестве стационарных батарей для ВИЭ. Tesla в Австралии на острове Кауаи установила 272 своих новых и улучшенных блока питания, способных накапливать 52 мегаватт-часа энергии [4]. Сегодня лидирующее положение в мире занимает разработанная в 1991 году система углерод–кобальтат лития.

Из восьми требований сформулированных для буферной батареи ВИЭ в начале статьи классический литий-ионный аккумулятор соответствует только двум: безуходность, обеспеченность автоматической системой контроля.

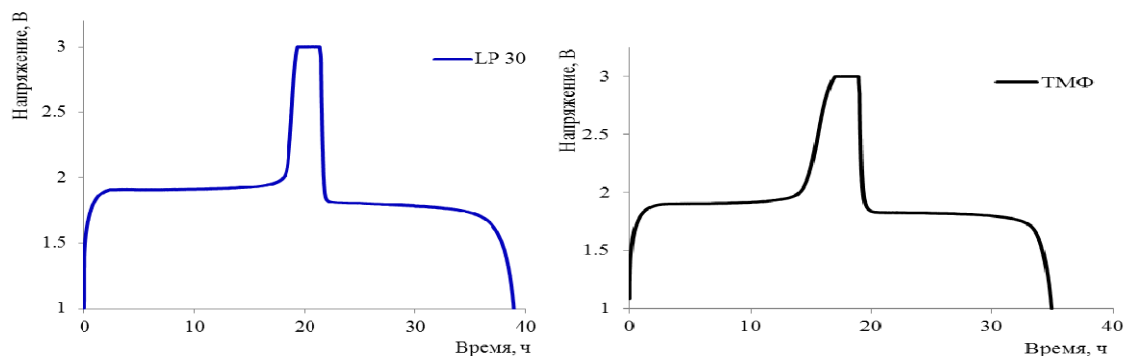
Основные недостатки классической системы ЛИА следующие.

1. Взрывоопасность.
2. Узкий температурный диапазон (не работает при низких и высоких температурах).
3. Низкий циклический ресурс.
4. Высокая цена.
5. Токсичность.
6. Работает исключительно на сложных электролитах.
7. Ограниченная добыча кобальта.

Этих недостатков лишена другая литий ионная система  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} \mid \text{LiFePO}_4$ , она не получила широкого распространения на рынке поскольку имеет низкое напряжение разомкнутой цепи (НРЦ) 1,7 В, но при этом имеет ряд бесспорных для ВИЭ достоинств:

1. В элементный состав катода и анода не входят дорогостоящие компоненты.
2. Данная система ЛИА работает на простых и дешёвых электролитах.
3. Диапазон рабочих температур находится в пределах от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+120^\circ\text{C}$ .
4. Система пожаро- и взрывобезопасна, поэтому технически возможно создание аккумуляторов большой ёмкости 1000 А×ч и более, именно низкое значение НРЦ делает её безопасной.
5. Оба электрода и корпус аккумулятора можно изготавливать из алюминия.

На кафедре технологии электрохимических производств СПбГТИ(ТУ) разработаны электролиты для системы  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} \mid \text{LiFePO}_4$  на базе эфиров фосфорной кислоты позволяющие работать с простыми солями лития. На рисунке показаны зарядные и разрядные кривые для макетов системы  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} \mid \text{LiFePO}_4$  с коммерческим электролитом LP30 и электролитом на базе триметилфосфата.



Зарядно-разрядные кривые для системы  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} \mid \text{LiFePO}_4$  с электролитом LP30 и 1М раствором  $\text{LiBF}_4$  в триметилфосфате

Следует отметить, что синтезы  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  и  $\text{LiFePO}_4$  хорошо известны, оба продукта выпускаются в промышленном масштабе, в России имеются мощности позволяющие наладить выпуск этих аккумуляторов с целью создания систем накопления энергии на электростанциях и в ВИЭ на основе полного импортозамещения.

Таким образом, именно система  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} \mid \text{LiFePO}_4$  является на сегодняшний день наиболее подходящей для решения проблемы стационарной батареи для большой, малой энергетики и ВИЭ, эта система отвечает требованиям, сформулированным в настоящей статье в большей степени, чем любая другая.

Конкурентоспособность проточных аккумуляторов должна быть подтверждена опытом промышленной эксплуатации, декларации про 20-летний срок службы до начала деградации, без подтверждения практикой, выглядят сомнительно.

### Библиографические ссылки

1. Каменев Ю. Б., Леонов В. Н., Остапенко Е. И. Свинцово-кислотный аккумулятор. Теория и практика. СПб. : Своё издательство, 2017. 572 с.: ил.
2. Skyllas-Kazacos M., Robins R. G. US Patent Application No. 849 094, 1986.
3. Jhon Fitzgerald Weaver [Электронный ресурс]. URL: <https://electrek.co/2017/12/21/worlds-largest-battery-200mw-800mwh-vanadium-flow-battery-rongke-power/> (дата обращения: 21.01.2019).
4. Eldredge B. Tesla solar panels and storage will help Hawaiian island go fossil-free [Электронный ресурс]. URL: <https://www.curbed.com/2017/3/10/14876652/tesla-solar-powerpack-hawaii> (дата обращения: 21.01.2019).

© Агафонов Д. В., 2019

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ 1-ЭТИЛЗАМЕЩЕННЫХ 4-НИТРОЗОПИРАЗОЛОВ

А. В. Андреева, П. С. Бобров, А. В. Любяшкин, М. С. Товбис

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: anastasiya-an-96@mail.ru

*Представлены сведения по синтезу N-этилзамещенных 4-амино-3(5)-метил-5(3)-(1-нафтил)пиразолов из соответствующих нитрозопроизводных. Подтверждение доказательства строения осуществлено с помощью ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии.*

*Ключевые слова: аминопиразол, нафтилпиразол, 4-нитрозопиразол, 1-этилпиразол, восстановление.*

## REDUCTION OF 1-ETHYL-SUBSTITUTED 4-NITROSOPYRAZOLES

A. V. Andreeva, P. S. Bobrov, A. V. Lyubyashkin, M. S. Tovbis

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: anastasiya-an-96@mail.ru

*This paper presents information on the synthesis of N-ethyl-substituted 4-amino-3(5)-methyl-5(3)-(1-naphthyl)pyrazoles from the corresponding nitroso derivatives. Confirmation of evidence of the structure carried out using IR spectroscopy and mass-spectrometry.*

*Keywords: aminopyrazole, naphthylpyrazole, 4-nitrosopyrazole, 1-ethylpyrazole, reduction.*

В настоящее время производится активный поиск новых гетероциклических аминопроизводных, ацилирование и сульфонилирование которых может привести к получению соединений, имеющих высокую вероятность проявления биологической активности [1; 2]. Некоторые производные пиразола применяются в качестве пестицидов, фунгицидов и гербицидов [3], что делает исследования в данной области перспективными для развития лесного комплекса РФ.

Ранее были синтезированы некоторые 4-амино-3(5)-метил-5(3)-(1-нафтил)пиразолы с метильным, *n*-пропильным и изопропильным заместителями в первом положении [4; 5]. Для продолжения исследования данного ряда соединений представляло интерес получить 1-этилзамещенные пиразолы соответствующего строения.

Исходный 1-(1-нафтил)-бутан-1,2,3-трион-2-оксим был получен нитрозированием продукта конденсации Кляйзена  $\alpha$ -ацетонафтона с этилацетатом [6; 7].

Синтез соответствующих нитрозопроизводных представлял собой циклоконденсацию изонитрозодикетона с этилгидразином. Изомеры разделяли методом колоночной хроматографии (толуол-этилацетат 5:1, силикагель) [8].

Получение ранее неизвестных аминопроизводных осуществляли реакцией восстановления изомерных 1-этилзамещенных нитрозопиразолов гидразингидратом на 0,7 % палладиевом катализаторе в хлористом метиле. Ход реакции контролировали методом ТСХ в



Chemical reaction scheme showing the synthesis of compounds I and II:

Starting material: 1-(naphthalen-1-yl)propan-1-one oxime reacts with  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-NH}_2$  in  $\text{EtOH}$  to form two isomeric intermediates (1-ethyl-2-methyl-5-(naphthalen-1-yl)-1H-imidazole-4-oxide and 1-ethyl-4-methyl-5-(naphthalen-1-yl)-1H-imidazole-4-oxide).

These intermediates are then reduced using  $\text{NH}_4^+\text{HCOO}^-$  over  $\text{Pd/C}$  to yield the final products:

- I**: 1-ethyl-2-methyl-5-(naphthalen-1-yl)-1H-imidazole
- II**: 1-ethyl-4-methyl-5-(naphthalen-1-yl)-1H-imidazole

## Физико-химические характеристики 1-этилзамещенных 4-аминопиразолов

| Вещество | Выход, η (%) | ИК спектр, ν, см <sup>-1</sup> | Масс-спектр, m/z (Ютн., %)                                                                            |
|----------|--------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I        | 83           | 3065 (NH <sub>2</sub> )        | 250 (8), 251 (6), 142 (24), 128 (20),<br>114 (2), 87 (1)                                              |
| II       | 94           | 2975 (NH <sub>2</sub> )        | 253 (7), 252 (36), 224 (4), 182 (12),<br>179 (15), 178 (100), 167 (4), 146<br>(21), 136 (4), 126 (33) |

1. Иванский И. В. Химия гетероциклических соединений : учеб. пособие для ун-тов. М. : Высш. шк., 1978. С. 175–177.
2. Alka C., Sharma P. K., Niranjana K. Pyrazole: a Versatile Moiety // International Journal of ChemTech Research. 2011. № 3 (1). P. 11.
3. Orth R. E. Biologically Active Pyraaoles // J. Pharm. Sci. 1968. № 57. P. 537.

4. Андреева А. В., Бобров П. С., Любяшкин А. В. Восстановление  $\alpha$ -нафтилзамещенных 4-нитрозопиразолов // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (17 мая 2018, г. Красноярск) / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2018. С. 256–257.

5. Андреева А. В., Бобров П. С., Любяшкин А. В. Синтез 1-алкилзамещенных 4-амино-3(5)-метил-5(3)-(1-нафтил)-пиразолов // Химическая наука и образование Красноярья : материалы XI Межрегион. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию Рос. химич. об-ва им. Д. И. Менделеева (17–18 мая 2018, г. Красноярск) ; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2018. С. 18–20.

6. Banchetti A. Gazz. chim. ital. 1940. 70. Pp. 134–144.

7. Вейгандт-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. М. : Химия, 1968. 944 с.

8. Бобров П. С., Андреева А. В., Любяшкин А. В. Синтез 1-нафтилзамещенных нитрозопиразолов // Решетневские чтения : материалы XXI Междунар. науч. конф. (8–11 ноября 2017, г. Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. С. 38–39.

© Андреева А. В., Бобров П. С., Любяшкин А. В., Товбис М. С., 2019

## МАТЕРИАЛЫ КАТОДА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ ПОЛИАНИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЛИТИЯ И ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ<sup>1</sup>

А. В. Иванищев, Н. А. Гридина, К. С. Рыбаков, А. В. Ушаков, И. А. Иванищева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н. Г. Чернышевского  
Российская Федерация, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83  
E-mail: ivanischevav@inbox.ru

*Рассматриваются подходы к синтезу, структурные и функциональные (электрохимические) свойства полианионных соединений лития и переходных металлов как наиболее перспективных материалов катода литий-ионного аккумулятора.*

*Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, катод, полианионные соединения лития и переходных металлов, структура, физико-химические и электрохимические свойства.*

## LITHIUM-ION BATTERY CATHODE MATERIALS ON THE BASIS OF POLYANIONIC COMPOUNDS OF LITHIUM AND TRANSITION METALS

A. V. Ivanishchev, N. A. Gridina, K. S. Rybakov, A. V. Ushakov, I. A. Ivanishcheva

Saratov State University  
83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russian Federation  
E-mail: ivanischevav@inbox.ru

*The paper considers approaches to the synthesis, structural and functional (electrochemical) properties of polyanionic compounds of lithium and transition metals as the most promising cathode materials for lithium-ion battery.*

*Keywords: lithium-ion battery, cathode, polyanionic compounds of lithium and transition metals, structure, physicochemical and electrochemical properties.*

**Введение.** Значимость автономной энергетики в настоящее время возрастает благодаря бурному развитию портативных электронных устройств, электротранспорта и накопителей для систем распределенной энергетики. Среди энергоаккумулирующих электрохимических систем выделяется литий-ионная система (литий-ионный аккумулятор, ЛИА), значительно опережающая другие системы как по характеристикам, так и степени разработанности. В то же время, у данной системы имеется значительный потенциал дальнейшего развития. Наиболее многочисленны и разнообразны материалы катода ЛИА. В качестве наиболее перспективных материалов катода ЛИА в настоящее время рассматриваются полианионные соединения лития и переходных металлов. Их химическая стабильность обусловлена прочным структурным каркасом, образованным полианионами, например,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Электродный потенциал интеркаляционных соединений возрастает в ряду полианионов:  $\text{SiO}_4^{4-}$ ,  $\text{VO}_3^{3-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Как видно, сульфат-ион в этом ряду обещает наиболее высокий электродный потенциал, а, следовательно, и энергетику электродного материала.

Наиболее привлекательной редокс парой для полианионных соединений является  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , что обусловлено доступностью и дешевизной железа, а также его нетоксичностью.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект № 18-53-45004.

В работе [1] был установлен двухфазный механизм обратимого внедрения лития, подобный соединению  $\text{LiFePO}_4$ , с близким уровнем объемных изменений (около 12 %), однако также было обнаружено некоторое структурное разупорядочение, либо образование дополнительных фаз, что может обуславливать более низкий уровень структурной стабильности при циклировании. В работе [2] было установлено, что в электрохимическом поведении этих материалов значительную роль играет дефектность кристаллической структуры. Так, ширина запрещенной зоны  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  превосходит 5 эВ, в то время как для  $\text{LiFePO}_4$  она составляет лишь 3,7 эВ. Однако электронная проводимость сульфата железа-лития значительно превосходит проводимость фосфата железа-лития, причем настолько, что сульфат в составе электродного композита не требует для своей работы проводящего углерода, в то время как фосфат без углерода вообще не проявляет электрохимической активности.

Особенности синтеза сульфатных электродных материалов исследовались в работе [3]: было установлено, что механохимический синтез преимущественно приводит к образованию наиболее плотных кристаллических модификаций (имеющих наименьший размер элементарной ячейки). В силу низкой термической стабильности сульфатов (они разрушаются при температуре выше 400 °C), проведение твердотельного синтеза с термической активацией, требующей высокой температуры, с заметным выходом оказывается невозможным. Поэтому механохимическая активация в отсутствие нагрева оказывается единственно возможным способом получения высококристаллического беспримесного продукта.

Взаимосвязь условий синтеза и структурных характеристик смешанных сульфатов лития и переходных металлов была детально исследована и изложена во многих публикациях. Однако, особенности электрохимических свойств этих материалов исследованы недостаточно. Во многом это обусловлено отсутствием подходящих электролитных систем, устойчивых к окислению при высоких электродных потенциалах. Существующие электролиты позволяют работать лишь с сульфатом железа-лития. Еще одной причиной низкой популярности сульфатных материалов среди исследователей являются довольно скромные теоретические характеристики  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ : поскольку железо не склонно проявлять какие-либо степени окисления кроме +2 и +3, в этом соединении подвижным оказывается лишь половина ионов лития, которая соответствует емкости 102 мАч/г. Между тем, нам представляется, что данное соединение обладает своеобразием механизма обратимого внедрения лития и электрохимических характеристик, которые заслуживают внимания. В настоящей работе нами были последовательно изучено влияние условий синтеза на электрохимическую емкость сульфата железа-лития, особенности морфологии получаемого материала, его фазового состава. С использованием метода валентных усилий связи (BVS) на основе алгоритма энергетического ландшафта валентных связей (BVEL) был выполнен анализ кристаллической структуры  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , были смоделированы пути диффузии ионов лития в ней. С использованием методов циклической вольтамперометрии с линейной разверткой электродного потенциала были охарактеризованы особенности внедрения ионов лития в материал: определен диапазон потенциалов электрода, соответствующий последовательности сменяющих друг друга состояний литирования, оценено значение коэффициента диффузии ионов лития. Метод спектроскопии электродного импеданса позволил выделить вклады различных стадий ионного транспорта в общий электрохимический процесс: перенос через границу электрод|раствор, поверхностный слой и объем электродного материала, накопление лития в объеме.

**Результаты и обсуждение.** При осуществлении синтезов был реализован единый подход, который заключался в комплексном активирующем воздействии на смеси реагентов, которое способствовало получению целевых продуктов требуемого состава и имеющих необходимые структурные и функциональные (электрохимические) характеристики. Все полученные продукты были подвергнуты рентгенодифракционному анализу фазового состава и в ряде случаев структурных характеристик. Наибольший интерес для нас представляла фаза  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , имеющая моноклинную структуру с пространственной группой  $P2_1/c$ .

Представленная на рис. 1 рентгеновская дифрактограмма  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  свидетельствует о значительном количестве кристаллических примесных фаз наряду с целевым компонентом.

Это может носить и неустранимый характер в силу того, что реакции синтеза являются обратимыми и повышение температуры приводит к смещению равновесия в сторону исходных веществ, либо промежуточных продуктов, а снижение температуры сильно замедляет достижение этого равновесия. В то же время, содержание примесей было нами сведено к минимуму путем оптимизации синтетической процедуры.

Типичная карта диффузии ионов лития для соединения  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  представлена на рис. 2.

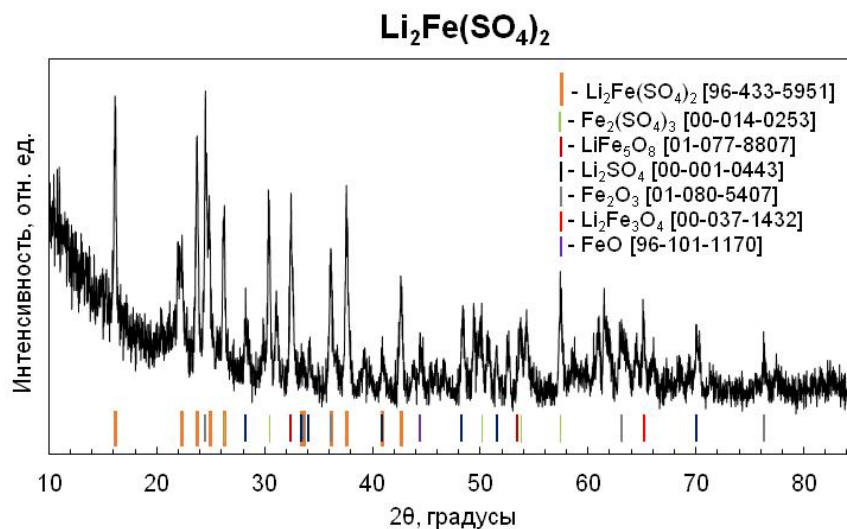


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма образца  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

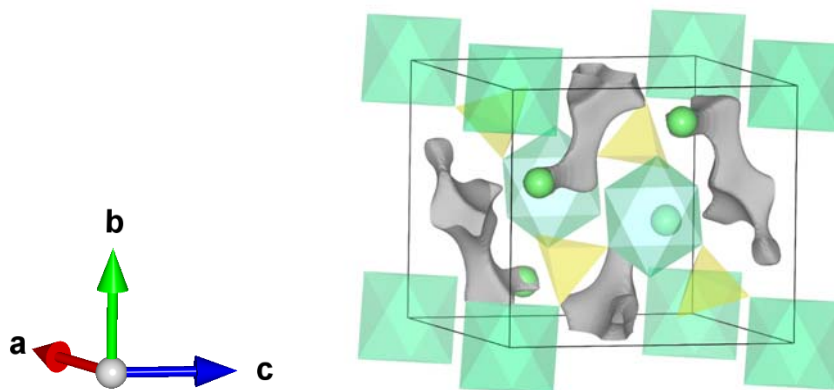


Рис. 2. Карта диффузии  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

Диффузия происходит по одномерным каналам вдоль оси  $c$ . Каждый ион лития может двигаться в двух направлениях, диффузионные каналы имеют размеры схожие с размером иона лития, поэтому диффузионная система данного материала может обеспечить полную и обратимую интеркаляцию/ деинтеркаляцию ионов лития.

При рассмотрении циклических вольтамперограмм, зарегистрированных при поэтапно нарастающей скорости линейной развертки потенциала (рис. 3), обращает на себя внимание чрезвычайно малое смещение потенциалов пиков. Это обстоятельство весьма удачно, поскольку оно свидетельствует о чисто диффузионном контроле интеркаляционного процесса

в данном материале, что упрощает анализ его кинетического поведения. В этом случае уместно использовать модифицированное уравнение Рэндлса–Шевчика (1), в котором используется поправочный параметр  $z$  для учета истинной активности ионов лития в твердом теле и определяемый из наклона зависимости  $E(c)$ , полученной кулонометрическим титрованием, подобно рассмотренному в нашей ранее опубликованной статье [4].

$$i_p = 0,4463v^{1/3} \frac{z^{1/2} n^{3/2} F^{2/2}}{R^{1/2} T^{1/2}} c D_{av}^{1/2}. \quad (1)$$

Оценка коэффициента диффузии для анодного процесса составляет  $2,1 \cdot 10^{-13} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , а в катодном процессе  $1,5 \cdot 10^{-13} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ . Такой довольно низкий коэффициент диффузии лития отчасти объясняет низкую практически реализуемую емкость  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ -электрода. Известное соотношение  $\tau = L^2/D$  позволяет оценить время проработки (продвижения диффузионного фронта вглубь) частицы электродного материала известного размера. В этом случае при размере частицы  $1 \text{ мкм}$  и найденном коэффициенте диффузии  $\tau$  должно составить  $\sim 13$  часов. Это означает, что получить 100 % емкости от данного материала возможно при токе, не превышающем  $0,076 \text{ С}$ . Однако конкретные значения будут зависеть от реального гранулометрического состава материала.

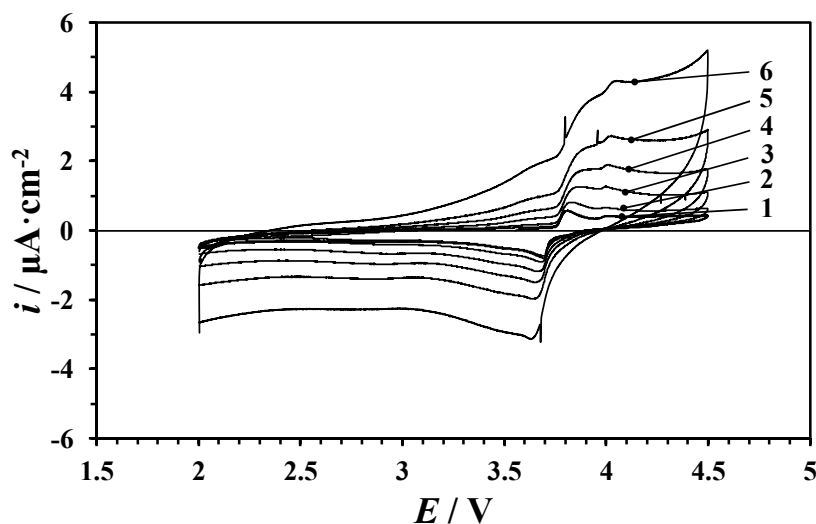


Рис. 3. Циклические вольтамперограммы  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ -электрода, зарегистрированные при серии скоростей линейной развертки потенциала: 1 –  $0,1 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ , 2 –  $0,2 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ , 3 –  $0,5 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ , 4 –  $1 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ , 5 –  $2 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ , 6 –  $5 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ .

**Заключение.** В результате выполненной работы был осуществлен синтез и всестороннее исследование электродного материала на основе смешанного сульфата железа-лития комплексом физических, физико-химических и электрохимических методов. Были выявлены взаимосвязи условий синтеза со структурными и функциональными характеристиками материалов. Были оценены стадийность и обратимость электрохимического процесса с использованием метода циклической вольтамперометрии с линейной разверткой электродного потенциала. По характеру смещения пиков тока циклической вольтамперограммы была установлена природа лимитирующей стадии в различных диапазонах скоростей линейной развертки потенциала. В диапазоне, где лимитирующей была диффузия ионов лития, была выполнена оценка коэффициента диффузии по модифицированному уравнению Рэндлса–Шевчика. Его значение в анодном процессе составило  $2,1 \cdot 10^{-13} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , в катодном  $1,5 \cdot 10^{-13} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

### Библиографические ссылки

1.  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  as a 3.83 V positive electrode material / Reynaud M., Ati M., Melot B. C. et al. // *Electrochemistry Communications*. 2012. Vol. 21. Pp. 77–80.
2. Unveiling the electrochemical mechanisms of  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  polymorphs by neutron diffraction and density functional theory calculations / Lander L., Reynaud M., Carrasco J. et al. // *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2016. Vol. 18. P. 14509–14519.
3. Synthesis and Electrochemical Performance of the Orthorhombic  $\text{Li}_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  Polymorph for Li-Ion Batteries / Lander L., Reynaud M., Rousse G. et al. // *Chemistry of Materials*. 2014. Vol. 26. P. 4178–4189.
4. Lithium diffusion in  $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ -based electrodes: a joint analysis of electrochemical impedance, cyclic voltammetry, pulse chronoamperometry, and chronopotentiometry data / Ivanishchev A. V., Churikov A. V., Ivanishcheva I. A. et al. // *Ionics*. 2016. Vol. 22. Pp. 483–501.

© Иванищев А. В., Гридина Н. А., Рыбаков К. С.,  
Ушаков А. В., Иванищева И. А., 2019

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК АТМОСФЕРНО-ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ

А. И. Казанцев\*, Н. Ю. Кожухова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: alexkazantsev@mail.ru

*Выявлены особенности процесса атмосферно-вакуумной перегонки нефти на нефтеперерабатывающих заводах. Установлено, что в первую очередь от работы ЭЛОУ-АТ зависит выход и качество получаемых нефтяных фракций, а также технико-экономические показатели всего процесса переработки нефти на НПЗ. Изучены вопросы повышения эффективности работы и модернизации установок ЭЛОУ-АТ или ЭЛОУ-АВТ. Предложены пути повышения эффективности основных аппаратов установок атмосферно-вакуумной перегонки нефти.*

*Ключевые слова: атмосферная перегонка, вакуумная перегонка, атмосферная отбензинивающая колонны, сырая нефть, обессоливание нефти.*

## WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE INSTALLATIONS OF ATMOSPHERE-VACUUM DISTILLATION OF OIL

A. I. Kazancev\*, N. J. Kozhukhova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: alexkazantsev@mail.ru

*Identified features of the process of atmospheric vacuum distillation of crude oil at refineries. It was established that, first of all, the work of ELOU-AT depends on the quality of the oil fractions obtained, as well as the technical and economic indicators of the entire process of oil refining at the refinery. The issues of improving the performance and modernization of ELOU-AT or ELOU-AVT installations have been studied. The ways of increasing the efficiency of the basic apparatus of the installations of atmospheric-vacuum distillation of oil are proposed.*

*Keywords: atmospheric distillation, vacuum distillation, atmospheric topping columns, crude oil, oil desalting.*

Перегонка нефти является основным процессом нефтепереработки. Первыми в цепочке процессов по переработке нефти стоят процессы обессоливания нефти и атмосферной (вакуумной) перегонки на установках ЭЛОУ-АТ (ЭЛОУ-АВТ). Вопросам увеличения эффективности работы и интенсификации установок ЭЛОУ-АТ или ЭЛОУ-АВТ всегда уделялось повышенное внимание так, как в первую очередь от работы ЭЛОУ-АТ зависит выход и качество получаемых нефтяных фракций, а также технико-экономические показатели всего процесса переработки нефти на НПЗ.

Цель атмосферно-вакуумной перегонки нефти заключается в разделении сырой нефти на базовые нефтепродукты для их последующей переработки или использования в качестве товарной продукции [1].



Обессоленная нефть с ЭЛОУ поступает на установку атмосферно-вакуумной перегонки нефти (АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка). Атмосферная перегонка предназначена для отбора светлых нефтяных фракций: бензиновой, керосиновой и дизельных, выкипающих до 360 °С, потенциальный выход которых составляет 45–60 % на нефть. Остаток атмосферной перегонки – мазут. Перегонка нефти осуществляется с помощью двукратного испарения по двухколонной схеме. Первая отбензинивающая колонна служит для выделения газа и наиболее легких фракций, вторая – является основной атмосферной колонной.

Процесс заключается в разделении нагретой в печи нефти на отдельные фракции в ректификационной колонне – цилиндрическом вертикальном аппарате, внутри которого расположены контактные устройства (тарелки), через которые пары движутся вверх, а жидкость – вниз [2].

Вакуумная перегонка предназначена для отбора от мазута масляных дистиллятов на НПЗ топливно-масляного профиля, или широкой масляной фракции (вакуумного газойля) на НПЗ топливного профиля. Остатком вакуумной перегонки является гудрон. Необходимость отбора масляных фракций под вакуумом обусловлена тем, что при температуре свыше 380 °С начинается термическое разложение углеводородов (крекинг), а конец кипения вакуумного газойля – 520 °С и более. Поэтому перегонку ведут при остаточном давлении 40–60 мм рт. ст., что позволяет снизить максимальную температуру в аппарате до 360–380 °С. Разряжение в колонне создается при помощи соответствующего оборудования, ключевыми аппаратами являются паровые или жидкостные эжекторы [3].

Установки АТ и АВТ часто комбинируются с установками обессоливания нефти и вторичной переработки бензинов.

Как уже было упомянуто выше, особенности процесса заключаются в том, что процесс происходит при пониженном давлении (позволяет снизить температуру кипения) и температуре около 400 °С.

Фракции, полученные на АВТ, служат сырьем для вторичной переработки или являются компонентами товарной продукции. из них вырабатываются практически все компоненты моторных топлив, смазочных масел, сырье для вторичных процессов и для нефтехимических производств. От высокотехнологичности вторичных процессов зависит глубина переработки нефти (ГПН), являющаяся одним из важнейших показателей эффективности нефтеперерабатывающего завода, который характеризует эффективность использования сырья [4]. В России ГНП определяют как суммарный выход в процентах на нефть всех нефтепродуктов, кроме непревращенного остатка. Однако выход непревращенного остатка зависит не только от технологии нефтепереработки, но и от качества нефти, а также от направления его использования: в качестве котельного топлива, сырья для производства битума и т. д. На АО «АНПЗ ВНК» глубина переработки составляет 66,1 %.

В условиях переработки нефти, одним из вероятных средств повышения производства высококачественных продуктов служит качественная подготовка сырья для главной атмосферной колонны, в процессе первичной переработки нефти.

Основным направлением является модернизация технологических схем, режимов и конструктивного выполнения блоков отбензинивания нефти в составе установок АТ и АВТ.

Ныне существующие технологические схемы и режимы, а также конструкции отбензинивающих колонн не позволяют удовлетворительно, качественно и с наименьшими энергозатратами вести процесс подготовки нефти.

Одним из главных вопросов технологии отбензинивания нефти является обеспечение полного отбора газов и легких бензиновых фракций при минимальных энергозатратах, которые определяются суммой тепла вносимого с обессоленной нефтью и горячей струей.

Разработан и предложен комплекс технических мероприятий по увеличению энергоэффективности установки атмосферной перегонки нефти АО «АНПЗ ВНК», позволяющий увеличить температуру сырья колонны предварительного отбензинивания нефти при одновре-

менном уменьшении расхода технологического топлива печи и снижении расхода электроэнергии в аппаратах воздушного охлаждения [5].

Разработан вариант трехпоточной технологической схемы нагрева нефти с заменой кожухотрубного теплообменного оборудования на аппараты спирального типа для более полной рекуперации тепла горячих продуктовых потоков, выводимых с атмосферной и отпарной колонн комбинированной установки нефти [5].

На основании тепловых и технико-экономических расчетов доказано, что предлагаемая схема способствует сокращению потребления электроэнергии аппаратами воздушного охлаждения за счет снижения температур поступающих технологических потоков.

Предложен вариант модернизации отбензинивающей колонны, а также установки в целом [6].

Предлагается установить дополнительный блок улавливания низкокипящих компонентов бензина, при этом блок конденсации подключить к блоку улавливания, сборная емкость которого снабжена газовым и жидкостным отводами для вывода под давлением газовой и жидкой фаз в виде, соответственно, неконденсирующихся газов и жидких углеводородов. В результате модернизации снижаются энергозатраты на перегонку нефти, повышается отбор светлых нефтепродуктов и улучшается четкость их разделения.

Для улучшения эффективности установки были заменены внутренние устройства колонн на более эффективные, производителем которых является фирма Sulzer. Тарелки и насадки данной фирмы отличаются рядом улучшенных характеристик: увеличивается КПД, уменьшается перепад давлений по высоте колонны, увеличивается период межремонтного пробега [6].

В заключение можно выделить основные способы совершенствования установок АВТ:

- усовершенствование технологических схем с выбором оптимального режима работы установки, руководствуясь потенциальным содержанием фракций;
- замена и модернизация контактных устройств ректификационных колонн, от эффективности работы которых зависят материальные, энергетические и трудовые затраты, качество нефтепродуктов и глубина переработки нефти и т. д.;
- совершенствование конденсационно-вакуумсоздающих систем (КВС) промышленных вакуумных колонн;
- модернизация системы охлаждения аппаратов фракционирования и системы подогрева в виде замкнутых контуров.

### Библиографические ссылки

1. Годовой отчет ОАО «НК «Роснефть» за 2016 год [Электронный ресурс]. URL: [https://www.rosneft.ru/Investors/statements\\_and\\_presentations/annual\\_reports/](https://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/annual_reports/) (дата обращения: 13.11.2018).
2. Справочник химика 21 [Электронный ресурс]. URL: <http://chem21.info/info/1544457/> (дата обращения: 13.11.2018).
3. Ахметов С. Технология глубокой переработки нефти и газа. М. : Гилем, 2002. 672 с.
4. Годовой отчет ОАО «НК «Роснефть» за 2015 год [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosneft.ru/docs/report/2015/3.9.html> (дата обращения: 13.11.2018).
5. Бабкин В., Бурюкин Ф. Увеличение энергоэффективности, а процессе атмосферной перегонки нефти. М. : Химия и химические технологии. 2014. № 3. С. 56–63.
6. Дмитриев Ф., Климетов Г. Повышение эффективности установки АВТ. М. : Химия и химические технологии, 2011. № 3. С. 131–135.

© Казанцев А. И., Кожухова Н. Ю., 2019

## АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

А. Н. Кокорин, В. С. Шишко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева,  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kokorinan@sibsau.ru

*В результате исследования разработана технология производства пожаробезопасного литий-ионного аккумулятора с электродами на основе графита и  $\text{LiFePO}_4$  с водным связующим. Показано, что разработанная технология позволяет производить литий-ионные аккумуляторы на их основе с удельной энергией более 120 Вт·ч/кг и ресурсом более 3000 циклов при глубине разряда 80 % и менее пожароопасными. Основной причиной потери работоспособности аккумулятора является перезаряд аккумулятора. Причинами возгорания аккумулятора свалются выделяющийся металлический литий, короткое замыкание, применение высокой плотности тока.*

*Ключевые слова: безопасность, литий-ионный аккумулятор.*

## PROBLEMS OF SAFETY IN THE OPERATION OF A LITHIUM-ION BATTERY

A. N. Kokorin, V. S. Schischko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kokorinan@sibsau.ru

*The research resulted in development of manufacturing technique of lithium-ion batteries with electrodes based on graphite and  $\text{LiFePO}_4$  with water binder. It showed that use of to manufacture lithium-ion batteries based thereon with specific energy more than 120 Wh/kg and service life more than 3000 cycles at depth of discharge 80%. The main reason is the loss of the battery is recharging the battery. Causes ignition battery matted catching metallic lithium, a short circuit, the use of high current density.*

*Keywords: lithium-ion rechargeable batteries, safety.*

Несмотря на то, что литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) обладают более высокими удельными характеристиками по сравнению с другими аккумуляторами [1; 2], они имеют повышенную пожароопасность из-за применения органического электролита, являющегося также токсичным (табл. 1), и полимерного сепаратора. Катодные материалы, особенно  $\text{LiCoO}_2$  (LCO), также способствуют поддержанию горения вследствие наличия свободного кислорода, и каталитического действия кобальта и никеля. Применение  $\text{LiFePO}_4$  в качестве катода при производстве ЛИА [3] позволяет значительно снизить пожароопасность.

Принято, что при правильной эксплуатации и должном обращении литий-ионные батареи обладают высокой степенью безопасности.

Успех их широкого применения отчасти объясняется большей энергоемкостью на единицу массы, чем у обычных батарей. Однако те же свойства, что позволяют получать высокую удельную энергию, являются причиной потенциальной опасности в случае быстрого и неконтролируемого высвобождения этой энергии. С учетом высокой энергоемкости литий-

ионных систем в конструкции и производстве всех аккумуляторов предусмотрены особые меры безопасности. Однако неправильное обращение с литий-ионными батареями все же может привести к возникновению опасных ситуаций.

Таблица 1

**Токсикологическая информация по электролиту (острая токсичность)**

| Внутрижелудочное введение |                    | Накожное нанесение |                    |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| LD50:                     | >2400 мг/кг, крысы | LD50:              | >2500 мг/кг, крысы |
| Воздействие               | 3 класс опасности  | Воздействие        | 4 класс опасности  |

*Методика эксперимента.*

Основные методики описаны в работах [1–3]. Активная и катодные анодная масса готовятся смешиванием соответствующих порошков графита и раствора поливинилиденфторида PVDF (5 мас.%) в N-метилпирролидоне, или используют водное связующее марки LA132. В качестве электролита используют неводный раствор  $\text{LiPF}_6$  в смеси апротонных биполярных растворителей. Применялся призматический корпус из полипропилена с аварийным клапаном на внутренне давление 0,2 МПа.

Электрические ресурсные испытания проводились в области напряжения от 2,8 до 3,7 В током от 0,2 до 3 Сн. Испытания на воздействие внешних факторов осуществлялось методом внешнего короткого замыкания, переразряда на 3С и перезаряда на 2С.

*Результаты и их обсуждение.*

В табл. 2 предоставлены результаты электрохимических испытаний прототипов литий-ионных аккумуляторов на основе LFP, LCO, NMC. Из данной таблицы видно, что аккумуляторы, изготовленные из электродов на основе LFP являются менее пожароопасными.

Таблица 2

**Параметры опытных образцов литий-ионных аккумуляторов**

| № образца | Состав катода | Удельная энергия, Вт·ч/кг | Возгорание (открытое пламя) при коротком замыкании | Возгорание (открытое пламя) при перезаряде на 2С | Разрушение (видимое) при испытаниях |
|-----------|---------------|---------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1         | LFP           | 114,2                     | нет                                                | нет                                              | нет                                 |
| 2         | LCO           | 102,7                     | да                                                 | да                                               | да                                  |
| 3         | NMC           | 132,6                     | да                                                 | да                                               | да                                  |

Все серийно выпускаемые батареи при использовании штатных зарядных устройств и рекомендуемых условий эксплуатации, полностью безопасны. Нештатные режимы эксплуатации – это большие токи заряда и разряда. От этих режимов литий-ионные аккумуляторы предохраняют системы контроля и управления (СКУ) или BMS (Battery Management System), установленные в корпусе аккумулятора и зарядных устройствах. Данные системы обеспечивают мониторинг, балансировку и защиту составных аккумуляторных батарей. BMS осуществляет измерения напряжений (батареи целиком и каждой ячейки), температуры, тока батареи и сопротивления каждой ячейки. На основе получаемых данных система выполняет балансировку заряда ячеек и защищает их от перегрузок по току, перезаряда, разряда и перегрева.

В качестве заключения предлагаем описание мер безопасности при эксплуатации литий-ионных аккумуляторов и батарей на их основе.

В целом, условия, приводящие к повреждению элемента и ставящие под угрозу безопасность, обобщены на этикетке каждого изделия. Такие условия включают: короткое замыкание; чрезмерный заряд; чрезмерный разряд; перегрев или сжигание; разрушение, прокалывание или разборку; грубое обращение, сильный удар или недопустимая вибрация.

Наиболее частые нарушения правил эксплуатации ЛИА легко определяются и способны контролироваться на рабочем месте. Наш опыт свидетельствует о том, что самой частой причиной отказов является случайное короткое замыкание.

Мероприятия по уменьшению вероятности короткого замыкания:

- Покройте все металлические поверхности изолирующим материалом;
- Участок работ должен быть чистым и свободным от острых предметов, способных нарушить изоляцию аккумулятора;
- Никогда не снимайте пластиковую оболочку с элемента или батарейного блока;
- Если аккумуляторы вынимаются из заводской упаковки с целью осмотра, то их следует располагать так, чтобы исключить короткое замыкание;
- Аккумуляторы должны транспортироваться в пластмассовых лотках, установленных на ручные тележки. Это позволяет уменьшить возможность падения элементов на пол и их физического повреждения;
- Все инструменты для контроля состояния элементов (штангенциркули, линейки и т. д.) должны быть изготовлены из непроводящих материалов или снабжены изолирующим покрытием;
- Аккумуляторы следует осмотреть на наличие физических повреждений. Элементы с деформированными корпусами или клеммами необходимо проверить на отсутствие вытекания электролита. При наличии утечки элемент подлежит утилизации в установленном порядке.

Порядок хранения аккумуляторов:

- Аккумуляторы следует хранить в заводской упаковке, в хорошо вентилируемом, прохладном и сухом помещении;
- Складировать аккумуляторы на отдельном участке, вдали от горючих материалов. Никогда не ставьте тяжелые предметы на коробки с литиевыми батареями во избежание их раздавливания или прокалывания.

Порядок работы при сборке аккумуляторных батарей:

- Все сотрудники, работающие с батареями, должны пользоваться средствами индивидуальной защиты;
- Не припаивайте провода или контакты непосредственно к батарее. Осуществляйте их припайку лишь к выводам, обеспеченным производителем;
- Все печи и климатроны, используемые при испытании аккумуляторов и батарей, должны быть снабжены тепловыми реле для защиты от перегрева;
- Не соединяйте вместе аккумуляторы или батареи, отличные по своему химическому составу (электрохимической пары);
- Не соединяйте вместе элементы или батареи различной емкости.

### **Библиографические ссылки**

1. Кедринский И. А., Яковлев В. Г. Li-ионные аккумуляторы. Красноярск : ИПК «Платина», 2002. 266 с.
2. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Перо, 2015. 80 с.
3. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Перо, 2016. 82 с.

© Кокорин А. Н., Шишко В. С., 2019

## ВОДНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

А. Н. Кокорин, С. А. Ткачук

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева,  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kokorinan@sibsau.ru

*В результате исследования разработана лабораторная технология производства литий-ионного аккумулятора с электродами на основе графита и  $\text{LiFePO}_4$  с водным связующим. Показано, что применение водного связующего позволяет производить электроды и литий-ионные аккумуляторы на их основе с удельной энергией более 150 Вт·ч/кг и ресурсом более 5000 циклов при глубине разряда 80 %. Время хранения водного связующего LA132 не должно превышать 6 месяцев.*

*Ключевые слова:* водное связующее, анод, катод, литий-ионный аккумулятор.

## WATER BINDER FOR LITHIUM-ION RECHARGEABLE BATTERIES

A. N. Kokorin, S. A. Tkachuk

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kokorinan@sibsau.ru

*The research resulted in development of laboratory manufacturing technique of lithium-ion batteries with electrodes based on graphite and  $\text{LiFePO}_4$  with water binder. It showed that use of water binder makes it possible to manufacture electrodes and lithium-ion batteries based thereon with specific energy more than 150 W·h/kg and service life more than 5000 cycles at depth of discharge 80 %. The retention time of water Binder LA132 shall not exceed 6 months.*

*Keywords:* water binder, anode, cathode, lithium-ion rechargeable batteries.

Использование водного связующего для производства анода литий-ионного аккумулятора (ЛИА), и в исключительных случаях в производстве катода, нашло широкое применение в мире [1–3]. В основном в производстве ЛИА используют PVDF и PTFE, растворенные в N-метилпирролидоне, который относится к легковоспламеняющимся жидкостям, что требует существенного усложнения и удорожания технологии производства электродов.

В качестве связующего использовали акрилат марки LA132 производства CHENGDU INDIGO POWER SOURCES CO. В качестве катода использовали  $\text{LiFePO}_4$ , анода – графит марки 518 производства BTR, токопроводящей добавки Super P. Основные методики изготовления электродов и сборки опытных образцов литий-ионных аккумуляторов описаны в работах. В качестве электролита использовали 1 M  $\text{LiPF}_6$  ЭК:ДЭК:ДМК 1:1:1.

В табл. 1 предоставлены результаты исследования свойств водного связующего LA132, а в табл. 2 характеристики прототипов литий-ионных аккумуляторов на основе анода 518 BTR и катода  $\text{LiFePO}_4$  BASF, изготовленных по водной технологии в зависимости от времени хранения водного связующего марки LA132. Из данной таблицы видно, что удельные характеристики аккумуляторов, изготовленных из электродов изготовленных с применением

водного связующего, на первый взгляд практически не зависит от времени хранения связующего. Но, экспериментально доказано, что с ростом времени хранения связующего LA132 растет его вязкость, что требует введения в активную массу электродов избыточного количества дистиллированной воды для получения требуемого значения вязкости электродной массы, а также применения коалисцентов. При этом снижается значение сухого остатка и плотности электродной массы, что приводит в конечном счете к снижению плотности активного слоя электродов и снижению объемной и весовой плотности энергии ЛИА. Незначительное снижение удельной энергии сопровождается значительным снижением выхода годных электродов из-за брака при нанесении, отслаивание массы при каландрировании, а также несоответствия электродных рулонов по весу единицы площади (ВЕР), и массе отдельных электродов. Показано, что по данным ИК-спектроскопии и ДТА анализа все образцы незначительно отличаются друг от друга.

Таблица 1

Основные параметры водного связующего LA132

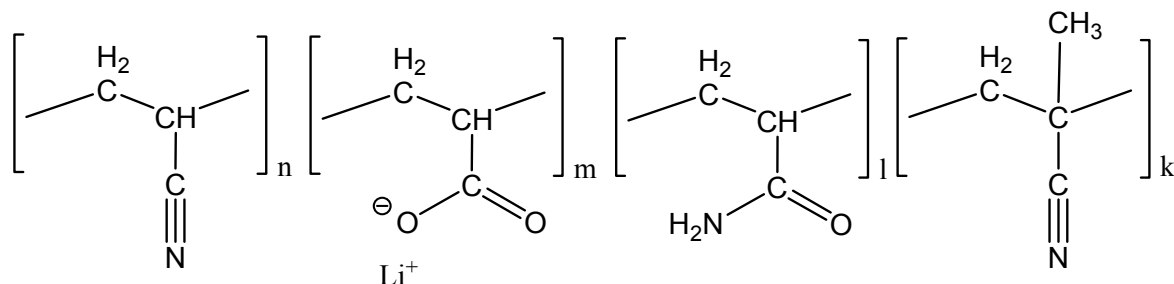
| № образца | Время хранения LA132, месяц | Вязкость при 40 °С, мПа·с | рН        |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|-----------|
| 1         | 0                           | 4870±50                   | 7,27±0,03 |
| 2         | 1                           | 4890±50                   | 7,23±0,03 |
| 3         | 6                           | 5120±50                   | 7,20±0,03 |
| 4         | 12                          | 12400±100                 | 7,16±0,03 |
| 5         | 24                          | 34900±100                 | 7,15±0,03 |
| 6         | 36                          | 42900±200                 | 7,13±0,02 |
| 7         | 60                          | 45800±300                 | 7.12±0,02 |

Таблица 2

Параметры опытных образцов литий-железо-фосфатных аккумуляторов

| № образца | Время хранения LA132, месяц | Значение разрядной емкости, А·ч | Удельная энергия, Вт·ч/кг | Выход годного, % |
|-----------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------|
| 1         | 0                           | 0,115                           | 158,2                     | 90,4             |
| 2         | 1                           | 0,115                           | 158,2                     | 90,3             |
| 3         | 6                           | 0,114                           | 158,1                     | 90,2             |
| 4         | 12                          | 0,112                           | 156,2                     | 84,2             |
| 5         | 24                          | 0,111                           | 154,3                     | 72,5             |
| 6         | 36                          | 0,109                           | 151,4                     | 53,5             |
| 7         | 60                          | 0,104                           | 147,3                     | 34,2             |

На основании полученных ИК-спектров (см. рисунок) для пленок LA132 был установлен предположительный состав полимера:



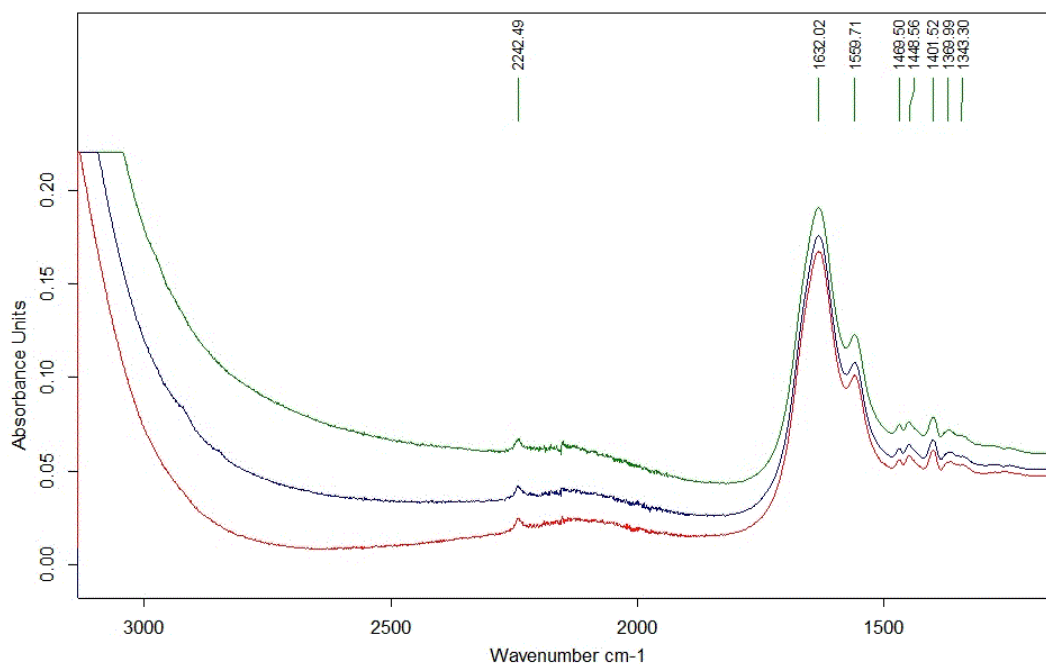


Рис. 1. ИК-спектры образца раствора связующего № 6

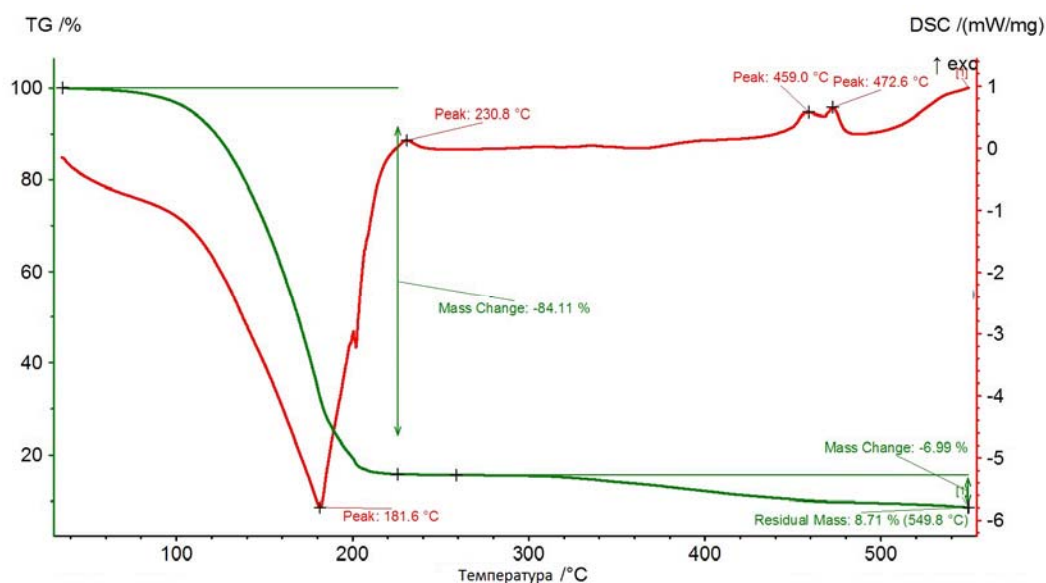


Рис. 2. Термограмма образца раствора связующего № 6

Водное связующее марки LA132 можно использовать для производства электродов литий-ионного аккумулятора, при этом время хранения связующего марки LA132 не должно превышать 6 месяцев с даты изготовления.

### Библиографические ссылки

1. Кедринский И. А., Яковлев В. Г. Li-ионные аккумуляторы. Красноярск : ИПК «Платина», 2002. 266 с.
2. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Перо, 2015. 80 с.
3. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Перо, 2016. 82 с.

© Кокорин А. Н., Ткачук С. А., 2019



## ПОИСК СШИВАЮЩИХ АГЕНТОВ ДЛЯ ГУАРГАМА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

А. И. Малеев<sup>1,2</sup>, В. П. Конышев<sup>1</sup>, М. С. Товбис<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «ЮИИ–Сибирь»

Российская Федерация, 662150, г. Ачинск, Южная промзона, квартал 12/1

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: tovbis@mail.ru

*Рассмотрены варианты использования органических соединений в качестве сшивающих агентов для гуаргама. Произведен теоретический анализ физико-химических свойств полученных соединений.*

*Ключевые слова: галактоманнан, ацилирование, меламин.*

## SEARCH FOR GUARGAM CROSSLINKING AGENT AND STUDY OF THEIR PROPERTIES

A. I. Maleev<sup>1,2</sup>, V. P. Konyshev<sup>1</sup>, M. S. Tovbis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LTD “UII–Siberia”

12/1 block, Southern industrial zone Str., Achinsk, 662150, Russian Federation

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: tovbis@mail.ru

*The variants of the use of organic compounds as crosslinking agents for guar gum. Produced a theoretical analysis of the physicochemical properties of the compounds obtained.*

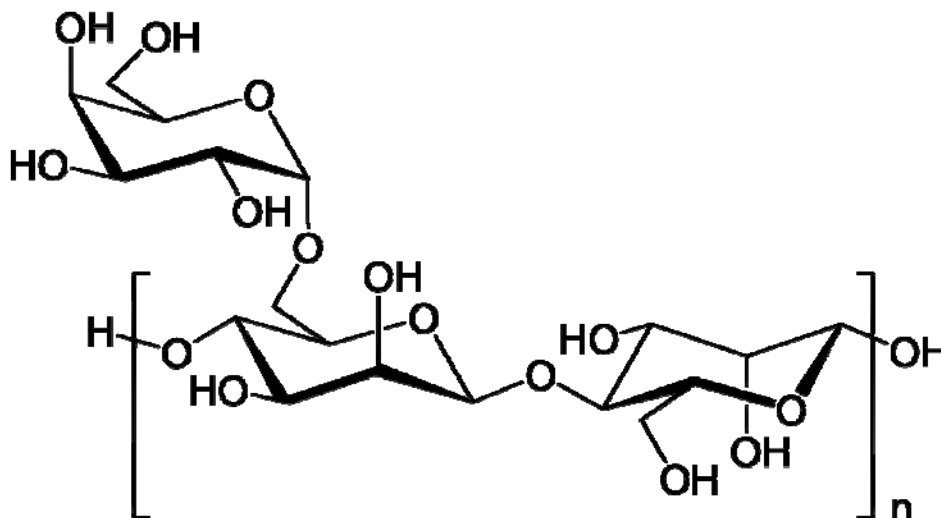
*Keywords: galactomannan, acylation, melamine.*

В настоящее время в проведении вскрышных работ на карьерах открытого типа широкое применение получили водногелевые промышленные энергоемкие составы [1]. В подобных составах в качестве гелеобразователя, а также для образования устойчивой матричной структуры, наполненной мелкодисперсными частицами аммиачной селитры, используют гуаровую камедь (гуаргам). Главным рабочим веществом, составляющим основу гуаргама, является галактоманнан – группа гетерополисахаридов, молекулы которых состоят из остатков галактозы и маннозы в разных соотношениях, при этом манноза образует скелет с присоединёнными боковыми остатками галактозы [2]. Полученные на его основе составы обладают высокими энергетическими характеристиками, текучестью, что позволяет производить зарядку с использованием специальной техники, расширяет количество составов к применению, снижает чувствительность промышленных энергоемких составов к удару и трению.

Однако использование таких высокоэнергетических смесей на обводненных скважинах, на блоках, которые не взрывают в течение суток, происходит набухание гуаргама, и, как следствие, разрушение матричной структуры промышленной смеси.

Цель нашего исследования заключалась в поиске высокоэнергетического органического сшивателя, образующего водоустойчивую матричную структуру. Поиск проводился среди

соединений, содержащих несколько функциональных группы, для образования связей между макромолекулами полисахарида, а также содержащих несколько атомов азота.



Структурный фрагмент молекулы гуаргама

В качестве такого соединения был выбран меламина – 2,4,6-триамино-1,3,5-триазин [3]. Данное соединение, хотя и является термодинамически устойчивым и не склонно к спонтанному разложению, содержит в своем составе 67 % азота.

С целью модификации меламина для улучшения совместимости с молекулами галактоманнана в представленной работе было проведено его ацилирование уксусным ангидридом [4]. Теоретически это может привести к повышению водоустойчивости состава за счет плохой растворимости в воде меламина и его производных.

Для проведения реакции меламина с уксусным ангидридом, брали навеску меламина 5 г и уксусный ангидрид в избытке 10 г. Реакция проходила с активным поглощением жидкой фазы. Смешивание проводили в течение 15 минут до полного осушения реакционной массы. После чего продукт промывали водой от остатков уксусной кислоты и высушивали на воздухе. Количество полученного вещества составило 9,8 г.

В настоящее время проводится органический синтез и доказательство строения данных веществ.

Также представляет научный интерес взаимодействие меламина с щавелевой кислотой с образованием свободных карбоксильных остатков, которые могут вступать в реакцию этерификации с гидроксильными группами галактоманнана.

### Библиографические ссылки

1. Орлова Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. Л. : Химия, 1973. 688 с.
2. Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гуаровая\\_камедь](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гуаровая_камедь). (дата обращения: 01.02.2019).
3. ХиМиК [Электронный ресурс]. URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2493.html>. (дата обращения: 01.02.2019).
4. Травень В. Ф. Органическая химия : учебник для вузов. В 2 т. М. : Академкнига, 2004. 582 с.

## СИНТЕЗ 3,5-ДИМЕТИЛ-4-НИТРОЗО-1-(4-ПИРИДИНОИЛ)-1Н-ПИРАЗОЛА

Н. А. Монташев, В. Л. Какарцев, Т. А. Фроленко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: noname1-96@mail.ru

*Изучается взаимодействие изонитрозоацетилацетона с гидразидом изоникотиновой кислоты при нагревании. Установлено, что в результате реакции образуется ранее не известный 3,5-диметил-4-нитрозо-1-(4-пиридинойл)-1Н-пиразол.*

*Ключевые слова: нитрозопиразол, изонитрозоацетилацетон, гидразид изоникотиновой кислоты, циклизация.*

## SYNTHESIS OF 3,5-DIMETHYL-4-NITROSO-1-(4-PYRIDINOYL)-1N-PYRAZOLE

N. A. Montashev, V. L. Kakartsev, T. A. Frolenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: noname1-96@mail.ru

*The interaction of isonitroacetylacetone with isonicotinic hydrazide under heating is studied. It was established that the reaction will result in the formation of a previously unknown 3,5-dimethyl-4-nitroso-1-(4-pyridinoyl)-1N-pyrazole*

*Keywords: nitrosopyrazole, isonitrosoacetylacetone, isonicotinic acid hydrazide, cyclization.*

В лесах Красноярского края сосредоточены продуктивные насаждения хвойных, в том числе и хозяйственно-ценной породы – сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В процессе индивидуального развития древесные виды постоянно подвергаются воздействию абиотических и биотических факторов окружающей среды. Одним из важнейших факторов, определяющих состояние лесов, являются бактериальные и грибковые заболевания, которые могут быть причиной гибели лесных насаждений. Фитопатогенные бактерии и грибы вызывают некрозы, и хлорозы хвои, бактериальный ожог хвои и стволиков, сосудистый бактериоз, почернение и усыхание верхушечных почек и оснований хвои и стволиков, образование опухолей у прикорневой шейки, увядание и полегание всходов при поражении корневой системы. Основным способом защиты семенного и посадочного материала хвойных пород от болезней в лесных питомниках является обработка фунгицидными и бактерицидными препаратами. Одним из отрицательных аспектов этого способа является приспособляемость возбудителей болезней к таким препаратам при многолетнем их применении; кроме этого, в результате мутаций появляются новые, не чувствительные к действующим веществам, но столь же активные виды патогенов. В связи с этим крайне актуальной является задача расширения спектра перспективных малотоксичных фунгицидов и бактерицидов для борьбы с болезнями растений [1]. И именно 4-нитрозопиразолы, проявляют бактерицидную и фунгицидную активность [2; 3].

Известно, что 4-нитрозопиразолы, добавленные в полимерные композиции на основе бутадиеновых каучуков, проявляют свойства ускорителей вулканизации, стабилизирующих

агентов и модификаторов адгезии, то есть могут быть использованы в качестве компонента вулканизирующей группы. Кроме того, наличие реакционноспособной нитрозогруппы в 4-м положении пиразола может быть использовано в органическом синтезе для перехода к другим функционализированным пиразолам. Поэтому получение новых нитрозопиразолов открывает перспективу создания соединений, обладающих полезными свойствами.

Получение исходного гидразида изоникотиновой кислоты осуществлялся по известной методике, которую описывает схема, показанная на рис. 1.

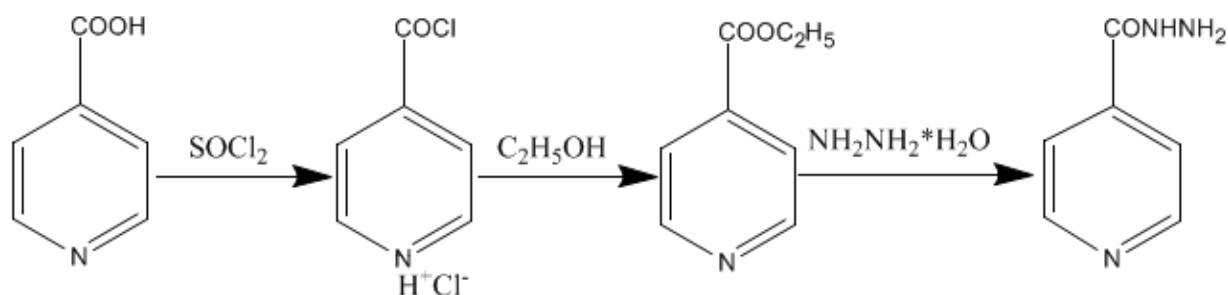


Рис. 1. Схема получения гидразида изоникотиновой кислоты

Методика заключается в следующем: тионилхлорангидрид в течение 30 минут приливали к изоникотиновой кислоте. Температура при этом повысилась до 60–70 °С и изоникотиновая кислота перешла в раствор. Реакционную массу нагревали 1,5 часа при 74–75 °С. Далее безводный этиловый спирт прибавили при температуре 75–80 °С к гидрохлориду хлорангидрида изоникотиновой кислоты, полученному на предыдущей стадии. Реакционную массу кипятили 1 час, охлаждали до 15–20 °С, добавили льда и нейтрализовали 20 % раствором едкого натра до исчезновения кислой реакции (по бумаге конго). Затем прибавили в течение 3 часов 20 % раствор соды до pH 10,0–11,0, этиловый эфир изоникотиновой кислоты отделили, а водно-щелочной раствор экстрагировали хлороформом. Хлороформенные экстракты и этиловый эфир объединили, сушили сульфатом натрия, отфильтровали, упарили и остаток перегнали. Затем к полученному этиловому эфиру изоникотиновой кислоты приливали в течение 10 минут при 15–20 °С и перемешивании 85 % гидразингидрата. Температура массы при этом повышается до 60–70 °С. Оставили на 4 часа, добавили спирт, нагрели до разжижения и слили в стакан для кристаллизации. Выпавший гидразид изоникотиновой кислоты отфильтровали, промыли спиртом и высушили. Перекристаллизовали остаток из воды с углем. Получили белый кристаллический порошок, без запаха, горького вкуса, легко растворим в воде, трудно – в спирте, хлороформе, практически не растворим в эфире.  $T_{пл} = 170–174\text{ °С}$  [4].

Синтез нового 4-нитрозопиразола происходил следующим образом: к гидразиду изоникотиновой кислоты, при перемешивании и нагревании, добавили этиловый спирт, до образования раствора. Затем присыпали изонитрозоацетилацетон, раствор окрасился в голубой цвет. Увеличили температуру и продолжили нагревать в течение 3-х часов, исследуемая смесь приобрела насыщенный изумрудный цвет.

Затем реакционную массу упарили в фарфоровой чаше, получили зелено смолообразное вещество. Остаток перекристаллизовали из хлороформа, получили зеленый порошок, который по результатам ТСХ оказался загрязненным, поэтому его подвергли хроматографической очистке на колонке с силикагелем. В качестве элюента использовали смесь этилацетата и гексана 1:20. Получили синие кристаллы 3,5-диметил-4-нитрозо-1-(4-пиридиноил)-1N-пиразол с  $T_{пл} = 140\text{ °С}$  (выход 62 %). Строение впервые синтезированного пиразола подтверждается данными ЯМР<sup>1</sup>H спектроскопии и хромато-масс спектрометрии.

Взаимодействие гидразида изоникотиновой кислоты (**1**) и изонитрозоацетилацетона (**2**) проходит по следующей схеме (рис. 2).

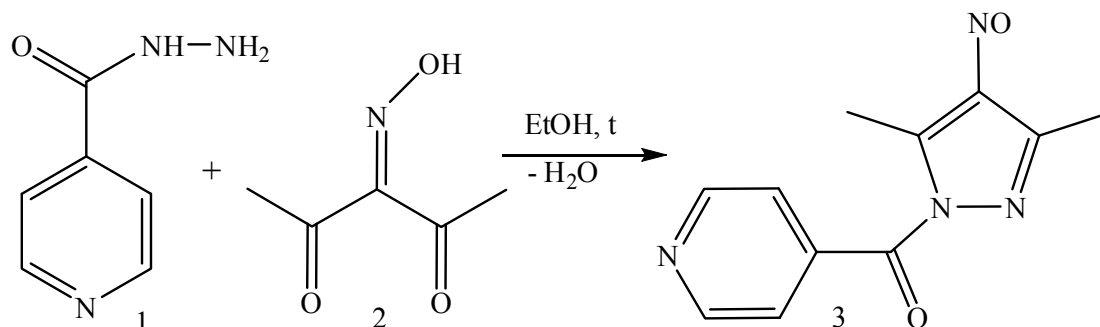


Рис. 2. Схема взаимодействия гидразида изоникотиновой кислоты и изонитрозоацетилацетона

Таким образом, нами был синтезирован ранее не известный  $\gamma$ -пиридиноил-4-нитропиразол (**3**), перспективный для создания новых фунгицидных и бактерицидных препаратов, способных эффективно бороться с фитопатогенными бактериями и грибами.

### Библиографические ссылки

1. Изучение влияния 4-аминопиразолов на рост микроорганизмов / А. В. Любашкин, В. В. Ефимов, П. Н. Бондарь и др. // Успехи современного естествознания. 2017. № 5. С. 12–16.
2. Heterocyclic compounds : пат. 2827415 США : Cl 167-33 / Freeman W. A., Pain D. L., Slack R. № 603809; заяв. 13.08.1956; опуб. 18.03.1958.
3. Improvements in or relating to pyrazole compounds and compositions containing them : пат. 786753 Великобритания : C07D231/38, C07D 231/00 / Freeman W. A., Slack R. № GB 19550004249 1950212; заяв. 12.02.1955; опубл. 27.11.1957.
4. Любашкин А. В., Роот Е. В. Химическая технология фармацевтических препаратов : лабор. практикум по химико-фармацевтическим препаратам для студентов спец. 240401.65. «Химическая технология органических веществ» очной формы обучения / Сиб. гос. технологич. ун-т. Красноярск, 2013. 48 с.

© Монташев Н. А., Какарцев В. Л., Фроленко Т. А., 2019

## СИНТЕЗ 3(5)-ФЕНИЛ-4-АМИНО-5(3)-ПИРИДИН-4-ИЛ-1H-ПИРАЗОЛА

Д. И. Персидская<sup>1</sup>, А. А. Кукушкин<sup>1</sup>, Е. В. Роот<sup>1,2</sup>, Г. А. Субоч<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России  
Российская Федерация, г. Красноярск, 660022, ул. Партизана Железняка, 1  
E-mail: percedes@mail.ru

*Впервые синтезирован 3(5)-фенил-4-амино-5(3)-пиридин-4-ил-1H-пиразол восстановлением 3(5)-фенил-4-нитрозо-5(3)-пиридин-4-ил-1H-пиразола гидразин гидратом на катализаторе палладий на угле. Строение которого было доказано методами ВЭЖХ/МС-спектрометрии и ЯМР <sup>1</sup>H-спектроскопии.*

*Ключевые слова:* аминогруппа, пиразол, пиридиновый заместитель, фенил, гидразин гидрат, нитрозопиразол, аминопиразол, восстановление, ЯМР-спектроскопия, ВЭЖХ/МС-спектрометрия.

## SYNTHESIS OF 3(5)-PHENYL-4-AMINO-5(3)-PYRIDIN-4-IL-1H-PYRAZOL

D. I. Persidskaya<sup>1</sup>, A. A. Kukushkin<sup>1</sup>, E. V. Root<sup>1,2</sup>, G. A. Suboch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky  
1, Partizana Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk 660022, Russian Federation  
E-mail: percedes@mail.ru

*3(5)-Phenyl-4-amino-5(3)-pyridin-4-yl-1H-pyrazole was synthesized by reduction of 3(5)-phenyl-4-nitroso-5(3)-pyridin-4-yl-1H-pyrazole with hydrazine hydrate catalyst palladium on coal. The structure of aminopyrazole was detected by HPLC / MS-spectrometry and <sup>1</sup>H NMR spectroscopy.*

*Keywords:* amino group, pyrazole, pyridine substituent, phenyl, hydrazinehydrate, nitrozopyrazole, aminopyrazole, reduction, NMR spectroscopy, HPLC / MS- spectrometry.

Известен ряд лекарственных препаратов на основе аминопиразола, которые проявляют жаропонижающие, болеутоляющие, противовоспалительные и другие свойства [1]. Замещенные пиридины активно используются как лекарственные вещества широкого профиля [2]. Одновременное введение пиридинового цикла и фенильного заместителя в пиразольное кольцо позволит существенно расширить область применения и увеличить потенциальную положительную биологическую активность замещенных 4-аминопиразолов.

Однако до настоящего момента 4-аминопиразолы, содержащие пиридиновый фрагмент получены не были [3–4], так как прямое введение пиридинового кольца в ядро пиразола протекает в очень жестких условиях, а при наличии донорных заместителей практически не возможно.

Поэтому целью нашей работы является синтез 3(5)-фенил-4-амино-5(3)-пиридин-4-ил-1H-пиразола.

4-аминопиразол содержащий  $\gamma$ -пиридиновый заместитель (**II**) синтезировали обработкой соответствующего 4-нитропиразола (**I**) избытком гидразин гидрата на катализаторе палладий на угле (рис. 1):

0,005 моль 4-нитропиразола (**I**) растворяли в 5 мл этилового спирта, добавляли катализатор палладий на угле, после чего вносили 0,005 моль гидразин гидрата. Реакцию проводили при комнатной температуре и интенсивном перемешивании в течение 4 часов, до обесцвечивания реакционной массы. Затем полученную смесь отфильтровывали от катализатора, затем спиртовой раствор, содержащий 4-аминопиразол (**II**) разбавляли троекратным количеством воды. Полученные белые кристаллы удаляли фильтрованием, промывали водой.  $T_{пл} = 175-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Выход аминопиразола (**II**) составил 80 %

Строение и состав полученного аминопиразола доказаны методами ВЭЖХ/МС спектрометрии и ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопии.

Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ , регистрировался на приборе Bruker Avance III 600 в ацетоне- $\text{D}_6$ , в качестве внутреннего стандарта использовался тетраметилсилан.

На ЯМР  $^1\text{H}$  спектре 4-аминопиразола (**II**) имеется уширенный сигнал в области 12,21 м. д. который соответствует атому водорода связанному с азотом пиразольного кольца. В области 7,84 и 8,62 м. д. присутствуют сигналы четырех протонов пиридинового фрагмента в виде двух дублетов (рис. 2).

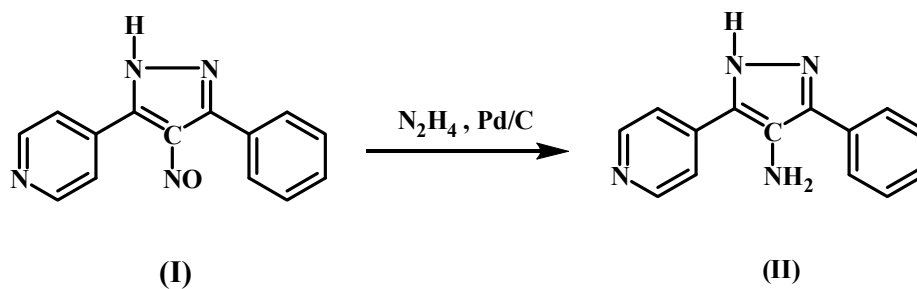


Рис.1. Получение 3(5)-фенил-4-амино-5(3)-пиридин-4-ил-1H-пиразола

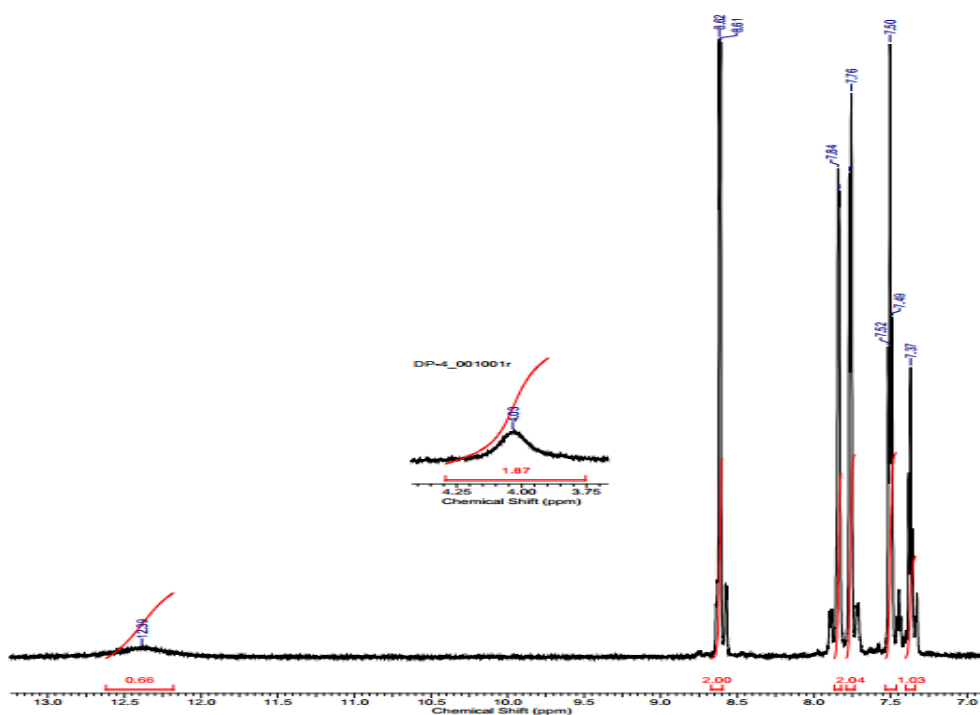


Рис. 2. ЯМР  $^1\text{H}$  3(5)-фенил-4-амино-5(3)-пиридин-4-ил-1H-пиразола

Пяти протонам фенильного заместителя соответствуют мультиплетные сигналы в области 7,36–7,77 м. д. Сигналу протона аминогруппы соответствует синглет при 4,03 м. д.

ВЭЖХ/МС исследование проводилось на приборе Shimadzu LCMS-2020 с колонкой RAPTOR ARC-18 100. Концентрация 4-аминопиразола в ацетонитриле – 0,01 мг/мл, хроматографирование проводилось в изократическом режиме, в термостатируемой колонке (35 °С). Масс-спектрометрический анализ образцов проводили в режиме ESI(электроспрей) при прямом вводе образца и элюата, подаваемого хроматографом со скоростью 10 мкл/мин. Для получения интенсивного пика были подобраны следующие условия масс-детектирования: положительная и отрицательная поляризации, напряжение электроспрея 6 кВ, при давлении газа завесы 5,0 л/мин и газа распыления 15,0 л/мин [5; 6]. Диапазон сканирования составлял 20–300 Да.

В масс-спектре 4-аминопиразола имеется молекулярный ион с массой 250 а.е.м., соответствующий рассчитанному. Из соотношения  $[M]$ ,  $[M+1]$  и  $[M+2]$  удалось рассчитать элементный состав, который соответствует предполагаемой структуре аминопиразола  $C_{14}H_{10}N_4O$  рассчитано: 250(100), 251(16.8), 252(1.5); найдено: 250(46.8), 251(8.18), 252(0.86).

### Библиографические ссылки

1. Данилов Е. А. Введение в химию и технологию химико-фармацевтических препаратов / под ред. Г. П. Шапошникова. Иваново, 2002.
2. Березовский В. М. Химия витаминов. М. : Химия, 1973. 632 с.
3. Эльдерфилд. Гетероциклические соединения. М. : Изд-во иностр. лит., 1961. Т. 5. С. 77.
4. Кукушкин А. А., Роот Е. В., Субоч Г. А. и др. // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55, вып. 8. С. 124–125.
5. Тахистов В. В. Органическая масс-спектрометрия. Л. : Наука, 1990. 222 с.
6. Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д. Спектрометрическая идентификация соединений : пер. с англ. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 557 с.: ил. (Методы в химии).

© Персидская Д. И., Кукушкин А. А., Роот Е. В., Субоч Г. А., 2019



## ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АЦЕТАМИДНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ *p*-АМИНОФЕНОЛА И 4-АМИНОПИРАЗОЛА

И. Г. Поваров<sup>1</sup>, Н. А. Шиленков<sup>1</sup>, О. В. Перьянова<sup>2</sup>, Н. К. Поткина<sup>2</sup>, М. С. Товбис<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

<sup>2</sup>Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России  
Российская Федерация, г. Красноярск, 660022, ул. Партизана Железняка, 1  
E-mail: povarov\_i@mail.ru

*Проведена оценка биологической активности впервые полученных сульфаниламидных производных аминифенола и аминопиразола на четырех бактериальных культурах. Выявлено бактерицидное и бактериостатическое действие изучаемых соединений.*

*Ключевые слова:* аминифенол, аминопиразол, сульфаниламид, биологическая активность.

## STUDY OF THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF *p*-AMINOPHENOL AND AMINOPYRAZOLE ACETAMID DERIVATIVES

I. G. Povarov<sup>1</sup>, N. A. Shilenkov<sup>1</sup>, O. V. Peryanova<sup>2</sup>, N. K. Potkina<sup>2</sup>, M. S. Tovbis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky  
1, Partizana Zheleznyaka Str., Krasnoyarsk 660022, Russian Federation  
E-mail: povarov\_i@mail.ru

*The biological activity of the newly obtained sulfanilamide derivatives of aminophenol and aminopyrazole on four bacterial cultures was evaluated. Bactericidal and bacteriostatic action of the studied compounds was revealed.*

*Keywords:* aminophenol, aminopyrazole, sulfanilamide, biological activity.

Сульфаниламидные препараты – противомикробные средства, являющиеся производными амидов сульфаниловой кислоты, эффективны в борьбе с грамположительными и грамотрицательными микроорганизмами [1].

Бактерицидное действие зачастую появляется при больших дозах и концентрациях, что небезопасно для организма человека и животных [2].

Механизм антимикробного действия сульфаниламидов основан на конкурентном отношении с парааминобензойной кислотой (ПАБК), которая необходима микробной клетке для образования факторов роста – фолиевой кислоты и пуриновых оснований. Последние участвуют в построении нуклеиновых кислот, без которых рост и размножение микробов невозможны [3].

Благодаря химическому сходству с ПАБК сульфаниламиды препятствуют её включению в метаболический цикл микробной клетки, что ведет к прекращению роста и размножения микроорганизмов, т. е. развивается бактериостатическое действие. Наиболее высокий

лечебный эффект препараты этой группы дают в период острого течения заболевания, т. е. в период интенсивного роста и размножения микроорганизмов – возбудителей болезней [3].

На кафедре органической химии и технологии органических веществ СибГУ им. М. Ф. Решетнева были синтезированы ранее неизвестные соединения 2,6-ди(этоксикарбонил)-3,5-диметил-N-(4-ацетидабензолсульфонил)-4-аминофенол и 3-метоксиметил-5-*n*-хлорфенил-N-(4-ацетидабензолсульфонил)-4-амино-1H-пиразол по реакциям, представленным на рисунке [4].

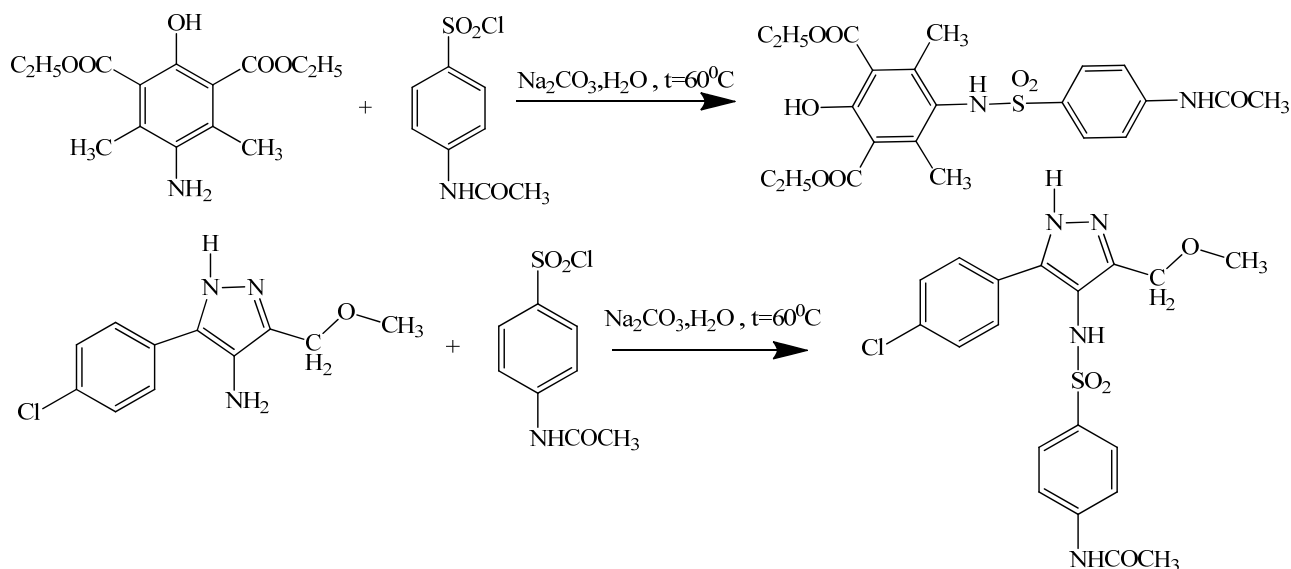


Рис. 1. Реакции получения новых сульфаниламидных производных

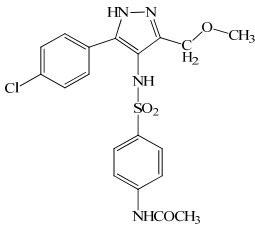
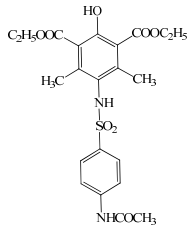
Дальнейшей целью нашей работы стала оценка биологической активности полученных сульфаниламидных производных. Анализ проводили на кафедре микробиологии им. доц. Б. М. Зельмановича (Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого).

Для определения антибактериальной активности полученных соединений использовали тест-культуры микроорганизмов: *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* 211 (клинический штамм устойчивый к антибиотикам), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, метициллинрезистентный штамм *S. aureus* (MRSA). Из полученных соединений готовили двукратные разведения в объеме 1 мл на дистиллированной воде и вносили во все пробирки по 0,1 мл взвеси испытуемых тест-культур, приготовленных из 18-часовых агаровых культур по стандарту мутности 0,5 МакФарланда. Исходная концентрация изучаемых соединений составила, для сульфанилированного аминапиразола  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л, а для сульфонилированного аминифенола  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Контролем служили пробирки, не содержащие соединений. Пробирки инкубировали при 37 °С. Высев производили через 24 часа на чашки с мясопептонным агаром. Учет результатов производили по наличию и характеру роста культур на питательной среде. Результаты представлены в таблице.

Визуальная оценка интенсивности роста проводилась по следующим критериям: «++++» – бактерицидный эффект, «+++» или «++» – бактериостатический эффект, «-» – отсутствие эффекта.

В ходе исследований установлено, что соединение 2,6-ди(этоксикарбонил)-3,5-диметил-N-(4-ацетидабензолсульфонил)-4-аминофенол подавляет рост *S. aureus* ATCC 25923, MRSA и *E. coli* 211 при концентрациях от  $1,25 \cdot 10^{-4}$  моль/л до  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Это соединение также эффективно против *E. coli* ATCC 25922 при концентрации  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

### Результаты антимикробной активности синтезированных сульфаниламидов

| Соединение                                                                        | Концентрация<br>моль/л | <i>S. aureus</i><br>ATCC 25923 | MRSA | <i>E. coli</i><br>ATCC 25922 | <i>E. coli</i><br>211 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|------|------------------------------|-----------------------|
|  | $5 \cdot 10^{-4}$      | ++++                           | ++   | —                            | —                     |
|                                                                                   | $1,25 \cdot 10^{-4}$   | —                              | ++   | —                            | —                     |
|  | $2,5 \cdot 10^{-4}$    | +++                            | ++   | ++++                         | +++                   |
|                                                                                   | $1,25 \cdot 10^{-4}$   | ++                             | +++  | —                            | +++                   |

Соединение 3-метоксиметил-5-*n*-хлорфенил-N-(4-ацетамидобензолсульфонил)-4-амино-1Н-пиразол действует на *S. aureus* ATCC 25923 при концентрации  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л и активно по отношению к MRSA при концентрациях от  $1,25 \cdot 10^{-4}$  до  $5 \cdot 10^{-4}$ .

Таким образом, показано, что впервые синтезированные сульфаниламидные производные на основе аминифенола и аминопиразола обладают бактериостатическим и бактерицидным действием.

### Библиографические ссылки

1. Краснюка И. И., Михайлова Г. В. Практикум по технологии лекарственных форм. М. : Академия, 2006. 432 с.
2. Солодунова Г. Н., Григорьев В. Д. Сульфаниламидные препараты / Волгоград. гос. ун-т. Волгоград, 2012. 57 с.
3. Биологическая активность некоторых производных сульфаниламида и диаминопиримидина / Е. М. Букреева, О. С. Лосицкая, Я. В. Зимина и др. // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 3.
4. Шиленков Н. А., Поваров И. Г., Товбис М. С. Получение новых сульфаниламидных производных аминифенолов и установление их строения // Решетневские чтения : материалы XXII Междунар. науч.-практ. конф. (12–16 ноября 2018 г., Красноярск) : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2018. С. 614–616.

© Поваров И. Г., Шиленков Н. А., Перьянова О. В.,  
Поткина Н. К, Товбис М. С., 2019

## СИНТЕЗ N,N'-БИС(4-НИТРОЗОФЕНИЛ)АЛКАНДИАМИНОВ

А. В. Усольцева, Т. В. Борисова, А. А. Абрамов, Н. А. Гаврилова, Г. А. Субоч

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: nataliagavrilova@yandex.ru

*Аминированием 4-нитрозофенола алкандиаминами синтезированы ранее неизвестные N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиамины.*

*Ключевые слова: динитрозосоединения, аминирование, нитрозофенол, этилендиамин, гексаметилендиамин.*

## SYNTHESIS N,N'-BIS(4-NITROSOPHENYL)ALKANDIAMINES

A. V. Usoltseva, T. V. Borisova, A. A. Abramov, N. A. Gavrilova, G. A. Suboch

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: nataliagavrilova@yandex.ru

*The amination of 4-nitrosophenol alkanediamines synthesized previously unknown N,N'-bis(4-nitrosophenyl)alkandiamines.*

*Keywords: dinitrosocompounds, amination, 4-nitrosophenol, ethylenediamine, hexamethylenediamine.*

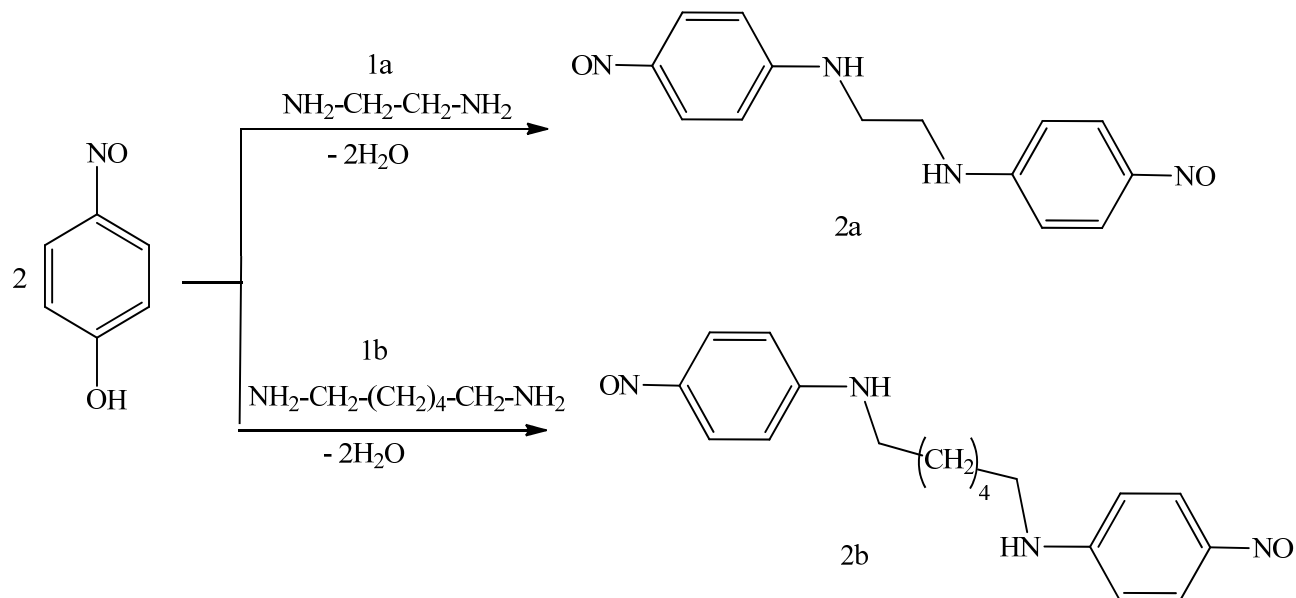
Известно, что С-динитрозосоединения, например, п-динитрозобензол, являются активными вулканизующими агентами для этиленпропиленового, бутилкаучука и других эластомеров [1; 2]. Недостатком получаемых вулканизаторов является плохая устойчивость к процессам термического окисления и старения. В то же время N-замещенные 4-нитрозоанилины применяют в качестве «привитых» антиоксидантов в полимерных композициях [3]. За счет образования прочных ковалентных связей между азотом нитрозогруппы и полимерной цепью, привитые антиоксиданты не вымываются из резин растворителями, водой, щелочами, кислотами и другими реагентами [4]. Однако до настоящего времени не известны динитрозосоединения или N-алкиланилины, которые могут одновременно проявлять свойства структурирующих (вулканизующих) агентов и стабилизирующих модификаторов эластомеров и клеевых композиций на основе каучуков.

Целью настоящей работы стал синтез ранее неизвестных N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиаминов, являющихся С-динитрозосоединениями и в то же время вторичными жирноароматическими аминами, что возможно позволит использовать их как структурирующие (вулканизующие) агенты и как эффективные антиоксиданты одновременно.

Один из классических способов получения 4-нитрозо-N-алкиланилинов – аминирование 4-нитрозофенола первичными алифатическими аминами кипячением в среде таких растворителей как этиловый спирт, диэтиловый эфир, хлороформ [5]. Однако аминирование 4-нитрозофенола алифатическими первичными диаминами в описанных условиях неизвестно.

Ранее нами было установлено [6], что применение пиридина в качестве растворителя при аминировании нитрозопроизводных гидроксиароматических соединений эффективно и позволяет успешно проводить реакцию даже с пространственно затрудненными аминами.

Поэтому взаимодействие этилендиамина (1a) (70 % p-p) и гексаметилендиамина (1b) с двукратным избытком 4-нитрозофенола проводили в пиридине (20 °С, интенсивное перемешивание) (см. рисунок). Для выделения продуктов реакции, смесь выливали на лед, образовавшийся осадок отфильтровывали и после перекристаллизации получили кристаллические вещества, чистоту и индивидуальность которых определяли методом ТСХ.



Синтез N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиаминов 2a, b

Данные электронной, ЯМР <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C спектроскопии подтверждают что полученные соединения представляют собой ранее неизвестные N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиамины 2a, b (см. рисунок).

В электронных спектрах N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиаминов 2a, b имеется пик поглощения π,π\*-перехода ароматической NO группы в области 680–700 нм. Величина молярного коэффициента экстинкции ε, для соединения 2a, равна 125, у пика поглощения на 698 (ДМСО) нм, для соединения 2b – 113, у пика поглощения 681 (этанол), что соответствует двум нитрозогруппам в молекуле (значение коэффициента молекулярной экстинкции для нитрозобензолов находится в пределах от 35 до 75 [7]).

В спектрах ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО-*d*<sub>6</sub>) соединений 2a, b сигналы протонов бензольного ядра находятся в области 6,69–8,76 м. д. Сигналы протонов метиленовых групп, связанных с аминогруппой, находятся в области 3,24–3,53 м. д. В спектре ЯМР <sup>1</sup>H (ДМСО-*d*<sub>6</sub>) соединения 2b протоны четырех метиленовых групп, не связанных с аминогруппой, дают сигналы в области 1,42–1,61 м. д. Соотношение сумм интегральных интенсивностей протонов ароматического фрагмента и метиленовых протонов для соединения 2a равно 2:1, а для соединения 2b – 2:3, что соответствует мостиковой структуре N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиаминов 2a, b.

#### **N<sup>1</sup>,N<sup>2</sup>-бис(4-нитрозофенил)этан-1,2-диамин 2a**

Тёмно-зеленые кристаллы, растворимы в диметилсульфоксиде, мало растворимы в этаноле, ацетоне, этилацетате, хлороформе. Т.пл. 208–210 °С. Электронный спектр, λ<sub>макс.</sub>, нм (ε, растворитель): 270 (11093, этанол), 426 (49906, этанол), 698 (125, ДМСО). Спектр ЯМР <sup>1</sup>H, δ, м.д.: 3,53 м (4H, CH<sub>2</sub>), 6,77 уш. (6H, H<sub>ар</sub>, NH), 7,97 м (2H, H<sub>ар</sub>), 8,76 уш. с. (2H, H<sub>ар</sub>).

#### **N<sup>1</sup>,N<sup>6</sup>-бис(4-нитрозофенил)гексан-1,6-диамин 2b**

Зелёные кристаллы, растворимы в диметилсульфоксиде, мало растворимы в этаноле, ацетоне, этилацетате, дихлорметане, хлороформе. Т<sub>пл</sub> 151–153 °С (дихлорметан). Электронный спектр, λ<sub>макс.</sub>, нм. (ε): 275 (15740 этанол), 428 (47000, этанол) 681 (113, этанол). Спектр

ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м. д.: 1.42 м (4H,  $\text{CH}_2$ ), 1.61 м (4H,  $\text{CH}_2$ ), 3.24 м (4H,  $\text{CH}_2$ ), 6.69 уш. (6H,  $\text{H}_{\text{ar}}$ , NH), 7.86 м (2H,  $\text{H}_{\text{ar}}$ ), 8.76 уш. с. (2H,  $\text{H}_{\text{ar}}$ ).

Таким образом, нами синтезированы новые ароматические динитрозосоединения, представляющие собой N,N'-бис(4-нитрозофенил)алкандиамины, которые могут найти применение, как структурирующие и одновременно стабилизирующие модификаторы полимерных композиций.

### Библиографические ссылки

1. Донцов А. А. Процессы структурирования эластомеров. М. : Химия, 1978. 286 с.
2. Гофманн В. Вулканизация и вулканизирующие агенты. Л. : Химия, 1968. 464 с.
3. Химические добавки к полимерам : справ. / И. П. Маслова, К. А. Золоторева, Н. А. Глазунова и др. М. : Химия, 1973. 272 с.
4. Догадкин Б. А., Донцов А. А., Шершнев В. А. Химия эластомеров. М. : Химия, 1981. 376 с.
5. Беляев Е. Ю., Гидаспов Б. В. Ароматические нитрозосоединения. 2-е изд., доп. СПб. : Теза, 1996. 208 с.
6. Синтез нитрозо- и аминопроизводных N-ариламиноалкиладамантанов / Е. С. Семиченко, А. Л. Гомонова, Н. А. Гаврилова и др. // Журн. орган. химии. 2008. Т. 44, вып. 5. С. 659-662.
7. Katsumi Tabei, Saburo Nagakura. Bull. Chem. Soc. Japan. 1965. Vol. 38 (6). P. 965.

© Усольцева А. В., Борисова Т. В., Абрамов А. А.,  
Гаврилова Н. А., Субоч Г. А., 2019

## АНОДНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ АМОРФНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕКЛА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Е. А. Чудинов, С. А. Резвов

ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»  
Российская Федерация, 630110, г. Новосибирск, ул. Б. Хмельницкого, 94  
E-mail: EАChudinov@rosatom.ru

*В результате исследования разработана лабораторная технология производства анода на основе композита АМС ( $Al_{85}Ni_{10}La_5$ ) – графит на водной и неводной основе. Показано, что первичная удельная емкость данного электродного композита (соотношение 40:60) составляет 662 мАч/г на первом цикле, из них 361 мАч/г (55 %) соответствует АМС и 301 мАч/г (45 %) графиту при скорости деградации около 20 мАч/(г·цикл).*

*Ключевые слова: аморфные металлические стекла, анод, литий-ионный аккумулятор.*

## AMORPHOUS METALLIC GLASS AS ANODES FOR LITHIUM ION RECHARGEABLE BATTERIES

E. A. Chudinov, S. A. Rezvov

Public joint-stock company “Novosibirsk Chemical Concentrates Plant”  
94, B. Khmelnsky Str., Novosibirsk, 630110, Russian Federation  
E-mail: EАChudinov@rosatom.ru

*The research resulted in development of laboratory production process of anode based on AMG (amorphous metallic glass) composite ( $Al_{85}Ni_{10}La_5$ ) – water-base and no water-base graphite. It showed that primary specific capacity of the mentioned electrode composite (ratio 40:60) is 662 mAh/g for the first cycle, wherein 361 mAh/g (55 %) corresponds to AMG and 301 mAh/g (45 %) corresponds to graphite at fading rate of approximately 20 mAh/g (cycle).*

*Keywords: amorphous metallic glass, anode, lithium-ion battery.*

Аморфные металлические стекла (АМС) не имеют длинной упорядоченной микроstructures; атомы менее плотно упакованы по сравнению с кристаллическими сплавами тех же композиций; они обычно имеют более высокие ионные проводимости, чем кристаллические материалы, которые делают возможной быструю диффузию лития. Многие металлические системы имеют более высокую теоретическую емкость для лития, чем графит/углерод; кроме того, можно избежать необратимых потерь мощности в металлических системах. При тщательной обработке мы можем получать нанокристаллические фазы, диспергированные в аморфной металлической стеклянной матрице. Эти кристаллические области могут образовывать активные центры, с которыми литий реагирует. Окружающая матрица может очень хорошо реагировать на изменения объема, поскольку эти наноразмерные области занимают литий.

Несмотря на то, что литиевые батареи уже имеют самую высокую плотность энергии среди любых аккумуляторных систем, мощность и энергия данных элементов требует еще доработки, в частности поиска новых электродных материалов, особенно материалов отрицательного электрода (анода). Графит (углерод) используются в коммерческих

литиево-ионных батареях в качестве анодов, тем не менее мощность этих материалов ограничена 340–350 А·ч/кг [1]. Металлические сплавы имеют потенциал емкость около 1000–2000 А·ч/кг [2].

Промышленный интерес сводится к увеличению жизни батареи и количества циклов заряд-разряда. Проблема состоит в ограниченном цикле жизни в коммерческих камерах. Эта ситуация изменилась, когда Fujifilm объявила о разработке литиевых батарей, которые были выполнены из металла оксидных стекол в качестве анодов [3]. При первой зарядке ступенчатая часть оксида металла восстанавливается литием. Образующийся  $\text{Li}_2\text{O}$  в этой реакции уменьшает количество лития, доступного для цикла в батарее.

Поиски нового и более высокопроизводительного анодного материала [4] приводят к разработке «сплавных» анодов. Использование металлов и сплавов, как отрицательных электродных материалов, основано на обратимом легировании лития с металлом/ сплавом.

Многие металлы склонны к очень большому расширению объема при легировании литием и имеют низкую диффузию ионов лития, что уменьшает применимость этих материалов в качестве электродов. Аморфные металлические стекла не имеют дальнего упорядочения микроструктуры [5]; атомы менее тесно упакованы по сравнению с кристаллическими сплавами той же композиции; они обычно имеют более высокую ионную проводимость, чем кристаллические материалы, которые способствуют процессу быстрой диффузии лития. Многие металлические системы имеют более высокую теоретическую емкость для лития, чем графит/ углерод; кроме того, необратимые емкостные потери можно избежать в металлических системах [6]. При тщательной обработке мы можем получить нано- кристаллические фазы, диспергированные в аморфной металлической стеклянной матрице. Эти кристаллические области могут образовывать активные центры, с которыми реагирует литий [7]. Ожидается, что окружающая матрица будет хорошо реагировать на изменения объема, поскольку эти наноразмерные области займет литий.

#### **Методика эксперимента**

Исходный сплав синтезирован в лаборатории физикохимии аморфных и нанокристаллических сплавов № 8 ИМЕТ РАН. Готовые ленты АМС измельчают (средний размер частиц >20 мкм). Мелкодисперсные порошки  $\text{Al}_{88}\text{Ni}_9\text{Y}_3$  содержат частицы чистого кристаллического алюминия в аморфной матрице [8–10]. Порошки рассеивают стандартным методом ASTM Mesh325 [11]. Активная анодная масса готовится смешиванием соответствующих порошков АМС (95 мас. %) и раствора поливинилиденфторида PVDF (5 мас. %) в N-метилпирролидоне, или используют водное связующее марки LA132. Полученную анодную массу наносят на медную фольгу и сушат 24 ч при температуре +90 °С в вакууме. Аноды собирают в тестовую ячейку, где в качестве положительного электрода используют катоды на основе  $\text{LiFePO}_4$ , или литиевый противоэлектрод. В качестве электролита используют неводный раствор  $\text{LiPF}_6$  в смеси апротонных биполярных растворителей.

#### **Результаты и их обсуждение.**

Первым этапом работы был поиск графита, обладающего наиболее высокой и стабильной разрядной емкостью, в котором на основании исследования группы различных углеродных материалов в качестве анода был выбран графит марки 518 (BTR-518), производства Китай, обладающий разрядной емкостью 355–360 мАч/г, при необратимой емкости 40–50 мАч/г.

Электрохимические испытания электродов, изготовленных из лент  $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$ , показали, что данный материал обладает низкой электрохимической активностью и не может быть использован в качестве анода ЛИА (рис. 1). Для повышения проводимости и величины разрядной емкости было предложено использовать композит АМС с графитом.

Показано, что аноды на основе АМС и графита обладают разрядной емкостью 662 мАч/г в первом цикле со снижением до 253 мАч/г в 10 цикле (рис. 2), что соответствует ли-



тературным данным [12–14], отраженным на рис. 3, но немного их превосходят. При этом наибольший вклад в величину разрядной емкости вносит графит, что отражено на рис. 2, б.

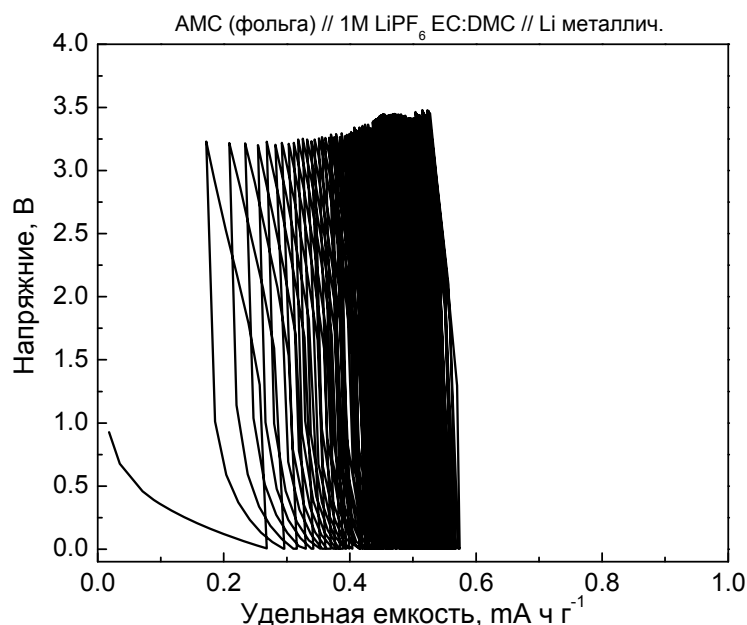


Рис. 1. Ресурсные испытания электродов из AMC ( $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$ )

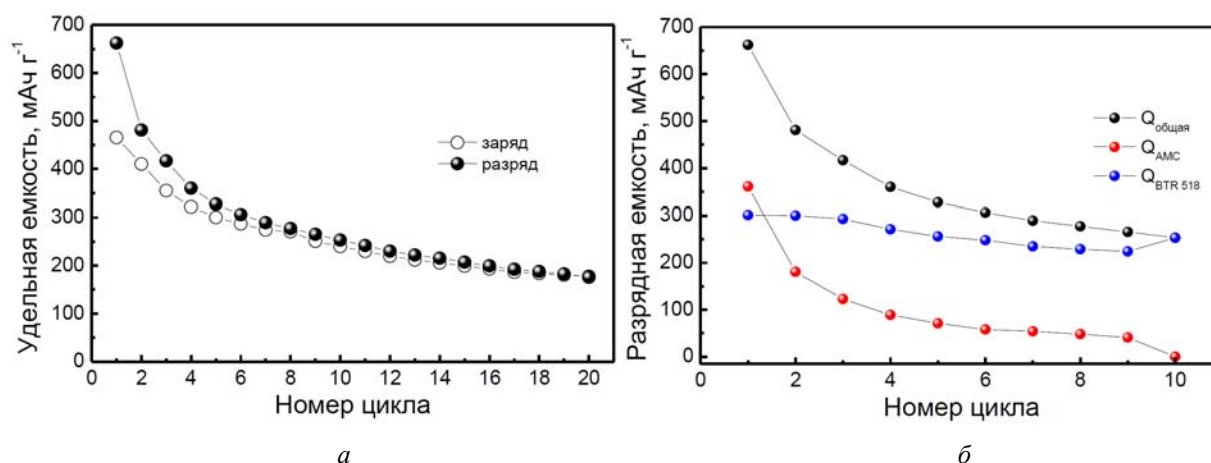


Рис. 2. Ресурсные испытания электродов на основе композита AMC ( $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$ ): графит (BTR 518) (40:60) (а) и вклад материалов в общую разрядную емкость электрода (б)

Предоставленные образцы AMC ( $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$ ) обладают нестабильным составом, так из одной партии поставки один образец был полностью аморфным и содержал смесь компонентов (Al, Ni,  $\text{Al}_3\text{Ni}$ ,  $\text{La}_3\text{Al}_{11}$ ), другой отвечал стехиометрии  $\text{Al}_{62}\text{Ni}_{16}\text{La}_{22}$ . Для дальнейшей разработки анодного материала требуется доработка технологии получения AMC, для чего требуется проведение отдельной НИОКР. На рис. 3 представлены рентгенограммы двух образцов AMC.

По рис. 3 видно, что предоставленные материалы AMC отличаются по своей структуре и составу.

В результате проведенных исследований была определена оптимальная рецептура анодной смеси. Данная масса обладает хорошими адгезионными свойствами к медной фольге, высокой механической прочностью, что позволяет использовать данные электроды

для изготовления ЛИА. Отрицательные электроды по адгезии квалифицированы в ноль баллов, т. е. с высокой адгезией: края надрезов остались полностью гладкими и без отслоения квадратов в решетке.

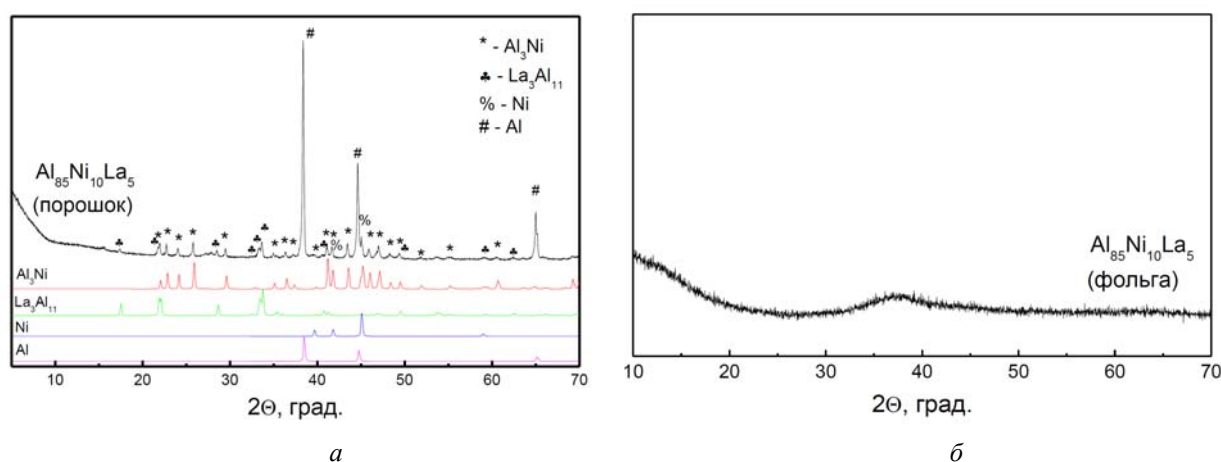


Рис. 3. Рентгенограммы анодного материала АМС:  
а – порошок; б – лента

Показано, что для более равномерного нанесения активного слоя на металлический коллектор тока (медная фольга) лучше использовать анодную массу на водной основе с вязкостью 1100–1700 мПа·с при температуре 39–43 °С.

#### Заключение

1. Опытные образцы аморфного металлического стекла (АМС) состава  $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$  обладают низкой разрядной емкостью и низкой механической прочностью, высокой скоростью деградации и не могут быть применены в качестве анода/

2. Анодный порошок (графит) марки ВТR-518 может быть использован в качестве анода литий-ионного аккумулятора. Установлено, что материал ВТR-518 состоит из частиц сферолизированного графита со средним размером 20–30 мкм. Удельная емкость ВТR-518 составляет 360 мАч/г при скорости С/5. Для снижения необратимой емкости на 10–20 % можно использовать прокаливание данного материала в течение 1 ч при температуре 600 °С;

3. Композит на основе АМС ( $\text{Al}_{85}\text{Ni}_{10}\text{La}_5$ ) и графита не может быть применен в производстве анодов для литий-ионного аккумулятора из-за низкого количества рабочих циклов (ресурса). Установлено, что в состав порошка анодного материала АМС ( $\text{Al}_{0.85}\text{Ni}_{0.1}\text{La}_{0.05}$ ) входят Al, Ni,  $\text{Al}_3\text{Ni}$ ,  $\text{La}_3\text{Al}_{11}$ . Фольга АМС является рентгеноаморфной. Удельная емкость анодного материала АМС с графитом (соотношение 40:60) составляет 662 мАч/г на первом цикле, из них 361 мАч/г (55 %) соответствует АМС и 301 мАч/г (45 %) графиту. Наблюдается быстрая деградация свойств материала при дальнейшем циклировании.

#### Библиографические ссылки

1. Takehara Z., Kanamura K. Historical Development of Rechargeable Lithium Batteries in Japan // *Electrochimica Acta*, 1993. Vol. 38 (9). Pp. 1169–1177.
2. Tarascon J. M., Armand M. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries // *Nature*, 2001. Vol. 414 (6861). Pp. 359–367.
3. Tin-based amorphous oxide: A high-capacity lithium-ion-storage material / Y. Idota et al. // *Science*. 1997. No. 276 (5317). Pp. 1395–1397.
4. Huggins R. A. Lithium alloy negative electrodes formed from convertible oxides // *Solid State Ionics*, 1998. Vol. 115. Pp. 57–67.

5. Fauteux D. and R. Koksang, Rechargeable Lithium Battery Anodes – Alternatives to Metallic Lithium // Journal of Applied Electrochemistry. 1993. Vol. 23 (1). P. 1–10.
6. Huggins R. A. Lithium alloy negative electrodes // Journal of Power Sources, 1999. Vol. 82. Pp. 13–19.
7. Kepler K. D., Vaughey J. T., M. M. Thackeray. Copper-tin anodes for rechargeable lithium batteries: an example of the matrix effect in an intermetallic system // Journal of Power Sources, 1999. Vol. 82. Pp. 383–387.
8. Vierke J., Schumacher G., Pilyugin V. P. Deformation-induced crystallization in amorphous Al<sub>85</sub>Ni<sub>10</sub>La<sub>5</sub> alloy [Электронный ресурс]. URL: [https://www.helmholtz-berlin.de/media/media/spezial/people/banhart/html/A-Journals/open/preprint/a146\\_vierke2010.pdf](https://www.helmholtz-berlin.de/media/media/spezial/people/banhart/html/A-Journals/open/preprint/a146_vierke2010.pdf) (дата обращения: 15.01.2019).
9. Gargarella P., Kiminami C. S., Oliveira M. F. Topological Instability and Glass Forming Ability in Al-La-Ni System // 17th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials, 2010. P. 156.
10. Ying M., Yi L., Arroyo E.M. Ceder Amorphous Metallic Glass as New High Power and Energy Density Anodes For Lithium Ion Rechargeable Batteries, 2014. P. 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://studylib.net/doc/10984774/amorphous-metallic-glass-as-new-high-power-and-energy-den>. (дата обращения 15.01.2019).
11. Meng S. Y., Li Yi, and Ceder G. Investigation on aluminum-based amorphous metallic glass as new anode material in lithium ion batteries, 2003. P. 7. [Электронный ресурс]. URL: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/3725> (дата обращения: 15.01.2019).
12. Vierke J. et al. Deformation-induced crystallization in amorphous Al<sub>85</sub>Ni<sub>10</sub>La<sub>5</sub> alloy. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.academia.edu/13256913/Deformation-induced\\_crystallization\\_in\\_amorphous\\_Al85Ni10La5\\_alloy](http://www.academia.edu/13256913/Deformation-induced_crystallization_in_amorphous_Al85Ni10La5_alloy). (дата обращения: 10.01.2019).
13. Ying M. Amorphous Metallic Glass as New High Power and Energy Density Anodes For Lithium Ion Rechargeable Batteries. [Электронный ресурс]. URL: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/3966/AMMNS001.pdf?sequence=2> (дата обращения: 10.01.2019).
14. Shirley, Y. Investigation on aluminum-based amorphous metallic glass as new anode material in lithium ion batteries. [Электронный ресурс]. URL: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/3725/AMMNS015.pdf?sequence> (дата обращения: 10.01.2019).

© Чудинов Е. А., Резвов С. А., 2019

## ЛИТИЙ-ИОННЫЙ АККУМУЛЯТОР С ЭЛЕКТРОДАМИ НА ОСНОВЕ ВОДНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Е. А. Чудинов, С. А. Резвов

ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»  
Российская Федерация, 630110, г. Новосибирск, ул. Б. Хмельницкого, 94  
E-mail: EChudinov@rosatom.ru

*В результате исследования разработана лабораторная технология производства пакетного литий-ионного аккумулятора с электродами на основе графита и  $\text{LiFePO}_4$  с водным связующим. Показано, что применение водного связующего позволяет производить электроды и литий-ионные аккумуляторы на их основе с удельной энергией более 150 Вт·ч/кг и ресурсом более 5000 циклов при глубине разряда 80 %.*

*Ключевые слова: водное связующее, анод, катод, литий-ионный аккумулятор.*

## LITHIUM-ION RECHARGEABLE BATTERIES WITH WATER BINDER BASED ELECTRODES

E. A. Chudinov, S. A. Rezvov

Public joint-stock company “Novosibirsk Chemical Concentrates Plant”  
94, B. Khmelnsky Str., Novosibirsk, 630110, Russian Federation  
E-mail: EChudinov@rosatom.ru

*The research resulted in development of laboratory manufacturing technique of lithium-ion batteries with electrodes based on graphite and  $\text{LiFePO}_4$  with water binder. It showed that use of water binder makes it possible to manufacture electrodes and lithium-ion batteries based thereon with specific energy more than 150 W·h/kg and service life more than 5000 cycles at depth of discharge 80 %.*

*Keywords: water binder, anode, cathode, lithium-ion rechargeable batteries.*

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) в настоящее время являются перспективными источниками тока с широким потреблением [1; 2], в том числе и литий-железо-фосфатные аккумуляторы [3]. Промышленные ЛИА по своим удельным электрохимическим показателям превосходят все известные типы аккумуляторов.

ЛИА используется практически во всех сферах человеческой деятельности (системы оперативного постоянного тока, гибридные накопители энергии, сотовые телефоны, видеокамеры, портативные компьютеры, электроинструмент, электротранспорт и т. д.).

В качестве связующего компонента в активной массе электродов ЛИА используют PVDF (поливинилиденфторид) и PTFE (политетрафторэтилен) с N-метилпирролидоном в качестве растворителя, а также водные дисперсии на основе полиакрилатов. Основным материалом отрицательного электрода является графит, положительного электрода – NMC и LFP, связующего – PVDF и полиакрилаты [2–5].

### Методика эксперимента

Основные методики описаны в работах [1–5]. Гранулометрический и элементный состав катодной и анодной масс определялся с помощью прибора РЭМ Hitachi S-5500.

Активная и катодные анодная масса готовятся смешиванием соответствующих порошков графита и раствора поливинилиденфторида PVDF (5 мас. %) в N-метилпирролидоне, или используют водное связующее марки LA132. Полученную анодную массу наносят на медную фольгу и сушат 24 ч при температуре +90 °С в вакууме. Аноды собирают в тестовую ячейку, где в качестве положительного электрода используют катоды на основе  $\text{LiFePO}_4$ , или литиевый противоэлектрод. В качестве электролита используют неводный раствор  $\text{LiPF}_6$  в смеси апротонных биполярных растворителей.

Определение адгезионной прочности активных масс электродов производилось методом решетчатого надреза с помощью Тестера адгезии Elcometer 107 с кистью, прозрачной липкой лентой, крепежа и инструмента в соответствии с ГОСТ 31149–2014 и липкой ленты адгезионной прочностью от 2,4 до 4,0 Н/см. Пластины электродов высушивают в сушильном шкафу при температуре 90 °С и вакууме 0,1 МПа в течение 1 ч. Толщину высушенного покрытия в микрометрах определяют любым методом по ГОСТ 31993. В лабораторных условиях испытания проводят при температуре  $(23 \pm 2)$  °С и относительной влажности  $(50 \pm 5)$  % в соответствии с ГОСТ 29317.

При проведении испытаний, аккумуляторы заряжают током 0,2 Сн до достижения напряжения 3,7 В, затем при постоянном напряжении 3,7 В до момента снижения тока заряда до величины 0,02 Сн. При проведении испытаний, включающих разряд, аккумуляторы разряжают током 0,2 Сн до напряжения 2,5 В. Фиксирование результатов измерения напряжения при разряде и заряде производят с интервалом времени не более  $(30/I)$  с, где  $I$  – ток разряда или заряда в единицах Сн (нормированный на номинальную ёмкость), либо по изменению напряжения на 10 мВ.

Контроль напряжения разомкнутой цепи (НРЦ) выполняют вольтметром (с входным сопротивлением не менее 1 МОм) с погрешностью не более 0,5 % при нормальных климатических условиях через 60 мин после окончания испытаний (заряда или разряда) между положительным и отрицательным контактами на крышке аккумулятора. Значение напряжения должно быть в пределах от 2,8 до 3,4 В (значение НРЦ зависит от уровня заряда, температуры и применяемых электродных материалов).

Внутреннее сопротивление аккумуляторов проверяют прибором для контроля внутреннего сопротивления с погрешностью не более 1 %, подключив его к выводам аккумулятора.

### **Результаты и их обсуждение**

На основании проведенных исследований в качестве катода ЛИА был выбран литий-железо-фосфат ( $\text{LiFePO}_4$ ) производства BASF (рис. 1), а анода – графит марки 518 производства BTR (рис. 2). Для повышения проводимости анодов и катодов были исследованы порошки токопроводящих добавок. На основании проведенных исследований было показано, что наиболее высокой проводимостью (4 См/см при нагрузке 50 МПа) обладает материал марки Super P, который и был использован в дальнейшей работе.

В таблице предоставлены результаты электрохимических испытаний прототипов литий-ионных аккумуляторов на основе анода 518 BTR и катода  $\text{LiFePO}_4$  BASF, изготовленных по водной и неводной технологии. Из данной таблицы видно, что аккумуляторы, изготовленные из электродов произведенных по водной технологии, обладают более высокими эксплуатационными характеристиками вследствие более эффективного использования активной массы электродов (меньшей доли неактивных компонентов).

На рис. 3 приведены зависимости значений сообщаемой разрядной емкости ( $C_p$ ) опытных образцов литий-ионных аккумуляторов пакетной конструкции от величины скорости разряда (Сн).

По рис. 3 видно, что с увеличением тока заряда значение сообщаемой емкости снижается. При токах заряда 0,5С и 3С оно составляет около 100 % от номинальной. Эти зависимости являются типичными для источников тока практически всех электрохимических систем.

При снижении значения конечного напряжения с 2,8 до 2,5 В при плотности тока 20  $C_H$  можно извлечь более 70 % зарядной емкости.

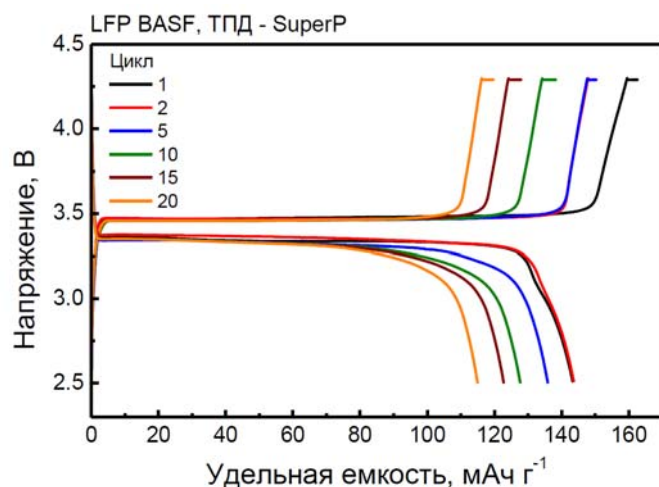


Рис. 1. Гальваностатические зарядно-разрядные кривые 1–20 циклов катодного материала  $LiFePO_4$  BASF

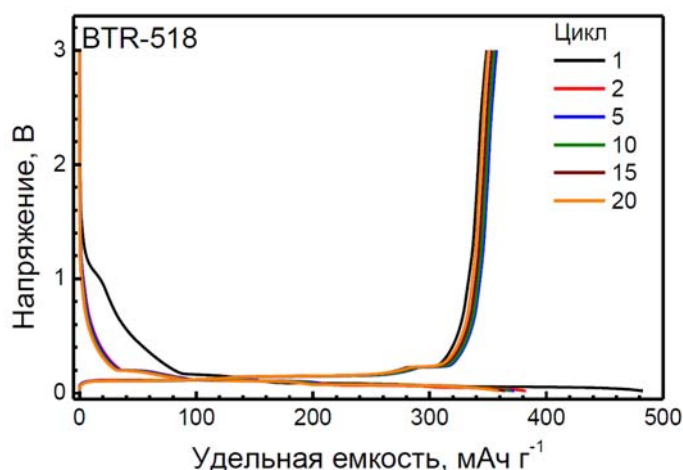


Рис. 2. Гальваностатические зарядно-разрядные кривые 1–20 циклов анодного материала BTR-518

#### Параметры опытных образцов литий-железо-фосфатных аккумуляторов

| № образца | Состав катода                                      | Состав анода                                    | Значение фактической емкости, А·ч | Удельная энергия, Вт·ч/кг |
|-----------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1         | 90 % $LiFePO_4$<br>6 % <i>Super P</i><br>4 % LA132 | 94 % BTR-518<br>2 % <i>Super P</i><br>4 % LA132 | 0,116                             | 158,2                     |
| 2         | 90 % $LiFePO_4$<br>4 % <i>Super P</i><br>6 % PVDF  | 94 % BTR-518<br>2 % <i>Super P</i><br>4 % LA132 | 0,111                             | 150,4                     |

На рис. 4 представлены микрофотографии контакта активной массы отрицательного электрода с медной фольгой, полученные с помощью прибора РЭМ Hitachi S-5500. Основным элементом является Cu, которая и является основным элементом медной фольги. Частицы активной массы (графит) имеют чешуйчатую структуру размером 5–20 мкм.

На рис. 5 представлены данные для внешней поверхности положительного электрода. Из данного рисунка видно, что основными элементами массы являются Fe, P, O, и C, входящие в состав  $\text{LiFePO}_4$  (3 % C).

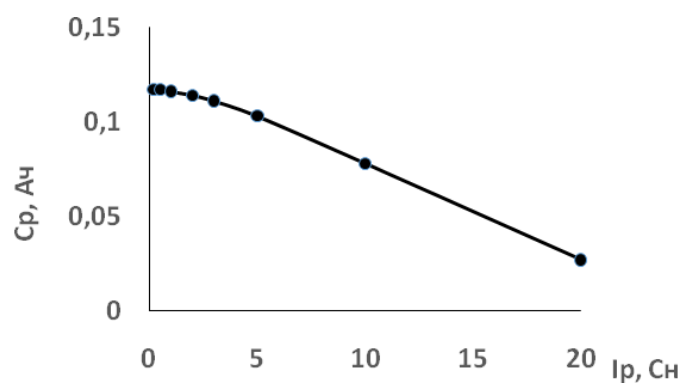


Рис. 3. Зависимость разрядной емкости опытного образца ЛИА пакетной конструкции C(518)/ $\text{LiFePO}_4$  (3 %C) от скорости разряда

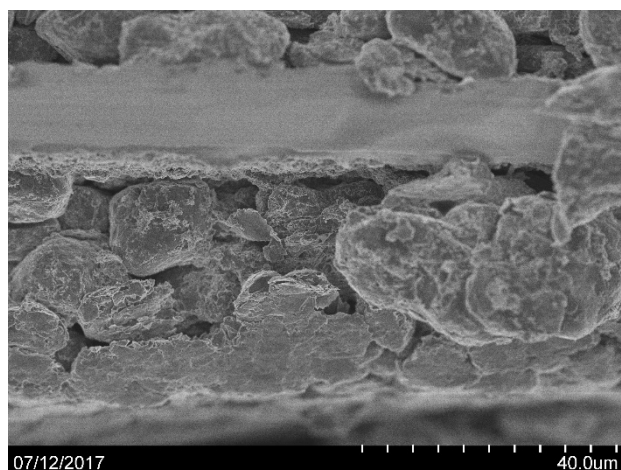
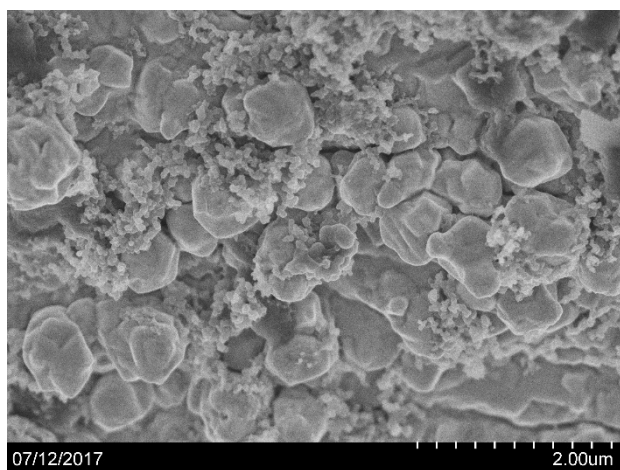


Рис. 4. Данные РЕМ для отрицательного электрода в месте контакта активной массы с медной подложкой (фольгой)

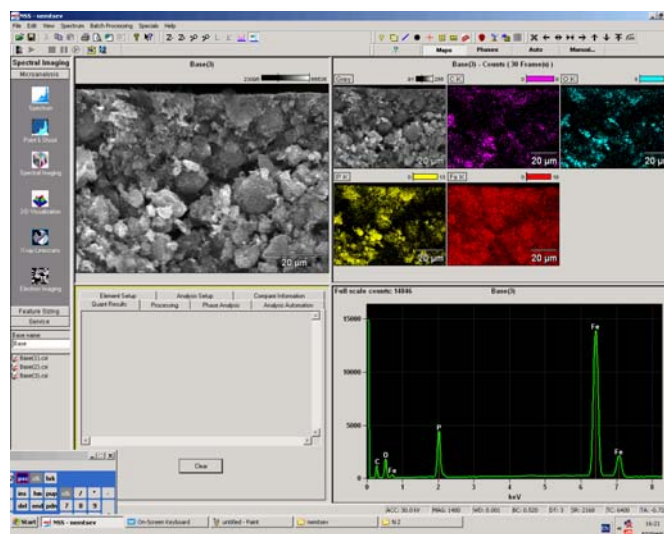


Рис. 5. Данные РЕМ для положительного электрода



### **Заключение**

1. Анодный порошок (графит) марки BTR-518 может быть использован в качестве анода литий-ионного аккумулятора. Установлено, что материал BTR-518 состоит из частиц графита со средним размером 20–30 мкм. Удельная емкость BTR-518 составляет 360 мАч/г при скорости C/5. Для снижения необратимой емкости на 10–20 % можно использовать прокаливание данного материала в течение 1 ч при температуре 600 °С.

2. Катодный порошок  $\text{LiFePO}_4$  производства BASF может быть использован в качестве катода литий-ионного аккумулятора с разрядной емкостью более 150 мАч/г. Образец  $\text{LiFePO}_4$ -BASF состоит из частиц в виде полых сфер со средним размером 3–10 мкм, а образец  $\text{LiFePO}_4$ -Tatung – из тонких пластинок длиной около 1 мкм.

3. Токопроводящие добавки марок C-Nergy и Super P, связующие компоненты PVDF и LA132 могут быть использованы в производстве катодов и анодов литий-ионного аккумулятора.

4. Изготовлены и испытаны опытные образцы литий-ионного аккумулятора системы  $\text{Li}_x\text{C}_6$  (BTR 518)/ 1 М  $\text{LiPF}_6$ /  $\text{LiFePO}_4$  (BASF). Аккумулятор пакетной конструкции имеет следующие характеристики: номинальный ток 0,05 А, максимальный ток 0,50 А, номинальная емкость 0,1 Ач, диапазон рабочих напряжений 2,8–3,2 В, количество циклов – не менее 5000 (прогноз), удельная энергия не менее 150 Вт·ч/кг, скорость импульсного разряда до 20 Сн/10 с.

### **Библиографические ссылки**

1. Кедринский И. А., Яковлев В. Г. Li-ионные аккумуляторы. Красноярск : Платина, 2002. 266 с.
2. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Изд-во «Перо», 2015. 80 с.
3. Чудинов Е. А. Литий-железо-фосфатный аккумулятор : монография. М. : Изд-во «Перо», 2016. 82 с.
4. Чудинов Е. А. Кедринский И. А., Карлова О. В. Способ изготовления электродов литий-ионного аккумулятора. Пат. 2390078 Рос. Федерация. Заявл. 2008.12.15. Оpubл. 2010.05.20.
5. Чудинов Е. А. Способ изготовления литий-ионного аккумулятора. Пат. 2404489. Рос. Федерация. Заявл. 2009.04.15. Оpubл. 2010.11.20.

© Чудинов Е. А., Резвов С. А., 2019



## СИНТЕЗ N-АДАМАНТАНОИЛ-4-НИТРОЗОПИРАЗОЛОВ

Е. Н. Шамай, Н. А. Монтасhev, Т. А. Фроленко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: shvovi18@gmail.com

*Изучается взаимодействие дикарбонильных соединений с гидразидом 1-адамантанкарбоновой кислоты. Установлено, что в результате реакции образуется ранее не известные N-адамантаноил-4-нитрозопиразолы.*

*Ключевые слова: нитрозопиразол, гидразид 1-адамантанкарбоновой кислоты, циклизация.*

## SYNTHESIS OF N-ADAMANTANOIL-4-NITROSOPIRAZOLES

E. N. Shamay, N. A. Montashev, T. A. Frolenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: shvovi18@gmail.com

*The interaction of dicarbonyl compounds with 1-adamantanecarboxylic acid hydrazide is studied. It has been established that the reaction produces previously unknown N-adamantanoyl-4-nitrosopyrazoles.*

*Keywords: nitrosopyrazole, 1-adamantanecarboxylic acid hydrazide, cyclization.*

В настоящее время существуют различные методы получения нитрозопиразолов, что объясняется их востребованностью в химической и фармацевтической промышленности. Одной из особенностей производных пиразола состоит в том, что эти производные обладают лечебным эффектом и используются для производства лекарственных препаратов [1]. Известны 4-нитрозопиразолы, проявляющие бактерицидную и фунгицидную активность [2; 3]. Также была изучена контактная и противогрибковая активность производных пиразолов, а именно ингибирование прорастания спор *Septoria nodorum*, *Uromyces vicia-fabae*, *Cladosporium cucumerinum*, но они практически не активны в отношении спор *Alternaria brassicicola*, *Botrytis cinerea* [4]. Известно, что адамантильный заместитель придает соединениям липофильность и, следовательно, улучшает проникновение вещества через мембраны клеток, снижая эффективную дозу препарата [5–7]. Кроме того, адамантильный заместитель усиливает противовирусную активность гетероциклических соединений [8], а амино- и алкиламинопроизводные адамантана нарушают образование, созревание и отпочкование вириона вируса гриппа, поэтому применяются в качестве противовирусных препаратов (ремантадин, мидантан, адапромин).

Наличие реакционноспособной нитрозогруппы в 4-м положении пиразола может быть использовано в органическом синтезе для перехода к другим функционализированным пиразолам. Поэтому получение новых нитрозопиразолов открывает перспективу создания соединений, обладающих полезными свойствами. Несмотря на разнообразие методов синтеза нитропиразолов, до настоящего времени были не известны N-адамантаноил-4-нитрозопиразолы, хотя адамантаноилсодержащие гетероциклы перспективны как в плане теоретического изучения, так и практического применения [5]. Поэтому актуальным является поиск методов синтеза 4-нитрозопиразолов с адамантильным фрагментом.

С целью получения новых нитрозопиразолов было исследовано взаимодействие гидразида 1-адамантанкарбоновой кислоты и 3-гидроксиимино-2,4-пентандиона проходящих по следующей схеме (рис. 1). В результате был получен N-адамантаноил-3,5-диметил-4-нитрозопиразол.

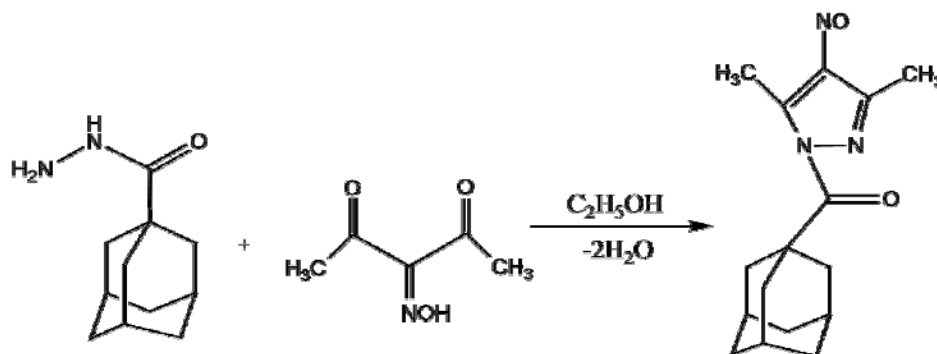


Рис. 1. Схема взаимодействия гидразида 1-адамантанкарбоновой кислоты и 3-гидроксиимино-2,4-пентандиона

Получение исходного гидразида 1-адамантанкарбоновой кислоты осуществлялся по известной методике, которую описывает схема, показанная на рис. 2.

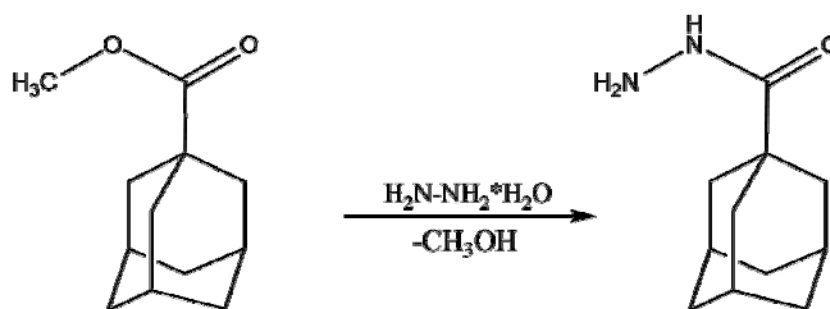


Рис. 2. Схема получения гидразида 1-адамантанкарбоновой кислоты

При взаимодействии 95 % уксусной кислоты с N-[2-(гидроксиимино)-3-оксобутилен]-адамантаноилгидразидом был получен N-адамантаноил-5-метил-4-нитрозопиразол изображённый на рис. 3.

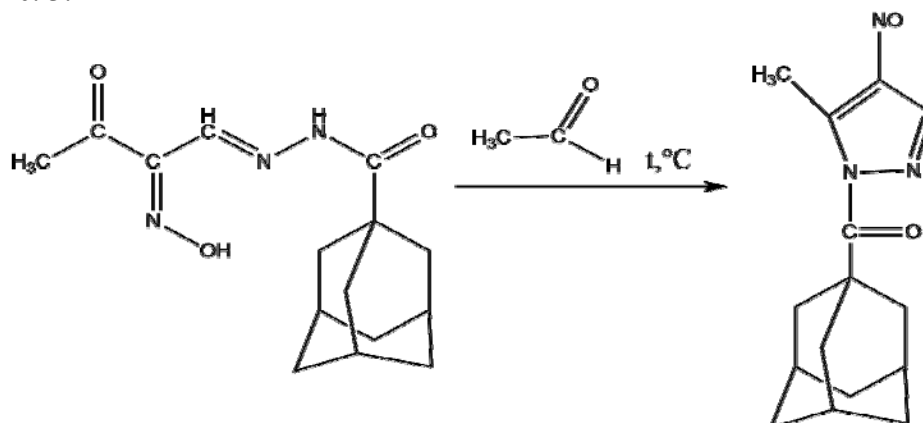


Рис. 3. Схема получения N-адамантаноил-5-метил-4-нитрозопиразола

Методика заключается в следующем: Для получения 3-гидроксиимино-2,4-пентандиона провели реакцию нитрозирования в кислой среде. К концентрированной соляной кислоте во

льду прилили ацетилацетон. Охлаждение должно быть не только в реакционной смеси, но и снаружи для поддержания температуры 0 °С, для этого колба с реакционной массой находилась во льду. Затем постепенно, маленькими порциями присыпали нитрит натрия в течение получаса. Смесь оставили перемешиваться на один час, далее реакционную массу отфильтровали. Отфильтрованный продукт высушили. Для получения гидразида 1-адамантакарбоновой кислоты метиловый эфир 1-адамантанкарбоновой кислоты растворили в гидразин гидрате. Полученный раствор нагревали с обратным холодильником в течение пятнадцати часов. Реакционную массу вылили лёд и отфильтровали. Отфильтрованный продукт несколько раз промыли холодной водой и оставили сушиться. Для получения N-адамантаноил-3,5-диметил-4-нитрозопиразола провели циклизацию ранее полученных 3-гидроксиимино-2,4-пентандиона с гидразидом 1-адамантанкарбоновой кислоты. 3-гидроксиимино-2,4-пентандион растворили в минимальном количестве спирта. Гидразид 1-адамантанкарбоновой кислоты так же растворили в минимальном количестве спирта. Далее прилили 3-гидроксиимино-2,4-пентандион к гидразиду 1-адамантанкарбоновой кислоты. Реакционную массу оставили перемешиваться не менее чем на час. По окончании реакции раствор приобрел зеленый цвет. Затем реакционную массу упарили в фарфоровой чаше, получили зеленый смолообразный остаток. Остаток перекристаллизовали из хлороформа, получили зеленый порошок, который по результатам ТСХ оказался загрязненным поэтому его подвергли хроматографической очистке на колонке с силикагелем. В качестве элюента использовали смесь этилацетата и гексана 1:20. Получили синее кристаллическое вещество с  $T_{пл} = 146\text{ }^{\circ}\text{C}$  выходом 52 %. Для получения монометильного нитрозопиразола соответствующий адамантаноилгидразон растворили в уксусной кислоте при нагревании. Полученный раствор вылили в ледяную воду и добавили соду для удаления кислоты. Далее реакционную массу экстрагировали в диэтиловом эфире. Эфирную вытяжку вылили в выпарную чашу. Получили зеленый смолообразный остаток. Далее его подвергли хроматографической очистке на колонке с силикагелем. В качестве элюента использовали смесь этилацетата и гексана 1:20. Получили синее кристаллическое вещество с  $T_{пл} = 133\text{ }^{\circ}\text{C}$  выходом 43 %. Таким образом, нами были синтезированы ранее не известные 4-нитрозопиразолы, в состав которого входит адамантильный фрагмент, строение которого подтверждается данными ЯМР<sup>1</sup>H спектроскопии.

### Библиографические ссылки

1. Preparation of tannate 4-isobutyl-2,3-dimethyl-1-phenylpyrazolone-5. Suzuki Kohei. [Guroran seiyaku kabushiki kaysya]. Japanese. Pat. 18394, 19.12.60.
2. Improvements in or relating to pyrazole compounds and compositions containing them : пат. 786753 Великобритания : C07D231/38, C07D 231/00 / Freeman W. A., Slack R. № GB 19550004249 1950212; заяв. 12.02.1955; опубл. 27.11.1957.
3. Toja E., Selva J. D., Schiatti P. 3-Alkyl-2-aryl-3H-naphthl,2-d.imidazoles, a Novel Class of Nonacidic Antiinflammatory Agents // J. of Medicinal Chemistry. 1984. Vol. 27, No 5. Pp. 610–616.
4. Carter G. A., Huppatz J. L., Wain R. L. Investigations on fungicides. XIX. The fungitoxicity and systemic antifungal activity of certain pyrazole analogues of carboxin. // Ann. Appl. Biol. 1976. Vol. 84, № 3. Pp. 333–342.
5. Морозов И. С., Петров В. И., Сергеева С. А. Фармакология адамантанов / Волгогр. мед. акад. Волгоград, 2001. С. 8.
6. Багрий Е. И. Адамантаны: получение, свойства, применение. М. : Наука, 1989. 264 с.
7. Противовирусная активность адамантилсодержащих гетероциклов / Н. В. Макарова, Е. И. Бореко, И. К. Моисеев и др. // Химико-фармацевтический журнал. 2002. Т. 36, № 1. С. 5–7.
8. Эльдерфилд Р. Гетероциклические соединения. Т. 5 / пер с англ. под ред. Н. К. Кочеткова М. : Изд-во иностр. лит., 1961. 602 с.

**«ИНФОРМАЦИОННОЕ, НАУЧНОЕ И КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЛЕСНОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ»**

---

УДК 378.147:766

**ПРИМЕНЕНИЕ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ  
ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

Е. Н. Аёшина, Т. Н. Емелина, А. О. Готовчикова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: enaesh@mail.ru

*Рассмотрены причины снижения уровня конкурентоспособности выпускников системы высшего профессионального образования. Одной из причин снижения уровня образования выпускников является низкая мотивация к обучению у студентов первых и вторых курсов. Для решения данной проблемы предложено использовать такую форму организации учебно-познавательной деятельности как групповая работа.*

*Ключевые слова: высшее профессиональное образование, низкая мотивация к обучению, метод групповой работы, графические дисциплины.*

**THE APPLICATION OF GROUP WORKING TO TEACHING GRAPHIC SUBJECTS**

E. N. Aeshina, T. N. Emelina, A. O. Gotovchikova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: enaesh@mail.ru

*The article discusses the reasons for the decline in the level of competitiveness of graduates of the system of higher professional education. One of the reasons for the decline in the level of education of graduates is the low motivation to learn from students in the first and second courses. To solve this problem, it was proposed to use this form of organization of educational and cognitive activity as a group work.*

*Keywords: higher vocational education, low motivation to learn, method of group work, graphic subjects .*

Стремительное развитие инновационной экономики в начале нового тысячелетия привело к обострению проблемы качества кадров, которая стала ключевой для многих региональных предприятий и отраслей. На российском рынке труда сложилась парадоксальная ситуация:

– с одной стороны, масса незанятого населения пытается найти работу через службы занятости населения и кадровые агентства;

– с другой стороны, на многих предприятиях существует острая нужда в квалифицированных специалистах, способных реализовать перспективные проекты организации.

В числе ключевых факторов, обуславливающих снижение уровня конкурентоспособности выпускников системы высшего профессионального образования на рынке рабочей силы, эксперты выделяют фактор несоответствия уровня развития трудового потенциала выпускников вузов критериям современной конкурентной борьбы на рынке труда, а также низкую подготовленность молодых специалистов к самовыживанию в новых экономических условиях [1].

Для решения данной ситуации сложившейся на рынке труда необходимо понять причины снижения уровня подготовки выпускников системы высшего профессионального образования.

В основе любого обучения лежит совместная деятельность, целенаправленное взаимодействие преподавателя и студента. Они оба должны быть активны в образовательном процессе, т. е. выступать субъектами обучения. Традиционная высшая школа, ориентирована на унифицированный процесс обучения, доминирующее положение преподавателя в аудитории, передачу знаний от преподавателя к студенту, данный процесс обучения может быть успешным, если оба субъекта обучения активны. Но на сегодняшний день многие преподаватели высших учебных заведений столкнулись с пассивными студентами в обучении, что приводит к снижению эффективности процесса обучения. Для решения данной проблемы необходимо понять причины возникновения пассивности у студентов в образовательном процессе. По мнению многих авторов, данной причиной может служить отсутствие мотивации к обучению у студентов первых-вторых курсов [2].

Рассмотрим более подробно данный вопрос. Согласно литературным источникам различают три типа мотивации: внутреннюю, внешнюю, соревновательную. Внутреннюю мотивацию Дж. Брунер называет «интеллектуальным поощрением», так как проявление такой мотивации может быть не только удовлетворение от расширения своих способностей, но и удовлетворение от самого процесса интеллектуального поиска, от открытия нового [3].

Другой тип мотивации – внешняя мотивация, в зависимости от конкретных условий внешняя мотивация может оказывать либо второстепенное влияние, либо приобретать доминирующее значение в общей мотивации [4]. Большое влияние на развитие познавательного и творческого потенциала студентов оказывает соревновательная мотивация, которая в суммарной мотивации может иметь превалирующее значение [5].

Графические дисциплины переживают в настоящее время период изменений, связанный с сокращением часов на их изучение. Поэтому перед преподавателями кафедры графики стоит весьма сложная задача, состоящая в необходимости пересмотра содержания учебных курсов графических дисциплин с одной стороны и повышения уровня подготовки студентов с другой стороны. Это невозможно без изменения подхода к обучению и поиска эффективных методик преподавания. Применение различных технологий и стратегий на занятиях, использование различных форм подачи теоретического и практического материала также позволит повысить уровень мотивации у студентов.

На мой взгляд, одним из факторов, повышающих уровень мотивации у студентов в процессе изучения графических дисциплин, можно считать такую форму организации учебно-познавательной деятельности как групповая работа. Именно эта форма работы, как нельзя лучше будет способствовать обучению квалифицированных специалистов, способных реализовать перспективные проекты организации.

Через групповую работу у учащихся будут формироваться такие навыки, как умение слушать и слышать друг друга, выстраивать диалог, задавать вопросы на понимание, принимать на себя ответственность за совместную и собственную деятельность по достижению результата, умение работать с командой. Взаимодействуя в группе, студенты понимают, что для достижения общей цели всем участникам необходимо договариваться между собой, вырабатывать общую стратегию решения задачи, распределять обязанности, осуществлять взаимопомощь в процессе решения задачи. Это способствует воспитанию чувства ответст-

венности, формированию умений общаться, договариваться, с уважением относиться друг к другу. Работа в группе воспитывает студента, умеющего учиться, отстаивать свое мнение, задавать вопросы. Здесь нет пассивных и безразличных. При групповой работе у студентов формируется умение учиться, самостоятельно приобретать знания, возрастает глубина понимания учебного материала. Использование методов взаимного обучения позволяет студентам не только овладевать знаниями и умениями, но и учиться передавать их, что очень важно для их дальнейшей производственной деятельности.

Работа в группах, как один из способов коллективного взаимодействия, позволит улучшить успеваемость, раскрыть систему отношений студентов в группе.

Таким образом, групповая работа создаёт благоприятные условия для включения всех учащихся в активную работу на занятии. При организации работы в группах каждый студент мыслит, выражает своё мнение. В группах рождаются споры, обсуждаются разные варианты решения, идёт взаимообучение учащихся в процессе учебной дискуссии, учебного диалога. Особенно важно, что групповая форма работы позволяет реализовать индивидуальный подход в условиях массового обучения, организовать взаимодействие студентов для выявления их индивидуальных возможностей и способностей [6].

При этом решается ряд учебных и воспитательных задач:

- возрастает объём усваиваемого материала и глубина его понимания;
- на формирование понятий, умений, навыков тратится меньше времени, чем при фронтальном обучении;
- студенты получают удовольствие от занятий;
- возрастают познавательная активность и творческая самостоятельность учащихся;
- меняется характер взаимоотношений между студентами (исчезают безразличие, агрессия, прибавляются теплота и человечность);
- возрастает сплочённость группы;
- растёт самокритичность;
- преподаватель получает возможность реально осуществлять индивидуальный подход к учащимся.

Таким образом, групповая работа создаёт благоприятные условия для включения всех учащихся в активную работу на занятии. При организации работы в группах каждый студент мыслит, выражает своё мнение. В группах рождаются споры, обсуждаются разные варианты решения, идёт взаимообучение студентов в процессе учебной дискуссии, учебного диалога. При этом группы соревнуются за право выдвинуть свою гипотезу решения, что стимулирует рост соревновательной мотивации. Данный вид мотивации оказывает большое влияние на развитие творческого потенциала студентов.

### **Библиографические ссылки**

1. Сокольник И. В. Требования современных работодателей к выпускникам вузов // Экономика и современный менеджмент: теория и практика : сб. ст. по матер. XXII Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск : СибАК, 2013.
2. Казаренков В. П. Педагогическое взаимодействие: технология и искусство // Современные проблемы образования: поиск и решения. М. : Просвещение, 1998. С. 14–20.
3. Тихомиров О. К. «Искусственный интеллект» и психология. М. : Наука, 1976. 344 с.
4. Кулюткин Ю. Н. Эвристические методы в структуре решений. М. : Педагогика, 1970. 231 с.
5. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб. : Питер, 2002. 720 с.
6. Танцоров С. Т. Групповая работа в развивающем образовании. Рига : ПЦ «Эксперимент», 1997. 39 с.

© Аёшина Е. Н., Емелина Т. Н., Готовчикова А. О., 2019

## ТАМОЖЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

О. А. Белых, В. В. Белых

Байкальский государственный университет  
Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11  
E-mail: Belykhoa@bgu.ru

*Обсуждается экспорт древесины и пиломатериалов из России. Указаны негативные тенденции, связанные с правонарушениями в этой сфере. Приведена характеристика лесоматериалов как внешнеэкономического товара. Рассматриваются особенности организации таможенного контроля средств лесо- и пиломатериалов с использованием технических средств. Делается вывод о том, что порядок учета лесоматериалов не полностью отражает реальную ситуацию и требует совершенствования многих факторов для повышения эффективности таможенного контроля.*

*Ключевые слова:* лесные ресурсы, лесоматериалы, таможенный контроль, экспертиза.

## CUSTOMS EXAMINATION OF THE TIMBER

O. A. Belykh, V. V. Belykh

Baikal State University  
11, Lenin Str., Irkutsk, 664003, Russian Federation  
E-mail: Belykhoa@bgu.ru

*Export of wood and sawn timber from Russia is discussed. The negative trends associated with offenses in this area are indicated. The characteristic of timber as a foreign economic commodity is given. Features of the organization of customs control of means of forest and timber with use of technical are considered. It is concluded that the accounting procedure for timber does not fully reflect the real situation and requires improvement of many factors to improve the efficiency of customs control.*

*Keywords:* forest resources, timber, customs control, expertise.

Древесина и изделия из нее являются важным компонентом международной торговли. Лесоматериалы из России уверенно занимают лидирующие позиции среди экспортируемых товаров и составляют более половины российского экспорта, в общемировом рейтинге Россия занимает 3 место в экспорте лесоматериалов, после США и Канады. На протяжении многих столетий российские лесоматериалы являются визитной карточкой товаров из России, общий фонд лесных ресурсов России составляет 83 млрд м<sup>3</sup>. В среднем в России добывается почти 22 млн м<sup>3</sup> лесоматериалов в год. Практически все, добытые в России лесоматериалы, уходят на экспорт. Ежегодный объем экспорта леса составляет около 175 млрд [1].

Контролю экспорта леса из России уделено пристальное внимание со стороны государства. Круглый лес внесен в перечень стратегически важных товаров и ресурсов Постановлением Правительства РФ от 13 сентября 2012 г. № 923 «Об утверждении перечня стратегически важных товаров и ресурсов для целей ст. 226.1 «Уголовного кодекса Российской Федерации» и его незаконный вывоз карается уголовным кодексом наряду с вывозом оружия или наркотических средств в рамках 26.1 УК РФ сроками до 12 лет лишения свободы. Иркутская

область обладает около 11 % запасов древесины всей страны и наиболее высокой лесистостью (78 %) среди всех субъектов России. Кроме того, лесоматериалы составляют основу экспорта Иркутской области. В связи с необходимостью развития собственной перерабатывающей отрасли, уменьшения доли необработанной древесины в последние годы Правительством приняты решения о поэтапном повышении экспортных пошлин на круглый лес. Снижаются пошлины на технологическое оборудование, увеличивается финансирование создания необходимой инфраструктуры. Имеющиеся негативные тенденции связаны с правонарушениями в этой сфере: не декларирование, недостоверное декларирование вывозимой продукции, что связано с 1) уменьшением количества экспортируемых лесоматериалов; 2) занижением сортности леса; 3) неверным заявлением породы; 4) попытками вывоза особо ценных пород под вывозом обычных [2]. Криминализация лесного бизнеса продолжает увеличиваться [3].

При таможенном контроле лесоматериалов наиболее применяемые формы таможенного контроля – таможенное наблюдение, таможенный осмотр, таможенный досмотр. Экспорт лесоматериалов осуществляется в общем порядке в соответствии с действующим законодательством путем таможенного оформления продукции с применением таможенной декларации, заполненной согласно требованиям таможенной процедуры экспорта. К особенностям совершения таможенного декларирования следует отнести: необходимость уплаты экспортных таможенных пошлин в отношении отдельных видов лесной продукции; необходимость представления разрешительных документов (лицензии, сертификаты), возможность подачи таможенной декларации только в таможенных органах (на таможенных постах), определенных приказом ФТС России от 22.12.2011 № 2600 «О компетенции таможенных органов по совершению таможенных операций, связанных с принятием таможенных деклараций и выпуском товаров, классифицируемых в соответствии с ТН ВЭД ТС в товарных позициях 4401, 4403, 4404, 4406, 4407 (за исключением подсубпозиций 4407 10150 0, 4407 10 310 0, 4407 10 330 0, 4407 10 380 0, 4407 99 200 0, 4407 99 250 0, 4407 99 400 0), вывозимых с территории Российской Федерации и помещаемых под таможенную процедуру экспорта» [4]. К таможенному контролю лесоматериалы предъявляются однородными партиями. При таможенном контроле устанавливается соответствие между фактическим количеством товара и данными, представленными в товаросопроводительных документах.

Актуальным в направлении таможенного контроля за вывозимым лесоматериалом в целях пресечения нарушений таможенного законодательства и минимизации возможных рисков является: контроль в части загрузки транспортного средства; контроль за весовыми характеристиками лесоматериалов, заявляемых лесоэкспортерами; проведение фактического контроля за определением кубометража лесоматериалов; контроль достоверности заявляемых сведений в части наименования пород древесины, их количественной составляющей и как следствие, контроль за уплатой таможенных платежей в полном объеме. Таможенный контроль в отношении лесоматериалов является одной из глобальных проблем, в связи с ростом внешнеторгового оборота в целом, в осуществлении таможенного регулирования в Евразийском экономическом союзе. Основными проблемными вопросами таможенного контроля является классификация лесоматериалов в соответствии с Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и их идентификация.

Таможенная экспертиза выступает как один из основных методов в осуществлении таможенного контроля наряду с основными формами таможенного контроля [5]. Проблема осуществления таможенного контроля в отношении обработанных и необработанных лесоматериалов на данный момент является одной из главных. Так как с увеличением товарооборота лесоматериалов, увеличивается число совершаемых нарушений таможенных правил при осуществлении перемещения лесоматериалов через таможенную границу Евразийского экономического союза. Необходимо отметить значимость осуществления в процессе



таможенного контроля в отношении перемещаемых через таможенную территорию Евразийского экономического союза проведение таможенной экспертизы. Так как лесоматериалы круглые обработанные и необработанные являются стратегически важными ресурсами и входят в перечень установленный Правительством Российской Федерации «Перечень стратегически важных товаров и ресурсов для целей ст. 226.1 Уголовного кодекса Российской Федерации» соответственно существуют риски о совершении незаконного перемещения данных товаров. В целях предотвращения совершения нарушений таможенных правил, связанных с незаконным перемещением, необходимо совершенствовать и усиливать контроль за соблюдением таможенного законодательства как на наднациональном уровне, так и национальном уровне. Решение о необходимости проведения таможенного досмотра (осмотра) принимается только при наличии следующих оснований: а) письменное обращение перевозчика или лица, осуществляющего перемещение товаров, в целях установления и фиксации сведений о наименовании и количестве товаров, в том числе с отбором проб и образцов; б) в случае выявления риска (рисков), содержащихся в профиле риска, устанавливающим необходимость проведения таможенного досмотра. Решение о необходимости проведения таможенного досмотра принимается не позднее 10 минут с момента выявления необходимости его проведения. Таможенный досмотр осуществляется в срок не позднее одного рабочего дня с момента принятия решения о его проведении. Таможенный досмотр как форма фактического таможенного контроля лесоматериалов проводится на основании принятого должностным лицом таможенного органа решения о проведении таможенного досмотра и оформления им поручения на проведение досмотра по установленной форме. Таможенный досмотр лесоматериалов организуется с обязательным применением специальных технических средств таможенного контроля (ТСТК). Применение ТСТК осуществляется для ускорения проведения таможенного контроля, повышения его оптимизации и эффективности в целях получения информации о товарах, транспортных средствах, выявления подделки таможенных документов и средств таможенной идентификации, контрабанды и признаков административных правонарушений в области таможенного дела. К применению при проведении таможенного контроля допускаются ТСТК, соответствующие требованиям нормативной и эксплуатационной документации, полностью укомплектованные, в том числе и эксплуатационной документацией, зарегистрированные или освидетельствованные (сертифицированные) в соответствии с законодательством Российской Федерации. В зависимости от вида досматриваемых лесоматериалов должностное лицо, осуществляющее досмотровую операцию, должно иметь соответствующие средства измерения лесоматериалов либо эти средства могут быть предоставлены отправителем. Приказом ФТС от 21.12.2010 г. № 2509 «Об утверждении перечня порядка применения технических средств таможенного контроля, в таможенных органах Российской Федерации» утвержден перечень технических средств таможенного контроля, применяемых при проведении таможенного контроля и порядок их применения. В соответствии с приказом при таможенном контроле лесо- и пиломатериалов используются следующие ТСТК: рулетка измерительная металлическая, линейка измерительная металлическая, скоба лесная измерительная, измерительная лесная вилка, измеритель влажности, а так же, технические средства документирования и радиационного контроля. Анализируя данный перечень можно констатировать факт недостаточного оснащения таможенных органов современными высокотехнологичными средствами измерений лесоматериалов. При эксплуатации все средства измерений подвергаются проверке органами государственной метрологической службы. Как правило, должностные лица таможенных органов и экспортер пользуются одними и теми же средствами измерения. Погрешности измерений в результате применения указанных средств незначительны и на результаты измерений не оказывают особого влияния. Но всегда будет существовать человеческий фактор, влияющий на погрешности измерений, он может свести погрешности измерений к нулю, а может их значительно увеличить. Непосредственные измерения лесоматериалов проводит должностное лицо таможенно-

го органа, наделенное соответствующими полномочиями, и точность его измерений всецело зависит от его профессиональной подготовки, а часто и от моральной тоже.

Результаты измерений лесоматериалов зависят персонально от конкретного человека и могут сопровождаться значительными погрешностями. Кроме того, сколько человек параллельно будут измерять лесоматериалы, столько же будет и результатов. Человек как измерительная система допускает большие погрешности, причем, не всегда предсказуемые. Тут есть как объективные причины – уровень профессиональной подготовки и ограниченные возможности, вследствие необустроенности мест проведения таможенного контроля, так и субъективные – личная заинтересованность. Сведения об использованных средствах измерения в обязательном порядке указываются в акте таможенного досмотра. Результаты таможенного досмотра фиксируются должностным лицом, осуществлявшим данный досмотр, на бланке акта таможенного досмотра. Акт таможенного досмотра (осмотра, наблюдения) составляется в двух экземплярах в соответствии с требованиями Приказа ФТС России от 25.10.2011 № 2199 «Об утверждении форм документов для целей применения отдельных форм таможенного контроля». Помимо иных требований, установленных действующим таможенным законодательством России, описательная часть акта таможенного досмотра лесоматериалов, классифицируемых в товарной позиции 4403 ТН ВЭД должна в обязательном порядке включать в себя: точное наименование в соответствии с принятыми в лесозаготовительной промышленности терминами и определениями; наличие либо отсутствие коры, признаков черновой обработки, брусочки; наличие либо отсутствие обработки консервантами (краской, лаком, креозотом или иными веществами) в целях длительного хранения; наличие (отсутствие) маркировки и ее описание; геометрические размеры (длина, диаметр в верхнем торце (от и до), диаметр в нижнем торце (от и до)); параметры измерений и подробности расчета объема; объем лесоматериалов в кубических метрах без округления. Описательная часть акта таможенного досмотра лесоматериалов, классифицируемых в товарной позиции 4407 ТН ВЭД, должна в обязательном порядке включать в себя: точное наименование в соответствии с принятыми в лесозаготовительной промышленности терминами и определениями; вид обработки (распиленные вдоль или расколотые, строганные или лущеные, обтесанные или необтесанные, шлифованные или не шлифованные, имеющие или не имеющие соединения в шип, прошедшие сушку или естественной влажности); наличие и объем пороков и дефектов лесоматериалов – синева, плесень, сучковатость и т. д.; наличие (отсутствие) маркировки и ее описание; геометрические размеры (длина×ширина×толщина); параметры измерений и подробности расчета объема; объем лесоматериалов в кубических метрах без округления. В случае невозможности определения точных данных указываются причины, по которым определение заданных показателей не представляется возможным; влажности лесоматериалов; иные сведения, установленные поручением на досмотр. Расхождения заявленных сведений об объеме круглых лесоматериалов с данными, полученными таможенным постом при осуществлении таможенного досмотра, не должно превышать допустимую величину погрешности результатов измерений, установленную нормативными актами, действующими в Российской Федерации (как правило, в пределах 5 %).

В заключение отметим, что достоверность таможенного контроля лесоматериалов определяется многими факторами, среди которых необходимо назвать совершенствование технических средств ТК, и применяемых методик, повышение сознательности сотрудников таможенных органов, улучшение условий их труда и повышение квалификации в области лесного дела.

### **Библиографические ссылки**

1. Андреев А. Ф. Теоретические аспекты оценки эффективности и качества таможенного дела // Вестник Российской таможенной академии. 2012. № 2. С. 32–36.

2. Белых О. А., Мокрый А. В., Галемина М. А. и др. Экологическая оценка состояния пригородных лесов г. Байкальска // Известия Иркут. гос. экон. акад. 2015. Т. 25, № 5. С. 913–920.
3. Дицевич Я. Б., Белых О. А., Русецкая Г. Д. Противодействие преступности в сфере лесопользования: проблемы и перспективы // Всерос. криминологический журн. 2017. Т. 11, № 2. С. 308–317.
4. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 22.11.2018).
5. Белых О. А., Тхорев В. И. Фитохимическая экспертиза растительного сырья в международной торговле // Известия Иркут. гос. экон. акад. 2012. № 5. С. 198–203.

© Белых О. А., Белых В. В., 2019

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОНЕТИЗАЦИИ YOUTUBE-КАНАЛА

А. А. Борисов, А. С. Михайлов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: mixmax6808@rambler.ru

*Целью работы является изучение, уточнение параметров и разработка модели процесса монетизации канала на интернет-портале YouTube с помощью библиотеки системной динамики AnyLogic.*

*Ключевые слова: имитационное моделирование, AnyLogic, системная динамика, монетизация, YouTube, модель.*

## MODELLING OF YOUTUBE-CHANNEL MONETIZATION PROCESS

A. A. Borisov, A. S. Mikhaylov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: mixmax6808@rambler.ru

*Purpose of the project is the research, clarification of the parameters and the development of the model of channel monetization process on the YouTube website by using System Dynamics library of AnyLogic.*

*Keywords: simulation modelling, AnyLogic, System Dynamics, monetization, YouTube, model.*

**Введение.** В последние годы сфера онлайн-видео достигает пика своей популярности. Во многом это связано с появлением большого количества качественного контента. В свою очередь качественный контент приобретает популярность у огромной аудитории площадки YouTube – монополиста в области хранения и показа видео. На данный момент YouTube – это своего рода социальная сеть, а видеоролики, как форма контента, переживают свой расцвет. Наличие сети Интернет практически в каждом уголке мира, а также независимость зрителя в выборе контента, только добавляют известности и востребованности portalу. Если верить статистике, приведенной на самом сайте видео хостинга, то его аудитория – больше миллиарда человек, т. е. треть всех пользователей сети Интернет. Немаловажным фактором такой популярности portalа является его коммерческая составляющая. Актуальность исследуемой темы заключается в том, что абсолютно любой человек может получать прибыль со своих видеороликов. Для этого используется процесс монетизации – извлечение финансового потока средств за счет продвижения своего личного контента. Размер прибыли напрямую зависит от качества загружаемого видео и его популярности у зрителей.

Таким образом, объект исследования в данном проекте – видеохостинговая компания YouTube. Предмет исследования – монетизация канала на этом portalе, возможность получения дохода со своих роликов.

Цель проекта – как можно точнее смоделировать то, как и за какой промежуток времени пользователь видеохостинга сможет достичь окупаемости своего канала.

Моделирование поможет понять на какие параметры нужно обратить внимание в первую очередь при популяризации и продвижении канала. Также, благодаря средствам моделирования, появляется возможность варьировать параметры, которые имеют непосредственное влияние на успешность канала, начиная с эффективности рекламы и заканчивая количеством просмотров ролика на канале. Изменяя подобные параметры, модель даст возможность изучить прибыльность канала, не затрачивая при этом почти никаких средств, т.е. безопасно проанализировать различные сценарии «что, если...». Нельзя не отметить и то, что неопределенность во времени и в результатах легко отобразить в разработанной имитационной модели, это позволит оценить степень риска, а виртуальные эксперименты с моделью обойдутся гораздо дешевле и потребуют меньше времени, чем эксперименты с реальными активами.

Указанные выше преимущества моделирования дают понять, почему оно так востребовано и эффективно при изучении процессов реального мира или при разработке сложных технических систем.

Разработанная модель позволит оценить начинающим видеоблогерам свои возможности по раскрутке и развитию канала на площадке YouTube, а также приблизительно измерить время, которое необходимо будет потратить для этого.

**Характеристика объекта моделирования.** Рассмотрим жизненный цикл контента, выпускаемого YouTube-каналом, на котором планируется организация процесса монетизации.

Медиапродуктом в данном случае будут видеоролики, которые загружает на канал пользователь. Медиакомпанией является автор видео или сам канал YouTube. Медиарынок – это весь портал YouTube. Жизненный цикл будет выглядеть следующим образом:

- Создание. Создание контента зависит от его актуальности сейчас или в ближайшем будущем, так как именно этим обуславливается популярность видеороликов у зрителей. Поэтому медиакомпаниям нужно определиться с тематикой своего контента, понять будет ли это интересно аудитории и насколько это выгодно.

- Производство. Производством, как правило, занимается медиакомпания. Автор роликов определяет их длительность, то, в каком виде они будут появляться. На этом этапе возможны правки или эксперименты, так как нужно понять какая форма контента будет иметь популярность у аудитории.

- Доставка продукта потребителю. Выполнение этой задачи обеспечивается по большей части средствами медиарынка, т. е. площадки YouTube. С ее помощью пользователь находит интересные для себя видеоролики, ему предлагается контент, основанный на его интересах и поисковых запросах. Немаловажную роль играют уведомления о выходе новых роликов на канале или о появлении контента, который может быть ему интересен.

- Потребление медиапродукта. Это просмотр роликов. Сам просмотр видео говорит о том, что пользователю, как минимум, интересна эта тема. Свое мнение о качестве потребленного продукта он может выразить с помощью отметок «нравится» или «не нравится». Также пользователь может поделиться видео с другими людьми, что повышает потребляемость продукта, а также ведет к росту популярности.

- Хранение. Медиапродукт хранится на канале автора. Этот этап может закончиться, если пользователь или площадка YouTube решат удалить видеоролик. При этом хранящийся ролик может снова приобрести популярность у аудитории, если затронутая в нем тема вновь станет актуальна. Таким образом, даже ролики двух- или трехлетней давности могут принести определенную прибыль.

**Разработка модели.** Модель была реализована в программной среде «AnyLogic Professional 8.3.1», успешно применяемой для имитационного моделирования в различных парадигмах моделирования, в том числе и для моделирования системной динамики [1–3].

Внешне модель выглядит так, как показано на рис. 1. По существу, созданная модель является аналогом непрерывной цепи Маркова, так как накопители и потоки – это своего рода состояния и связи, где уравнения играют роли вероятностей перехода.

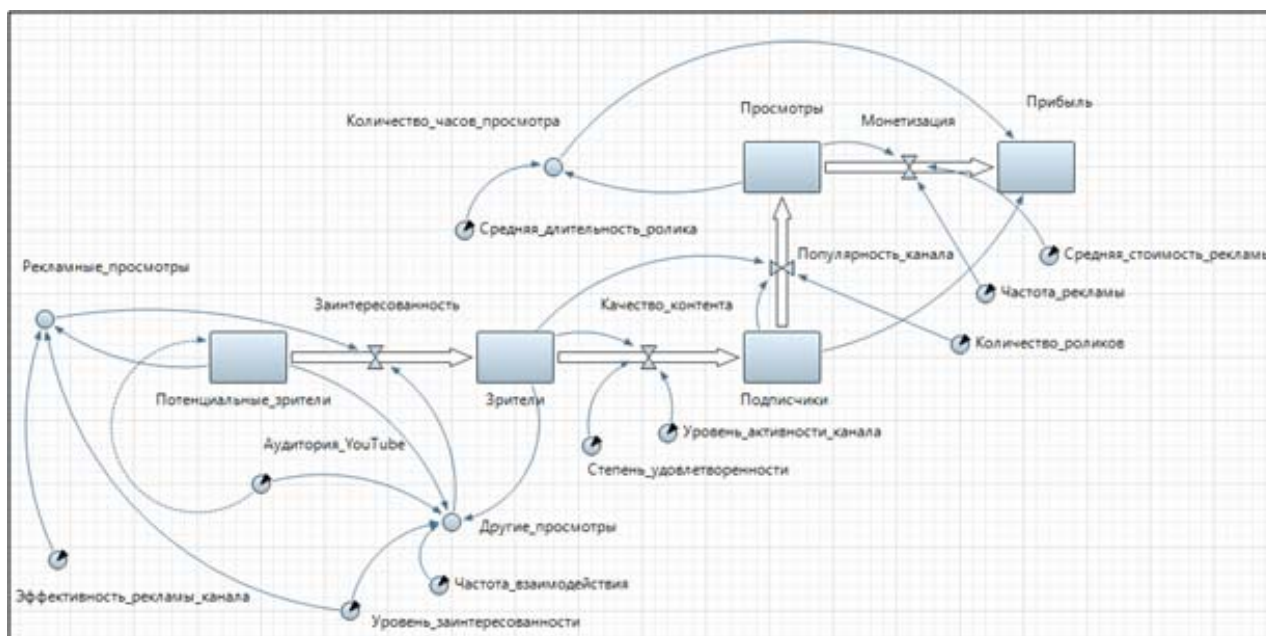


Рис. 1. Внешний вид модели

Модель содержит 5 накопителей («Потенциальные зрители», «Зрители», «Подписчики», «Просмотры», «Прибыль»), 4 потока («Заинтересованность», «Качество контента», «Популярность канала», «Монетизация»), 3 динамических переменных («Рекламные просмотры», «Другие просмотры», «Количество часов просмотра»), 24 связи и 10 параметров. Подробное описание параметров приведено в таблице.

#### Параметры

| Наименование                 | Описание                                                                    | Свойства                            |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Эффективность рекламы канала | Показывает, насколько эффективна реклама в привлечении зрителей             | Значение по умолчанию – 0,02        |
| Аудитория «YouTube»          | Общая аудитория портала                                                     | Значение по умолчанию – 100 000 000 |
| Уровень заинтересованности   | Показывает, насколько человеку интересна тематика канала                    | Значение по умолчанию – 0,02        |
| Частота взаимодействия       | Как часто люди контактируют с другими людьми и делятся информацией о канале | Значение по умолчанию – 5           |
| Степень удовлетворенности    | Насколько человек удовлетворен контентом канала                             | Значение по умолчанию – 0,03        |
| Уровень активности канала    | Насколько активен канал                                                     | Значение по умолчанию – 0,03        |
| Количество роликов           | Общее количество роликов на канале                                          | Значение по умолчанию – 2           |
| Средняя длительность ролика  | Средняя продолжительность ролика на канале                                  | Значение по умолчанию – 3           |
| Частота рекламы              | Как часто в видео встречается реклама                                       | Значение по умолчанию – 0,02        |
| Средняя стоимость рекламы    | Средняя цена одного рекламного блока                                        | Значение по умолчанию – 0,02        |

Работа модели устроена следующим образом. Потенциальные зрители, которые являются аудиторией площадки «YouTube», узнают о ролике или канале посредством рекламы (социальные сети; предложенные пользователю видео) или другими способами (рассказали знакомые; поисковый запрос; переход по ссылке на канал или видео). На частоту переходов на канал влияют такие параметры как эффективность рекламы, уровень заинтересованности или частота взаимодействия. Просмотрев ролик, пользователь переходит из потенциального зрителя в ранг зрителя. Далее, в зависимости от того, понравился ли ему канал (степень удовлетворенности каналом; уровень активности канала) или нет, зритель становится подписчиком. И зрители, и подписчики пополняют накопитель «Просмотры», ведь они, так или иначе, просмотрели видеоролик. Подписчики, как правило, смотрят все ролики на канале, тем самым еще увеличивая количество просмотров. Просмотры используются в подсчете времени, которое пользователи провели, смотря видео на канале. Показатель «Количество часов просмотра» необходим для учета одного из двух обязательных условий монетизации. При выполнении второго обязательного условия (минимум 1000 подписчиков) активируется поток «Монетизация», в котором задан расчет прибыли канала с учетом средней стоимости рекламы и ее частоты.

**Калибровка модели.** После формализации модели, построения ее структуры и тестовых «прогонов», нужно определить при каких значениях параметров модель будет работать наиболее близко к реальной системе, которую она моделирует. Для выполнения этой задачи в AnyLogic был проведен эксперимент «Калибровка». Встроенный в программную среду эксперимент производит несколько повторных запусков модели с различными значениями параметров и с помощью встроенного оптимизатора «OptQuest» находит такие значения, при которых результаты моделирования наиболее точно соответствуют реальным данным [4].

В результате эксперимента изменились параметры, указанные на рис. 2.

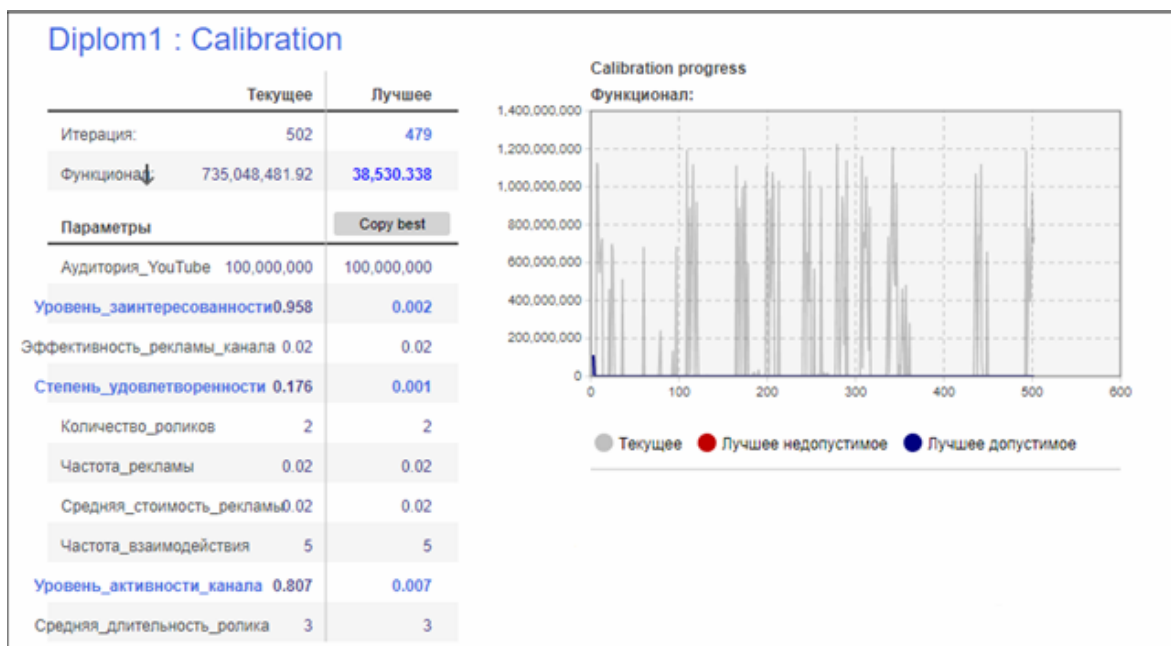


Рис. 2. Результаты эксперимента «Калибровка»

**Заключение.** Имитационное моделирование – это прекрасный инструмент для оптимизации бизнес-процессов и разработки моделей сложных динамических систем. Программный продукт AnyLogic Professional позволяет успешно строить и изучать динамические системы, не затрачивая при этом больших финансовых и временных ресурсов. В ходе проведенной работы были решены все поставленные задачи.

### Библиографические ссылки

1. Решмин Б. И. Имитационное моделирование и системы управления. Вологда : Инфа-Инженерия, 2016. 74 с.
2. Григорьев И. Н. AnyLogic за три дня : практ. пособие по имитационному моделированию. СПб. : Политехника, 2016. 202 с.
3. AnyLogic [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <https://www.anylogic.ru> (дата обращения: 22.11.2018).
4. YouTube [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <http://youtube.ru> (дата обращения: 22.11.2018).

© Борисов А. А., Михайлов А. С., 2019



## ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Д. Д. Габитов<sup>1</sup>, Г. М. Рудакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Красноярский политехнический техникум

Российская Федерация, 660079, г. Красноярск, ул. Матросова, 20

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий» 31

E-mail: gmrfait@gmail.com

*Данная статья посвящена воздействию компьютера (точнее работы за компьютером) на здоровье человека. Ниже рассмотрим основные моменты взаимодействия человек-компьютер, а также нарушения здоровья человека, вызванные длительной работой за компьютером.*

*Ключевые слова: компьютер, человек, нарушения здоровья.*

## THE IMPACT OF COMPUTER ON HUMAN HEALTH

D. D. Gabitov<sup>1</sup>, G. M. Rudakova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk Polytechnic College

20, Matrosov Str., Krasnoyarsk, 660079, Russian Federation

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: gmrfait@gmail.com

*This article is devoted to the effects of the computer (or computer) on human health. Let us consider the highlights of human-computer interaction, as well as human health disorders caused by long work at the computer.*

*Keywords: computer, person, health disorders.*

### 1. Длительная работа за компьютером

По сути дела, только длительная работа за компьютером может оказать существенное влияние на здоровье человека. В наше время использование компьютеров во всех сферах жизни становится все шире и потому все больше людей вынуждены проводить целые дни у мониторов компьютеров.

Рассмотрим основные аспекты длительной работы за компьютером [1].

1. Работающий за компьютером человек длительное время должен сохранять относительно неподвижное положение, что негативно сказывается на позвоночнике и циркуляции крови во всем организме (застой крови). Особенно сильно застой крови выражен на уровне органов малого таза и конечностей. При длительных нарушениях циркуляции крови нарушается питание тканей и повреждаются стенки сосудов, что в свою очередь приводит к их необратимому расширению. Такое расширение сосудов наблюдается, например, при геморрое.

2. Чтение информации с монитора вызывает перенапряжение глаз. Возникает это главным образом потому, что во время чтения с монитора расстояние от текста до глаз постоянно остается одним и тем же, из-за этого мышцы глаз, регулирующие аккомодацию, находятся в постоянном напряжении. Со временем это может привести к нарушению аккомодативной способности глаз и, следовательно, к нарушениям зрения.

3. Длительная работа на клавиатуре приводит к перенапряжению суставов кисти и мышц предплечья.

4. Мониторы, снабженные электронной пушкой, являются сильным источником электромагнитных полей. Постоянная «бомбардировка» организма человека ускоренными электронами приводит к различным расстройствам нервной системы и глаз.

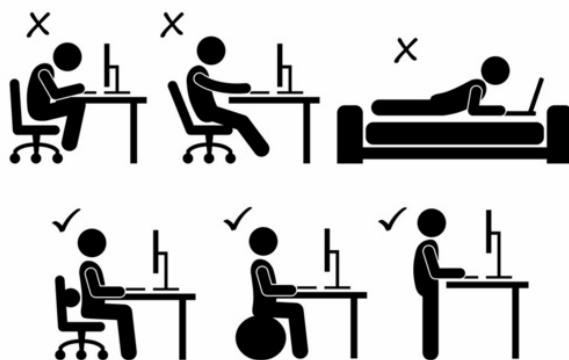
5. Работа за компьютером предполагает переработку большого массива информации и постоянную концентрацию внимания, поэтому при длительной работе за компьютером нередко развивается умственная усталость и нарушение внимания.

6. Человек, работающий за компьютером, вынужден все время принимать решения, от которых зависит эффективность его работы. Порой бывает довольно сложно предположить последствия того или иного шага (особенно на фоне хронической усталости). Поэтому, длительная работа за компьютером, часто является причиной хронического стресса. Заметим, что необходимость перерабатывать большое количество неоднородной (и в большинстве своем ненужной информации), так же приводит к развитию стресса.

7. Все чаще появляются сообщения о возникновении компьютерной зависимости. Действительно, длительная работа за компьютером, работа в Интернете и компьютерные игры могут вызвать подобные психические расстройства.

8. Работа за компьютером нередко поглощает все внимание работающего человека и потому, такие люди часто пренебрегают нормальным питанием и работают впроголодь весь день. Неправильное питание приводит не только к нарушениям работы органов пищеварительного тракта, но и к возникновению минеральной и витаминной недостаточности. Известно, что не недостаток витаминов и минералов негативно сказывается на процессе обмена веществ в организме, что приводит к снижению интеллектуальных способностей человека. Снижение эффективности работы, что в свою очередь вызывает необходимость находиться еще больше времени за компьютером. Таким образом, образуется своеобразный «порочный круг», в котором длительная работа за компьютером является пусковым моментом, определяющим все последующие нарушения.

Гиподинамия, стресс, вредные привычки и неправильное питание являются основными причинами сердечно-сосудистых заболеваний и диабета. Таким образом, человек длительное время, работающий за компьютером подвергается реальному риску сердечно-сосудистых заболеваний, различных заболеваний глаз, двигательного аппарата, психических расстройств (см. рисунок).



Положение человека при работе за компьютером

Меры профилактики проблем с опорно-двигательным аппаратом, вызванных длительной работой на компьютере следующие.

- Используйте специальное офисное кресло. Оно поможет уменьшить нагрузки на позвоночник и плечевой пояс.

- Ваши ноги должны стоять на полу, быть согнуты под углом 90 °С в коленных и тазобедренных суставах. Не кладите ногу на ногу.

- Держите спину ровно. Отрегулируйте офисное кресло так, чтобы вы могли сидеть с прямой спиной.

- Делайте перерывы. После каждого часа работы нужно встать и 10 минут походить.

- Выполняйте упражнения. Малоподвижный образ жизни вреден не только для опорно-двигательного аппарата, но и для сердечно-сосудистой системы, внутренних органов. Выделяйте каждый день хотя бы немного времени на физические упражнения. Старайтесь больше ходить пешком, а не ездить на автомобиле и в общественном транспорте.

## **2. Синдром компьютерных глаз**

Синдромом компьютерных глаз называют проблемы с органом зрения, которые вызывает частая и длительная работа с компьютером. Это не какое-либо одно определенное состояние: термин «синдром компьютерных глаз» обозначает весь спектр нарушений, включая сухость, боль и пр. Согласно американской статистике, от 50 до 90 % людей, которым приходится подолгу работать с компьютером, испытывают те или иные проявления синдрома компьютерных глаз. Обычно это состояние рассматривают как «профессиональную болезнь» офисных работников. Но компьютерный зрительный синдром в настоящее время встречается довольно часто и среди детей, которые любят поиграть в игры на компьютере или мобильных устройствах. Нагрузки на глаза повышаются при плохом освещении и неправильном расположении монитора [2].

### **Почему возникает синдром компьютерных глаз?**

Особенности функционирования глаз во время работы на компьютере:

- Зрение должно постоянно фокусироваться на экране, поэтому движения глазных яблок ограничены – это неестественное состояние.

- Все картинки на экране постоянно находятся в одной плоскости. Человек не переводит взгляд с ближних объектов на дальние и наоборот. Поэтому мышцы, ответственные за изменение кривизны хрусталика и фокусировку зрения, постоянно находятся в напряжении.

- Экран компьютера сам испускает свет. А глаз человека привык воспринимать окружающие предметы в отраженном свете. Особенно большие нагрузки на орган зрения приходятся в случае, если на мониторе настроена слишком высокая яркость.

- Во время напряженной работы на компьютере, когда нужно сосредоточиться, человек «забывает» моргать. Это приводит к повышенной сухости глазных яблок. В норме человек моргает 15–25 раз в минуту, при этом каждый раз глаз увлажняется слезной жидкостью.

Во время работы на компьютере глаза испытывают более высокое напряжение, чем при чтении книги. Изображения на компьютерном экране обычно более контрастны, он мерцает (хотя это и незаметно невооруженным глазом, так же, как мигание лампочки и экрана телевизора), дает блики.

## **3. Влияние компьютера на нервную систему, мышление, познавательные навыки, поведение**

Во время работы на компьютере человек напрягает внимание, вынужден обрабатывать большие объемы информации в единицу времени. Это способствует более быстрому наступлению утомления. Однако, как показывают исследования, компьютеры могут благотворно влиять на познавательные навыки.

## **4. Компьютер и риск познавательных нарушений**

К познавательным функциям человеческого мозга относят способность обучаться, усваивать новую информацию, запоминать её, передавать другим людям и использовать. С возрастом в этой сфере происходят ухудшения. Сильные познавательные нарушения возникают при деменции (слабоумии), наиболее распространенной формой, которой является болезнь Альцгеймера, возникающая преимущественно у пожилых людей. Вероятность развития деменции зависит от разных факторов [3]. Ученым уже давно известно о том, что люди, кото-

рые постоянно поддерживают умственную активность и решают разные интеллектуальные задачи, лучше защищены от подобных расстройств, часто до глубокой старости сохраняют ясный ум. В марте 2016 года было проведено исследование, которое показало, что люди, которые регулярно используют в работе компьютер, имеют на 42 % более низкие риски снижения познавательных способностей с возрастом.

### **5. Кистевой туннельный синдром**

Кистевой туннельный синдром (синдром запястного канала) – заболевание, которое возникает из-за сдавления одного из нервов, иннервирующих кисть, между мышцами и сухожилиями. Разные виды монотонной работы, во время которых человек вынужден постоянно сгибать и разгибать руку в лучезапястном суставе, в том числе работа на клавиатуре, повышают риск развития синдрома лучезапястного канала [4].

Почему у компьютерщиков развивается синдром запястного канала?

Срединный нерв – один из нервов, обеспечивающих чувствительность и движения кисти – проходит в ограниченном пространстве, в так называемом запястном канале, образованном соединительной тканью и костями запястья. Во время работы на клавиатуре кисти рук постоянно испытывают следующие воздействия: Постоянные, монотонные сгибания и разгибания в лучезапястных суставах. Кисти постоянно пребывают в напряжении. Вибрация во время ударов пальцами по клавиатуре.

Как сохранить здоровье кистей и лучезапястных суставов, работая на компьютере?

*Правильное использование компьютерной мышки:*

- Ладонь должна располагаться таким образом, чтобы нижняя часть мышки находилась возле запястья.
- Безымянный и большой палец должны находиться немного по бокам и слегка касаться боковых граней мышки.
- Указательный палец должен легко лежать на левой кнопке мышки, средний – на правой.
- Во время перемещения мышки старайтесь не совершать сильные движения в лучезапястном суставе – вся рука должна свободно двигаться за мышкой.

*Правильное использование клавиатуры:*

- Руки должны быть расслаблены, согнуты в локтях под углом 90° и свободно лежать на столе.
- Пальцы должны быть слегка согнуты. Кнопок клавиатуры нужно касаться только подушечками, нанося короткие мягкие удары.
- Во время набора текста совершать движения лучше не в лучезапястных суставах, а пальцами.
- Не кладите ладони на стол и на клавиатуру.

### **Библиографические ссылки**

1. Гунн Г. Е. Компьютер: как сохранить здоровье: рекомендации для детей и взрослых. СПб. : Нева ; М. : Олма-Пресс, 2003.
2. Как сохранить и улучшить зрение : сб. М. : Крон-Пресс, 1995.
3. Беляев А. А. Частная неврология. СПб. : Лань, 2002.
4. Влияние компьютера на здоровье человека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tiensmed.ru/programmer1.html> (дата обращения: 18.02.2019).

© Габитов Д. Д., Рудакова Г. М., 2019

## **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА ДЛЯ КГБПОУ «КРАСНОЯРСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»**

Д. Д. Габитов<sup>1</sup>, Г. М. Рудакова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Красноярский политехнический техникум

Российская Федерация, 660079, г. Красноярск, ул. Матросова, 20

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий» 31

E-mail: gmrfait@gmail.com

*Рассматриваются вопросы о создании Web-сайтов, что является одной из важнейших технологий разработки ресурсов Internet. Объектом исследования является: разработка информационного сайта на CMS Joomla и размещение сайта в сети.*

*Каждый сайт создается с какой-то определенной целью. Прежде всего, они нужны для передачи определенной информации пользователю сети. Назначение и внешний облик сайтов поражает своим разнообразием.*

*Ключевые слова: web-сайт, адрес, протокол, HTTP, визитная карточка, CMS, Joomla, сеть, сайт, пользователь, информация, Интернет.*

## **DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SITE FOR KGBPOU “KRASNOYARSK POLYTECHNIC COLLEGE”**

D. D. Gabitov<sup>1</sup>, G. M. Rudakova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk Polytechnic College

20, Matrosov Str., Krasnoyarsk, 660079, Russian Federation

<sup>2</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: gmrfait@gmail.com

*The article discusses the creation of Web sites, which is one of the most important technologies for developing Internet resources. The object of the study is: the development of an information site on CMS Joomla and the placement of the site in the network.*

*Keywords: website, address, protocol, HTTP, business card, CMS, Joomla, network, site, user, information, Internet.*

*Общие сведения о «Красноярском политехническом техникуме»*

Красноярский колледж деревообрабатывающей промышленности основан в 1930 году. В 1925 году это было лесное отделение Красноярского сельскохозяйственного политехникума, готовящее техникумов для лесного хозяйства.

В 1959 году переименован в Красноярский политехнический техникум. В 1991 году переименован в Красноярский колледж деревообрабатывающей промышленности.

В 2005 году переименован в Красноярский политехнический техникум.

В 2012 году переименован в краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Красноярский политехнический техникум».

- Первым директором был Иван Анисимович Вашкорин (1877–1968 гг.).

- С 1964 года директором стал Борис Алексеевич Осипенко.
- С 1968 г. по 1990 г. техникум возглавил новый директор Юрий Максимович Макаров.
- С 1990 года политехнический техникум переименовали на колледж деревообрабатывающей промышленности и директором стал Безносков Геннадий Александрович.
- С 1961 по 1983 год заместителем директора по учебной работе была Екатерина Васильевна Дрогина.
- С 1983 по 1995 год стала заместителем директора по учебной работе была Дударева Светлана Сергеевна.
- С 2008 года директором назначена М. В. Таргонская.

Известные выпускники:

- А. Ф. Домбраускас выпускник 1958 г. – доктор технических наук;
- П. И. Пимашков выпускник 1968 г. – мэр г. Красноярск;
- Н. М. Чуринов выпускник 1961 г. – доктор философских наук;
- А. И. Таюрский выпускник 1969 г. – доктор экономических наук.

#### *Основные понятия CMS*

CMS (от английского Content Management System) – система управления содержимым – компьютерная программа или информационная система, которая используется для организации и обеспечения процесса по совместному созданию, управлению и редактированию содержимого сайта [1].

В такой системе управления контентом определяется всё многообразие существующих данных: стандартные документы, музыка и звуки, видео, каталоги всевозможной информации и многое-многое другое. И именно для управления, хранения, обработки, просмотра и публикации таких данных различными группами пользователей и служат CMS. Отсюда кстати возникает и новый род профессиональной деятельности – контент менеджер, или проще говоря – редактор сайта.

CMS делятся на бесплатные и платные. Использование бесплатных систем управления контентом вовсе не означает, что они плохие или имеют много ограничений. Напротив, они также могут быть многофункциональными и полезными: **Бесплатная система управления сайта Joomla [2], Бесплатная система управления WordPress, Платная система управления сайта 1С-Битрикс.**

#### *Лейаут сайта*

Лейаут означает, что элемент отвечает за размеры и позиционирование самого себя и возможно любых дочерних элементов. Некоторые «фиксированные» элементы, иными словами, имеющие ограничения размера всегда имеют лейаут. Например, кнопки, изображения, поля форм, теги `<select>` и `<marquee>` всегда исходного размера, если ширина и высота явно не указана.

Иногда элементы, которым обычно не требуется информация о лейаут, вроде `<div>` или `<span>`, могут иметь специфичные свойства, устанавливающие лейаут для применения некоторых параметров – к примеру, элемент должен иметь лейаут, чтобы получить полосы прокрутки.

Лейаут всегда имеют элементы:

- изображения;
- таблицы, их строки и ячейки;
- элементы форм: текстовые поля, кнопка, поле с файлом;
- абсолютное позиционированные элементы;
- строчно-блочные элементы.

### *Модульная сетка сайта*

Модульная сетка сайта – это система верстки, при которой основной композиции разворотов и полос становится модульная сетка с заданными шагом, одинаковыми или различными по вертикали и горизонтали [3].

Такой метод упрощает процесс проектирование web-интерфейсов и последующую html-верстку. В отличие от типографской модульной сетки, модули web-дизайне могут растягиваться в зависимости от разрешения экрана. Любой сайт состоит из модулей, и дизайнер должен расположить эти модули на странице таким образом, чтобы сделать максимально удобным поиск информации на сайте.

Обычно сайт состоит из следующих модулей [4]:

- название;
- логотип фирмы или сайта;
- меню навигации;
- основное содержание страницы.

Эти элементы, которым создается внешний вид страницы и называют модульной сеткой. Чем сложнее проект, тем сложнее у него будет модульная сетка (рис. 1).

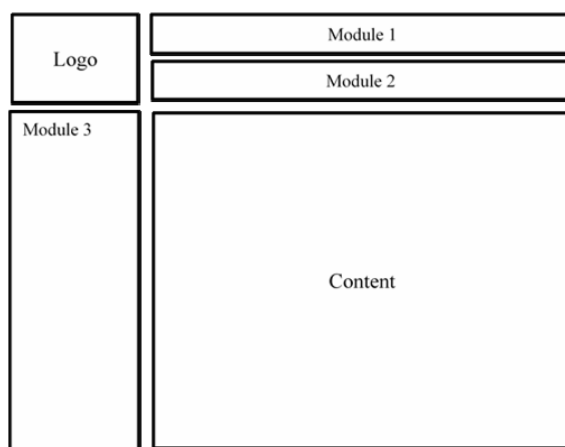


Рис. 1. Структура сайта

Модуль № 1 – отображает горизонтальное меню, которое содержит разделы:

- новости;
- абитуриенту;
- специальности;
- профсоюз;
- библиотека;
- техникум 85 лет;
- расписание занятий.

Модуль № 2 – версия для слабовидящих;

Модуль № 3 – отображает вертикальное меню, которое содержит разделы:

- главное меню;
- приемная комиссия;
- свяжитесь с нами.

### *Web-дизайн*

Web-дизайн – создание графических элементов макета сайта, стилей и элементов навигации. Разработка дизайна, графических элементов, обработка графики. В графическом редакторе разработано визуальное пространство сайта с помощью графических элементов.

Макет главной страницы – это основа для проработки остальных страниц, именно он задает единый стиль.

Дизайн главной страницы, копия экрана представлена на рис. 2.

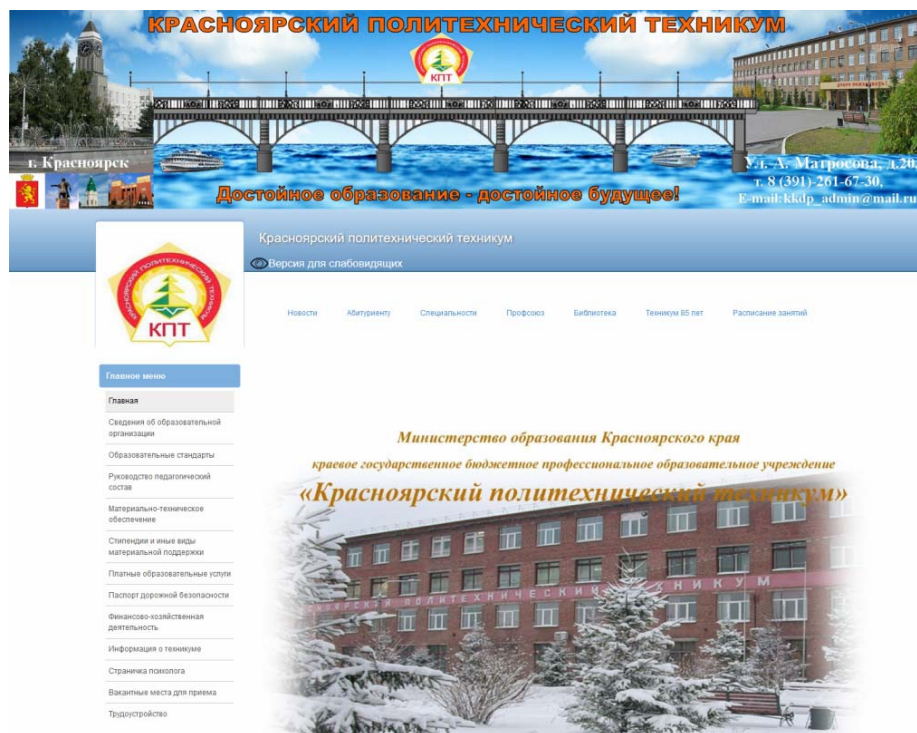


Рис. 2. Дизайн главной страницы

## 1. Размещение сайтов в Интернете

Сервисы, предлагающие свои услуги хостинга, дают возможность размещать информацию, интернет сайт на своём сервере. Таким образом, не нужно устанавливать свой собственный сервер в Интернет, что позволяет существенно сэкономить деньги. В зависимости от тарифного плана, предлагается определённый объём места на жёстких дисках сервера, e-mail, возможность работы с CGI, MSQ, и так далее.

Как правило, на платном хостинге – домен будет выглядеть примерно так: hostname.com/yourname, а на бесплатном – предоставляется субдомен и адрес будет выглядеть следующим образом: yourname.hostname.com. В настоящее время многие сайты предлагают партнерские программы.

Всю процедуру размещения сайта в Интернете можно разделить на две этапа:

- доменного имени;
- хостинг.

### 1.1. Доменное имя

Доменное имя – это адрес сетевого соединения, который идентифицирует владельца адреса. Домен (domain) – это область пространства иерархических имен глобальной сети Интернет, которая обслуживается набором серверов доменных имен (DNS) и централизованно администрирует.

Домен – это адрес, по которому будет доступен Ваш сайт в Интернете. Для примера, посмотрим на адрес сайта yandex.ru, здесь yandex является доменом второго уровня, а .ru – называется доменом верхнего уровня или иногда «зона». Также и с адресом яндекс.рф: яндекс – домен второго уровня, а .рф – домен верхнего уровня или зона.

Доменное имя для информационного сайта было выбрано spokpt2.ru – среднее профессиональное образование Красноярский политехнический техникум.



## **1.2. Хостинг**

Хостинг (англ. hosting) — услуга по предоставлению вычислительных мощностей для физического размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети. Как правило, в услугу хостинга уже входит предоставление места для почтовой корреспонденции, баз данных, DNS, файлового хранилища и т. п., а также поддержка функционирования соответствующих сервисов.

Используя хостинг, можно получить множество преимуществ его работы:

- возможность резервного копирования информации;
- установка и использование полного пакета программного обеспечения, поставляемого вместе с оборудованием;
- просмотр статистики посещаемости сайта по отдельным страницам, возможность проведения гендерного анализа аудитории.

## **2. Информационная и техническая поддержка**

Информационная поддержка сайта важный элемент жизнедеятельности интернет-ресурса. В течение трех лет проводится информационная и техническая поддержка сайта, в которую входит:

- сбор необходимой информации, систематизация и подготовка новой информации для наполнения сайта, редактирование и утверждение ее с директором техникума;
- размещение утвержденного контента в соответствующих разделах сайта;
- размещение новостей на сайте и т. д.

## **Библиографические ссылки**

1. Горнаков С. Г. Осваиваем популярные системы управления сайтом. М. : Изд-во «ДМК Пресс», 2009. 169 с.
2. Бэрри Н. Joomla! 1.5. Практическое руководство. 2-е изд. СПб. : М. : Символ-Плюс, 2010. 464 с.
3. Гультияев А. К., Машин В. А. Проектирование и дизайн пользовательского интерфейса : учеб. пособие. СПб. : Корона-Принт, 2007. 352 с.
4. Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса. М. : Изд-во «ДМК Пресс», 2008 г. 416 с.

© Габитов Д. Д., Рудакова Г. М., 2019

## **ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПЫЛЕУГОЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

П. М. Гофман, В. В. Колесник

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: gofmanpm@mail.sibsau.ru

*Представлены результаты анализа ряда основных характеристик оборудования экологического мониторинга отечественных разработчиков и производителей.*

*Ключевые слова: экологическая безопасность; газоанализатор; кислород; уходящие газы.*

## **THERMAL WITH PULVERIZED COAL POWER PLANTS ENVIRONMENTAL MONITORING ISSUES**

P. M. Gofman V. M. Kolesnik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: gofmanpm@mail.sibsau.ru

*In article results of the analysis of some the basic characteristics of the equipment of domestic developers and manufacturers for ecological monitoring are submitted.*

*Keywords: ecological safety; a gas analyzer; oxygen; combustion gases.*

Руководствуясь Федеральными законами «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (с изменениями и дополнениями) и «Об охране атмосферного воздуха» № 98-ФЗ от 04.05.1999 г. (с изменениями и дополнениями) [2, 3] и в соответствии с СО 153-34.20.501-2003 («Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей российской Федерации, обязанности работника энергообъекта, п. 1.1.7 от каждого работника требуется:

- снижать вредное влияние производства на людей и окружающую среду;
- использовать достижения научно-технического прогресса в целях повышения экономичности, надежности и безопасности, улучшения экологии энергообъекта и окружающей среды [1].

Осуществление экологического мониторинга уходящих дымовых газов пылеугольных теплоэлектростанций является одним из важнейших путей выполнения соответствующих федеральных законов и должностных инструкций.

Основным нормативным документом, определяющим номенклатуру измеряемых составляющих уходящих газов являются «Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях» СО 34.35.101–2003, обязывающие все тепловые электростанции осуществлять непрерывный контроль и регистрацию содержания  $O_2$ ,  $CO$  и  $NO_x$  в дымовых газах, а также при наличии установки золоулавливания, сероочистки и газоочистки – концентрацию оксидов серы в пересчете на  $SO_2$  и концентрацию оксидов азота в пересчете на  $NO_2$ , которые внесены в «Пере-

чень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды», утвержденным Распоряжением Правительств Российской Федерации № 1316-р от 08.06.2015 г. [4; 5].

В 1990–2010-х гг. по распоряжению РАО «ЕЭС России» были разработаны нормативные документы по организации и проведению химико-технологического мониторинга, методики измерений и расчету указанных выше технологических параметров в дымовых газах для пылеугольных тепловых электростанций:

РД 34.11.306-86 (МТ 34-70-021-86) Методика выполнения измерений содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов [6];

РД 153-34.1.11.353-2001 Методика измерений массовых выбросов загрязняющих веществ от котельных установок с применением газоанализаторов с электрохимическими датчиками [7];

РД 34.02.305-98 Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС [8];

СО 34.02.320-2003 Организация контроля состава продуктов сгорания стационарных паровых и водогрейных котлов [9];

СО 153-34.02.304-2003 Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций [10];

СТО 70238424.13.040.40.002–2008 Стандарт организации НП «ИНВЭЛ» Тепловые электрические станции Экологическая безопасность Установки по очистке дымовых газов от оксидов серы Нормы и требования [11].

Вышеперечисленные документы явились основой для разработки, внедрения и совершенствования приборов и систем экологического мониторинга дымовых газов для пылеугольных тепловых электростанций.

В настоящее время большое количество отечественных предприятий осуществляют разработку и производство приборов и систем экологического мониторинга дымовых газов для тепловых электростанций и вопрос об оснащении ими обязывается Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в рамках разработки программ экологической эффективности предприятий и определения повышенных коэффициентов при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду для юридических лиц и предпринимателей, осуществляющих хозяйственную деятельность для стимулирования к проведению мероприятий к снижению негативного воздействия на окружающую среду [12].

Разработчики и производители котельного оборудования, начиная с 2003 г., в рамках требований по объему непрерывных измерений его технологических параметров выделяют требования по оснащению этого оборудования средствами непрерывного экологического мониторинга уходящих газов.

Проанализируем эксплуатируемое на многих теплоэлектростанциях РФ оборудование экологического мониторинга отечественных разработчиков и производителей:

– ФГУП «СПО «Аналитприбор»» (г. Смоленск) разрабатывающее весь спектр приборов и систем экологического мониторинга для многих отраслей промышленности, энергетики и транспорта и производящее стационарный многокомпонентный газоанализатор техно/экологического контроля АНК-АТ-410, осуществляющий непрерывный контроль всей линейки процентного содержания в уходящих газах  $O_2$ ,  $CO$  и  $NO_x$  на  $SO_2$   $NO_2$  [13; 14];

– АО «Проманалитприбор» (г. Бердск) специализирующееся на разработке и производстве газоанализаторов дымовых газов под торговой маркой «Экомер» и выпускающее стационарный газоанализатор ПЭМ-2М осуществляющий непрерывный контроль всей линейки процентного содержания в уходящих газах  $O_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  [15; 16];

– Фирма аналитического приборостроения «Информаналитика» (г. Санкт – Петербург), разрабатывающая и производящая линейку газоанализаторов для контроля дымовых газов для тепловых пылеугольных электростанций и выпускающая стационарный быстродействующий газоанализатор «АНГОР-С», осуществляющий контроль процентного содержания в уходящих газах  $O_2$ ,  $CO$  и  $NO$  [17, 18, 19].

Проведем сравнение технических характеристик газоанализаторов.

1. По номенклатуре контролируемых газов имеют равные возможности стационарный многокомпонентный газоанализатор техно/экологического контроля АНКAT-410 и стационарный газоанализатор ПЭМ-2М, удовлетворяющие требованиям НТД по перечню контролируемых газов [13–16].

Для полного выполнения требований НТД по перечню контролируемых газов наряду с применением стационарного быстродействующего газоанализатора «АНГОР-С» необходимо применение дополнительного газоанализатора, измеряющего содержание двуокиси серы [17–19]. «Информаналитика» (г. Санкт-Петербург) выпускает широкую гамму электрохимических первичных преобразователей концентрации диоксида серы (сенсоры) для применения в приборах газового анализа других производителей [19].

2. Наиболее высокий средний срок службы датчиков (электрохимических ячеек) – у стационарного многокомпонентного газоанализатора техно/экологического контроля АНКAT-410 (разработчик и производитель ФГУП «СПО «Аналитприбор» (г. Смоленск)) [13; 14]. Данные по среднему сроку службы в документации на стационарный быстродействующий газоанализатор «АНГОР-С» (разработчик и производитель Фирма аналитического приборостроения «Информаналитика» (г. Санкт-Петербург) отсутствуют [17–19].

3. Диапазон температуры окружающей среды, обеспечивающий нормальную работу газоанализатора, самый широкий у быстродействующего газоанализатора «АНГОР-С»

4. Одним из важнейших параметров являются трудозатраты на обслуживание. Этим показателем для всех типов газоанализаторов является время работы без корректировок: чем меньше величина трудозатрат на корректировку, тем эффективнее и чем больше время работы газоанализатора без корректировки, тем лучше. Самый большой срок работы без корректировки у газоанализаторов стационарного многокомпонентного газоанализатора техно/экологического контроля АНКAT-410 – 6 месяцев [13; 14].

5.1. Диапазон измерения содержания кислорода в уходящих газах всех без исключения газоанализаторов соответствует требованиям нормативных документов по организации измерений содержания кислорода в уходящих газах.

5.2. Самый широкий диапазон измерения содержания угарного газа в уходящих газах составляет у стационарного многокомпонентного газоанализатора техно/экологического контроля АНКAT-410:  $0 \div 4000 \text{ млн}^{-1}$  [13; 14].

5.3. Самый широкий диапазон измерения содержания окисей азота в уходящих газах в  $0 \div 4000 \text{ млн}^{-1}$  у стационарного многокомпонентного газоанализатора техно/экологического контроля АНКAT-410 и стационарного газоанализатора ПЭМ-2М (разработчик и производитель АО «Проманалитприбор» (г. Бердск) [13–16].

5.4. Наиболее широкий диапазон  $0 \div 5000 \text{ млн}^{-1}$  измерений содержания окисей серы у стационарного газоанализатора ПЭМ-2М [15; 16]. Тем не менее газоанализаторы остальных рассматриваемых производителей также укладываются в требования нормативных документов к этой технической характеристике [13; 14; 17–19].

6. Опция наличия выходных аналоговых сигналов реализована только в двух газоанализаторах: у АНКAT-410 формирующим выходные аналоговые сигналы двух типов –  $0 \div 5 \text{ мА}$  и  $4 \div 20 \text{ мА}$  и у стационарного быстродействующего газоанализатора «АНГОР-С» с формированием выходного аналогового сигнала  $4 - 20 \text{ мА}$  [13; 14; 17–19]. Благодаря выходным токовым сигналам эти газоанализаторы могут использоваться для интеграции в общеплочную АСУТП с подключением к модулям аналогового ввода устройств связи с объектами (УСО).

7. Опция наличия выходных дискретных сигналов реализована только в АНКАТ-410, благодаря чему его можно интегрировать в общешлюсовую АСУТП, подключив к модулям дискретного ввода [13; 14].

8. Все три газоанализатора имеют цифровой выход с интерфейсом RS-485 [13–19]. Стационарный многокомпонентный газоанализатор техно/экологического контроля АНКАТ-410 имеет цифровой выход с интерфейсом RS-232 [13; 14]. Производители газоанализаторов «АНГОР-С» и АНКАТ-410 используют ModBus RTU [13; 14; 17–19].

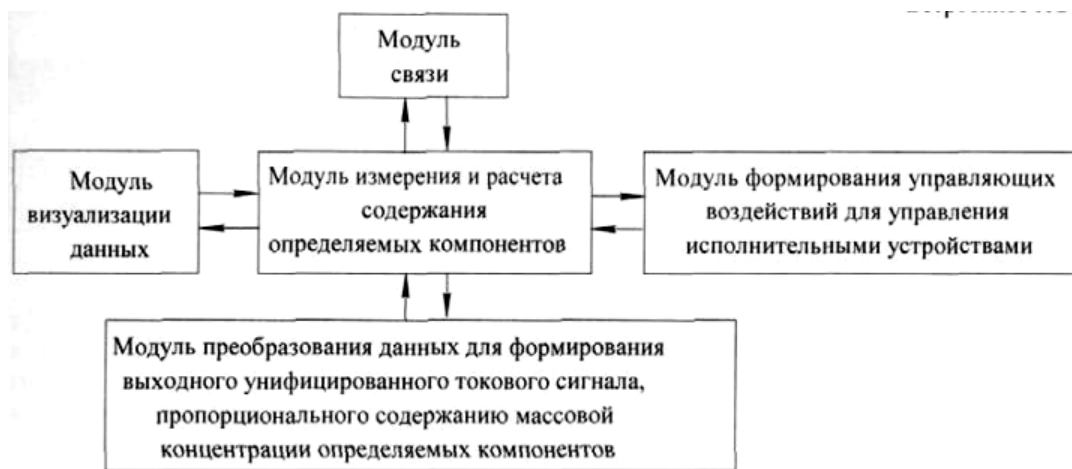
9. Самый высокий уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений, соответствующий уровню защиты «А» в соответствии с МИ 3286-2010 (не требуется специальных средств защиты, исключающих возможность несанкционированной модификации, обновления (загрузки), удаления и иных преднамеренных изменений метрологически значимой части программного обеспечения средств измерений и измеренных данных) выполнен в газоанализаторе АНКАТ-410 [13; 14; 20].

У стационарного газоанализатора ПЭМ-2М уровень защиты встроенного программного обеспечения соответствует уровню «В» нормативного документа Р 50.2.077-2014 [15; 16; 21].

В документации газоанализатор «АНГОР-С» отсутствует классификация уровня защиты встроенного ПО в соответствии с вышеуказанными документами, хотя в его состав входит микроконтроллер собственной разработки и производства.

10. Все газоанализаторы по такой технической характеристике, как наработка на отказ находятся в равном положении –15 000 ч [13–19].

11. По назначенному сроку службы самый высокий показатель 10 лет у газоанализатора техно/экологического контроля АНКАТ-410 (разработчик и производитель ФГУП «СПО «Аналитприбор»» (г. Смоленск)) [13; 14].



Структура программного обеспечения АНКАТ-410

Таким образом, на наш взгляд, лучшим по техническим характеристикам и архитектуре для применения в системах экологического мониторинга уходящих газов пылеугольных тепловых электростанций является стационарный многокомпонентный газоанализатор техно/экологического контроля АНКАТ-410 (см. рисунок) [13; 14].

### Библиографические ссылки

1. СО 153-34.20.501-2003 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Об охране окружающей среды : федер. закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (с изм. и доп.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Об охране атмосферного воздуха : федер. закон № 98-ФЗ от 04.05.1999 г. (с изм. и доп.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. СО 34.35.101-2003. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1316-р от 08.06.2015 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. РД 34.11.306-86 (МТ 34-70-021-86). Методика выполнения измерений содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. РД 153-34.1.11.353-2001. Методика измерений массовых выбросов загрязняющих веществ от котельных установок с применением газоанализаторов с электрохимическими датчиками. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. РД 34.02.305-98. Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. СО 34.02.320-2003. Организация контроля состава продуктов сгорания стационарных паровых и водогрейных котлов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. СО 153-34.02.304-2003. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. СТО 70238424.13.040.40.002–2008. Стандарт организации НП «ИНВЭЛ». Тепловые электрические станции. Экологическая безопасность. Установки по очистке дымовых газов от оксидов серы. Нормы и требования. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. Газоанализаторы АНКAT-410 Описание типа средства измерения [Электронный ресурс]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/342066> (дата обращения: 01.10.2018).
14. Газоанализаторы АНКAT-410 Руководство по эксплуатации ИБЯЛ.413252.001 РЭ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazoanalizators.ru/tech/ankat-410-re-mp.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).
15. Газоанализаторы ПЭМ-2М. Описание типа средства измерения [Электронный ресурс]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/320936> (дата обращения: 01.10.2018).
16. Газоанализатор ПЭМ – 2М № 129 ПГРА.110.00.000 РЭ. Руководство по эксплуатации.
17. Газоанализаторы многокомпонентные «Ангор-С» Описание типа средства измерений [Электронный ресурс]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/350795> (дата обращения: 01.10.2018).
18. Газоанализаторы многокомпонентные «АНГОР-С». Руководство по эксплуатации ЛШЮГ.413411.021 РЭ [Электронный ресурс]. URL: [http://www.infogas.ru/files/doc/manual/RE\\_Angor-S.pdf](http://www.infogas.ru/files/doc/manual/RE_Angor-S.pdf) (дата обращения: 01.10.2018).
19. Информаналитика. Каталог продукции 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infogas.ru/files/doc/katalog.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).
20. МИ 3286-2010. Проверка защиты программного обеспечения и определения ее уровня при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа; Р 50.2.077-2014 ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

## **ВЛИЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ НА ОСАЖДЕНИЕ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ**

Е. М. Мессинева<sup>1, 2</sup>, М. А. Михаленко<sup>1, 2</sup>, А. Г. Фетисов<sup>1, 2</sup>, А. В. Черняев<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)

Российская Федерация, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, 4

<sup>2</sup>Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева РАН

Российская Федерация, 127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 35

E-mail: maximabdul@mail.ru

*Проанализировано влияние характера прибрежной растительности на осаждение нефтяных загрязнений при аварийных разливах в акваториях малых рек. Показана универсальность применяемых моделей и их применимость для умеренной зоны Сибирского региона.*

*Ключевые слова: аварийные разливы нефти, экологическая безопасность, малые реки.*

## **INFLUENCE OF COASTAL VEGETATION OF SMALL WATERCOURSES ON THE DEPOSITION OF OIL POLLUTION DURING ACCIDENTAL RISKS**

Е. М. Messineva<sup>1, 2</sup>, М. А. Mikhalenko<sup>1, 2</sup>, А. Г. Fetisov<sup>1, 2</sup>, А. V. Chernyaev<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Moscow Aviation Institute (National Research University)

4, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125993, Russian Federation

<sup>2</sup>K. A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS

35, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation

E-mail: maximabdul@mail.ru

*The article contains the depictions: of the influence of the riverbank vegetation properties on the oil pollution deposition during accidental spills in the small rivers waters; of the versatility and applicability of the models used for the temperate zone of the Siberian region.*

*Keywords: accidental oil spills, environmental safet, small rivers waters.*

Анализ последствий аварийных разливов нефтепродуктов в акваториях малых рек несомненно является весьма важной и актуальной научно-технической задачей. Влияние наличия и характера прибрежной растительности на осаждение нефти при ее аварийных разливах в областях малых водотоков отмечалось уже давно [1]. Было показано, что учет такого осаждения позволяет уточнить математические модели, применяемые в сфере прогнозирования последствий аварийных разливов нефтепродуктов в прибрежных областях малых рек [2]. Соответствующие модели были разработаны на основании экспериментов, основанных на натурных исследованиях, проводимых на территории Московской области. В этом регионе структура прибрежных речных фитоценозов имеет поясную структуру, которая включает в себя следующие группы растений [3].

Береговые растения – наземные обитателей, способные расти в условиях избыточного увлажнения, и переносить временное затопление. Из травянистых растений здесь преобладают различные виды рода *Carex* (осока), *Scirpus sylvaticus* (камыш лесной), *Glycyria spp.* (манники), *Lysimachia spp.* (вербейники), *Myosotis palustris* (незабудка болотная), *Scutellaria*

*galericulata* (шлемник обыкновенный), *Lycopus europaeus* (зюзник европейский), *Juncus spp.* (ситники) и др. Кроме того, в этом поясе часто присутствуют кустарники, наиболее распространенными из которых в умеренной зоне являются виды рода *Salix* (ива);

1. Прибрежная растительность мелководий, произрастающая в районе уреза воды до глубины примерно 0,5 м. В этом поясе преобладают относительно низкорослые травы, такие как *Sparganium sp.* (ежеголовник), *Sagittaria sp.* (стрелолист), *Alisma plantago-aquatica* (частуха обыкновенная), *Equisetum fluviatile* (хвощ приречный) и др. Кроме того, продолжают встречаться и некоторые виды береговой полосы, прежде всего, представители рода *Carex* (осока).

2. Пояс высокорослых воздушно-водных растений, наиболее типичными представителями являются: камыш (*Scirpus sp.*), тростник (*Phragmites sp.*), рогоз (*Typha sp.*).

3. Пояс водных растений с плавающими листьями. Основные представители: *Nymphaea alba* (кувшинка белая), *Nuphar spp.* (кубышки), *Persicaria amphibia* (горец земноводный) и т. д.

4. Пояс погруженных гидрофитов, имеет среди наиболее характерных представителей *Potamogeton sp.* (рдест), *Ceratophyllum sp.* (роголистник), *Elodea sp.* (элодея).

В более глубокой части водоема, как правило, макрофиты на которых могут осаждаться нефтепродукты, отсутствуют. Там обитают только микроскопические представители фито-планктона.

Осаждение нефтяных загрязнений моделировалось и изучалось на растениях, произрастающих в первых трех зонах, так как именно там наблюдается максимальная биомасса. В качестве модельных объектов были выбраны 2 экологические и размерные группы растений – крупные травянистые растения, частично погруженные в воду (в качестве модельного объекта для этой группы был выбран рогоз) и мелкие травянистые растения, встречающиеся как выше береговой линии, так и на мелководьях (виды рода осока). В процессе работы определения до вида не производилось, так как учитывались размерные классы растений.

В ходе экспериментов определялась усредненная площадь поверхности характерных растений. Были построены зависимости площади поверхности растений от количества побегов и высоты над уровнем земли (или воды). В результате математической обработки результатов модельных экспериментов было показано, что зависимость усредненной площади поверхности растений от их высоты над уровнем поверхности описывается интерполяционным полиномом Ньютона второго порядка.

В результате дальнейших экспериментов и статистического моделирования были получены регрессионные уравнения, описывающие зависимость массы осевшей на поверхностях растений нефти от эквивалентной площади поверхности растений и глубины их погружения [1]. Полученные уравнения позволяют производить оценку объема нефти, осевшей на единице площади растительности береговой поверхности. Оценочные расчеты показали, что в типичных сценариях аварийных разливов в зависимости от конкретных условий, береговая растительность может задерживать до 20 % от количества попадающей в акваторию нефти. Существенным, конечно, является и влияние климатических условий.

Данные исследования проводились в четырех районах Московской области на 10 модельных площадках, характер растительности на которых был типичен для данного региона. Соответственно, возникает вопрос о применимости полученных результатов и математических моделей для анализа последствий аварийных разливов нефти в малых реках в других географических областях страны, в частности в Сибирском регионе, где сосредоточено много нефтепроводов, при этом зачастую в труднодоступных местах.

Московская область расположена в Средней полосе России и для нее больше всего характерны смешанные леса. На тех же широтах в Западной и Восточной Сибири преобладают хвойные таежные леса. Однако следует отметить, что вышеописанная структура прибрежного растительного сообщества определяется, прежде всего, близостью малой реки и климати-



ческой зоной, поэтому, в умеренном поясе Евразии носит достаточно универсальный характер. Выбор растительных объектов для моделирования определялся, прежде всего, их размерами, а также степенью распространения. Так, различные виды рода *Carex* (осока) встречаются во влажных местах обитания на всей территории России. Наиболее распространенные виды в разных регионах страны (например, в Средней полосе, в Западной и Восточной Сибири) могут существенно различаться, но размерные классы у них будут приблизительно одинаковые. Самые распространенные виды рогоза *T. angustifolia* и *T. latifolia* встречаются в прибрежной зоне малых водоемов на территории России повсеместно, за исключением Арктической зоны. Кроме того, при разработке данной модели виды осок и рогоза не учитывались. Все эти особенности описываемой модели позволяют считать ее применимой не только для Средней полосы России, но и для других регионов, расположенных в умеренной климатической зоне, в том числе и для Западной и Восточной Сибири, несмотря на существенные различия в растительности данных регионов.

Таким образом, показан довольно универсальный характер разработанных моделей, описывающих влияние прибрежной растительности малых водотоков на характер осаждения нефтепродуктов в их прибрежных зонах.

### Библиографические ссылки

1. Павлов А. А., Черняев А. В. Моделирование процессов осаждения нефтяных загрязнений на береговую поверхность малых рек // Информационные технологии. М., 2009. № 11. С. 37–40.
2. Павлов А. А. Моделирование распространения аварийных разливов нефти по участкам водотоков малых рек : дис. ... канд. техн. наук: 03.02.08: защищена 24.04.12: утв. 30.08.12. М., 2012. 144 с.
3. Неронов В. В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России : метод. пособие. М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. С. 78–83.

© Мессинева Е. М., Михаленко М. А., Фетисов А. Г., Черняев А. В., 2019

## ОЦЕНКА СТАТИСТИКИ КРИТЕРИЕВ СОГЛАСИЯ ФРОЦИНИ И ОМЕГА-КВАДРАТ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ В СРЕДЕ MATLAB

Д. А. Огурцов, С. В. Ушанов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: ushanov\_sv@mail.ru

*Рассматривается применение методов статистических испытаний для оценки статистики критериев Фроцини и «омега-квадрат» для проверки гипотезы нормальности распределения, при определении параметров выборки методами минимизации и максимального правдоподобия.*

*Ключевые слова: статистика Фроцини, статистика омега-квадрат, статистические испытания.*

## ESTIMATION OF STATISTICS OF CRITERIA FOR FROCINI AGREEMENT AND OMEGA-SQUARE BY METHOD OF STATISTICAL TESTS IN MATLAB

D. A. Ogurtsov, S. V. Ushanov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: ushanov\_sv@mail.ru

*Considered the use of statistical test methods for evaluating the statistics of the Frocini and omega-square criteria for testing the hypothesis of normal distribution, when determining the sample parameters using minimization and maximum likelihood methods.*

*Keywords: Frocini statistics, omega-square statistics, statistical tests.*

Применение многих прикладных методов математического анализа статистики рассматриваются при условии нормального распределения изучаемых данных. Это определяет важность проверки нормальности для практических выборок данных.

Для проверки гипотезы нормальности распределения случайной величины итальянским математиком Фроцини в 80-х годах XX века, был предложен достаточно мощный и простой критерий нормальности [1–3]. Важно, что параметры этого критерия оцениваются по экспериментальным данным.

Критерий омега-квадрат (Крамера–Мизеса–Смирнова) был разработан в первой половине XX века. Данный метод проверки нормальности распределения применяется для оценки простой гипотезы, а его модификации – для проверки сложных гипотез, когда параметры распределения оцениваются по эмпирической выборке [4–7].

Критерий Фроцини основан на следующем выражении:

$$Fr(X_v, a) = \frac{1}{\sqrt{n}} \times \sum_{i=1}^n \left| F(X_{v_i}, p) - \frac{i-0,5}{n} \right|.$$

Критерий омега-квадрат (Крамера–Мизеса–Смирнова):

$$OK(Xv, a) = \frac{1}{12n} + \sum_{i=1}^n \left( F(Xv_i, p) - \frac{i-0,5}{n} \right)^2,$$

где  $Xv$  – вариационный ряд случайной величины  $X$ ;  $n$  – объем выборки;  $i$  – номер элемента вариационного ряда;  $p$  – параметры распределения;  $F(Xv_i, p)$  – значение интегральной функции распределения для элемента вариационного ряда  $Xv_i$ .

В работе рассматривается применение критериев Фроцини и омега-квадрат при оценке параметров распределения по анализируемой выборке. Статистика критериев Фроцини и омега-квадрат рассчитывается двумя методами оценки параметров распределения: максимальным правдоподобием (функциями `mean` и `std`) и минимизацией расчетного значения критерия.

Для оценки статистики критериев согласия применяется компьютерный подход, основанный на методе статистических испытаний [8].

В качестве инструмента реализации выбрана среда математического моделирования MATLAB, позволяющая проводить решения рассматриваемых задач в 1,5 раза быстрее по сравнению с MathCad [3; 7; 9].

На рис. 1 представлена эмпирическая выборка, а также визуализация результатов генерации функции распределения, по параметрам оцененными методами максимального правдоподобия, минимизацией параметров по критерию Фроцини, минимизацией параметров по критерию омега-квадрат, при объеме выборки  $n = 28$ .

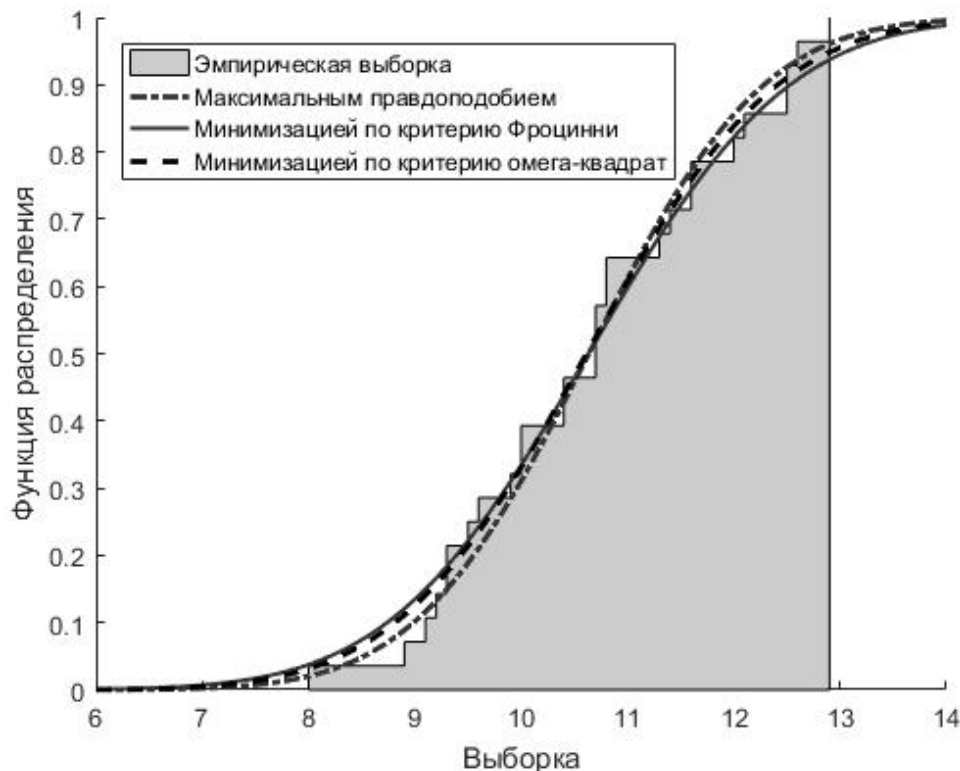


Рис. 1. Эмпирическая и нормальные функции распределения, параметры которой определены методом максимального правдоподобия и минимизацией критериев Фроцини и омега-квадрат

Оценка статистики критериев согласия Фроцини и омега-квадрат проводилась проведением 50000 статистических испытаний. Визуализация результатов оценки статистики кри-

териев при оценке параметров распределения методами максимального правдоподобия и минимизации соответствующего критерия представлена на рис. 2 (критерий Фроцини) и на рис. 3 (критерий омега-квадрат).

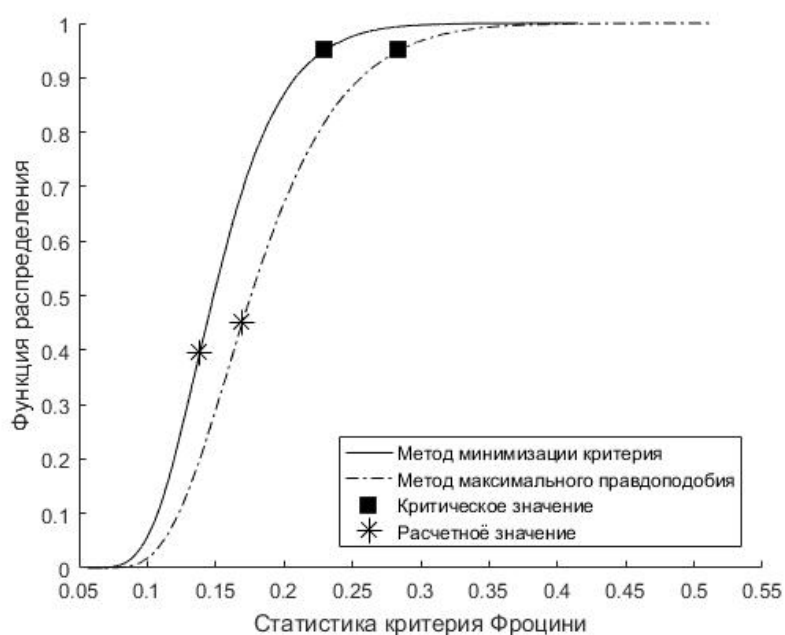


Рис. 2. Оценка статистики критерия Фроцини при разных способах оценки параметров распределения

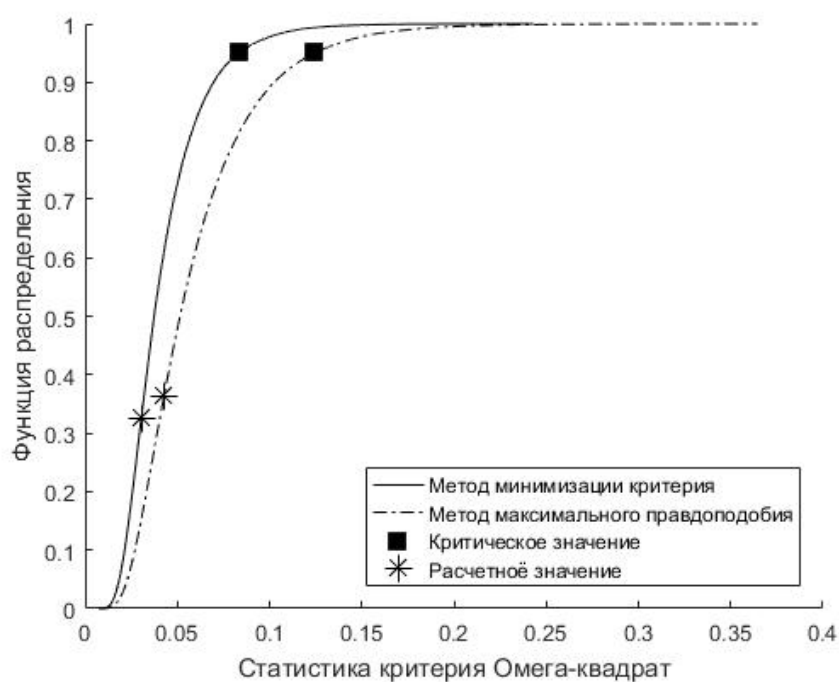


Рис. 3. Оценка статистики критерия омега-квадрат при разных способах оценки параметров распределения

Результаты вычислительных экспериментов позволяют сделать вывод об эффективности получения оценок параметров распределений, минимизацией расчетных значений критериев согласия. Применение разных критериев согласия позволяет повысить качество найденных оценок.

### Библиографические ссылки

1. Frozini B. V. A survey of a class of goodness-of-fit statistics // *Metron*. 1978. Vol. 36, № 1-2. Pp. 3–49.
2. Frozini B. V. On the distribution and of a survey of a class of goodness-of-fit-statistics with parametric and nonparametric applications, “Goodness-of-fit” / ed. by P. Revesz, K. Sarcady, P. K. Sen. Amsterdam–Oxford–New York : North-Holland. Publ. Comp., 1987. Pp. 133–154.
3. Ушанов С. В., Огурцов Д. А. Оценка статистики критерия нормальности распределения Фроцини методом статистических испытаний в MathCad // *Решетневские чтения*. 2018. Т. 2, № 22. С. 171–173.
4. Ушанов С. В. Применение многомерных статистических методов при принятии решений. Красноярск, 2003. 239 с.
5. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М., 2006. 816 с.
6. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. М., 1983. 416 с.
7. Ушанов С. В., Огурцов Д. А. Оценка статистики критерия нормальности распределения омега-квадрат методом статистических испытаний // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2017. Т. 2, № 13. С. 293–295.
8. Лемешко Б. Ю. Непараметрические критерии согласия. Руководство по применению. М. : Инфра-М, 2014. 163 с.
9. Ушанов С. В., Огурцов Д. А. Оценка статистики критерия нормальности распределения Фроцини методом статистических испытаний // *Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее*. 2017. Т. 1, № 13. С. 70–73.

© Огурцов Д. А., Ушанов С. В., 2019

**ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА  
КРУПНЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

О. Е. Подвербных

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: podverbnih@sibsau.ru

*Рассмотрены тенденции и проблемы формирования трудового потенциала крупных и средних предприятий лесного комплекса региона в контексте Стратегии развития лесного комплекса.*

*Ключевые слова: трудовой потенциал, лесной комплекс, Красноярский край, крупные предприятия, средние предприятия.*

**PROBLEMS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF LABOR POTENTIAL  
OF LARGE AND MEDIUM ENTERPRISES OF THE FOREST INDUSTRY  
OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

O. E. Podverbnykh

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: podverbnih@sibsau.ru

*Tendencies and problems of formation of labor potential of the large and medium enterprises of a forest complex of the region in the context of Strategy of development of a forest complex are considered.*

*Keywords: labor potential, forest complex, Krasnoyarsk region, large enterprises, medium-sized enterprises.*

На территорию России приходится четверть всех мировых запасов древесины, поэтому лесопромышленный комплекс страны – крупнейший в мире. Сегодня это одна из самых экспортно-ориентированных отраслей экономики: по объемам экспорта ЛПК занимает четвертое место среди российских отраслей промышленности, после экспорта газа, нефти, черных и цветных металлов. Немалую роль в этих достижениях сыграл Красноярский край, территория которого на 70 % покрыта лесами, в общем объеме лесозаготовок России доля края составляет 14 %, это преимущественно ценная древесина хвойных пород. В то же время в отрасли одна из самых низких заработных плат по региону, присутствуют перманентные задержки заработной платы [1].

Однако перед региональным лесным комплексом стоит ряд проблем, сдерживающих его развитие: низкий прирост и съём древесины с единицы площади эксплуатационных лесов, экстенсивная модель лесопользования, недостаточная эффективность системы охраны и защиты лесов от пожаров и вредителей, высокая сложность получения древесных ресурсов, обусловленная низкой достоверностью имеющихся сведений о лесных ресурсах.

Кроме того, в числе проблемных факторов – низкая степень использования лесного сырья, ограниченный масштаб внутреннего рынка, достаточно низкая инвестиционная привлекательность создания новых производств по переработке леса, низкий уровень материально-технического, научного и кадрового обеспечения. Наконец, это несовершенство нормативно-

правовой базы, регулирующей использование и воспроизводство лесов: практика реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов доказала свою состоятельность, но условия получения статуса «приоритетного проекта», а также возможности обеспечения древесным сырьем инвестиционных проектов требуют корректировок для увеличения инвестиционной привлекательности лесной отрасли.

Для решения этих задач в ближайшее время в крае планируется принятие стратегии развития лесного комплекса до 2030 года, в которой будут обозначены новые принципы ведения лесного хозяйства [2].

Лесной комплекс Красноярского края включает лесное хозяйство и лесную промышленность. К лесному хозяйству относится изучение и осуществление воспроизводства лесов, охраны их от пожаров, вредителей и болезней, регулирования лесопользования, контроля за использованием лесных ресурсов. Лесная промышленность включает в себя совокупность отраслей, осуществляющих заготовку и обработку древесины. В настоящее время вклад лесного комплекса в экономику края не превышает 3 %, что существенно ниже оцениваемого потенциала. Такая ситуация стала следствием ориентирования в последнее десятилетие региональных производителей преимущественно на реализацию необработанной древесины. При разработке проекта Стратегии использовался комплексный подход, основанный на анализе стратегического и институционального контекстов. В частности, учитывались текущее состояние и ключевые тенденции развития лесного комплекса в мире и России. Принимался во внимание макроэкономический и геополитический контекст, были сформированы прогнозы развития с учетом показателей, заложенных в долгосрочные прогнозы Российской Федерации. Цели Стратегии: достижение устойчивого лесопользования, инновационного и эффективного развития использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, обеспечивающих опережающий рост лесного сектора экономики, социальную и экологическую безопасность Красноярского края; повышение долгосрочной конкурентоспособности лесной промышленности и вклада лесного комплекса в социально-экономическое развитие Красноярского края. Достижению указанных целей препятствуют несколько групп проблем: низкий процент освоения расчетной лесосеки; недостаточная эффективность лесовосстановления; недостаточная эффективность системы охраны и защиты лесов; низкая актуальность сведений о лесных ресурсах, сложные административные процедуры; низкая степень использования лесного сырья, ухудшающая экономику отрасли; ограниченный масштаб внутреннего рынка, недостаточный для создания новых производств в отрыве от экспортных рынков; низкий уровень технического, научного и кадрового обеспечения; несовершенство нормативно-правовой базы, регулирующей использование и воспроизводство лесов. Целевое видение лесного комплекса – экономически устойчивая, частная, глобально конкурентоспособная группа отраслей, обеспечивающая внутренний спрос Российской Федерации на продукцию лесного комплекса,

Встроенная в мировой рынок и международное разделение труда и функционирующая на базе устойчивого воспроизводства лесов и сохранения их биосферной роли. К 2030 году планируется существенно увеличить вклад лесного комплекса в экономику края. Основные направления – развитие ориентированного на экспорт производства целлюлозы, а также развитие ориентированного примерно в равной степени на внутренний рынок и на экспорт производства пиломатериалов, фанерно-плитных производств, мебели, деревянного домостроения. Достижение целевого видения будет обеспечено за счет реализации следующих основных групп мероприятий: поддержка проектов развития перерабатывающих производств; обеспечение доступности существующей сырьевой базы; стимулирование рационального лесопользования и ИИВЛ; развитие кадрового, технологического и научного потенциала; совершенствование системы защиты и охраны лесов; сохранение и восстановление экологического потенциала лесов. В результате реализации Стратегии к 2030 году прирост отгруженной продукции, создаваемой предприятиями отрасли составит 81 705 млн рублей. Численность персонала, занятого в лесном комплексе, вырастет с 22 до 25 тыс. человек.

В 2018 году на территории Красноярского края осуществляется деятельность 19 крупнейших организаций лесного комплекса Красноярского края, обеспечивающих более 70 % объема производства продукции лесного комплекса.

Рассмотрим особенности ведения крупного лесного бизнеса в части управления трудовым потенциалом на примере группы «Илим». Сейчас в группу входят 3 целлюлозно-бумажных комбината в Архангельской области и Восточной Сибири, 2 гофрозавода в Подмосковье и Ленинградской области, а также проектный институт. Видение персонала компании определено следующим образом: «Сотрудники компании – это человеческий капитал, который является ключевым компонентом стоимости компании. Политика компании обеспечивает для всех сотрудников возможность реализовать свой потенциал и способствует профессиональному росту».

Социальная политика компании реализуется через Благотворительный фонд «Илим-Гарант», учрежденный в апреле 2005 года. Сегодня фонд является партнером Группы «Илим» в области реализации социальных и благотворительных программ. «Илим-Гарант» имеет два филиала: Восточный (Иркутская область, Красноярский край) и Западный (Архангельская область, республика Коми, Кировская и Вологодская области). Вся основная деятельность по реализации и управлению внешними социальными программами компании осуществляется в регионах, где представлены предприятия компании. Это определяется одной из задач фонда – через эффективное управление внешними социальными программами создавать благоприятные и социально стабильные внешние условия для деятельности предприятий компании. Социальная политика включает реализацию таких мероприятий, как приобретение обучающего оборудования для лесопромышленных техникумов, приобретение медицинского оборудования для городских больниц, строительство и ввод в эксплуатацию детских садов и спортивных комплексов.

Развитие трудового потенциала компании реализуется в процессной модели, разработаны модели бизнес-процессов подбора, адаптации, обучения и развития, оценки персонала. Компания имеет собственный корпоративный университет и ассессмент-центр.

По данным Красноярскстата в лесной отрасли действуют 3 395 хозяйствующих субъектов (в едином государственном реестре зарегистрировано 1 738 юридических лиц и 1 657 индивидуальных предпринимателей с основным видом деятельности «Лесоводство и лесозаготовки», «Деревообработка»); численность занятых в лесной отрасли составляет 49,9 тыс. человек (из них работники организаций – 20,7 тыс. человек). Предприятия среднего и малого бизнеса несут важную социальную функцию, обеспечивая занятость в удаленных лесных районах края. Рассмотрим кейс сформированности трудового потенциала среднего предприятия лесной отрасли ООО производственная коммерческая фирма «Сиблес Проект» (далее – ООО «Сиблес Проект»), занятого производством пиломатериалов с 2010 года в г. Красноярске. На предприятии работает 180 человек, среднегодовая заработная плата составляет 404 тыс. руб., производительность труда одного среднесписочного работника около 5 млн руб., многие показатели имеют положительную динамику. Предприятие имеет одного специалиста по кадрам, что значительно ниже принятых норм численности кадровых служб, это приводит к тому, что большинство кадровых функций либо не реализуется, либо реализуется стихийно. Так, имеется Положение о кадровой службе и Положение об оплате труда, утверждены должностные инструкции. В то же время подбор персонала не формализован и отсутствуют четкие критерии отбора работников. Обучение проводится во внешних структурах и касается только руководителей и некоторых специалистов, рабочие кадры не обучаются. Не выстроена система оценки, нематериальной мотивации и социального развития трудового коллектива.

Данное предприятие является собой наиболее показательный пример саморегулирующейся организации работы с персоналом, что очевидно, противоречит текущему этапу жизненного цикла и влечет за собой существенные кадровые и хозяйственные риски.

Таким образом, очевидно, что кадровые проблемы имеются как у крупных, так и у средних предприятий лесного комплекса. Для крупных предприятий это риск миграции работников из местности, не обеспечивающей современные требования к качеству трудовой жизни, низкий престиж работы в отрасли, отток молодежи. Средние, а тем более, малые предприятия лесной отрасли характеризуются неразвитой системой управления персоналом, отсутствием стратегических кадровых приоритетов и понимания ценности человеческого капитала для конкурентоспособности и устойчивого роста компании.



### **Библиографические ссылки**

1. Гордеев Р. В., Пыжев А. И., Зандер Е. В. Лесопромышленный комплекс Красноярского края: тенденции и перспективы развития // Региональная экономика: теория и практика. 2017. № 1 (436). С. 4–18.
2. Проект Стратегии развития лесного комплекса Красноярского края до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <http://mlx.krskstate.ru/dat/File/57/dokumenty/Proekt%20Strategii.pdf> (дата обращения: 10.03.2019).

© Подвербных О. Е., 2019

**«УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ  
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА»**

---

УДК 658.511.3

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ ВЫРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ  
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Ю. Е. Бабенкова, Е. В. Мельникова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: iulia.babenkova@mail.ru

*На данный момент показатели эффективности ЛПК Красноярского края демонстрируют отрицательную динамику производительности. В этих условиях очевидна необходимость разработки методики, позволяющей оперативно и эффективно вырабатывать решения в условиях изменений рынка и требований к производственным процессам.*

*Ключевые слова: эргатические системы, инновации, производство, лесопромышленный комплекс.*

**INNOVATIVE TECHNIQUES OF DEVELOPING EFFECTIVE MANAGEMENT  
DECISIONS AT FOREST COMPLEX**

Y. E. Babenkova, E. V. Melnikova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: iulia.babenkova@mail.ru

*The key indicators of the Krasnoyarsk Territory industrial complex show a negative trend at the production. In this case necessity of using a special techniques that allows create solutions in a rapidly changing market conditions becomes obvious.*

*Keywords: ergatic systems, innovations, production, timber industry complex.*

В современных условиях, когда вопрос о том, как удерживаться на конкурентоспособном уровне для предприятий лесопромышленного комплекса Красноярского края становится всё более актуальным, очевидной становится необходимость модернизации организационных процессов производства и пересмотра статуса хозяйствующего субъекта. Проектный подход к проведению изменений в силу ряда причин, в том числе ограниченности ресурсов и времени, не позволяет встроить новые технологические решения в существующие процессы, порождает рассогласованность в бизнес-процессах. Необходимы новые подходы к принятию решений, базирующиеся на процессном или системном подходах.

На основе процессного подхода разработаны и апробированы «шесть уровней инновационно-технологической зрелости, а также разработана их характеристика, базирующаяся

на классификации уровней зрелости процессов по Р. Гарднеру» [1, с. 214]. В зависимости от уровня зрелости и предлагается принимать ключевые организационно-технологические решения.

В рамках системного подхода решения о замене и модернизации оборудования должны приниматься во взаимосвязи технологических и кадровых аспектов, с безусловным приоритетом сохранения и приумножения потенциала конкурентоспособности. «Связь между конкурентоспособностью предприятия и представлением хозяйствующего субъекта как эргатической системы явно прослеживается прежде всего потому, что даже самое новейшее оборудование не может обеспечить конкурентоспособность продукции без участия человеческих ресурсов» [4]. Мы полагаем, что снижение эффективности организаций лесной отрасли по данным Красноярскстата, отражённое в данных таблицы, косвенно подтверждает эту версию [2].

**Динамика показателей деятельности предприятий лесной отрасли**

|                                                                                     | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Число организаций (на конец года), единиц                                           | 980     | 942     | 883     | 850     | 739     |
| Среднегодовая численность работников организаций, человек                           | 9658    | 8522    | 7935    | 7358    | 6329    |
| Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток), млн рублей              | –1178,1 | –3039,1 | –2968,0 | –1775,2 | –979,5  |
| Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг) организаций, в процентах | –16,7   | –6,6    | –13,6   | –6,7    | –9,3    |
| Производство древесины необработанной, тыс. плотных м <sup>3</sup>                  | 13451,2 | 12038,0 | 11544,7 | 11508,1 | 12475,4 |

Переоценка статуса хозяйствующего субъекта как эргатической системы подразумевает пересмотр всей производственной модели с учётом автоматизации многих процессов, а значит, и сокращения работников. Этот опыт уже есть у крупнейших представителей лесопромышленной отрасли нашего края: ООО «Приангарский ЛПК», ЗАО «Новоенисейский ЛХК», АО «Краслесинвест», ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1», однако и в этих кейсах существуют проблемы. Пример – «отставание в реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов» [3, с. 24]. В производственно-технологической сфере наблюдается неоднородная обеспеченность оборудованием, происходит снижение производственных возможностей. Мы предполагаем, что для успешного решения этих проблем необходима инновационная методика выработки управленческих решений, а именно – методика рассмотрения сотрудника с позиции его встраиваемости в существующие эргатические организационные модели производства. В этом случае учитываются:

- уровень компетенции сотрудника;
- умение работать в команде;
- способность работать в режиме многозадачности;
- быстрая обучаемость.

В целом под эргатической организационной моделью понимается согласованное взаимодействие материальной и человеческой компонент производственного процесса, обеспечивающее устойчивую его результативность. Устойчивость модели обеспечивается при соблюдении ряда условий: встроенная защита от ошибок, преднамеренных и непреднамеренных; согласование мыслительных схем человека и алгоритмов технической подсистемы; оптимальное распределение функций между человеком и машиной.

С учётом оптимального уровня обеспеченности лидеров лесопромышленной отрасли Красноярского края специальным оборудованием, которое соответствует всем стандартам качества, для выполнения этих задач остаётся понять, как встроить персонал в существующие процессы, каким должен быть сотрудник для успешного функционирования в производ-

ственной модели. Ведь «в связке «среда – стратегия – персонал» существует и обратная зависимость: правильно выбранная с учётом характеристик среды стратегия должна быть реализуема при существующих ресурсных ограничениях» [5]. В условиях технологических изменений нельзя не учитывать ограничения со стороны кадровых ресурсов, особенно в регионах Сибири и Дальнего Востока, Крайнего Севера, где восполнение нехватки квалифицированных кадров за счет миграции маловероятно. Нельзя не учитывать тот факт, что в условиях перехода к новому технологическому укладу Варианты решения этих проблем мы представляем на рисунке.



|                        |                                                                                                                                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Социальная сфера       | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Разработка программ поощрения подразделений и сотрудников</li> <li>•Обеспечение лояльности и должной квалификации персонала</li> </ul>                 |
| Экономическая сфера    | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Замена низкоквалифицированных работников автоматизированными системами путем создания эргатических организационных моделей</li> </ul>                  |
| Производственная сфера | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Соотнесенность плановых показателей производства с имеющимися производственными мощностями</li> <li>•Сопряженность производственных цепочек</li> </ul> |

Матрица выработки эффективных управленческих решений в лесопромышленном комплексе

Таким образом, предлагаемая нами инновационная методика рассмотрения сотрудника с позиции его встраиваемости в существующие организационные модели производства учитывает интересы всех стейкхолдеров. Мы предполагаем, что её апробация даст позитивные результаты и будет эффективна в решении вышеперечисленных проблем. Впоследствии этот опыт может быть масштабирован и применён в лесопромышленных кластерах других регионов РФ.

### Библиографические ссылки

1. Мельникова Е. В. Инновационно-технологическая зрелость в оценке конкурентоспособности деревообрабатывающих предприятий Красноярского края // Вестник Краснояр. гос. аграр. ун-та. 2015. № 4 (103). С. 211–214.
2. Красноярский краевой статистический ежегодник Управления Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасии и республике Тыва [Электронный ресурс] URL: [http://www.krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/krasstat/ru/publications/pubKras/official\\_publications/electronic\\_versions/](http://www.krasstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/krasstat/ru/publications/pubKras/official_publications/electronic_versions/) (дата обращения: 22.11.2018).
3. Отраслевая программа «Развитие лесного комплекса Красноярского края на 2018–2020 годы» [Электронный ресурс]. URL: [zakon.krsstate.ru/dat/bin/docs\\_attach/62094\\_825\\_g.doc](http://zakon.krsstate.ru/dat/bin/docs_attach/62094_825_g.doc) (дата обращения: 22.11.2018).
4. Долгов Д. И., Ильина И. Е. Эргатические системы управления как фактор повышения конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс] // Общество: политика, экономика, право. 2011. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ergaticheskie-sistemy-upravleniya-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-predpriyatiya> (дата обращения: 22.11.2018).
5. Мельникова Е. В. Лояльность персонала в обеспечении стратегической устойчивости организации [Электронный ресурс] // Universum: экономика и юриспруденция. 2014. № 7-8 (8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/loyalnost-personala-v-obespechenii-strategicheskoy-ustoychivosti-organizatsii> (дата обращения: 22.11.2018).

© Бабенкова Ю. Е., Мельникова Е. В., 2019

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМИ СИСТЕМАМИ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О. А. Белых

Байкальский государственный университет  
Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11  
E-mail: Belykhoa@bgu.ru

*Рассматриваются критерии, индикаторы и показатель расчетной лесосеки. Выполнен экспертный анализ применения метода расчетной лесосеки в хозяйствах Иркутской области. Показано, что использование расчетной лесосеки от всех видов рубок составило за последние пять лет 38–43 %. Делается вывод о том, что порядок определения расчетной лесосеки в Иркутской области не отражает реальной ситуации и требует пересмотра для повышения эффективности устойчивого управления лесным комплексом.*

*Ключевые слова: устойчивое управление, критерии и индикаторы устойчивого управления лесами, лесные ресурсы, расчетная лесосека.*

## THE IMPLEMENTATION OF PRINCIPLES OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT SYSTEMS IN THE IRKUTSK REGION

O. A. Belykh

Baikal State University  
11, Lenin Str., Irkutsk, 664003, Russian Federation  
E-mail: Belykhoa@bgu.ru

*The tools of state regulation of the forest management system based on the principles of sustainable forest management are discussed. Criteria, indicators and indicator of the settlement cutting area are considered. To identify the applicability of the existing method for determining the calculated cutting area in practical use, an expert analysis of its application in forestry of the Irkutsk region was performed. It is shown that the use of the calculated cutting area from all types of cuttings was 38–43 % over the past five years. From the amount of database calculation of the allowable cut does not exclude forests in which the management regime is limited by law. The results of statistical analysis found that the actual harvesting of wood from all types of logging for a number of years was less than half the size of the estimated cutting area. It is concluded that the procedure for determining the estimated cutting area in the Irkutsk region does not reflect the real situation and requires revision to improve the efficiency of sustainable forest management.*

*Keywords: sustainable management, criteria and indicators of sustainable forest management, forest resources, estimated cutting area.*

Особая роль отводится лесным экосистемам как первоначальному, природному капиталу. Начало формирования механизма устойчивого лесопользования было заложено в документах «Повестка дня на XXI в.» и «Принципы лесоводства» (1992 г. Рио-де-Жанейро). Позже принципы были отражены в межгосударственных критериях и индикаторах (КиИ) [1]. Актуальность изучения особенностей государственного регулирования лесным хозяйством Иркутской области обусловлена не только наличием на ее территории значительных запасов

лесных ресурсов, но и особенностями режима природопользования, действующими в соответствии с Федеральным законом «Об охране озера Байкал» от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ, который накладывает определенные экологические ограничения на существующую хозяйственную деятельность в регионе.

Определяющим аспектом современного состояния лесного хозяйства и лесопользования России, является продолжающийся переход от директивной формы планирования и выполнения правительственных заданий, к рыночной экономике. Этот период характеризуется появлением новых форм лесопользования и ведения лесного хозяйства, при которых лесопромышленное производство и большая часть лесохозяйственных работ осуществляется частными предпринимателями или государственными предприятиями в соответствии с рыночными стимулами [2]. Непосредственное управление лесами в России под контролем Рослесхоза осуществляют органы государственной власти субъектов РФ. Именно в их полномочия входит предоставление лесов в пользование, а также государственный лесной и пожарный надзор и контроль, управление лесами на землях собственности субъектов Российской Федерации. На местном уровне лесами управляют лесничества и лесопарки, а хозяйственную деятельность ведут арендаторы и специально созданные на базе бывших лесхозов хозяйственные структуры. Такая организация управления и охраны лесов связана со значительными нарушениями и потерями в лесном фонде. В существующей нормативно-правовой ситуации только усугубляются проблемы: чрезмерной по интенсивности и бессистемной заготовки древесины при неэффективном лесовосстановлении, незаконных рубок, в том числе на землях сельскохозяйственного назначения; неограниченных рубок в защитных лесах и других запрещенных видах хозяйственной деятельности [3]. В российском лесном законодательстве декларируются принципы устойчивого управления лесами, сохранения биологического разнообразия лесов, сохранения других полезных функций лесных систем. Однако, пока не сложилась система управления для реализации этих принципов. Среди многих инструментов реализации принципов управления устойчивым лесным комплексом (внедрение современных промышленных технологий, выбор системы рубок и ухода за лесами и др.) необходимы критерии, определяющие стратегическое направление и основные пути практической деятельности в лесных системах на основе принятых принципов сохранения биоразнообразия, рационального, многоцелевого и неистощительного лесопользования. Соответствие критериев устойчивого управления лесами на уровне практического ведения лесного хозяйства может контролироваться и корректироваться по соответствующим индикаторам:

1. Изменение доли площади эксплуатационных лесов относительно общей площади лесных земель (ежегодно).
2. Изменение доли площади лесов, возможных для эксплуатации, относительно площади покрытых лесом земель (ежегодно).
3. Изменение площади доступных для освоения эксплуатационных лесов относительно общей площади лесов, возможных для эксплуатации: древесных ресурсов (основанная на ГИС-данных).
4. Отношение допустимого (расчетного) и фактически вырубаемого объема древесины в эксплуатационных лесах по хвойному хозяйству (ежегодно).
5. Изменение доли площади покрытых лесом лесных земель (ежегодно).
6. Баланс среднего прироста и общего объема вырубаемой древесины (ежегодно).

Федеральная служба лесного хозяйства Российской Федерации в целях реализации Концепции перехода к устойчивому развитию в части устойчивого лесопользования приняла Концепцию устойчивого управления лесами РФ (1998 г.) и утвердила Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами (КиИУУЛ) Российской Федерации, предназначенные для оценки ситуации на национальном уровне. Разработанные критерии охватывают выполняемые в лесах функции и используются по следующим направлениям: поддержание и сохранение продуктивной способности лесов; поддержание приемлемого санитарного состояния и

жизнеспособности лесов; сохранение и поддержание защитных функций лесов; сохранение и поддержание биологического разнообразия лесов и их вклада в глобальный углеродный цикл; поддержание социально-экономических функций лесов; разработка инструментов лесной политики для устойчивого управления лесами. При сохранении разработанных критериев целесообразна их адаптация к региональным особенностям лесов в практике управления лесными системами. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами дают возможность проводить комплексную оценку состояния лесного фонда и осуществлять контроль за управлением лесами на уровне субъектов и страны в целом. Расчет индикаторов, позволяет определять процесс изменения лесных систем при хозяйственном освоении и степень их устойчивости. Для поддержания устойчивости природных систем необходимо, чтобы запасы ресурсов не уменьшались в долгосрочной перспективе, так как достижение устойчивости непосредственно связано с продуктивностью ресурсов леса.

С точки зрения устойчивого управления лесами также одним из наиболее действенных инструментов является порядок расчетной лесосеки. Размер расчетной лесосеки должен определяться в соответствии с лесохозяйственным регламентом и исчисляться по каждому лесничеству и лесопарку отдельно для эксплуатационных и защитных лесов по хозяйствам (хвойному, твердолиственному и мягколиственному) с распределением общего объема допустимого ежегодного изъятия древесины для каждого хозяйства по преобладающим породам на основании данных лесоустройства, государственного лесного реестра или специальных обследований лесов. В Порядке исчисления расчетной лесосеки, утвержденным приказом Федерального Агентства лесного хозяйства РФ от 27.05.2011 г. № 21276, предусматривается не только применимость расчетной лесосеки, и механизмы ее определения, но и даны конкретные формулы ее расчета [4]. Для определения оптимального размера расчетной лесосеки при сплошных рубках ее исчисление осуществляется по следующим показателям: лесосеки равномерного пользования; первой возрастной лесосеки; второй возрастной лесосеки; интегральной лесосеки; лесосеки по состоянию (в случаях, когда запас древесины поврежденных и усыхающих лесных насаждений соответствующей породы составляет более 50% общего запаса древесины спелых и перестойных лесных насаждений). Объем расчетной лесосеки, исчисленный по методу равномерного пользования, является оптимальным в лесах с относительно равномерным распределением площади лесных насаждений и запасов древесины соответствующего хозяйства по группам возраста. Оптимальная расчетная лесосека не должна быть меньше расчетной лесосеки, исчисленной методом лесосеки по состоянию, и больше размера общего среднего прироста древесины лесных насаждений соответствующего хозяйства и преобладающих пород. В хозяйствах с истощенными запасами древесины спелых и перестойных лесных насаждений расчетная лесосека должна обеспечивать использование запасов древесины хвойных и твердолиственных лесных насаждений семенного происхождения за период не менее 10 лет, а мягколиственных насаждений – не менее 5 лет. В отдельных случаях в качестве оптимального может приниматься размер расчетной лесосеки, имеющий промежуточное значение между размерами, исчисленными разными методами, если он наиболее полно отвечает условиям обеспечения: многоцелевое, рациональное, непрерывное, неистощительное использование лесов, исходя из установленных возрастов рубок, сохранение биологического разнообразия, водоохранных, защитных и иных полезных свойств лесов. Все способы определения расчетной лесосеки, предусмотренные Порядком исчисления расчетной лесосеки, при определенных условиях обеспечивают быстрое истощение древесных ресурсов в транспортно доступных местах. Наибольшую неопределенность в структуре расчетной лесосеки создают экономически недоступные леса, а экономическая доступность или недоступность того или иного леса для лесопользования зависит от экономической ситуации в стране, состояния лесной отрасли, лесного рынка, цен на топливо, наличия государственной поддержки, строительства лесных дорог и множества других обстоятельств.

Для выявления эффективности существующего метода расчетной лесосеки в практическом использовании выполнен анализ ее применения в лесном хозяйстве Иркутской области. В 2014–2016 гг. ежегодный допустимый объем изъятия древесины при всех видах рубок – расчетная лесосека по лесничествам лесного хозяйства Иркутской области – составляет 72,8 млн куб. м. Это означает, что столько лесных насаждений разрешается вырубить за год во всех лесничествах области. Учетный объем заготовки древесины от всех видов рубок по лесному хозяйству Иркутской области составил в 2015 г. 34, 2 млн куб. м. В данный период использование расчетной лесосеки от всех видов рубок составило 38,0–43,0 %. Процент использования расчетной лесосеки по Иркутской области в зависимости от возраста деревьев проанализирован в таблице.

**Процент использования расчетной лесосеки по Иркутской области  
в зависимости от возраста древостоя\***

| Наименование показателя                                 | 2012 г. |      | 2013 г. |      | 2014 г. |      | 2015 г. |      | 2016 г. |      |
|---------------------------------------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|                                                         | I       | II   | I       | II   | I       | II   | I       | II   | I       | II   |
| Процент от всех видов рубок                             | 38,0    | 46,7 | 35,1    | 43,5 | 37,6    | 46,9 | 40,0    | 48,9 | 47,0    | 56,0 |
| Процент от рубок спелых и перестойных лесных насаждений | 31,4    | 39,0 | 32,3    | 41,6 | 34,1    | 44,3 | 37,2    | 46,8 | 45,0    | 56,0 |

Показатели: I – от всего древостоя; II – в том числе по хвойному хозяйству.

Полученные данные согласуются с многочисленными литературными сведениями о низкой эффективности использования этого показателя [5–7]. Данные объема расчетной лесосеки показывают, что в лесах Иркутской области есть большие резервы для развития лесной промышленности без истощения лесов, однако, уже на сегодняшний день, некоторые лесничества Иркутской области (Иркутское, Тулунское, Заларинское, Куйтунское, Осинское, Кировское), испытывают недостаток в спелом древостое. Это связано, с тем, что на территории вышеуказанных лесничеств не проводится лесоустройство. Материалы лесоустройства на основании которых исчислялась расчетная лесосека устарели. Средняя давность проведения лесоустройства по области в настоящее время составляет около 30 лет. Произошедшие изменения за это время не нашли отражение в лесной статистике. Ситуация с лесоустройством означает, что база для исчисления расчетной лесосеки в среднем по области отражает ту ситуацию, которая была три десятилетия назад. За этот период было много вырублено леса, повреждено вредителями или сгорело. Кроме того, есть леса, в которых режим пользования официально ограничен, но они не исключены из базы для определения расчетной лесосеки (например, региональные заказники). Расчетная лесосека вычисляется на основании данных о современной структуре земель лесного фонда без учета данных о приросте лесов [8]. Во многих случаях исчисленная расчетная лесосека может существенно превышать этот прирост. Таким образом, ориентация на экстенсивную модель использования лесных ресурсов, то есть на полное использование расчетной лесосеки во многих случаях автоматически приведет к истощительному лесопользованию и быстрому сокращению доступных лесов Иркутской области. Как видно из данных, за последние пять лет объем расчетной лесосеки по всем видам рубок показал прирост объема на 5,7 % и в том числе по хвойному хозяйству на 6,3%, с достоверностью  $R^2 = 0,8$ . В настоящее время в целях реализации ст. 29.1, ст. 30 ЛК РФ, с большим трудом подбираются лесные насаждения, имеется «дефицит» в лесных насаждениях. Некоторые арендаторы лесных участков с трудом набирают лесосечный фонд на срок действия проектов освоения лесов. Расчетная лесосека на несколько десятилетий не может



быть достоверной. По состоянию на декабрь 2016 г. лесосырьевые ресурсы Иркутского лесничества истощены, остро стоит проблема с выделением древесины на территории лесничества. Основные причины истощения лесных ресурсов – незаконные рубки, лесные пожары. В действительности размер расчетной лесосеки оказался сильно завышен и фактически не отражает состояние лесного фонда. Таким образом, «размер расчетной лесосеки» в Иркутской области – это административная величина, хотя и рассчитываемая по установленному методу, в действительности не соответствует реальной ситуации в лесах, не отражает возможные объемы заготовки древесины.

Изучение эффективности использования метода «расчетной лесосеки» для реализации устойчивого управления лесными системами на примере лесхозов Иркутской области позволило сделать следующие выводы: Анализ временных рядов индикаторов с учетом региональных особенностей лесов, с течением времени позволит дать оценку критериев, характеризующих в целом состояние и восстановление разрушенных лесных систем, сохранение биоразнообразия и поддержание продуктивной, защитной, социально-экономической и др. функции лесов, и контроля эффективности управления лесами на всех уровнях. Показано, что использование расчетной лесосеки от всех видов рубок составило 38,0–43,0 процентов. Повышенный порядок расчетной лесосеки не соответствует критериям и индикаторам устойчивого лесопользования. Ориентация на более полное использование расчетной лесосеки неизбежно породит проблемы лесного хозяйства в будущем.

#### Библиографические ссылки

1. Основы устойчивого лесопользования : учеб. пособие для вузов. 2-е изд. перераб. / М. Л. Коропаческий, В. К. Тепляков, Т. О. Яницкая и др. / Всемирный фонд дикой природы (WWF). М. : WWF России, 2014. 266 с.
2. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 в последней действующей редакции от 1 марта 2017 года. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. Дицевич Я. Б., Белых О. А., Русецкая Г. Д. Противодействие преступности в сфере лесопользования: проблемы и перспективы // Всерос. криминологич. журн. 2017. Т. 11, № 2. С. 308–317.
4. Исаев А. С. Коровин Г. Н. Актуальные проблемы национальной лесной политики / Ин-т устойчивого развития ; Центр экологической политики России. М. : ООО «Типография Левко». 2009. 108 с.
5. Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования. М. : Лесная пром-ть, 1979. 216 с.
6. Соколов В. А., Втюрина О. П., Соколова Н. В. О ежегодной расчетной лесосеке в лесах Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. Т. 3, № 2. С. 213–218.
7. Коропачев В. П., Пережилин А. Н., Андрияс А. А. Использование лесных ресурсов в России // Хвойные бореальные зоны. 2016. Т. XXXIV, № 1-2. С. 56–60.
8. Кархова С. А., Давыдова Г. В. Деграция лесов мира и проблема обезлесения // Евразийское сотрудничество : материалы Междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 109–118.

© Белых О. А., 2019

## ПРОБЛЕМА ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ДАННЫХ

К. А. Бословяк, А. А. Медова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: kboslovyak@yandex.ru

*Рассматривается проблема обоснованности научных данных. Рассматривается научный процесс как способ создания знаний и предсказаний о мире. Научный образ мышления по своей сути допускает творчество в создании обоснований, оставаясь в пределах полученных данных.*

*Ключевые слова: наука, научные данные, обоснованность, объективность, надежность, научное сообщество, интерпретация научных данных.*

## PROBLEM OF VALIDITY SCIENTIFIC DATA

K. A. Boslovyak., A. A. Medova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: kboslovyak@yandex.ru

*The article deals with the problem of the validity of scientific data. The scientific process is considered as a way to create knowledge and predictions about the world. The scientific way of thinking permits the creation of substantiation in its essence, while remaining within the limits of the data obtained.*

*Keywords: science, scientific data, validity, objectivity, reliability, scientific community, interpretation of scientific data.*

Наука – это особый вид познавательной деятельности человека, направленный на получение, обоснование и систематизацию объективных знаний о мире, человеке, обществе и самом познании, на основе которых происходит преобразование человеком действительности [1, с. 162].

Актуальность заявленной темы состоит в том, что сбор, анализ и интерпретация научных данных, а также проблема их обоснованности представляет собой сложный процесс, который включает в себя познавательные и технические аспекты. Нами предпринята попытка рассмотрения основных этапов этого процесса. В работе мы даем определение понятия научных данных, последовательности их сбора и анализа. Подробнее мы останавливаемся на теме интерпретации научных данных, их достоверности и надежности.

За последние несколько десятилетий все большее число исследований подтвердило перспективы того, что интерпретация научных данных является не просто технической процедурой, а сложным процессом, в котором исследователи могут отдавать приоритет одним данным перед другими, выводить информацию и, следовательно, создавать новые знания. Без тщательного анализа данных, подтверждающих выводы, результаты научных исследований не будут восприниматься всерьез другими учеными.

Новизна работы состоит в том, что в рамках статьи мы попытались изложить последовательность основных шагов, предпринимаемых учеными в процессе обоснования полученных научных данных, нами поднимается тема достоверности и надежности как фундаментальных краеугольных камней научного метода.

Современная наука достигла больших успехов: расшифрован геном человека, генная инженерия побеждает болезни, построена единая теория электрослабого взаимодействия, в 2017 году впервые в науке ученые синтезировали металлический водород, применив почти 5 000 000 атмосфер давления к жидкому водороду. Это примерно в пять миллионов раз превышает давление, которое мы испытываем на уровне моря, и в 4500 раз больше, чем на дне океана.

Какой метод гарантирует достижение таких результатов? Мы представляем научные концепции как готовые данные: «земля круглая, электроны отрицательно заряжены, наш генетический код содержится в нашей ДНК, вселенной 13,7 млрд лет». При этом мы обладаем небольшим знанием о процессе, который привел к этим утверждениям. Но есть ряд вещей, которые отличают научный процесс и дают нам уверенность в знаниях, полученных в результате научной деятельности [3, р. 1].

Полученные в научном процессе данные являются наблюдениями и измерениями, которые после анализа и интерпретации могут быть превращены в доказательства для разрешения поставленной исследователями задачи. Данные лежат в основе всех научных исследований, и все ученые собирают данные в той или иной форме. Прогноз погоды, который помог вам решить, что надеть, например, был интерпретацией метеоролога, который анализировал данные, собранные спутниками [3, р. 8]. Данные могут иметь форму количества колоний бактерий, растущих в бульоне супа, серии рисунков или фотографий различных слоев породы, которые образуют горный хребет, количества жертв рака легких среди популяций курильщиков и некурящих или изменения среднегодовой температуры, предсказанные моделью глобального климата.

Поскольку ученые строят свою работу и работу других, важно, чтобы они были систематическими и последовательными в своих методах сбора данных и составляли подробные отчеты, чтобы другие могли видеть и использовать собранные ими данные.

Но сбор данных является лишь одним шагом в научном исследовании, а научное знание – это нечто большее, чем простое составление данных. Мир полон наблюдений, которые могут быть сделаны, но не каждое наблюдение представляет собой полезную часть данных. Все ученые делают выбор, какие данные наиболее важны для их исследований и что делать с этими данными: как превратить коллекцию измерений в полезный набор данных посредством обработки и анализа и как интерпретировать эти анализируемые данные в контексте того, что они уже знают.

Анализ данных: сложный и кропотливый процесс, который является постоянным процессом в исследовательском проекте. Обработка и анализ данных иногда ошибочно интерпретируются как манипулирование данными для достижения желаемых результатов, но на самом деле цель этих методов состоит в том, чтобы сделать данные более точными, а не изменять их в корне [3, р. 6].

Затем анализируемые данные могут быть истолкованы и объяснены. В целом, когда ученые интерпретируют данные, они пытаются объяснить модели и тенденции, выявленные с помощью анализа, принося все свои исходные знания, опыт и навыки, чтобы нести этот вопрос и связать их данные с существующими научными идеями. Учитывая личную природу знаний, которые они используют, этот шаг может быть субъективным, но субъективность изучается в процессе экспертной оценки.

Научные интерпретации не являются ни абсолютной истиной, ни личным мнением: это выводы, предложения или гипотезы о том, что означают данные, основанные на базе научных знаний и индивидуального опыта. Когда ученые начинают интерпретировать свои дан-

ные, они используют свои личные и коллективные знания, они используют опыт, логику и положение данного исследования на сегодняшний день для построения одного или нескольких правдоподобных объяснений данных. Как и в любой человеческой деятельности, ученые могут ошибаться, но подавляющее большинство ученых представляют интерпретации, которые, по их мнению, являются наиболее обоснованными и подтверждены данными [2].

Ученые интерпретируют данные на основе их базовых знаний и опыта; таким образом, разные ученые могут интерпретировать одни и те же данные по-разному, поэтому в научном сообществе ставится вопрос о проблемах обоснованности тех или иных предоставленных учеными данных. Таким образом, перед сообществом ставится вопрос о надежности предоставленных данных по конкретному исследованию.

Поскольку исследователи анализируют и интерпретируют свои данные они генерируют гипотезы, теории или законы, которые помогают объяснить результаты и поместить их в контексте совокупности научных знаний. Таким образом, совокупность научных знаний основывается на предыдущих идеях и постоянно растет.

Легко быть уверенным в научном процессе и наших знаниях, когда мы можем предоставить неопровержимые доказательства, например, вращаясь вокруг Земли на космическом корабле и обозревая планету. Но большинство научных исследований не приводят к такому очевидному подтверждению научных данных, и все же мы по-прежнему полагаемся и доверяем знаниям, полученным в процессе науки. Почему мы им доверяем? Наука имеет долгую историю создания полезных знаний, которые дают нам более глубокое понимание нашего окружения. Возьмите одно из утверждений, написанных выше: Вселенной 13,7 миллиардов лет. Почему мы должны быть уверены в этом заявлении?

Почему мы должны верить тому, что говорят ученые о возрасте Вселенной? У нас нет письменных источников о ее создании, и никто не смог «выйти за пределы» системы, как это сделали астронавты, когда они снимали Землю из космоса, чтобы измерить ее возраст [4, р. 48]. Однако природа научного процесса позволяет точно определить возраст наблюдаемой вселенной. Эти прогнозы были разработаны несколькими исследователями и протестированы с помощью многочисленных методов исследования.

Дебаты по интерпретации в данных, приводят к огромному увеличению числа научных исследовательских работ по изучаемому вопросу, а также многочисленные линии научных доказательств подтверждают, либо опровергают выводы, полученные на основании сбора данных. Одна из отличительных черт научных данных заключается в том, что они могут быть изменены, поскольку собираются новые данные и производятся переинтерпретации существующих [3, р. 2].

Со временем могут быть разработаны новые исследования или новые методы исследований, которые несколько уточнят возраст Вселенной. Так работает научный процесс; он может быть изменен по мере поступления информации и новых технологий, наша возрастная оценка может быть уточнена, но идея о расширяющейся вселенной вряд ли будет отодвинута. Поскольку доказательство основывается на поддержке идеи, наша уверенность в этой идее растет.

Увидев работу Хаббла, даже Альберт Эйнштейн изменил свое мнение о статической вселенной и назвал свои утверждения о космологической постоянной «самой большой ошибкой» в профессиональной карьере. Открытие Э. Хаббла фактически подтвердило постулаты теории относительности Эйнштейна, которая предсказывает, что Вселенная должна расширяться или сжиматься. Эйнштейн отказался принять эту идею из-за его культурных предубеждений [4, р. 52]. Его работа не предсказала статическую вселенную, но он предположил, что это должно быть так. Когда он увидел данные, он узнал, что его прежние убеждения были ошибочными, и пришел к согласию с выводами науки, стоящей за этой идеей.

Это один из признаков науки: хотя убеждения индивида могут быть предвзятыми из-за личного опыта, научное сообщество работает над сбором данных, чтобы можно было найти

более объективный вывод. Некорректные идеи могут поддерживаться на некоторое время, но в конечном итоге преобладание доказательств помогает нам исправить эти идеи. Принципы достоверности и надежности являются фундаментальными краеугольными камнями научного метода. Следуя нескольким основополагающим принципам, любой экспериментальный проект будет выдерживать строгий анализ и скептицизм научного сообщества [3, р. 7].

Например, когда-то теория «большого взрыва» вызывала немало нареканий, теперь она является ведущим объяснением происхождения Вселенной. Все это произошло благодаря сбору научных данных. Есть и другие вопросы, которые мы можем задать о происхождении Вселенной, на которые не может ответить наука. Ученые могут ответить, когда и как вселенная началась, но не может подсчитать причину, по которой она зародилась, например. Этот вопрос должен изучаться через философию, религию и другие способы мышления.

В каждой области человеческого знания – философии, логике, математике, естественных и гуманитарных науках – одна из центральных проблем – проблема достоверности и надежности имеющихся данных. Известная центральная философская проблема, высказанная Кантом: «Что я могу знать?» – проходит через всю историю и методологию науки с древнейших времен до настоящего времени.

Идея надежности заключается в том, что любые значимые результаты должны быть более чем одноразовыми и быть неотъемлемо повторяемыми. Чтобы поддерживать надежность, исследователь будет использовать как можно больше повторяющихся групп образцов, чтобы уменьшить вероятность того, что аномальная группа образцов изменит результаты. Надежность может быть определена статистически путем вычисления коэффициента корреляции. Если тест является надежным, он должен показывать высокую положительную корреляцию между повторными оценками.

Другие исследователи должны иметь возможность выполнять точно такой же эксперимент в тех же условиях и получать одинаковые результаты. Это укрепит результаты и обеспечит согласие научного сообщества с данной гипотезой.

Таким образом, каждый исследователь несет ответственность за то, чтобы его или ее научная работа была как можно более надежной, подтвержденной обоснованными научными данными.

### **Библиографические ссылки**

1. Трофимов В. В. Объективность науки и теоретические формы знания // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Философия. Социология. Право. 2017 № 3 (252). Вып. 39. С. 162–164.
2. Федотов А. Ю. Проблемы надежности в рамках различных типов научной рациональности // Психопедагогика в правоохранительных органах. 2017. № 4 (71). С. 24–28.
3. Glaze A. Teaching and Learning Science in the 21st Century: Challenging Critical Assumptions in Post-Secondary Science // Education Sciences. 2018. № 8 (1), 12. Pp. 1–8.
4. Mohajan H. Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability Haradhan Mohajan // Annals of Spiru Haret University. 2017. № 17 (3). Pp. 58–82.

© Бословяк К. А., Медова А. А., 2019

## **КРАУДИНВЕСТИНГ КАК ФОРМА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В «ЗЕЛЕНУЮ» ЭКОНОМИКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Т. П. Водопьянова, К. А. Карпович

Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13/а  
E-mail: vodopjanova@belstu.by

*Рассмотрена возможность применения краудинвестинга в области «зеленой» экономики (лесного хозяйства) Республики Беларусь.*

*Ключевые слова: краудинвестинг, финансирование, «зеленая» экономика, углерододепонирующая деятельность, лесное хозяйство.*

## **CROWDINVESTING IS FORM OF IMPLEMENTATION OF INVESTMENTS IN THE GREEN ECONOMY OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

T. P. Vodop'yanova, K. A. Karpovich

Belarusian State Technological University  
13/a, Sverdlov Str., Minsk, 220030, Republic of Belarus  
E-mail: vodopjanova@belstu.by

*The article discusses the possibility of using crowdinvesting in the field of «green» economy (forestry) of the Republic of Belarus.*

*Keywords: crowdinvesting, financing, «green» economy, carbon deposition, forestry.*

Важным направлением в эпоху глобализации выступает «зеленая» экономика. Согласно определению ООН результатом «зеленой» экономики является повышение благосостояния людей и социальной справедливости при существенном сокращении экологических рисков и экологической ограниченности. По определению Организации экономического сотрудничества и развития «зеленая» экономика – это модель экономического развития, основанная на устойчивом развитии и знании экономики окружающей среды [1].

«Зеленая» экономика опирается на триаду устойчивого развития (экономическую эффективность, социальную справедливость, экологическую безопасность), определяя ведущую институциональную роль экологического императива как носителя ценности незаменимых ресурсов жизнедеятельности общества и нового поведения человека [2].

В Республике Беларусь вопросам в сфере «зеленой» экономики уделяется существенное внимание: реализуются государственные программы и проекты, совершенствуется законодательство, разрабатываются основополагающие документы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

На современном этапе в Республике Беларусь реализуются следующие проекты: «Развитие лесного сектора Республики Беларусь», «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике», «Экологизация экономики в странах Восточного партнерства Европейского Союза» [3].

Согласно Национальному плану действий по увеличению абсорбции парниковых газов (леса, болота) на период до 2030 года основным запланированным показателем является компенсация 24 млн тонн выбросов углекислого газа за 2018–2030 годы, что возможно достичь за счет повышения продуктивности лесов, увеличения средней полноты насаждений, а также усиление углерододепонирующей функции болотных лесов, площадь которых 18,6 % от общей площади [4].

На рис. 1 представлена динамика углерода и площади лесного фонда в 1956–2017 гг.

На рис. 2 представлены изменения углерода, депонированного лесным фондом Республики Беларусь в 1956–2017 гг.

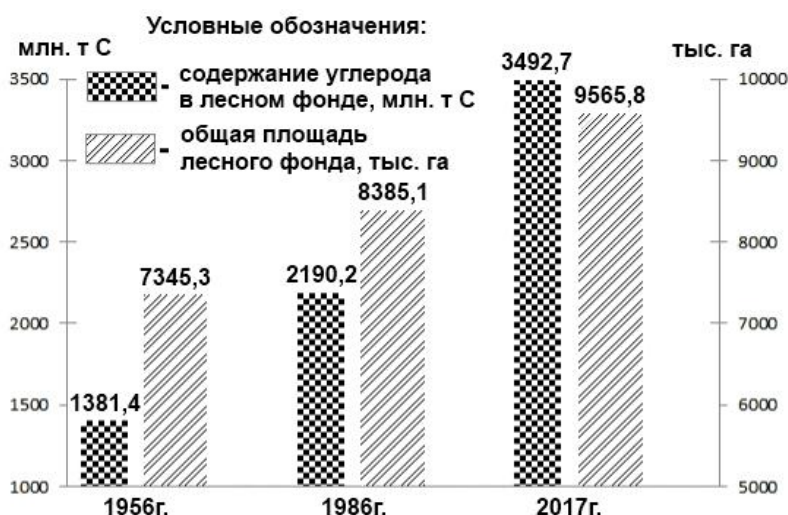


Рис. 1. Динамика углерода и площади лесного фонда Республики Беларусь [4]

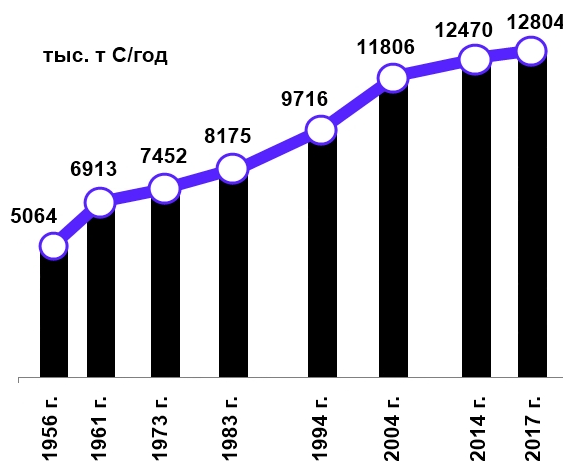


Рис. 2. Общее изменение углерода, депонированного лесным фондом Республики Беларусь [4]

Меры по увеличению роли лесного хозяйства Беларуси в области изменения климата представлены в таблице.

Согласно законодательству Республики Беларусь платность экосистемных услуг не предусмотрена и мероприятия по увеличению поглощения лесами углекислого газа практически не финансируются со стороны государства и международными инвесторами. В тоже время ряд других стран с более низкой эффективностью углерододепонирующей услуги лесов имеет доступ на добровольные углеродные рынки экосистемных услуг лесного хозяйства: получают значительные инвестиции в этой области.

**Меры по увеличению роли лесного хозяйства Беларуси в области изменений климата  
и их эффективность [4]**

| Наименование целевого мероприятия                                                                                         | Эффективность мероприятия                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Изменение режима и направления лесного хозяйства в болотных лесах переходного и верхового типов                           | Годичная абсорбция углекислого газа + 2,05 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                                                     |
| Создание лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой                                                             | Дополнительная годичная абсорбция углекислого газа + 1,83 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                                      |
| Применение лесоводственной системы «не-сплошная рубка – естественное возобновление леса»                                  | Дополнительная годичная абсорбция углекислого газа + 0,45 т CO <sub>2</sub> /га/год по сравнению со сплошной рубкой и созданием лесных культур посадочным материалом с ЗКС и + 2,28 т CO <sub>2</sub> /га/год по сравнению со сплошной рубкой и искусственным методом лесовосстановления |
| Реконструкция малоценных лесных насаждений                                                                                | Дополнительная годичная абсорбция углекислого газа + 5,13 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                                      |
| Уборка захламленности с использованием заготовленной древесины в топливных целях                                          | Увеличение абсорбции углекислого газа в количестве 1,4 тCO <sub>2</sub> /куб. метр                                                                                                                                                                                                       |
| Использование порубочных остатков от рубок главного пользования в топливных целях                                         | Увеличение абсорбции углекислого газа в количестве 1 тCO <sub>2</sub> /куб. метр                                                                                                                                                                                                         |
| Содействие естественному возобновлению в приспевающих и спелых древостоях                                                 | Увеличение абсорбции углекислого газа в количестве 7,2 тонны CO <sub>2</sub> на одном гектаре насаждения                                                                                                                                                                                 |
| Увеличение средней полноты насаждений                                                                                     | Увеличивает годичную абсорбцию углекислого газа лесным фондом в количестве 0,01P = +0,0674 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                     |
| Исключение из лесопользования на длительный срок отдельных лесных массивов                                                | Сохранимая (дополнительная) годичная абсорбция составляет порядка 1,5–2,0 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                      |
| Лесоразведение на площадях, неиспользуемых, малопродуктивных или низкоплодородных сельскохозяйственных земель             | Дополнительная годичная абсорбция углекислого газа порядка + 4,0 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                               |
| Создание культур ели под пологом среднеполнотных средневозрастных березовых и сосновых насаждений (подпологовые культуры) | Дополнительная годичная абсорбция углекислого газа + 3,36 т CO <sub>2</sub> /га/год                                                                                                                                                                                                      |

Как видно, деятельность лесохозяйственной сферы Беларуси заслуживает внимания международных инвесторов, в частности с использованием такого прогрессивного инструмента как краудинвестинг.

Краудфандинг – это добровольное сотрудничество людей, объединяющих свои ресурсы с целью оказать поддержку коммерческого или некоммерческого проекта, поддержка команд, помощь малоимущим, т. е. без кредита и займа. В Беларуси формы краудфандинга следующие: краудинвестинг (с целью получения прибыли), благотворительный и социальный краудфандинг. Для продвижения перспективной идеи можно обратиться к краудфандинговым площадкам, разместить на них данные о задуманном проекте: заявка, проект, бизнес-план. Лица, для которых этот проект интересен, смогут оказать предпринимателю или предприятию финансовую поддержку и получить бонусы от предпринимателя (предприятия).

Краудинвестинг – альтернативный финансовый инструмент для привлечения ресурсов в проекты от широкого круга микроинвесторов и для инновационных направлений, не имеющих достаточной кредитной истории или убедительного бизнес-плана для банка. Инвесторы получают долю в акционерном капитале организации и риск потери вложений и размер возможной прибыли не зафиксирован.

Сложность получения иностранных инвестиций путём краудфандинговых сборов связана с необходимостью выплачивать подоходный налог с собранных средств.

Привлечение средства происходит через специализированные краудинвестинговые платформы. В мире существует около 300 платформ, такие, как Slated, AngelList, EarlyShares,



Fundable, CircleUp, SeedInvest, Indiegogo, Crowdfunder, JumpStartupper, в Республике Беларусь – Ulej.by и Talaka.by.

Основными препятствиями, стоящим перед рынком краудинвестинга являются законодательные ограничения, допускающие на площадки только аккредитованных инвесторов.

В рамках краудинвестинга в области лесного хозяйства предлагается осуществить проект по совершенствованию питомнического хозяйства ГЛХУ «Молодечненский лесхоз», входящий в состав Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Преимуществом посадочного материала с закрытой корневой системой является более высокая приживаемость, лучший рост в первые годы, большая устойчивость на площадях с экстремальными лесорастительными условиями, возможность высаживать на лесокультурную площадь в течение безморозного периода, что позволяет равномерно распределить энергетические и трудовые ресурсы.

Вложения в питомническое хозяйство в размере 35 тыс. долл. США планируется осуществить: 30 % – за счет собственных средств организации, остальные 70 % (24,5 тыс. долл. США) – с помощью краудинвестинга.

Таким образом, планируемое мероприятие для ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» внесет свой вклад в выполнение поставленных показателей Национального плана действий по увеличению абсорбции парниковых газов поглотителями для Минского ГПЛХО (12,1 тыс. га) за счет дополнительного создания лесных культур сеянцами с закрытой корневой системой.

Планируемые на перспективу действия и мероприятия в области лесного хозяйства и «зеленой» экономики требуют значительных средств, привлечение которых возможно с помощью краудинвестинга. Принципиально важным его преимуществом является массовая оценка перспективности проекта, завязывание полезных контактов, получение знаний и опыта, стимулирование «зеленых» проектов и развития «зеленых» технологий.

Таким образом, при определённом интересе государства и при плодотворной работе с законодательными нормами, белорусский краудфандинг и краудинвестинг может иметь будущее.

### **Библиографические ссылки**

1. О зеленой экономике [Электронный ресурс]. URL: [http://www.greenlogic.by/about\\_green.html/](http://www.greenlogic.by/about_green.html/) (дата обращения: 06.11.2018).
2. Экономика природопользования / А. В. Неверов, А. В. Равино, Н. А. Лукашук и др. Минск : Колоград, 2016. С. 238. URL: <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/100/Posobie-Ekonomika-prirodopoljzovaniya.pdf> (дата обращения: 20.11.2018).
3. Зеленая экономика [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.by/ru/test-18-ru/> (дата обращения: 06.11.2018).
4. Национальный план действий по увеличению абсорбции парниковых газов поглотителями (леса, болота) на период до 2030 года (проект). URL: <http://bio.ekonoom.ru/nacionalenij-plan.html> (дата обращения: 20.11.2018).

© Водопьянова Т. П., Карпович К. А., 2019

## **УЧЕТ МАТЕРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

А. С. Долгих

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: dolgich\_anna@mail.ru

*Анализируется влияние сформированной в бухгалтерском учете информации об учете материально-производственных запасов на управленческие решения.*

*Ключевые слова: материально-производственные запасы, готовая продукция, материалы.*

## **ACCOUNTING OF MATERIAL AND PRODUCTION RESERVES FOR ADOPTING ADMINISTRATIVE DECISIONS**

A. S. Dolgikh

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: dolgich\_anna@mail.ru

*The article analyzes the impact of the information on the accounting of inventories formed in the accounting records on management decisions.*

*Keywords: inventories, finished products, materials.*

Экономическая ситуация в современном мире диктует условия необходимости внедрения инновационного подхода в производственные сферы. В том числе в организациях лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслях. Хозяйствующие субъекты должны принимать управленческие решения, с учетом стратегически разработанными целями, связанных с политикой развития предприятия и при этом оснащением его необходимыми материальными ценностями при минимальных затратах. Последнее же не должно противоречить бухгалтерскому и налоговому учету. Цель настоящего исследования – анализ значимости сформированной информации об учете материально-производственных запасов (МПЗ) на управленческие решения. При написании данной статьи использовались такие методы как анализ, систематизация, обобщение.

Материально-производственные запасы представляют собой часть оборотного капитала и являются важной составляющей производства в целом. Согласно ПБУ 5/2001 к материально-производственным запасам относятся материалы, готовая продукция и товары [1].

Вопросы по материально-производственным затратам являются всегда актуальными, как для лесозаготовительных организаций, так и для деревообрабатывающих. В составе имущества лесозаготовительных организаций исходного сырья и материалов немного, здесь преобладает доля готовой продукции. Материалы же представлены, в основном, в виде ГСМ.

Деревообрабатывающие же производства, как правило, характеризуются большой материалоемкостью, поэтому и материалы и готовая продукция здесь представлены значительно. Поэтому как видим, данная тема актуальна для указанных отраслей. По исследуемому

участку учета совершается масса ошибок, а несвоевременное выявление нарушений в документальном оформлении и отражении не всех материально-производственных запасов говорит о недостоверности выдачи, возврата и хранения запасов. Отсутствие достоверности данных о наличии и движении материально-производственных запасов может привести к неверному управленческому учету и как следствие, к убыткам. Затраты на материально-производственные запасы служат основой и являются необходимым условием выполнения программы выпуска и реализации продукции, снижения ее себестоимости.

Важными задачами учета материально-производственных запасов являются:

- формирование фактической себестоимости МПЗ;
- верное и своевременное выполнение операций заготовлению, поступлению и отпуску запасов;
- контроль за сохранностью запасов на местах их хранения;
- контроль за соблюдением установленных предприятием норм запасов, обеспечивающих постоянный выпуск продукции, выполнение работ и оказание услуг и др.

При этом существуют определенные требования, предъявляемые к учету материально-производственных запасов:

- сплошное и полное отражение движения и наличия запасов;
- учет количества и оценка запасов;
- оперативность учета запасов;
- достоверность;
- соответствие синтетического учета данным аналитического учета на начало каждого месяца (по оборотам и остаткам);
- соответствие данных складского учета и оперативного учета движения запасов в подразделениях организации данным бухгалтерского учета.

Приобретение материалов может осуществляться по средствам его покупки, передачи его в безвозмездное пользования, а так же могут быть изготовлены самостоятельно и др., но, конечно же первый источник является наиболее распространенным. Важным управленческим моментом для организации учета МПЗ является установление в учетной политике по какой стоимости они будут отражаться при оприходовании.

Так же, важным управленческим вопросом является метод списания запасов. Законодательством разрешены три метода [2]. Метод ФИФО представляет собой фиксирование цены поступившей первой партии в бухгалтерском учете, это означает, что в учете первыми списывают МПЗ, которые первыми и поступили. При оценке и учете материально-производственных запасов по фактической себестоимости за каждую единицу закупаемых запасов требуется идентификация всех производимых закупок. Данный метод трудоемок и удобен для использования при производстве небольших партий товаров. Метод по средней себестоимости определяется по каждой группе материалов, как частное от деления общей себестоимости группы материалов на их количество. Выбор метода списания в обязательном порядке фиксируется в учетной политике.

При учете материально-производственных запасов чаще всего совершаются следующие ошибки:

- отсутствие в организации договоров о полной материальной ответственности с лицами, ответственными за сохранность материальных ценностей, что приводит к отсутствию личной ответственности за сохранность запасов, а значит и к их растрате;
- в организации не создается резерв под обесценение МПЗ, что приводит к искажению показателей отчетности, так как они отражаются в ней не по реальной стоимости;
- оприходование поступающих товарно-материальных ценностей производится без оформления приходных ордеров М-4 или проставления штампа с реквизитами приходного ордера на накладной поставщика, что приводит к неверному оформлению документов и ставит под сомнение совершение операции;

- приобретенные материально-производственные запасы не приходуются на счета материального учета;
- неверно указана ставка НДС, что приводит к искажению налоговой базы по НДС, к неверному заполнению декларации и невозможности возмещения НДС с бюджета, особенно внимательно к этому типу ошибок необходимо будет относиться в ближайшее время, так как ставка НДС с 01.01.2019 года изменится с 18 до 20 %;
- неверное определение способа списания МПЗ при выбытии, что приводит к искажению суммы расходов, а значит и прибыли;
- неверный учет излишков, обнаруженных при инвентаризации, что искажает сумму прочих доходов, а значит и конечного финансового результата;
- ГСМ включаются в расходы без оприходования на счета учета МПЗ, что приводит к невозможности подтверждения факта хозяйственной операции.

Выше представленные ошибки, являются одними из самых распространенных в учете. Следует отметить также, что приведенные выше ошибки не только искажают информацию о МПЗ, что отражается на качестве управленческих решений, но искажают показатели бухгалтерской финансовой отчетности [3].

Таким образом, целевые ориентиры при управлении любой коммерческой организации в вопросах материально-производственных запасов заключается в том, чтобы получить всевозможные запасы по минимальным ценам. Для решения данной задачи необходимо понимание функций управления, а для этого необходимо заняться планированием и прогнозированием затрат, выявить риски и узкие места.

Эффективная реализация указанных функций во многом определяется качеством учетной информации, которая интерпретируется при проведении анализа материально-производственных запасов, методики которого уделяется все больше внимания в научной литературе. В этом случае управленческое решение следует составлять не только на понимании особенностях технологии учетного процесса, используя для подтверждения достоверности результаты аудиторской и иных проверок, а также с учетом понимания возможных «парадоксов» присущих бухгалтерскому учету.

Таким образом, эффективность любого управленческого решения, определяется эффективностью управления его материальными затратами и формирования достоверной информации о них.

### **Библиографические ссылки**

1. Учет материально-производственных запасов [Электронный ресурс] : Положение по бухгалтерскому учету ПБУ 5/01 : утв. Приказом Минфина РФ от 9 июня 2001 г. № 44н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Методические указания по бухгалтерскому учету материально-производственных запасов [Электронный ресурс] : утв. Приказом Минфина РФ от 28 декабря 2001 г. № 119н. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О формах бухгалтерской отчетности организации. [Электронный ресурс] : Приказ Минфина РФ [№ 66н от 02.07.2010]. Электрон. дан. Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103394/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103394/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518/). Загл. с экрана (дата обращения: 07.11.2018).

© Долгих А. С., 2019

## ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БИОСФЕРЕ

Д. Н. Жданова, Н. В. Шмарин, А. А. Медова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

*В публикации рассмотрено понятие биосферы и концепция биогеохимических исследований В. И. Вернадского. Особое внимание уделено механизму взаимодействия биосферы с неживой природой. Описана роль живых организмов в образовании веществ, находящихся на поверхности земного шара.*

*Ключевые слова: живое вещество, материя, биосфера, биомасса Земли.*

## EVOLUTION OF SCIENTIFIC REPRESENTATIONS ABOUT THE BIOSPHERE

D. N. Zhdanova, N. V. Shmarin, A. A. Medova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: darya.zhdanova.96@bk.ru

*The publication discusses the concept of the biosphere and the concept of biogeochemical research by V. I. Vernadsky. Particular attention is paid to the mechanism of interaction of the biosphere with inanimate nature. The role of living organisms in the formation of substances on the surface of the globe is described.*

*Keywords: living matter, matter, biosphere, biomass of the Earth.*

Промышленно-хозяйственная деятельность лесного комплекса тесно связана с проблемами развития природоохранных функций лесов. Для улучшения состояния лесной среды как части биосферы, необходимо повышение экологичности используемых технологий добычи леса. Данный подход требует полной переориентации всего лесного комплекса на ресурсосберегающий путь развития. Такой переход возможен только на основе использования новейших достижений науки и техники, в свою очередь базирующихся на современном понимании живой материи как планетарной оболочки, в которой происходят процессы объединения биосферы, геосферы и деятельности человеческого разума.

Понятие «материя» многогранно. Живая материя имеет в основе те же физические свойства, что и неживая. В целом материя представляет совокупность вещества и поля, которые выступают как разные виды материи. Веществом можно называть объекты и системы, обладающие массой покоя. Что касается различных полей, то это виды материи, не имеющие массы покоя. Например, электромагнитное поле представляет излучение в форме квантов (порций) энергии. Существует также гравитационное поле, нейтринное излучение. Между веществом и полем не существует строгой границы, потому как элементарные частицы вещества, например электроны, обладают одновременно корпускулярными и волновыми свойствами (дуализм волны и частицы). Нильс Бор, выдающийся датский физик, сформулировал эти базовые положения квантовой (волновой) механики в 20–30-е годы XX века.

Зарождение Земли и жизни на ней – это единый взаимосвязанный процесс, который представляет собой результат химической эволюции вещества Солнечной системы. Все живые организмы неразрывно связаны со средой их обитания, и образуют особую оболочку Земли – биосферу. Современная биосфера нашей планеты является результатом продолжительной эволюции живого вещества и трансформации всей окружающей среды. В философии имеется несколько определений живого вещества. Живое вещество понимается как сумма живых организмов, населяющих нашу планету, как живые организмы, которые существовали или существуют на определенном отрезке времени, и являющихся мощным геологическим фактором. Живое вещество – это все живые организмы биосферы (животные, растения, насекомые и др.), численно выраженные простым химическим составом, массой и энергией [1]. Последнее определение относится к концепции В. И. Вернадского.

Впервые в своих трудах представление о биосфере описал французский натуралист Жан Батист Ламарк. Он стал первым из биологов, который явно обозначил огромную роль живых организмов в образовании земной коры. По его мнению, все вещества, которые находятся на поверхности земного шара и образуют его кору, были сформированы благодаря деятельностью живых организмов. Термин биосфера в буквальном переводе – сфера жизни [2]. В таком смысле Эдуардом Зюссом в 1875 году он и был впервые введен в науку. По инициативе австрийского геолога, биосфера была включена в геологические науки. Но стоит отметить и тот факт, что задолго до этого биосфера рассматривалась множеством других естествоиспытателей, она носила такие названия как, например, «картина природы», «пространство жизни», «живая оболочка Земли» и т. п. [5].

В самом начале биосфера понималась только как совокупность всех живых организмов, обитающих на нашей планете. Даже Эдуард Зюсс, автор данного термина, в своей книге «Лик Земли» (1909 г.) не писал про воздействие биосферы на неорганическую природу. Однако со временем в сознании учёных стала возникать идея о том, что между живой и неживой природой существует тесные взаимосвязи, а также об обратном воздействии на окружающую неорганическую среду, которое оказывают живые организмы. В этой связи на рубеже XIX–XX вв. наукой всё шире рассматривается идея целостного подхода к изучению природы, формируется системный подход. Такой подход значительно повлиял на исследования в области проблем связанных с воздействием живых (биотических) факторов на физико-химические (абиотические) условия. Например, в результате исследований было выявлено, что состав морской воды в большей мере зависит от активности морских организмов, а растения, живущие на песчаной почве, довольно сильно изменяют её структуру. Даже состав нашей атмосферы контролируется живыми организмами.

Исходя из вышеперечисленного, становится очевидно, что биосфера не может рассматриваться отдельно от неживой природы. С одной стороны она от неё зависит, с другой способна сама на неё воздействовать, и лишь такой подход способен дать достаточно глубокое и ясное представление о концепции биосферы.

Биосфера как особая оболочка Земли в геохимическом и энергетическом отношении в нашей стране была рассмотрена выдающимся натуралистом Владимиром Ивановичем Вернадским. Им было создано глубокое учение о биосфере, которое в дальнейшем пополнилось новыми идеями, главным образом советских учёных, в частности биогеохимиком и экологом Виктором Владиславовичем Ковальским, советским геохимиком Александром Павловичем Виноградовым, Борисом Борисовичем Полыновым, советским учёным, специалистом в области почвоведения, геохимии и географии, профессором, академиком АН СССР, и многими другими.

В. И. Вернадский (1864–1945) является основоположником научного направления, названного им биогеохимией, которое легло в основу современного учения о биосфере [3]. Вернадский считал, что всё живое вещество в биосфере распределено неравномерно. Большая его масса сосредоточена в приповерхностном слое суши толщиной 50–100 м и в припо-

верхностной толще воды (10–20 м.). Здесь находится более 90 % биомассы Земли. В приповерхностном слое имеются пространства, густо заселенные живыми организмами (тропики и субтропики, теплые моря), и менее заселенные территории (пустыни, высокогорья, арктические и антарктические области). Для остальных территорий биосферы характерно, по словам Вернадского, «разрежение живого вещества». В пределах биосферы, тем не менее, нет абсолютно безжизненных пространств. Бактерии и микроорганизмы можно встретить даже в самых суровых условиях обитания. Вернадским была высказана идея о том, что живое вещество способно «растекаться» по поверхности планеты; оно с огромной скоростью захватывает все незанятые участки биосферы, что обуславливает «давление жизни» на неживую природу [4].

Биосфера это сложнейшая организация материи, в которой существуют различные неорганические формы движения связанные с живым веществом. Все живое население нашей планеты – живое вещество, находится в постоянном круговороте биофильных химических элементов. Биологический круговорот веществ в биосфере связан с большим геологическим круговоротом. Миллионы видов организмов, существующих в биосфере, живут не сами по себе, а в закономерных ассоциациях многочисленных особей – биоценозах. По существу, зарождение первых живых организмов на нашей планете было появлением биоценозов. Иначе говоря, любая форма жизни связана с определенной средой, и, таким образом можно говорить о том, что проблема происхождения жизни есть проблема происхождения биосферы.

#### **Библиографические ссылки**

1. Национальная философская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <http://terme.ru/> (дата обращения: 18.11.2018).
2. Эволюция представлений о биосфере [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/6017900/page:12/> (дата обращения: 17.11.2018).
3. Учение Вернадского о биосфере [Электронный ресурс]. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/biosfera-vernadskogo.html/> (дата обращения: 17.11.2018).
4. Биосфера [Электронный ресурс]. URL: <http://cito-web.yspu.org> (дата обращения: 17.11.2018).
5. Биосфера [Электронный ресурс]. URL: <https://works.doklad.ru/view/0sbpn4CF6-c/all.html> (дата обращения: 19.11.2018).

© Жданова Д. Н., Шмарин Н. В., Медова А. А., 2019

## **ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ФУНКЦИЙ ЛОГИСТИКИ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Л. Н. Захарова, С. В. Брусенко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: logistatzln@mail.ru

*Рассмотрен состав логистических функций в свете глобализации экономического пространства. Исследованы факторы, обуславливающие развитие логистических функций под влиянием глобализации экономических систем. Представлены проблемы глобализации экономики Енисейской Сибири и обоснованы перспективные направления решения этих проблем.*

*Ключевые слова: Енисейская Сибирь, логистические системы и логистические функции, логистическая инфраструктура, факторы развития.*

## **FACTORS OF DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONS OF LOGISTICS IN REGIONAL ECONOMY**

L. N. Zaharova, S. V. Brusenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: logistatzln@mail.ru

*The authors consider the composition of the logistics functions in the light of the globalization of the economy. They explored the factors driving the development of logistics functions under the influence of the globalization of economic systems. The article presents the problems of economic globalization the Yenisei in Siberia and grounded perspective directions of solutions to these problems.*

*Keywords: Eniseyskaya Siberia, logistics systems and logistics functions, logistics infrastructure, factors of development.*

Усиление конкуренции продуктов и услуг обусловлено ростом численности населения и числа предприятий. Так, по данным Организации Объединенных Наций годовые темпы роста численности населения мира в 2005–2015 гг. составили 1,2 %. В то же время годовые темпы роста валового внутреннего продукта (ВВП) в ценах 2010 г. за 2010–2016 г. превысили темпы роста численности населения в два раза и составили 2,4 % [1; 2]. Ускорение темпов роста ВВП по сравнению с увеличением численности населения ведет к ужесточению конкурентной борьбы как отдельных предприятий и организаций, так и транснациональных корпораций.

Экологические и инфраструктурные показатели за рассматриваемые годы имеют следующие тенденции. Выбросы CO<sub>2</sub> за 2005–2010 гг. возросли на 13,5 % и на 8 % за 2010–2014 гг. Производство первичных энергоносителей за 2005–2010 гг. увеличилось на 11,3 % и на 8 % за 2010–2014 гг. При этом площадь лесных районов за 2005–2015 гг. сократилась на 1 %.

Производство продукции и оказание услуг в условиях высокой конкуренции в глобальной экономике приводят к появлению новых форм, методов и моделей реализации логисти-



ческих функций для удовлетворения спроса потребителей. Зарубежный опыт свидетельствует о том, что наиболее прочные позиции на рынке занимают фирмы, работающие на основе концепций интегрированной логистики (4PL, 5PL и 6 PL). В России преобладают логистические системы, относящиеся к классу 3PL.

Среди общих функций управления к логистическим можно отнести прогнозирование, планирование, координацию, учет, контроль и анализ. Эти функции становятся особенно актуальными при разработке стратегий развития территорий, являющихся крупными региональными образованиями, такими как Енисейская Сибирь.

Для проектирования и дальнейшего развития логистических систем Енисейской Сибири необходима разработка логистических паспортов, территорий [3]. Они способствуют учету региональных особенностей производства и обращения товаров, сложившихся под влиянием географических, природно-климатических и социально-экономических факторов. Кроме того, они позволяют выявить точки роста бизнеса.

Рассматривая базисные, ключевые и поддерживающие функции логистики в соответствии с их трактовкой в работах [4; 5], необходимо учитывать значительную территориальную разбросанность «островных» объектов логистики Енисейской Сибири. Кроме того, региону в силу удаленности от центральных районов России присуща недостаточная развитость материально-технической базы отдельных видов транспорта, особенно автомобильного и железнодорожного в отдаленных районах края и республик.

К важным факторам развития логистических функций относятся достигнутые объемы производства, удельный вес обрабатывающего производства, инвестиции в обрабатывающее производство, плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, количество предприятий и организаций, объемы грузовых перевозок и грузооборот.

Согласно [6] по объёму произведенного валового регионального продукта (ВРП) на душу населения в Сибирском федеральном округе Красноярский край занимал 1 место, Республика Хакасия – 5 место и Республика Тыва – 12 место. В структуре ВРП доля транспорта и связи составила 7,2 % по Красноярскому краю, Республике Хакасия – 8,1 %, Республике Тыва – 3,2 %. Еще большие различия наблюдались в обрабатывающем производстве: 31,8 %; 13,8 % и 1,1 % соответственно.

Положительная динамика характеризует структуру инвестиций в Республике Хакасия. Удельный вес инвестиций в обрабатывающие производства в 2017 г. по сравнению с 2012 г. в Хакасии вырос на 12,2 % (в Красноярском крае за этот период он снизился на 3,3 %). Это нашло отражение в динамике объёмов производства. В Хакасии она была положительной и сохранялась устойчивой в 2016–2017 гг., что позволило занять республике лидирующие позиции среди регионов СФО по удельному весу инвестиций в обрабатывающие производства.

На 1 января 2018 г. в Статрегистре Росстата по Красноярскому краю в сфере обрабатывающих производств на учете находилось 6,9 % от общего числа организаций, в Хакасии – 8,8 %, в Тыве всего лишь 3,1 % [6]. Это характеризует негативные тенденции развития производства в данных регионах.

Наибольшей плотностью автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в Енисейской Сибири по данным на конец 2016 г. характеризуется материально-техническая база автомобильного транспорта Республики Хакасия (пятое место среди регионов СФО) и наименьшей – Красноярский край. В 2016 г. он занимал последнее место среди регионов СФО.

По грузообороту Красноярский край занимал первое место в СФО в 2012–2016 гг. среди организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей – владельцев грузовых автомобилей. По объёму грузовых перевозок максимальные значения за период 2012–2016 гг. достигнуты в Красноярском крае в 2013 г., в Хакасии и Тыве в 2014. Это отразилось на объёме грузооборота: максимальные значения по всем трем регионам были достигнуты в 2014 г., а затем снизились, что свидетельствует о стагнации производства.

В результате среднедушевые реальные денежные доходы населения в крае, Республике Хакасия и Тыве за 2017 год снизились на 2,6, 4,6 и 5,2 % соответственно. Такая динамика среднедушевых реальных доходов не соответствует целям устойчивого развития, принятым ООН в соответствии с Резолюцией 70/1 «Преобразование мира. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [7]. Среди 17 целей и 169 задач сбалансированного устойчивого развития стран в области экономики, социальной интеграции и экологической устойчивости первой целью является повсеместная ликвидация нищеты во всех её формах, второй – ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства.

Для достижения целей устойчивого развития необходимо особое внимание уделять реализации таких конкретных логистических функций, как поддержание и повышение стандартов обслуживания потребителей, управление закупками, транспортировка, управление запасами, управление процедурами заказов, управление производственными процедурами, ценообразование и физическое распределение продукции.

Условием улучшения обслуживания потребителей в сфере производства является внедрение обязательной сертификации товаров на основе российских и международных стандартов качества продукции и современного сервиса, в том числе, послепродажного.

В соответствии с этим необходимо разрабатывать мероприятия по усилению качества производства, хранения, транспортировки, упаковки и доставки продукции/ услуг потребителям.

На основе широкого применения цифровых технологий должна быть реализована информационная поддержка логистических процессов с материальными, энергетическими, финансовыми потоками и потоками рабочей силы и услуг. Все это должно быть направлено на формирование рациональных хозяйственных связей, построения оптимальных маршрутов продвижения товаров по звеньям логистических цепей, управления запасами в сфере обращения.

Важным направлением развития межхозяйственных связей в настоящее время является цифровая экономика. Цифровая экономика – это глобальная сеть экономических и социальных мероприятий, реализуемых через такие платформы, как Интернет, а также мобильные и сенсорные сети [8]. К преимуществам цифровой экономики относят снижение стоимости платежей, снижение затрат на продвижение товара, ускорение доставки товаров и услуг и более высокая доступность в территориальном аспекте. На основе цифровой экономики большинство бизнес-процессов компании могут реализовать в онлайн-режиме, что открывает перспективы для повышения эффективности фирм и успехов в конкурентной борьбе.

С учетом требований цифровой экономики необходимо шире внедрять фулфилмент – услугу, оказываемую на основе интернет-технологий и включающую, как правило:

- 1) прием товаров от поставщика;
- 2) хранение товара;
- 3) комплектацию заказа;
- 4) упаковку продукции;
- 5) отправку и контроль служб доставки;
- 6) обработку возвратов товаров (сервис-eTraction) [9].

На практике в качестве примера систем цифровой экономики выступают системы B2B, B2G, G2B, B2C, C2B и C2C.

Таким образом, для развития базисных, ключевых и поддерживающих функций логистики в регионах Енисейской Сибири необходимо наряду со строительством дорог с твердым покрытием развернуть широкое внедрение цифровых технологий, создание логистических паспортов территорий для выявления «точек роста» региона и проблем, тормозящих устойчивое его развитие. Необходимые финансовые ресурсы для этого можно получить за счет развития туризма, для которого также нужны хорошие дороги и коммуникационные

технологии. Развитие туризма, как показывает опыт проведения Универсиады-2019, позволяет повысить занятость населения, создать предпосылки расширения контактов с зарубежными и российскими партнерами.

### Библиографические ссылки

1. URL: <https://www.un.org/development/desa/ru>. Статистические данные и публикации ООН.
2. Карманный справочник мировой статистики, Нью-Йорк, 2018.
3. Белякова Е. В., Рыжая А. А. Инструменты управления региональной логистической системой // Логистические системы в глобальной экономике [Электронный ресурс] : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (14–15 марта 2016 г., Красноярск) : электрон. сб. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2016. С. 75–79.
4. Григорьев М. Н., Уваров С. А. Логистика : учебник, 4-е изд. М. : Юрайт, 2016. 836 с.
5. Гаджинский А. М. Логистика [Электронный ресурс] : учебник для вузов по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Товароведение», «Торговое дело», «Сервис» (квалификация «Бакалавр»). М. : Дашков и К, 2016. 418 с.
6. Енисейская Сибирь: Красноярский край, Республика Хакасия, Республика Тыва. Красноярскстат. Красноярск, 2018. 123 с.
7. Резолюция 70/1 «Преобразование мира. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». ООН.
8. Цифровизация экономики [Электронный ресурс] // БИТ. 2017. № 4. Режим доступа: <http://bit.samag.ru/uart/more/67> (дата обращения: 22.11.2018).
9. Ибрагимхалилова Т. В., Сеницина Я. А. Применение фулфилмента как альтернативного метода оптимизации логистических процессов и развития электронной торговли в Донецкой Народной Республике // Логистические системы в глобальной экономике [Электрон.ресурс] : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (14–15 марта 2017 г., Красноярск) С. 159–164. URL: <http://sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnye-meropriyatiya/konferentsii-sibgau/logisticheskie-sistemy-v-globalnoj-ekonomike>, свободный. Загл. с экрана.

© Захарова Л. Н., Брусенко С. В., 2019

## УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ОТЧЕТНОСТЬ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т. Б. Зыкова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tanaru@mail.ru

*Управление предприятием требует наличия соответствующей информации, формой предоставления которой является управленческая отчетность. Состав и содержание управленческой отчетности, ее периодичность носят конфиденциальный характер и разрабатываются конкретным предприятием исходя из своих целей. Кроме того, содержание информации управленческой отчетности зависит и от уровня управления, для которого она составляется.*

*Ключевые слова: управленческая отчетность, уровень управления, виды управленческой отчетности, показатели управленческой отчетности.*

## MANAGEMENT REPORTING OF WOODWORKING ENTERPRISES

T. B. Zyкова

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tanaru@mail.ru

*Enterprise management requires the availability of relevant information. This information is provided in the management reporting. The composition and content of management reporting, its frequency are confidential and developed by a particular enterprise based on its goals. In addition, the content of management reporting information also depends on the level of management for which it is prepared.*

*Keywords: management reporting, management level, types of management reporting, management reporting indicators.*

Любое управление основано на информации. Источником информации для принятия оперативных и стратегических управленческих решений является управленческий учет. Одной из важнейших задач управленческого учета является предоставление информации для целей принятия управленческих решений и оценка результатов деятельности деревообрабатывающего предприятия в целом, а также отдельных его структурных подразделений или процессов. Выполнение этой задачи непосредственно связано с составлением управленческой отчетности.

Управленческая отчетность – это система взаимосвязанных и взаимозависимых показателей, которые характеризуют условия и результаты деятельности предприятия в целом или его отдельных подразделений или процессов за определенный (отчетный) период. Цель составления управленческих отчетов – удовлетворение информационных потребностей руководства предприятия [2]. Эта цель достигается путем предоставления самой различной информации, которая позволяет руководству производить оценку совершенных операций

предприятия и контроль за ними, а также прогнозировать и планировать деятельность структурных подразделений предприятия либо отдельных направлений его деятельности (процессов).

В связи с этим определение требований к содержанию, периодичности, срокам, формам и порядку представления управленческой отчетности относится исключительно к компетенции менеджеров. Их задача состоит в том, чтобы разъяснить исполнителям свои требования – какую информацию и в каком объеме необходимо получить [2].

Информация в управленческой отчетности может быть представлена в натуральных измерителях, стоимостных или удельных. Каждый уровень управления деревообрабатывающего предприятия нуждается в определенной информации для принятия оптимальных управленческих решений, что должно найти свое отражение в содержании управленческой отчетности (табл. 1).

Таблица 1

Содержание управленческой отчетности для различных уровней управления

| Уровень управления         | Информация управленческой отчетности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высший уровень управления  | – данные, характеризующие фактические результаты производственной, инвестиционной и финансовой деятельности предприятия в целом и в разрезе основных структурных подразделений;<br>– результаты анализа воздействия внешних и внутренних факторов на достижение целей развития предприятия;<br>– плановые и прогнозные показатели работы предприятия на предстоящий период |
| Средний уровень управления | – показатели деятельности структурных подразделений и результаты их аналитической обработки;<br>– информация планового и прогнозного характера по предприятию в целом и по отдельным структурным подразделениям (по отдельности и в сравнении с другими);<br>– необходимая информация о смежных подразделениях и контрагентах                                              |
| Низший уровень управления  | – информация о деятельности мест возникновения затрат (с использованием системы синтетических и аналитических показателей);<br>– прогнозные оценки внутренних и внешних факторов;<br>– прочие данные, способные оказать влияние на формирование итоговых результатов деятельности мест возникновения затрат                                                                |

Управленческая отчетность характеризуется большим разнообразием форм и видов в зависимости от ее содержания, сроков составления, пользователями и т. д. Обобщенно системе управленческой отчетности можно представить в следующем виде (рис. 1).

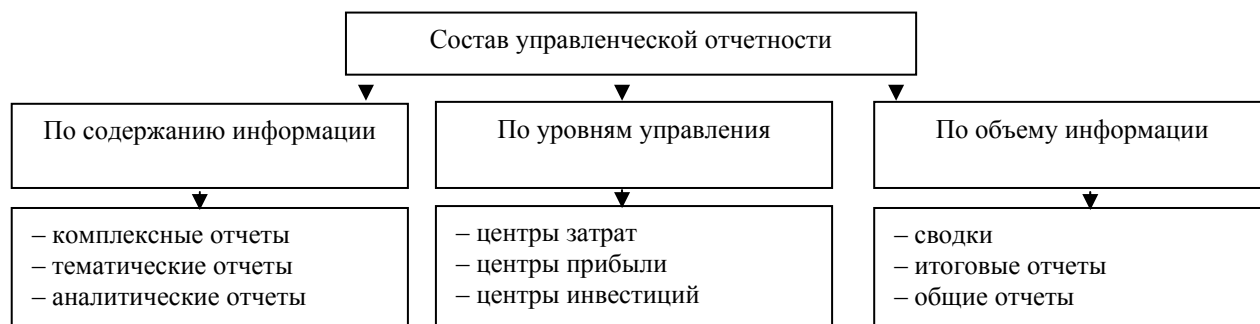


Рис. 1. Классификация видов управленческой отчетности по различным признакам

Управленческая отчетность используется, в том числе, и для выявления степени выполнения управленческих решений. Для этих целей в управленческой отчетности деревообрабатывающего предприятия отражаются прежде всего те показатели, которые максимально могут выразить установленные конкретные цели предприятия. Цели функционирования предприятия должны быть четко сформулированы и количественно выражены, иначе контроль за их выполнением крайне затрудняется или становится невозможным.

Наиболее значимые и практически необходимые для управления показатели должны быть самостоятельно определены руководством предприятия. При этом они призваны соответствовать следующим требованиям: раскрывать сущность явления; быть сопоставимыми; выражаться не только количественно, но и качественно; быть минимальными по количеству, но достаточными для управления [3]. Ключевые показатели деятельности деревообрабатывающего предприятия, предоставляемые высшему руководству, представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Отчет о ключевых контрольных показателях**

| Характеристика внешней среды                                              | Целевые значения показателей | Отчетные значения показателей | Отклонения |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|
| Темп роста рынка, %                                                       |                              |                               |            |
| Темп роста производительности труда в отрасли, %                          |                              |                               |            |
| Рыночная доля по отношению к основным конкурентам                         |                              |                               |            |
| Качество товара                                                           |                              |                               |            |
| Характер конкуренции                                                      |                              |                               |            |
| Рентабельность инвестиций, %                                              |                              |                               |            |
| Темп роста капиталоемкости (ресурсоемкость), %                            |                              |                               |            |
| Рентабельность продаж по чистой прибыли, %                                |                              |                               |            |
| Коэффициент использования производственной мощности                       |                              |                               |            |
| Затраты на маркетинг по отношению к объему продаж, %                      |                              |                               |            |
| Затраты на НИОКР по отношению к объему продаж, %                          |                              |                               |            |
| Затраты на управление по отношению к объему продаж, %                     |                              |                               |            |
| Затраты на управление качеством продукции по отношению к объему продаж, % |                              |                               |            |
| Маржинальный доход, руб.                                                  |                              |                               |            |
| Затратоотдача, руб.                                                       |                              |                               |            |
| Рост совокупной прибыли, %                                                |                              |                               |            |
| Рентабельность активов по чистой прибыли, %                               |                              |                               |            |
| Рентабельность продаж по прибыли от продаж, %                             |                              |                               |            |
| Коэффициент прогрессивного обновления оборудования                        |                              |                               |            |
| Степень автоматизации производственного процесса                          |                              |                               |            |
| Занятость персонала в аппарате управления                                 |                              |                               |            |
| Коэффициент дублирования функций                                          |                              |                               |            |
| Коэффициент рациональности структуры                                      |                              |                               |            |

Информация, которая необходима низшему уровню управления (внутренняя или управленческая отчетность подразделений), может быть представлена в виде следующего отчета (табл. 3).

Таблица 3

**Отчет о показателях деятельности структурного подразделения \_\_\_\_\_  
(место возникновения затрат)**

|                                                                                      |                   |                      |            |                           |                    |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|------------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| Отчетный период                                                                      |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| Пользователь отчетности                                                              |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| Отчетный показатель                                                                  | Плановое значение | Фактическое значение | Отклонение | Характеристика отклонения | Причина отклонения | Виновник отклонения |
| Объем выпуска в натуральном выражении                                                |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| Затраты на выпуск продукции, тыс. руб.:                                              |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – затраты на основные сырье и материалы                                              |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – затраты на оплату труда и социальное обеспечение основных производственных рабочих |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – расходы на амортизацию                                                             |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования                                  |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – расходы на топливо и энергию на технологические цели                               |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – затраты на вспомогательные материалы и инструменты                                 |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| – прочие общепроизводственные расходы                                                |                   |                      |            |                           |                    |                     |
| Составитель отчетности                                                               |                   |                      |            |                           |                    |                     |

Внутренняя отчетность подразделений – это система взаимосвязанных показателей о результатах деятельности подразделений за определённый промежуток времени (час, день, неделя, месяц и др.). К ее характеристикам относятся следующие:

- 1) отчет должен быть адресным и конкретным;
- 2) для принятия управленческих решений полезна оперативная информация;
- 3) форматы сегментных отчетов должны быть постоянны;
- 4) во внутренней отчетности должен даваться анализ не только достигнутых результатов, но и разрабатываться эффективные будущие решения;
- 5) не следует перегружать отчетность расчетами;
- 6) отчеты должны содержать только ту информацию, которая необходима для принятия управленческого решения [1, с. 184].

Показатели управленческой отчетности формируют с учетом требования существенности. Существенными считают показатели, без знания которых невозможна объективная оценка результатов деятельности предприятия и его структурных подразделений или процессов и принятие эффективных управленческих решений. При определении состава и содержания управленческой отчетности важно грамотно оценить существенность ее показателей, включив в отчетность всю полезную для обоснования управленческих решений инфор-

мацию и в то же время не перегружив отчетные формы второстепенными, несущественными сведениями.

К составлению управленческой отчетности предъявляются следующие требования: целесообразность; надежность; достаточность; адресность; объективность; своевременность; сопоставимость; экономичность; достоверность; полнота; целостность; последовательность представления; существенность.

При составлении управленческой отчетности на конкретном предприятии должны быть разработаны регламенты, предусматривающие содержание управленческой отчетности, направления ее использования и информационную базу составления различного рода отчетов.

Благодаря наличию на предприятии системы управленческой отчетности необходимая информация своевременно поступает в распоряжение руководства и помогает в процессе принятия решений во всех областях деятельности предприятия. Формируемая управленческая отчетность позволяет: устанавливать, почему производятся расходы и какую прибыль приносит то или иное подразделение, продукт или клиент; устанавливать уровень риска, приемлемый для каждой области деятельности предприятия; анализировать причины расходов и доходов; разрабатывать новые продукты и услуги, в которых нуждаются покупатели; создавать систему материального стимулирования в зависимости от достижения поставленных целей; повышать качество внутреннего контроля и т. д. таким образом, система управленческой отчетности является важной составляющей менеджмента, оказывающей влияние на все аспекты управления на всех уровнях.

### **Библиографические ссылки**

1. Бухгалтерский управленческий учёт : учеб. пособие / сост. О. Б. Вахрушева. Хабаровск : РИЦ ХГАЭП, 2013. 224 с.
2. Иванова Ж. А. Проблемы управленческого учета и пути их решения [Электронный ресурс] // Международный бухгалтерский учет. 2015. № 45. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 10.10.2018).
3. Смирнова Е. В., Цыганова И. Ю. Управленческий подход к формированию стратегической отчетности по сегментам бизнеса организации [Электронный ресурс] // Международный бухгалтерский учет. 2015. № 39. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.10.2018).

© Зыкова Т. Б., 2019



## **СУЩНОСТЬ И КЛАССИФИКАЦИЯ ДОХОДОВ И РАСХОДОВ КАК ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФИНАНСОВОГО РЕЗУЛЬТАТА**

Т. Б. Зыкова, С. В. Михайлова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tanaru@mail.ru

*Ключевым показателем эффективности деятельности организации является финансовый результат. Состав и формирование доходов и расходов от обычной деятельности, прочих доходов и расходов, финансового результата в целом имеют много методических и организационных особенностей. С точки зрения управления результатом деятельности организации важное значение имеет учет и анализ доходов, расходов и финансовых результатов, по итогам которого выявляются факторы, оказавшие влияние на размер прибыли, и намечаются мероприятия по использованию имеющихся резервов.*

*Ключевые слова: доходы, расходы, финансовые результаты, классификация расходов, классификация доходов, учет доходов и расходов.*

## **ESSENCE AND CLASSIFICATION OF INCOME AND EXPENSES AS THE BASIC ELEMENTS OF THE FINANCIAL RESULT**

T. B. Zyкова, S. V. Mikhailova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tanaru@mail.ru

*A key indicator of the effectiveness of the organization is the financial result. The composition and formation of income and expenses from ordinary activities, other income and expenses, and financial results in general, have many methodological and organizational features. From the point of view of managing the result of an organization's activities, it is important to take into account and analyze income, expenses and financial results, the results of which identify the factors that influenced the amount of profit and outline measures for using existing reserves.*

*Keywords: income, expenses, financial results, classification of expenses, classification of income, accounting of income and expenses.*

Важнейшим показателем эффективности работы предприятий химико-лесной отрасли являются их финансовые результаты. При этом особую актуальность приобретает достоверное определение показателя финансовых результатов. Поэтому реалистичность исчисления финансового результата организаций становится важнейшей задачей бухгалтерского (финансового) учета [3]. В современных условиях хозяйствования финансовый результат представляет собой итог финансово-хозяйственной деятельности организации, формируемый в денежной форме за определенный период. Финансовый результат представляет собой разницу между суммами доходов и расходов организации. При превышении доходов над расходами формируется прирост имущества – прибыль, при обратном соотношении – уменьшение имущества – убыток, что влияет на величину собственного капитала организации [6, с. 236].

Базовые элементы, участвующие в формировании конечного финансового результата – это доходы и расходы. Разнообразие хозяйственных ситуаций предприятий химико-лесной отрасли, связанных с признанием доходов в практике, правильная организация их бухгалтерского учета существенным образом влияют на величину доходов организации за отчетный период. Специфика деятельности и обусловленные ею особенности признания в учете доходов должны найти отражение в учетной политике каждой организации [7].

В соответствии с Положением по бухгалтерскому учету «Доходы организации» доходами организации признается увеличение за определенный период экономических выгод в результате поступления активов (денежных средств, иного имущества) и (или) погашения обязательств, приводящее к увеличению капитала этой организации, за исключением вкладов участников [1]. В зависимости от характера, условий получения и основных направлений деятельности организации, доходы в бухгалтерском учете группируются следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

**Виды доходов в соответствии с ПБУ 9/99 «Доходы организации»**

| Группы доходов                       | Виды доходов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Доходы от обычных видов деятельности | Выручка от реализации товаров, продукции, выполнения работ и оказания услуг, получаемая организацией при осуществлении направлений деятельности, определенных в уставных документах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Прочие доходы                        | Различные виды доходов и поступлений, которые не относятся к основным направлениям деятельности:<br>– поступления, обусловленные предоставлением во временное пользование за плату имущества;<br>– поступления, связанные с осуществлением операций по продаже имущества, не являющиеся основным видом деятельности;<br>– поступления, связанные с участием в уставных капиталах других организаций;<br>– штрафы, пени, неустойки за нарушение условий хозяйственных договоров;<br>– различные виды активов, полученные безвозмездно;<br>– проценты, начисляемые кредитными и прочими организациями за предоставление в пользование денежных средств;<br>– прибыль прошлых лет, наличие которой установлено в отчетном году;<br>– положительные курсовые разницы, возникающие в результате осуществления валютных операций;<br>– доходы и поступления в счет возмещения убытков;<br>– стоимость кредиторской задолженности с истекшим сроком исковой давности |

В соответствии с положением по бухгалтерскому учету «Расходы организации» расходы организации представляют собой определенное уменьшение экономических выгод организации, которое происходит в результате осуществления операций по выбытию активов или формированию обязательств [2].

Классификация расходов по видам осуществляется в соответствии с отраслевой спецификой предприятия и предполагает группировку основных статей калькуляции продукции. В состав прочих расходов организации включаются также суммы, которые организация затрачивает при возникновении чрезвычайных ситуаций, а также стоимость потерь и активов, которые списываются [2]. Расходы организации подразделяются на следующие группы (табл. 2).

Признание расходов в бухгалтерском учете осуществляется независимо от намерения организации получить выручку, прочие доходы, либо иные виды доходов. Также факт признания расходов не зависит от формы их осуществления – денежной, натуральной или какой-то иной. Признавать расходы предприятия химико-лесной отрасли должны в том отчетном периоде, в котором они фактически осуществлялись, при этом, не имеет значения факт их фактической оплаты, т. е. выбытия денежных средств или иного имущества.

Виды расходов в соответствии с ПБУ 10/99 «Расходы организации»

| Группы расходов                       | Виды расходов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Расходы от обычных видов деятельности | Расходы, связанные с реализацией продукции, товаров, выполнением работ и оказанием услуг, которые организация несет при осуществлении деятельности, определенной в уставных документах: материальные затраты; расходы на оплату труда; отчисления на социальные нужды; амортизация основных средств; прочие расходы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Прочие расходы                        | Различные виды расходов, осуществление которых не связано с основными видами деятельности: расходы, обусловленные предоставлением во временное пользование за плату активов; расходы, связанные с осуществлением операций по продаже имущества, не являющиеся основным видом деятельности; расходы, связанные с участием в уставных капиталах других организаций; штрафы, пени, неустойки, подлежащие уплате за нарушение условий договоров; проценты, уплачиваемые за предоставленные кредитные и заемные средства; оплата услуг учреждений банка за расчетно-кассовое обслуживание; убытки прошлых периодов, выявленные и признанные в отчетном году; суммы дебиторской задолженности, подлежащие списанию по истечении срока исковой давности; оплата расходов, связанных с благотворительностью и проведением культурно-массовых мероприятий; отрицательные курсовые разницы, возникающие в результате осуществления валютных операций; отчисления, связанные с формированием оценочных резервов |

В международной практике учета определение доходов и расходов раскрыто в Концептуальных основах финансовой отчетности (документ Совета по Международным стандартам финансовой отчетности), которые сами по себе не являются стандартом. Общие вопросы представления информации о доходах и расходах в бухгалтерской (финансовой) отчетности рассматриваются в МСФО 1 «Представление финансовой отчетности». Согласно МСФО доходы определяются как увеличение экономических выгод в течение отчетного периода в форме поступлений или улучшения качества активов либо уменьшения величины обязательств, которые приводят к увеличению собственного капитала, не связанному со взносами участников капитала [4]. Расходы в системе МСФО трактуются как уменьшение экономических выгод в течение отчетного периода в форме выбытия или «истощения» активов или увеличения обязательств, которые приводят к уменьшению собственного капитала, не связанному с его распределением между участниками капитала [4].

Специального стандарта по расходам, аналогичного ПБУ 10/99 «Расходы организации», среди МСФО нет. Определение расходов и условия их признания в финансовой отчетности содержит документ «Концептуальные основы финансовой отчетности». Определение расходов для целей МСФО практически то же, что и в российском ПБУ 10/99 «Расходы организации». Сравнительный анализ категорий «доходы» и «расходы» в соответствии с требованиями РСБУ и МСФО представлен в табл. 3.

Несмотря на схожесть в классификации доходов и расходов, существуют и различия. К примеру, МСФО 1 «Представление финансовой отчетности» прямо запрещает представление каких-либо статей доходов и расходов в качестве чрезвычайных статей как непосредственно в Отчете о финансовых результатах, так и в примечаниях к финансовой отчетности. ПБУ 10/99 приводит определение чрезвычайных расходов и предписывает их обособленное представление. Еще одно различие: ПБУ 10/99 предполагает отражение убытков прошлых лет, выявленных в отчетном году, в отчете о финансовых результатах. В соответствии с МСФО 8 «Учетная политика, изменения в расчетных оценках и ошибки» все ошибки прошлых лет не должны влиять на прибыли и убытки текущего года. Кроме того, в отчетности по российским стандартам требуется раскрытие расходов, состоящих из отчислений в оценочные резервы [5, с. 26].

## Сравнение требований по учету доходов и расходов в соответствии с РСБУ и МСФО

| Критерий сравнения             | РСБУ                                                                                                                                                                                                       | МСФО                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сущность доходов               | Увеличение экономических выгод в результате поступления активов и (или) погашения обязательств, приводящее к увеличению капитала организации, за исключением вкладов участников                            | Приращение экономических выгод в течение отчетного периода, происходящее в форме притока или увеличения активов или погашения обязательств, что выражается в увеличении капитала, не связанного с вкладами участников акционерного капитала            |
| Виды доходов                   | Доходы от обычной деятельности<br>Прочие доходы                                                                                                                                                            | Доходы от обычной деятельности<br>Прочие доходы                                                                                                                                                                                                        |
| Условия признания в учете      | Сумма доходов надежно подтверждена, имеется уверенность в получении экономических выгод                                                                                                                    | Существует вероятность получения будущих экономических выгод, величина доходов надежно оценена                                                                                                                                                         |
| Оценка доходов в учете         | Рыночная стоимость                                                                                                                                                                                         | Справедливая стоимость                                                                                                                                                                                                                                 |
| Сущность расходов              | Уменьшение экономических выгод в результате выбытия активов и (или) возникновения обязательств, приводящее к уменьшению капитала этой организации, за исключением уменьшения вкладов по решению участников | Уменьшение экономических выгод в течение отчетного периода, происходящее в форме оттока или уменьшения активов или увеличения обязательств, ведущих к уменьшению капитала, не связанного с его распределением между участниками акционерного капитала. |
| Виды расходов                  | Расходы от обычной деятельности<br>Прочие расходы                                                                                                                                                          | Расходы от обычной деятельности<br>Прочие расходы                                                                                                                                                                                                      |
| Оценка расходов в учете        | Принимаются к бухгалтерскому учету в сумме, исчисленной в денежном выражении, равной величине оплаты в денежной и иной форме                                                                               | Принимаются к учету в соответствии с требованиями отдельных стандартов, применяемых для оценки тех или иных видов расходов                                                                                                                             |
| Условия признания в учете      | Возникает уменьшение экономических выгод, уменьшение расходов может быть надежно измерено                                                                                                                  | Имеется уменьшение экономических выгод, сумма расходов надежно оценена, расходы происходят в соответствии с конкретным договором                                                                                                                       |
| Порядок отражения в отчетности | Методом начисления в соответствии со структурой отчета о финансовых результатов                                                                                                                            | Два варианта: по методу характера расходов, по методу функции расходов                                                                                                                                                                                 |

В заключение отметим, что категория финансовых результатов самым тесным образом связана с определениями доходов и расходов. Итоговый финансовый результат деятельности предприятия химико-лесной отрасли зависит от того, как в системе нормативных документов регламентируется учет доходов и расходов. Для ведения бухгалтерского учета финансовых результатов предусмотрена классификация доходов и расходов в соответствии с направлениями деятельности предприятия. Оценка и анализ доходов, расходов, финансовых результатов позволяют сделать заключение об экономическом положении организации, оценить рентабельность и финансовую устойчивость, сформировать представление о ее дальнейшем развитии.

## Библиографические ссылки

1. Положение по бухгалтерскому учету «Доходы организации» (ПБУ 9/99) : утв. приказом Минфина РФ от 06.05.1999 № 32н [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 15.10.2018).
2. Положение по бухгалтерскому учету «Расходы организации» (ПБУ 10/99) : утв. приказом Минфина РФ от 06.05.1999 № 33н [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2018).

3. Дружиловская Т. Ю., Ромашова С. М. Показатели доходов, расходов и финансовых результатов в учете и отчетности: теоретический и практический аспекты [Электронный ресурс] // Международный бухгалтерский учет. 2014. № 31. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 10.10.2018).

4. Концептуальные основы финансовой отчетности [Электронный ресурс]. URL: [https://docviewer.yandex.ru/view/0/?\\*=9foGoTL5Nz0T7r1YYZUD5DYCAZF7InVybCI6Imh0dHBzOi8vd3d3Lm1pbmZpbj5ydS9jb21tb24vdXBsb2FkL2xpYnJhcnkvMjAxNC8wNi9tYWluL2tvbnRzZXB0dWFsbnllX29zbn92eV9uYV9zYXl0LnBkZiIsInRpdGxlljoi29udHNlcHR1YWxueWVfb3Nub3Z5X25hX3NheXQucGRmIiwidWlkIjoiMCIslInl1IjoiNzgyMDI5NzE3MTUyNDU1OTk1OClslm5vaWZyYW1lIjp0cnVILCJ0cyI6MTUzOTU3NTA3NjA0MCwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbm9c9cnUmbmFtZT1rb250c2VwdHVhbG55ZV9vc25vdnlfbmFfc2F5dC5wZGYmdG09MTUzOTU3NTA2NyZ0bGQ9cnUmdGV4dD0lRDAIQkEIRDAIQkUIRDAIQkQIRDEIODYIRDAIQjUIRDAIQkYIRDEIODIIRDEIODMIRDAIQjAIRDAIQkIIRDEIOEMIRDAIQkQIRDEIOEIIRDAIQjUIMjAIRDAIQkUIRDEIODEIRDAIQkQIRDAIQkUIRDAIQjIIRDEIOEIIMjAIRDEIODQIRDAIQjglRDAIQkQIRDAIQjAIRDAIQkQIRDEIODEIRDAIQkUIRDAIQjIIRDAIQkUIRDAIQjklMjAIRDAIQkUIRDEIODIIRDEIODcIRDAIQjUIRDEIODIIRDAIQkQIRDAIQkUIRDEIODEIRDEIODIIRDAIQjglMjAIRDAIQkYIRDAIQkUIMjAIRDAIQkMIRDEIODEIRDEIODQIRDAIQkUmdXJsPWWh0dHBzJTnBJTJGJTJGd3d3Lm1pbmZpbj5ydSUyRmNvbW1vbiUyRnVwbG9hZCUyRmxpYnJhcnklMkYyMDE0JTJGMDYIMkZtYWluJTJGa29udHNlcHR1YWxueWVfb3Nub3Z5X25hX3NheXQucGRmJmxyPTYyJm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj0yYWM4MTE1YzhjNTYxZDY4MTliZGUyNTM0NWUyNDM3NCZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru](https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=9foGoTL5Nz0T7r1YYZUD5DYCAZF7InVybCI6Imh0dHBzOi8vd3d3Lm1pbmZpbj5ydS9jb21tb24vdXBsb2FkL2xpYnJhcnkvMjAxNC8wNi9tYWluL2tvbnRzZXB0dWFsbnllX29zbn92eV9uYV9zYXl0LnBkZiIsInRpdGxlljoi29udHNlcHR1YWxueWVfb3Nub3Z5X25hX3NheXQucGRmIiwidWlkIjoiMCIslInl1IjoiNzgyMDI5NzE3MTUyNDU1OTk1OClslm5vaWZyYW1lIjp0cnVILCJ0cyI6MTUzOTU3NTA3NjA0MCwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbm9c9cnUmbmFtZT1rb250c2VwdHVhbG55ZV9vc25vdnlfbmFfc2F5dC5wZGYmdG09MTUzOTU3NTA2NyZ0bGQ9cnUmdGV4dD0lRDAIQkEIRDAIQkUIRDAIQkQIRDEIODYIRDAIQjUIRDAIQkYIRDEIODIIRDEIODMIRDAIQjAIRDAIQkIIRDEIOEMIRDAIQkQIRDEIOEIIRDAIQjUIMjAIRDAIQkUIRDEIODEIRDAIQkQIRDAIQkUIRDAIQjIIRDEIOEIIMjAIRDEIODQIRDAIQjglRDAIQkQIRDAIQjAIRDAIQkQIRDEIODEIRDAIQkUIRDAIQjIIRDAIQkUIRDAIQjklMjAIRDAIQkUIRDEIODIIRDEIODcIRDAIQjUIRDEIODIIRDAIQkQIRDAIQkUIRDEIODEIRDEIODIIRDAIQjglMjAIRDAIQkYIRDAIQkUIMjAIRDAIQkMIRDEIODEIRDEIODQIRDAIQkUmdXJsPWWh0dHBzJTnBJTJGJTJGd3d3Lm1pbmZpbj5ydSUyRmNvbW1vbiUyRnVwbG9hZCUyRmxpYnJhcnklMkYyMDE0JTJGMDYIMkZtYWluJTJGa29udHNlcHR1YWxueWVfb3Nub3Z5X25hX3NheXQucGRmJmxyPTYyJm1pbWU9cGRmJmwxMG49cnUmc2lnbj0yYWM4MTE1YzhjNTYxZDY4MTliZGUyNTM0NWUyNDM3NCZrZXlubz0wIn0%3D&lang=ru) (дата обращения: 15.10.2018).

5. Кривда С. В. Доходы, расходы и финансовый результат как элементы финансовой отчетности, необходимой для инвесторов // Финансовый вестник: финансы, налоги, страхование, бухгалтерский учет. 2016. № 12. С. 22–29.

6. Оськина Ю. Н. Обзор методик анализа финансовых результатов // Социально-экономические явления и процессы. 2015. № 4. С. 234–237.

7. Петрова Л. А. Влияние на финансовый результат организации порядка признания доходов в бухгалтерском и налоговом учете [Электронный ресурс] // Все для бухгалтера. 2012. № 3. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 10.10.2018).

© Зыкова Т. Б., Михайлова С. В., 2019

## **АУДИТ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ: ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА**

И. И. Ивакина, О. В. Малосаева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: i.i.ivakina@mail.ru

*Рассмотрены основные цели и задачи аудита готовой продукции, предложена методика и основные аудиторские процедуры, раскрыто их содержание и источники информации, рассмотрены типичные ошибки.*

*Ключевые слова: аудит, готовая продукция, аудиторская проверка, аудиторские процедуры.*

## **AUDIT OF FINISHED PRODUCTS: THE PURPOSE, TASKS, METHODS**

I. I. Ivakina, O. V. Malosaeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: i.i.ivakina@mail.ru

*The main aims and objectives of auditing of finished products, the technique and basic audit procedures, disclosed their contents and sources of information reviewed common errors.*

*Keywords: audit, finished products, auditing, audit procedures.*

Хозяйственная деятельность организаций химико-лесной отрасли непосредственно связана с производством и продажей готовой продукции. От качества учетной информации по данному объекту учета во многом зависят финансовые показатели деятельности, а также достоверность бухгалтерской отчетности. Для оценки качества учета в организациях химико-лесной отрасли проводится аудит. Бухгалтерский учет и аудит непрерывно взаимосвязаны.

В настоящее время в связи с развитием аудита и внедрением международных стандартов аудита (МСА), одной из первостепенных задач является создание механизма эффективного аудиторского контроля над использованием активов организации на всех стадиях ее деятельности. Нормативные документы устанавливают единые правовые основы организации и ведения бухгалтерского учета и проведения аудита в Российской Федерации. И если способы ведения бухгалтерского учета строго регламентированы, то, ввиду особенностей выбранного участка учета и разнообразия целей аудита, четкой методики проведения аудита на данный момент нет. Этим и обусловлена актуальность темы исследования.

Аудит готовой продукции является одним из наиболее важных объектов проверки любого экономического субъекта, включая организации химико-лесной отрасли. Согласно ПБУ 5/01 «Учет материально-производственных запасов», готовая продукция является частью материально-производственных запасов, предназначенных для продажи и представляющих собой конечный результат производственного цикла, активы, законченные обработкой, технические и качественные характеристики которых соответствуют условиям договора [1]. От полноты оприходования продукции, ее себестоимости, правильности применения варианта

оценки, а также достоверного отражения выручки и прибыли от продаж, зависит эффективность деятельности и финансовое положение организации в целом.

Аудиторская проверка готовой продукции представляет собой сложный и длительный научно-аналитический процесс. Перед началом проведения проверки аудитор должен ознакомиться с организационно-управленческой структурой экономического субъекта, изучить его учетную политику, сферу деятельности, номенклатуру выпускаемой продукции, основных поставщиков и покупателей, проверить наличие внутреннего контроля [2, с. 577].

При проведении аудита готовой продукции важным моментом является определение цели и задач, подлежащих решению в ходе проведения аудиторской проверки. В научных трудах разных авторов цель аудита готовой продукции трактуется по-разному (табл. 1).

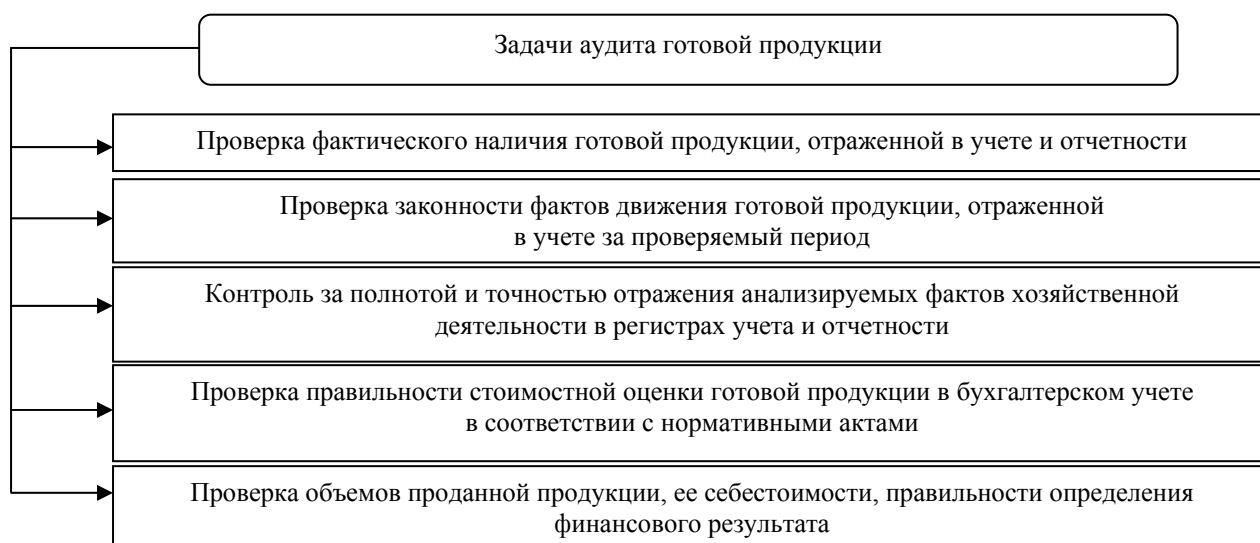
Таблица 1

Цели аудита готовой продукции в научных исследованиях

| Автор          | Определение цели                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Валиев Р. Ф.   | Формирование мнения о достоверности финансовой (бухгалтерской) отчетности, отражающее информацию о наличии и движении готовой продукции [3, с. 64]                                                                                                         |
| Варпаева И. А. | Оценка полноты оприходования готовой продукции и правильности исчисления ее себестоимости, отражения выручки от реализации и прибыли (убытка) от продаж, правильность расчета и своевременность уплаты в бюджет налога на добавленную стоимость [4, с. 41] |
| Лебедева А. В. | Проверка правильности и своевременности оформления документов на сдачу продукции из производства на склад, определения себестоимости по видам и заказам, отражения операций оценки готовой продукции [5, с. 573]                                           |
| Шнайдер В. В.  | Установление достоверности во всех существенных аспектах отражения в бухгалтерском учете выручки от продаж, выявления неучтенной продукции, а также установление правильности определения финансового результата [6, с. 267]                               |

Обобщая вышеуказанное, целью аудита готовой продукции можно назвать формирование мнения о достоверности бухгалтерской (финансовой) отчетности, отражающей информацию о наличии, себестоимости и движении готовой продукции, установление правильности определения финансового результата от ее продажи.

Для достижения поставленной цели можно выделить пять основных задач, которые необходимо решить аудитору в ходе проведения аудита готовой продукции (см. рисунок).



Задачи аудита готовой продукции

Методика аудита готовой продукции, как и любого другого участка учета, базируется на общих принципах и проводится в три обязательных этапа: планирование, сбор аудиторских доказательств, выражение аудиторского мнения и составление заключения.

Планирование аудита является самым важным этапом и обеспечивает своевременное, качественное и эффективное выполнение проверки. Данный этап регулируется МСА 300 «Планирование аудита финансовой отчетности» и предполагает разработку общей стратегии аудита и составления плана аудита [7].

На этапе подготовки и составления стратегии аудита аудитор должен определить масштаб и порядок проведения аудиторской проверки, описать их в едином документе с указанием ожидаемого объема, графиков и сроков проведения аудита. В табл. 2 представлены основные виды работ по аудиту готовой продукции.

Таблица 2

**Фрагмент плана аудита готовой продукции**

| Планируемые виды работ                               | Период проведения | Исполнитель |
|------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| Проверка выпуска готовой продукции                   | дата              | Ф.И.О.      |
| Проверка учета движения готовой продукции на складах | дата              | Ф.И.О.      |
| Проверка отгрузки и продажи готовой продукции        | дата              | Ф.И.О.      |
| Составление отчета аудитора                          | дата              | Ф.И.О.      |

На стадии планирования ключевым моментом также является определение уровня существенности, который позволит оценить влияние искажений, выявленных при проведении аудита, на финансовую отчетность. Согласно МСА 320 «Существенность при планировании и проведении аудита», уровнем существенности является установленная аудитором предельная величина, превышение которой будет говорить о недостоверности бухгалтерской отчетности. Аудитор должен определить существенность для выполнения аудиторских процедур в целях оценки рисков существенного искажения и определения характера, сроков, объема последующих процедур [7].

На этапе сбора аудиторских доказательств аудитор посредством проведения аудиторских процедур производит сбор сведений, служащих для анализа выполненных работ, обоснованности выводов и дальнейшего составления аудиторского мнения. В соответствии с МСА 500 «Аудиторские доказательства», аудиторские доказательства при проведении аудита готовой продукции должны быть полными, точными и носить надлежащий характер [7].

Перечень аудиторских процедур, их содержание и источники информации, используемые при проведении аудита готовой продукции, рассмотрены в табл. 3.

Таблица 3

**Аудиторские процедуры при проведении аудита готовой продукции**

| Аудиторская процедура                                  | Содержание процедуры                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Источник информации                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проверка выпуска готовой продукции                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                      |
| Проверка полноты оприходования произведенной продукции | Сравниваются показатели фактического выхода и сдачи на склад готовой продукции, учтенной по дебету счета 43 «Готовая продукция» с оборотами по кредиту счетов 20 «Основное производство» и 23 «Вспомогательное производство». Либо при возникновении сомнений составляется альтернативный баланс выхода готовой продукции | – производственный отчет;<br>– регистры синтетического и аналитического учета;<br>– первичные документы (акт о приеме-передачи, накладная на перемещение, карточки складского учета, инвентаризационная опись и др.) |



| Аудиторская процедура                                                        | Содержание процедуры                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Источник информации                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проверка правильности оценки готовой продукции и исчисления ее себестоимости | Проверяется обоснованность выбора метода оценки готовой продукции и ее соответствие с учетной политикой организации, правильность определения себестоимости путем арифметического контроля, а также составления товарного баланса в натуральном и стоимостном выражении по отдельным видам продукции         | – учетная политика;<br>– регистры синтетического и аналитического учета;<br>– бухгалтерские справки;<br>– журналы-ордера                                                                                 |
| Проверка учета движения готовой продукции на складах                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                          |
| Проверка фактического наличия готовой продукции                              | Проводится выборочная инвентаризация по отдельным видам готовой продукции. Проверяется правильность проведения инвентаризации, точность оформления описей и сличительных ведомостей, полнота и достоверность отражения в учете выявленных недостатков и излишков готовой продукции                           | – инвентаризационная опись;<br>– сличительная ведомость;<br>– карточки складского учета;<br>– ведомость остатков                                                                                         |
| Проверка складского учета готовой продукции                                  | Устанавливается порядок документального оформления поступления на склад готовой продукции, обоснованность записей в регистрах аналитического учета. Проверяется соблюдение графика документооборота и сроки проведения инвентаризации                                                                        | – карточки складского учета;<br>– ведомости остатков готовой продукции;<br>– сличительные ведомости;<br>– инвентаризационные описи;<br>– учетная политика (график документооборота, план инвентаризации) |
| Проверка первичных документов                                                | Проводится проверка правильности заполнения первичных документов, устанавливается их подлинность. Сверяются данные взаимосвязанных первичных документов                                                                                                                                                      | – товарные накладные;<br>– акты;<br>– счета-фактуры                                                                                                                                                      |
| Проверка отгрузки и продажи готовой продукции                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                          |
| Проверка учета отгрузки готовой продукции                                    | Проверяется наличие договоров на поставку продукции, правильность их оформления, соответствие процесса отгрузки и сроков оплаты условиям договора. Проверяется правильность определения отпускных цен, полнота регистрации выписанных счетов-фактур                                                          | – договоры, спецификации;<br>– счета-фактуры;<br>– товарные накладные;<br>– товарно-транспортные накладные                                                                                               |
| Проверка учета продажи готовой продукции                                     | Проверяется правильность распределения расходов на продажу, обоснованность признания, полнота отражения и расчет выручки от продаж, а также отражение в учете выручки в соответствии с требованиями нормативных документов, определение выручки для целей налогообложения в соответствии с учетной политикой | – регистры синтетического и аналитического учета;<br>– бухгалтерские справки;<br>– журналы-ордера                                                                                                        |

По окончании работ аудитор формирует мнение по результатам проверки данного участка учета, составляет пакет рабочих документов, формулирует часть аудиторского отчета, относящуюся к области проверки, и представляет его совместно с рабочей документацией руководителю проверки. Этот этап регламентирует МСА 230 «Аудиторская документация» [8].

В ходе аудита готовой продукции могут быть выявлены следующие типичные ошибки:

- несоблюдение требований к ведению первичной учетной документации: небрежное заполнение, неоговоренные исправления, отсутствие обязательных реквизитов;
- несовпадение данных синтетического и аналитического учета готовой продукции;
- несоответствие методов оценки готовой продукции с учетной политикой организации;
- неверный расчет и отражение в учете себестоимости готовой продукции;
- неправильное начисление сумм выручки от продажи продукции;
- неверный расчет налоговой базы по НДС и налогу на прибыль.

Такие ошибки неизбежно приводят к недостоверности и искажению бухгалтерской отчетности, неверному определению сумм налогов и, как следствие, наложению штрафных санкций и пени за несоблюдение налогового законодательства [9, с. 278].

В заключении необходимо отметить, что аудит готовой продукции играет важную роль в деятельности коммерческих организаций, как правило, выручка от продажи продукции составляет основную долю доходов организации и по итогам продажи этой продукции реализуется главная цель функционирования коммерческой организации – извлечение прибыли. Аудит готовой продукции, проводимый на всех уровнях управления, становится основой стратегически-ориентированного управления организацией [10] и гарантирует успешную деятельность хозяйствующих субъектов в конкурентной среде рыночных отношений.

### Библиографические ссылки

1. Российская Федерация. Министерство финансов. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет материально-производственных запасов» ПБУ 5/01 [Электронный ресурс] : приказ Минфина России № 44н от 09.06.2001 г. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 24.10.2018).
2. Песоцкая Е. С. Нормативное регулирование бухгалтерского учета и проведения аудита выпуска и движения готовой продукции // Молодежь и научно-технический прогресс. 2018. № 4. С. 577–580.
3. Валиев Р. Ф. Особенности проведения аудиторской проверки готовой продукции // Молодой ученый. 2018. № 27. С. 63–67.
4. Варпаева И. А., Зарембо Ю. В. Аудит выпуска и продажи продукции: информация аудируемого лица // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. 2016. № 23. С. 39–44.
5. Лебедева А. В., Белоущенко Я. А. Характеристика системы ведения аудита готовой продукции на сельскохозяйственных предприятиях // Молодой ученый. 2017. № 8. С. 572–576.
6. Шнайдер В. В., Фролова В. А. Организация аудита материально-производственных запасов: задачи, особенности проведения и анализа // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. № 1. С. 266–270.
7. Российская Федерация. Министерство финансов. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ Минфина РФ № 192н от 24.10.2016 г. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 24.10.2018).
8. Российская Федерация. Министерство финансов. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ Минфина РФ № 207н от 09.11.2016 г. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 13.10.2018).
9. Ильясова Л. Р., Эмираниева Э. А. Методические приемы проведения аудита готовой продукции // Учетно-аналитическое обеспечение стратегии устойчивого развития предприятия : сб. науч. тр. 2018. № 6. С. 275–279.
10. Федорова И. Ю. Стратегически-ориентированное учетно-аналитическое обеспечение управления организацией // Наука и образование: опыт, проблемы и перспективы развития : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 302–307.

© Ивакина И. И., Малосаева О. В., 2019

## **ЗАТРАТЫ НА КАЧЕСТВО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**

И. И. Ивакина, Е. В. Евдаков

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: i.i.ivakina@mail.ru

*На примере лесопромышленного комплекса, рассматриваются затраты на качество и каким образом они влияют на эффективность производства. Раскрываются методы оценки эффективности производства, неизбежные и нерациональные затраты на качество.*

*Ключевые слова: затраты на качество, эффективность производства, анализ затрат на качество, маржинальный метод, моделирование процесса, прибыль.*

## **COSTS OF QUALITY AND THEIR IMPACT ON PRODUCTION EFFICIENCY**

I. I. Ivakina, E. V. Evdakov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: i.i.ivakina@mail.ru

*In this article, for example, the timber industry, discusses the cost of quality and how they affect the efficiency of production. Disclosed methods for evaluating the efficiency of production, and the costs of unsustainable inevitable quality.*

*Keywords: costs, accounting regulations, production efficiency, quality cost analysis, margin analysis, process simulation and profit.*

Главной целью любой коммерческой организации является получение прибыли, при этом, чтобы оставаться конкурентными на рынке, хозяйствующие субъекты должны производить продукцию должного качества. Порой в организациях отсутствует понимание того, сколько именно нужно тратить на качество, некоторые и вовсе считают, что этого вообще делать не нужно. В данной работе на примере лесопромышленного комплекса мы постараемся объяснить, каким образом затраты на качество влияют на эффективность производства, а, следовательно, в дальнейшем и на общую прибыль.

Основным критерием, показывающим результативность производства в организациях лесопромышленного комплекса, является эффективность. Согласно ГОСТ ISO 9000–2015, эффективность – это связь между достигнутым результатом и ресурсами [1]. Именно эффективность и будет предметом оценки при рассмотрении методологии анализа эффективности производства.

Существует множество различных взглядов на проблему оценки затрат на качество и их влияния на эффективность производства. В данной работе были рассмотрены мнения таких авторов, как В. В. Левшина, Т. А. Левина, В. С. Слабикова, Т. В. Жариков, Н. В. Тезикова, И. А. Рязанцева и др.

Так, Т. А. Левина в своей работе рассматривает один из самых популярных методов оценки эффективности производства – анализ затрат на качество. Суть метода заключается

в проведении исследования затрат на качество с целью обосновать все решения организации в области качества с точки зрения науки, а также в выборе наилучших для компании вариантов действий. Для анализа затрат на качество автор предлагает алгоритм, который состоит из выделения этапов процесса, группировки элементов затрат, построения модели затрат на производство, сбора и анализа данных, подсчета результатов [2]. Этот алгоритм поможет организациям понять, как наиболее эффективно использовать затраты на качество.

Несмотря на то, что из-за специфики деятельности организаций, виды затрат на качество могут быть совершенно разные, их все равно принято разделять на следующие категории: затраты на предупреждение возможного возникновения дефектов (например, затраты на профилактические мероприятия); затраты на контроль; внутренние и внешние затраты на дефект (внутренние и внешние потери). Именно поэтому, независимо от направления деятельности, анализ затрат на качество используют повсеместно.

В пример можно привести статью Слабикова В. С, где автор на примере другой отрасли (строительное производство) с помощью анализа затрат на производство рассматривает проблему и отмечает, что постоянный контроль и повышение качества продукции являются наиважнейшими составляющими, так как строительные объекты, как правило, находятся в эксплуатации в течение долгого времени с различными нагрузками и резкими изменениями климатических условий [3].

Объект нашей работы – лесопромышленный комплекс, также не является исключением для использования метода оценки затрат на качество. В работе В. В. Левшиной рассмотрено повышение качества пиломатериалов. Автор отмечает, что «деревообработка является одним из наиболее привлекательных направлений бизнеса, позволяющим на основе устойчивого спроса получать высокую прибыль при относительно быстрой оборачиваемости средств, и наибольшим успехом будут пользоваться экспортеры, предлагающие максимально качественные пиломатериалы» [4].

Используя анализ затрат на качество, рассмотренные выше организации при правильном подходе будут способны принимать верные решения с научной точки зрения, что способствует производству более качественных материалов, что в строительном производстве и деревообработке является ключевым фактором.

Помимо анализа затрат на качество, могут использоваться и другие методы. В работе Жарикова Р. В. и Тезиковой Н. В. для оценки влияния затрат на качество продукции авторами был использован маржинальный анализ. Сущность этого метода заключается в изучении соотношения между прибылью, объемом произведенной (реализованной) продукции и затратами, в том числе и на качество, а также в прогнозировании значения каждого из трех показателей при известной величине двух других. Из примененного авторами маржинального анализа видно, что затратами на качество необходимо постоянно управлять и сравнивать с объемом продаж продукции, для того, чтобы быть конкурентоспособными, а также для получения постоянной прибыли. И в заключении авторы работы отмечают, что «рост объема продаж в натуральных показателях более качественной продукции может компенсировать затраты на качество, восстанавливая запас финансовой прочности до положительных значений» [5].

На основе рассмотренной ранее классификации, в статье Рязанцевой И. И. и Левшиной В. В., был предложен метод применения затрат на качество, базирующийся на моделировании процесса. Авторы на примере услуги общественного питания построили модель процесса, из которой сделали вывод о том, что посредством регулярной оценки затрат на основе данного метода могут быть выявлены места для их оптимизации, проведены сравнения с предыдущими периодами, оценены тенденции изменения затрат, а также появляется возможность контроля процессов, непрерывного улучшения их качества и повышения эффективности [6]. Этот метод также может быть использован в организациях лесопромышленного комплекса.

Информация по результатам анализа затрат на качество позволяет сформировать аналитическое обеспечение управления организацией в целом и производственными процессами, в частности [7].

Однако, хоть и исключить затраты на качество продукции невозможно, их можно привести к приемлемому уровню. Действительно, некоторые затраты на качество являются неизбежными и требуют постоянного контроля. Но в то же время существуют затраты, при правильном подходе к которым можно минимизировать их, а то и вовсе избежать. Это затраты, связанные с нерациональным использованием материалов; исправлением дефектов, ведущим к задержкам выпуска продукции; дополнительными проверками. Соответственно, прибыль организации только увеличится при максимально возможном сокращении нерациональных затрат.

Если говорить о неизбежных затратах на качество, то они могут включать в себя аудит и функционирование системы менеджмента качества, обслуживание оборудования и средств измерения, оценку поставщиков. В общем, это те затраты, которые необходимы, даже если уровень нерациональных затрат очень низкий. Данные затраты используют для поддержания уже существующего уровня качества, а также для обеспечения сохранения минимально возможного уровня нецелесообразных расходов.

Безусловно, мысль о том, что затраты на качество могут быть сведены к нулю — это заблуждение, но при должном подходе они могут быть существенно минимизированы. Для этого существует анализ затрат на качество по видам деятельности, который кроме снижения и оптимизации затрат, также необходим для выявления неэффективных видов деятельности, своевременного решения проблем в области качества, оценки инвестиций в улучшение качества продукции и модернизации систем качества. Как отмечает И. Ю. Влажина, учет и анализ затрат по видам деятельности, одним из инструментов которых является метод ABC, позволяет произвести выделение «первоочередных и второстепенных функций» с целью управления ими, исключить «завоевания затрат по функциям», а также повысить эффективность принимаемых решений [8, с. 30–31].

Из всего сказанного выше можно сделать вывод, что в итоге практически всегда повышение качества продукции приводит к экономической эффективности. Даже те хозяйствующие субъекты, которые выпускают продукцию не самого высокого качества, обязаны быть заинтересованными в его улучшении, поскольку это всегда означает освоение ранее неизвестных рынков сбыта и расширение выпуска продукции. И даже если для организации улучшение качества продукции является не первостепенной задачей, условия конкуренции вынудят их совершенствовать производство, чтобы занимать свою нишу на рынке.

В итоге можно с уверенностью сказать, что повышение качества продукции всегда будет положительным и экономически эффективным фактором развития любых организаций, в том числе и лесопромышленного комплекса.

### **Библиографические ссылки**

1. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М. : Стандартинформ, 2015. 55 с.
2. Левина Т. А. Влияние затрат на менеджмент качества на себестоимость продукции и эффективность производства // Вестник Твер. гос. ун-та. 2014. № 3. С. 168–175.
3. Слабиков В. С. Исследование влияния дополнительных затрат на качество строительной продукции // Февральские чтения. 2008. С. 521–524.
4. Левшина В. В. Развитие рынка сбыта пиломатериалов за счет повышения качества продукции // Качество в производственных и социально-экономических системах. 2014. С. 136–138.

5. Жариков Р. В., Тезикова Н. В. Влияние затрат на качество на финансовые результаты предприятия» // Глобальный научный потенциал. 2016. № 1. С. 46–49.
6. Рязанцева И. А., Левшина В. В. Оценка затрат предприятия общественного питания как фактор управления качеством // Перспективы науки. 2011. № 2. С. 121–125.
7. Федорова И. Ю. Стратегически ориентированное учетно-аналитическое обеспечение управления организацией // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск. 2015. С. 302–307.
8. Влажина И. Ю. Метод ABC в рамках стратегического управленческого учета на предприятиях внутреннего водного транспорта // Международный бухгалтерский учет. 2013. № 38 (284). С. 25–31.

© Ивакина И. И., Евдаков Е. В., 2019

## СЕГМЕНТИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

А. А. Кнауб, И. Ю. Федорова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: innaktk@mail.ru

*Рассматривается совершенствование управления организаций лесного комплекса за счет сегментирования деятельности. Раскрываются потенциально возможные сегменты для организаций различных отраслей в рамках лесного комплекса. Кроме этого, производится анализ влияния сегментирования деятельности на процесс управления.*

*Ключевые слова: сегмент, операционный сегмент, лесной комплекс, отчетность, управление.*

## SEGMENTATION OF THE ACTIVITY OF THE FOREST COMPLEX ORGANIZATION

A. A. Knaub, I. Yu. Fedorova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: innaktk@mail.ru

*In this article the improvement of management of the organizations of a forest complex at the expense of segmentation of activity is considered. The potential segments for organizations of various industries within the forest complex are revealed. In addition the analysis of the impact of segmentation of activities on the management process.*

*Keywords: segment, operating segment, forest sector, reporting, management.*

Утвержденная Правительством РФ новая Стратегия развития лесного комплекса РФ до 2030 г. нацелена на обеспечение достижения эффективного лесопользования, развития процессов использования, защиты, охраны лесов. Это, в свою очередь, оказывает непосредственное влияние на деятельность организаций лесного комплекса [1].

Лесной комплекс в целом охватывает процессы по заготовке, механической обработке и химической переработке древесины. В составе лесного комплекса выделяют около 20 отраслей, подотраслей и производств, которые отличаются друг от друга технологией производства и назначением выпускаемой продукции, но используют одно и то же сырье.

В настоящее время развитие организаций лесного комплекса зависит от качества управления финансово-хозяйственной деятельностью. Организация эффективного управления достаточно сложна, поскольку деятельность организаций лесного комплекса сопряжена со значительным разнообразием осуществляемых операций и процессов.

Повышение эффективности деятельности организаций лесного комплекса может осуществляться за счет различных направлений, в частности:

- повышение производительности труда;
- применение современного, технологичного оборудования;
- продвижение продукции на рынках и др. [2].

Одним из направлений повышения качества управления деятельностью организаций лесного комплекса является сегментирование. Согласно ПБУ12/2010 «Информация по сегментам» и МСФО 8 «Операционные сегменты» под операционным сегментом подразумевается часть деятельности организации, которая способна приносить экономические выгоды, предполагающая осуществление расходов, а также в которой формируются финансовые показатели отдельно от других частей деятельности организации [3; 4]. Результаты этой деятельности регулярно анализируются лицами, которые наделены полномочиями по принятию решений по оценке и распределению ресурсов между сегментами [3; 4].

Обычно, за операционным сегментом следит менеджер сегмента, подчиняющийся руководству и отчитывающийся перед ним для целей принятия последним операционных решений. Менеджер и руководство регулярно поддерживают общение с целью обсуждения операционной деятельности, финансовых результатов, прогнозирования или планирования в отношении сегмента. Понятие «менеджер сегмента» описывает функции, а не конкретную должность руководителя, поэтому менеджером может быть и руководство, которое непосредственно принимает решения [4]. Также менеджер сегмента может быть главным координатором для нескольких операционных сегментов [4].

Согласно положениям российских и международных стандартов, сегменты могут охватывать:

- 1) произведенные изделия, закупаемые товары, выполняемые работы и оказываемые услуги;
- 2) основные группы покупателей или заказчиков продукции, товаров, работ, услуг;
- 3) географические регионы, в которых осуществляется деятельность;
- 4) структурные подразделения организации [3, 4].

Кроме этого, стандартами предусмотрено объединение нескольких сегментов в один, при условии сходства по следующим параметрам:

- назначение продукции, товаров, работ, услуг;
- характер процесса производства продукции, закупки товаров, выполнения работ, оказания услуг;
- тип и класс покупателей продукции, товаров, работ, услуг;
- способы распространения продукции, товаров, работ, услуг;
- правовые условия деятельности [3; 4].

В организациях лесного комплекса могут быть выделены сегменты по каждой группе отраслей, по видам деятельности. В исследовании рассмотрим возможные направления сегментирования в лесозаготовительной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической деятельности.

Лесозаготовительная деятельность включает в себя заготовку, вывозку, первичную обработку и частичную переработку лесоматериалов и отходов лесозаготовки. Для лесозаготовительной деятельности возможна сегментация по реализуемым процессам, а также по видам вырабатываемой продукции. Так, при первом подходе можно выделить следующие процессы, обобщаемые в сегменты:

- лесозаготовка: лесосечные работы, перемещение леса;
- лесосплав: сплав древесины, посредством формируемых плотов.
- лесоперевалочные работы: перевалка леса с одного вида транспорта на другой;
- производство малоценной древесины и отходов: изготовление технологической щепы, лесопиление, шпалопиление и т. д. [5].

Согласно второму подходу сегментами деятельности можно признать виды вырабатываемой продукции, в частности:

- цельная древесина;
- технологическая щепа;
- шпалы, и иная готовая продукция [5].



Деревообрабатывающая отрасль лесного комплекса, которая непосредственно связана с лесозаготовительной деятельностью, предполагает обособление следующих сегментов:

- лесопильное производство. Это непосредственно выпуск пиломатериалов, сортировка, сушка и увязка древесины в пакеты для отправки потребителям;
- производство строительных материалов, строительных деталей из древесины и плит на древесной основе (ДСП, ДВП и др.);
- мебельное производство [5].

Перевозка выработанных пиломатериалов предполагает использование специальных видов транспорта. В связи с этим, лесопиление зависит от положения районов лесозаготовок по отношению к потребителям, от обеспеченности транспортными путями, что, в свою очередь, также предполагает сегментацию производств анализируемой отрасли по географическому расположению.

Целлюлозно-бумажная промышленность является наиболее сложной отраслью лесного комплекса, поскольку одновременно связана с механической обработкой и химической переработкой древесины. Данную промышленность можно сегментировать по видам производимой продукции:

- производство целлюлозы;
- производство бумаги;
- производство картона;
- производство изделий из бумаги и картона и др. [5].

Главная характеристика отрасли заключается в высокой ресурсоемкости (высокой потребности в материалах, водных ресурсах, энергии). Из этого следует, что в отношении географического расположения организации данной отрасли ограничены ориентацией на лесные и водные ресурсы.

Лесохимическая промышленность, сегментирование в которой может осуществляться по видам осуществляемых процессов, в частности:

- гидролизное производство (изготовление скипидара, дегтя, этилового спирта);
- производство, основанное на применении изделий целлюлозно-бумажной промышленности, в частности целлюлозы для получения линолеума, искусственного волокна, целлофана, пластмасс, эфиров и пр. [5].

При выделении сегментов в лесном комплексе главной проблемой является то, что лесное производство слишком масштабно.

Сегментация по географическому положению непосредственно связана с технологией производства. Описание элементов сегмента деятельности экономического субъекта достаточно трудоемкий процесс. В зависимости от конечного продукта в каждом виде выполняемых работ можно выделить элемент сегмента «по видам продукции» и в зависимости от видов продукции выделяют типы и классы покупателей и заказчиков данной продукции.

Именно из-за разнообразия направлений производственной деятельности необходимым направлением в успешном функционировании организаций является качество управления, в основе которого и лежит сегментирование этой деятельности. Сегментирование деятельности организаций лесного комплекса позволяет:

- структурировать работу и контролировать все сферы: производство, переработку, сбыт, а также потребителей и конкурентов;
- повышать качество контроля за деятельностью организации по различным направлениям;
- обеспечить реализацию государственной стратегии по приоритетным для государства направлениям деятельности;
- сопоставлять деятельность разных сегментов организации с целью выявления наиболее эффективно действующих и устранения нерентабельных сегментов.

Для обеспечения эффективного контроля направлений деятельности организаций лесного комплекса за каждым сегментом должен быть закреплен компетентный управляющий, который организует функционирование сегмента и контролирует параметры его деятельности. Указанное позволит детально анализировать и модернизировать отдельные сегменты, что в целом приведет к повышению результативности деятельности экономического субъекта.

Таким образом, сегментирование деятельности является одним из направлений совершенствования процессов управления в организациях лесного комплекса.

### **Библиографические ссылки**

1. Российская Федерация. Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 № 1989-р. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 22.11.2018).
2. Соколов А. П. Пути повышения эффективности управления предприятиями лесного комплекса [Электронный ресурс] // Тр. лесоинж. факультета ПетрГУ. 2003. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/puti-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-predpriyatiyami-lesnogo-kompleksa> (дата обращения: 22.11.2018).
3. Российская Федерация. Министерство финансов. Информация по сегментам [Электронный ресурс] : Положения по бухгалтерскому учету 12/2010 : утв. Приказом Минфина РФ от 08.11.2010 № 143н. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 22.11.2018).
4. Российская Федерация. Министерство финансов. Операционные сегменты [Электронный ресурс] : Международный стандарт финансовой отчетности (IFRS) 8 : утв. Приказом Минфина РФ от 28.12.2015 № 217н. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 22.11.2018).
5. Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 22.11.2018).

© Кнауб А. А., Федорова И. Ю., 2019

## **АУДИТОРСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ СБОРА АУДИТОРСКИХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ПРИ ПРОВЕРКЕ КРЕДИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ**

В. В. Кудрявцев, И. Ю. Федорова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: innaktk@mail.ru

*Рассматриваются процедуры сбора аудиторских доказательств, применяемые аудитором при аудите кредиторской задолженности. Раскрываются особенности проверки кредиторской задолженности. Наряду с этим, рассматриваются типичные ошибки, возникающие в учете кредиторской задолженности.*

*Ключевые слова: аудиторские процедуры, кредиторская задолженность, типичные ошибки, аудиторские доказательства, аудит.*

## **AUDIT PROCEDURES FOR COLLECTING AUDIT EVIDENCE WHEN CHECKING ACCOUNTS PAYABLE**

V. V. Kudryavtsev, I. Yu. Fedorova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: innaktk@mail.ru

*The article discusses the procedures for collecting audit evidence used by the auditor in the audit of accounts payable. The features of checking accounts payable are revealed. Along with this, we consider the typical errors arising in the accounting of accounts payable.*

*Keywords: audit procedures, accounts payable, typical errors, audit evidence, audit.*

Деятельность организаций лесного комплекса предполагает осуществление многочисленных хозяйственных операций, от качества отражения в учете которых зависит достоверность бухгалтерской (финансовой) отчетности. Одним из наиболее трудоемких участков учета, характерных абсолютно для всех организаций лесного комплекса, является учет расчетов с кредиторами, по результатам которого в бухгалтерском балансе на отчетную дату отражается кредиторская задолженность.

При организации и ведения бухгалтерского учета кредиторской задолженности в организациях лесного комплекса специфика данного участка учета, в отличие от организаций других отраслей и видов экономической деятельности, сводится до минимума. Различия могут только касаться уплачиваемых налогов, взносов и сборов, учета расчетов с персоналом по оплате труда. Следовательно, при проведении аудита ключевые аудиторские процедуры сбора аудиторских доказательств в организациях лесного комплекса будут соответствовать аудиторским процедурам, применяемым и для организаций других видов деятельности.

Целью аудита кредиторской задолженности в организациях лесного комплекса является независимая проверка бухгалтерской (финансовой) отчетности с целью выражения мнения о достоверности отражения в ней остатков кредиторской задолженности, а также проверка соответствия ведения учета расчетов с кредиторами законодательству РФ [1; 2].

Кредиторская задолженность организаций лесного комплекса для целей аудиторской проверки разбивается по ее видам:

- задолженность перед поставщиками (торговая кредиторская задолженность);
- задолженность по налогам, сборам и страховым взносам;
- задолженность по авансам, полученным от покупателей;
- задолженность перед работниками;
- прочая кредиторская задолженность [3].

При аудите кредиторской задолженности организаций лесного комплекса должны быть решены определенные задачи (см. таблицу) [2; 4–6].

**Задачи аудита кредиторской задолженности**

| Задача аудита кредиторской задолженности                                                                                                                                     | Действия аудитора по получению аудиторских доказательств                                                               | Источники информации                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Проверка реальности кредиторской задолженности                                                                                                                               | Сравнение с договорами, первичной учетной документацией карточек счетов учета расчетов с кредиторами                   | Карточки счетов расчетов с кредиторами, договоры              |
| Анализ изменения кредиторской задолженности по сравнению с прошлым аналогичным периодом аудиторской проверки и выявление причин снижения или роста задолженности организации | Сравнение оборотов и сальдо за исследуемый и прошлый периоды; запрос комментариев по поводу изменения задолженности    | Оборотно-сальдовая ведомость за исследуемый и прошлый периоды |
| Изучение кредиторской задолженности по видам и выявление наиболее существенных счетов для более детальной проверки                                                           | Просмотр оборотно-сальдовой ведомости по счетам кредиторской задолженности и расшифровок по наиболее крупным субсчетам | Оборотно-сальдовая ведомость по счетам задолженности          |
| Проверка наличия просроченной задолженности и правильности ее списания                                                                                                       | Просмотр договоров с контрагентами и выявление тех, по которым истек срок оплаты                                       | Договоры с контрагентами                                      |

Источниками информации при проверке кредиторской задолженности организаций лесного комплекса служат:

1. Бухгалтерская (финансовая) отчетность.
2. Бухгалтерские регистры и первичные документы по счетам учета расчетов с кредиторами.
3. Положение по учетной политике.
4. Договоры с контрагентами, иными кредиторами.

В ходе аудиторской проверки могут быть использованы такие аудиторские процедуры, как арифметический контроль, анализ документов, сравнение синтетического и аналитического учета, проверка корреспонденции счетов, проверка оборотов и сальдо.

На подготовительном этапе проверки аудитору необходимо проверить учетную политику в части расчетов с контрагентами, ознакомиться с документами, определить риски и уровень существенности для кредиторской задолженности [3].

Аудитор должен изучить разделы учетной политики для целей бухгалтерского учета в части порядка учета расчетов с кредиторами и порядка списания кредиторской задолженности. Также необходимо проверить:

- график документооборота (наличие, актуальность информации в нем);
- систему контроля управления кредиторской задолженностью (должностные инструкции лиц, ответственных за контроль задолженности);
- документальное оформление операций, относящихся к учету расчетов с кредиторами (фактическое применение документов, закрепленных в графике документооборота).

Далее проводится аудиторская проверка по существу. На данном этапе нужно убедиться, что вся кредиторская задолженность организации отражена в бухгалтерской (финансовой) отчетности. Для этого необходимо сравнить данные оборотно-сальдовой ведомости со строкой «Кредиторская задолженность» в пятом разделе бухгалтерского баланса, а также с пояснениями к нему.

Кроме этого, следует провести проверку состава кредиторской задолженности организации, в частности:

- счет 60: в части неоплаченных на отчетную дату поставок, услуг, работ поставщиков;
- счет 62: в части полученных на отчетную дату авансов от покупателей в счет предстоящих поставок;
- счет 68: в части непогашенных на отчетную дату налогов, сборов, пеней и штрафов по ним;
- счет 69: в части непогашенных на отчетную дату страховых взносов;
- счет 70: в части непогашенной на отчетную дату заработной платы сотрудников организации;
- счет 71: в части непогашенной на отчетную дату задолженности перед подотчетными лицами;
- счет 73: в части непогашенной на отчетную дату задолженности перед персоналом по прочим операциями;
- счет 75: в части непогашенных на отчетную дату долгов перед учредителями по доходам (проценты, дивиденды);
- счет 76: в части непогашенной задолженности перед прочими кредиторами.

После этого проводится расшифровка задолженности по субсчетам и для анализа выбираются самые крупные контрагенты (сальдо по которым превышает индивидуальный уровень существенности). Затем у аудируемого лица запрашивается информация по крупным контрагентам, величина задолженности перед которыми в большей части составляет всю кредиторскую задолженность: договоры; разъяснения о причинах повышения кредиторской задолженности по субсчетам.

Согласно МСА 500, достоверность аудиторских доказательств повышается, если они получены из независимых источников. Поэтому для более точной проверки необходимо запросить письма сверки у выбранных для анализа контрагентов, данная процедура имеет смысл в том случае, если контрагент является третьим лицом, а не связанной стороной по отношению к аудируемой организации [2].

Также рекомендуется провести процедуру сворачивания торговой кредиторской задолженности и авансов выданных, и, если сумма сворачивания превышает уровень существенности, то предложить сделать сворачивание в бухгалтерской отчетности. Процедура заключается в проверке сумм по авансам, выданным и по торговой кредиторской задолженности с одним и тем же контрагентом (берутся данные по наиболее крупным поставщикам). Затем следует свернуть задолженность на меньшую из сумм по авансам, выданным либо по торговой кредиторской задолженности. Для того чтобы свернуть задолженность необходимо убедиться, что аванс выдан по тому же договору, по которому имеется кредиторская задолженность, в противном случае, задолженность нельзя сворачивать в отчетности.

На заключительном этапе выражается мнение о правдивости предоставленной информации о наличии, движении, суммах кредиторской задолженности.

В заключение рассмотрим типичные ошибки, выявляемые при аудите кредиторской задолженности:

- в договорах не оговорены существенные условия (нарушение Гражданского кодекса);
- неверный перенос данных из документа в учетные регистры (нарушение Федерального закона от 06.12.2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете»);
- несвоевременное отражение хозяйственных операций (нарушение Федерального закона от 06.12.2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете»);

- отсутствие контроля за просроченной задолженностью (нарушение Федерального закона 402-ФЗ «О бухгалтерском учете»);
- неверное отражение в бухгалтерском балансе кредиторской задолженности (нарушение Федерального закона 402-ФЗ «О бухгалтерском учете»);
- неверное начисление и оплата НДС и других налогов (Налоговый кодекс РФ);
- некорректные корреспонденции счетов при отражении операций (приказ Минфина РФ от 31.10.2000 № 94н).

### **Библиографические ссылки**

1. Российская Федерация. Законы. Об аудиторской деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон № 307-ФЗ от 30.12.2008 : [принят ГД РФ 24 декаб. 2008 г.; в ред. от 23.04.2018 г. № 112-ФЗ]. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 22.11.2018).
2. Российская Федерация. Министерство финансов. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ Минфина РФ № 192н от 24.10.2016 г. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 20.10.2018).
3. Якубчик А. В., Демидова В. В. Аспекты аудита кредиторской задолженности // Молодой ученый. 2018. № 27. С.93–95.
4. Булатова А. В. Учет, анализ и аудит дебиторской и кредиторской задолженности // Actualscience. 2016. № 2. С. 84–88.
5. Российская Федерация. Министерство финансов. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ Минфина РФ № 207н от 09.11.2016 г. URL: <http://www.consultant.ru/>. Загл. с экрана (дата обращения: 18.11.2018).
6. Ивакина И. И. Особенности аудита основных положений учетной политики в части расчетов с поставщиками и подрядчиками // Решетневские чтения. 2017. Т. 2, № 21. С. 474–475.

© Кудрявцев В. В., Федорова И. Ю., 2019

## ОЦЕНКА МЕТОДОВ УЧЕТА ЗАТРАТ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т. А. Куприянова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: Kupriyanowa@list.ru

*Затраты являются неотъемлемым элементом деятельности любого предприятия, поэтому необходимо наличие достоверно информации об их уровне и влиянии на деятельность организации. Рассматриваются особенности применения методов учета затрат в организациях деревообрабатывающей промышленности.*

*Ключевые слова: деревообрабатывающая промышленность, затраты, управление затратами, методы учета затрат, себестоимость.*

## EVALUATION METHODS OF COST ACCOUNTING IN THE ORGANIZATIONS OF THE WOODWORKING INDUSTRY

T. A. Kupriyanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: Kupriyanowa@list.ru

*Costs are an integral part of the activities of any enterprise, so it is necessary to have reliable information about their level and impact on the activities of the organization. The article discusses the features of the application of cost accounting methods in the organizations of the woodworking industry.*

*Keywords: woodworking industry, costs, cost management, cost accounting methods, cost.*

Деревообрабатывающая промышленность является одним из старейших направлений деятельности экономики РФ. Несмотря на кризис 2008–2009 гг. на сегодняшний день деревообрабатывающая промышленность развивается достаточно активно. Одним из факторов способствующим развитию отрасли является государственная политика, направленная на стимулирование переработки сырья.

Деревообработка включает такие направления деятельности как

- фанерное производство – предусматривает потребление березовой древесины для производства фанеры;
- лесопильное производство – осуществляет начальную стадию обработки древесины и выпуск таких материалов как брус, доски, горбыль и др.;
- производство ДСП и ДВП из древесных отходов;
- мебельная промышленность;
- спичечное производство, основанное на использовании осиновой древесины;
- целлюлозно-бумажное производство, основанное на древесине хвойных пород, и выпускающее бумагу, картон и целлюлозу.

Несмотря на наличие различных видов деревообрабатывающих производств в обработку попадает по данным статистики только порядка 25 % древесины, а готовая продукция, производится только из 11 % сырья, что в свою очередь приводит к низкому уровню рентабельности деятельности от 12,2 руб. в целом по отрасли, до 17,6 руб. по целлюлозно-бумажному производству [1].

Ключевым фактором оказывающим существенное влияние на уровень доходности являются затраты, которые несут организации в процессе обработки древесины. При этом значительная часть организаций имеют различные резервы по снижению затрат до оптимального уровня, позволяющего обеспечить эффективность деятельности. [2]

Управление затратами необходимо для получения точной, оперативной и достоверной информации об уровне затрат в организации, позволяющей оперативный контроль и анализ рентабельности отдельных видов продукции.

Эффективность управления затратами обуславливается тем какой метод учета затрат использует в своей деятельности организация (см. рисунок).



Методы учета затрат применяемые в деревообрабатывающей промышленности

Рассмотренные методы учета затрат рекомендуется использовать организациям лесопромышленного комплекса в соответствии с методическими рекомендациями (инструкцией) по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции лесопромышленного комплекса принятыми 26.12.2002 года. Однако практика деятельности организаций показала, что многие используют только один метод учета затрат, а именно котловой метод, в связи



с простотой его использования. Но именно в простоте данного метода и скрывается его основной недостаток, а именно отсутствие возможности отнести производственные затраты на конкретный вид выпускаемой продукции и отсутствие привязки затрат к местам их возникновения и центрам ответственности.

Развитие рыночной экономики и выпуск продукции деревообработки на внешний рынок заставляют производителей искать более эффективные методы учета и управления затратами позволяющими:

- оценить конъюнктуру рынка (внутреннюю и внешнюю);
- изучить инновационные направления деятельности предприятий деревообрабатывающей промышленности;
- осуществить лимитирование затрат в разрезе калькуляционных статей [3].

Основной целью управления затратами и формирования эффективной системы учета затрат выступает предоставлению руководству организации точной, достоверной и оперативно информации позволяющей осуществлять оперативный контроль, принимать эффективные управленческие решения, а так же проводить анализ рентабельности отдельных видов деятельности и продукции.

В качестве эффективных методов учета затрат для организаций деревообрабатывающей промышленности можно предложить использование метода «таргет–костинг» или система управления затратами TCM (Total Cost Management) в основе которой лежит ABC (Activity Based Costing) метод учета затрат (см. таблицу).

**Сравнительная характеристика «таргет-костинг» и системы ABC**

|                           | Таргет-костинг                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Система ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Суть метода               | Расчет целевой себестоимости, к которой должна стремиться организация, чтобы предложить рынку конкурентный продукт [4]                                                                                                                                                                                                   | Учет затрат по работам (функциям)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Направление использования | Планирование                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Учет, анализ, оптимизация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Характеристика метода     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Предварительное определение цены на основе маркетинговых исследований;</li> <li>– расчет проектной цены: Цена-прибыль=себестоимость;</li> <li>– производство начинается с выбора нового продукта;</li> <li>– тесная взаимосвязь между подразделениями и работниками.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Определяются факторы, связывающие конкретные виды деятельности и затраты;</li> <li>– происходит распределение затрат между операционными сегментами и конкретными изделиями на основе факторов, формирующих затраты;</li> <li>– является основой для управления затратами по центрам ответственности, а также для проведения анализа себестоимости конкретных видов изделий;</li> <li>– предусматривает выделение коммерческих и управленческих расходов по центрам ответственности;</li> </ul> |
| Недостатки                | Применяется преимущественно в инновационных организациях                                                                                                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость описания бизнес-процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

В рамках системы ABC предусматривается, что в процессе производственной деятельности происходит потребление ресурсов, а продукция потребляет виды деятельности. Определяются критерии, посредством которых происходит увязка определённых видов деятельности с соответствующими затратами. Что в свою очередь позволяет распределять ресурсы между производственными процессами, а в последствии, на определённый вид продукции. Таким образом система ABC позволяет оптимизировать процесс формирования затрат по сегментам бизнеса, что в свою очередь упрощает процесс формирования показателей по сегментам в соответствии с ПБУ 12/2000.

Сутью метода «Таргет-костинг» является возможность проведения оценки существующей конъюнктуры рынка с учетом инновационного характера деятельности деревообрабатывающих предприятий, а также проведение расчета лимитной калькуляции затрат. При формировании лимитной калькуляции предусматривается установление лимита накладных расходов затрат, расходов на оплату труда и затрат на материальные ресурсы.

Основной целью метода «Таргет-костинг» является производство продукции сметная себестоимость, которой будет соответствовать целевой себестоимости.

К конкурентным преимуществам данного метода можно отнести:

- ориентированность на целевую себестоимость, посредством координации и постоянного контроля за всеми этапами производственного процесса в организации;
- возможность совмещения существующей системы калькулирования с системой бюджетирования, центрами ответственности, выделяемыми в процессе бюджетирования и различными стратегиями ценообразования;
- разработка стратегии минимизации затрат на этапе проектировки изделий;
- нацеливание на использование имеющихся в организации технологий и материалов;
- использование интерактивных подходов к разработке нового продукта, при формировании затрат.

Оба метода учета затрат имеют достаточно широкое распространение в системе управления затратами во многих отраслях производственной сферы и так же могут применяться в отдельных направлениях деревообрабатывающей промышленности, в частности в мебельном производстве. В любом случае применение того или иного инструмента управления затратами должно быть обусловлено конкретными целями организации. Поэтому применение инструментов управления затратами должно быть включено в общую систему управления деятельностью деревообрабатывающей организации.

### **Библиографические ссылки**

1. Промышленное производство в России. 2016 [Электронный ресурс] : стат. сб. // Росстат. М., 2016. 347 с. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 30.10.2018)
2. Куприянова Т. А. Бюджетирование как метод управления затратами на лесозаготовительных предприятиях [Электронный ресурс] // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения : сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. Красноярск, 2017. С. 568–571. URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/izdatelskayadeyatelnost/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. (дата обращения: 08.11.2018).
3. Замбрицкая Е. С., Щепотьева Е. Ю., Точилкина В. П. Современные системы учета затрат и особенности их применения в деревообрабатывающей промышленности [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2015. № 1. С. 212–217. URL: <http://www.moluch.ru/archive/81/14632> (дата обращения: 31.10.2018).
4. Горлова Е. И. Инструменты управления затратами в системе управления предприятием [Электронный ресурс] // Экономинфо. 2012. № 7. С. 30–34. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20388937\\_99876077.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20388937_99876077.pdf) (дата обращения: 31.10.2018).

© Куприянова Т. А., 2019

## **ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ «ЗЕЛЕННОЙ» ЭКОНОМИКИ В ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Д. Г. Малашевич, Е. А. Дашкевич

Белорусский государственный технологический университет  
Республика Беларусь, 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13/а  
E-mail: dashkevich@belstu.by

*Рассмотрены проблемные аспекты внедрения принципов «зеленой» экономики в лесное хозяйство Республики Беларусь. Предложены направления развития лесного хозяйства и мероприятия, обеспечивающие устойчивое производство и потребление лесной продукции.*

*Ключевые слова: «зеленая» экономика, лесное хозяйство, направления развития.*

## **IMPLEMENTATION OF THE “GREEN” ECONOMY PRINCIPLES IN THE FORESTRY OF REPUBLIC OF BELARUS**

D. G. Malashevich, E. A. Dashkevich

Belarusian State Technological University  
13/a, Sverdlov Str., Minsk, 220030, Republic of Belarus  
E-mail: dashkevich@belstu.by

*The study is devoted to implementation of «green» economic principles in the Republic of Belarus forestry. We suggest the directions of development of forestry and measures to ensure sustainable manufacturing and consumption of forest products.*

*Keywords: “green” economy, forestry, directions of development.*

Возрастающие потребности общества в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов выдвигают задачу развития «зеленой» экономики на основе принципов устойчивого развития и обеспечения роста приоритетных для «зеленой» экономики отраслей. Для этого необходимо применять «зеленые» инструменты при достижении целей устойчивого социально-экономического развития, а также сформировать комплекс институциональных и отраслевых мероприятий, направленных на включение экологических и социальных ценностей в систему экономического учета.

Лесное хозяйство в условиях «зеленой» экономики обеспечивает максимально возможный вклад в повышение уровня благосостояния людей путем производства древесных и недеревесных продуктов и услуг, создания «зеленых» рабочих мест, обеспечения занятости населения в сельской местности. Проект Всемирного банка «Развитие лесного сектора Республики Беларусь» предусматривает повышение эффективности лесохозяйственного производства, особенно лесовосстановления, лесоразведения, рационального использования лесных ресурсов и обеспечение за счет них общественных благ на территории реализации проекта [1; 2].

Лесохозяйственные организации, реализуя поставленные задачи, предусматривающие инновационное развитие отрасли, вносят весомый вклад в развитие «зеленой» экономики, в выполнение подписанных Беларусью международных договоров глобального уровня в сфере охраны окружающей среды.

Внедрение принципов «зеленой» экономики в лесном хозяйстве связано с лесопользованием, включающим обеспечение древесиной субъектов национальной экономики, развитием экологического и охотничьего туризма, снижением энергопотребления, развитием производства местных видов топлива, увеличением объемов реализации продукции побочных пользований и второстепенных лесных продуктов.

Исходя из содержания и принципов «зеленой» экономики для лесного хозяйства наиболее актуальны следующие проблемные моменты:

- вопросы лесного сектора в целом не выделяются как приоритетные в Стратегии национального развития Республики Беларусь, несмотря на важность наличия лесов для выполнения защитных и рекреационных функций, сохранения биоразнообразия, производства древесных и разнообразных недревесных ресурсов, в том числе и возобновляемых источников энергии. Нельзя не отметить также важность защитной функции лесов для обеспечения занятости сельского населения и ведения сельского хозяйства. При этом лесное хозяйство не является привлекательным для потенциальных инвесторов, несмотря на необходимость его устойчивого ведения и гарантированные им социальные преимущества;

- существуют трудности в установлении взаимовыгодных партнерских отношений между органами управления и организациями, находящимися в разных секторах экономики, в частности, лесного хозяйства, природных ресурсов, охраны окружающей среды, администрации сельских районов, сельского хозяйства, энергетики, деревообработки;

- непредсказуемые неблагоприятные природные явления (ураганы, лесные пожары, усыхание сосны и ели) вносят серьезные коррективы в объемы, структуру, экономические показатели запланированных лесохозяйственных мероприятий, не позволяют с максимальной точностью определить объемы и структуру лесопользования и лесовосстановления, требуют отвлечения значительных сил и финансовых средств на ликвидацию их последствий;

- сравнительно высокое потребление энергии характерно для отрасли, несмотря на усилия по ее экономии.

Значительная разница в ценах на древесину на внутреннем и внешнем рынках не позволяет обеспечить увеличение объемов проведения лесохозяйственных мероприятий, повышение уровня заработной платы и увеличение создания «зеленых» рабочих мест в лесном хозяйстве. Наблюдается нестабильная динамика основных экономических показателей деятельности организаций лесного хозяйства, зависящая в большей степени от внешних факторов.

Существуют региональные диспропорции в социально-экономическом развитии организаций лесного хозяйства, наличие ряда проблемных регионов и населенных пунктов (особенно в Витебской, Гомельской, Могилевской областях).

Малый и средний бизнес, оказывающие значительное воздействие на развитие «зеленой» экономики в лесном секторе не получил достаточного развития. Также не в полной мере используются рекреационные, познавательные и туристические ресурсы особо охраняемых природных территорий, перспективных для развития экологического туризма. В отрасли происходит медленное обновление технологий, наблюдается преобладание производств традиционного типа при незначительной доле инновационного сектора. Кроме того, в настоящее время отсутствует система оценки, позволяющая определить степень соответствия экономической деятельности организаций лесного хозяйства принципам «зеленой» экономики.

Для устранения недочетов в области внедрения принципов «зеленой» экономики в лесном хозяйстве необходимо развивать следующие направления:

**1. Обеспечение устойчивого производства и потребления лесной продукции**, для чего потребуются разработка и разъяснение устойчивых моделей производства, потребления и торговли лесной продукцией.

Для этого необходимо внедрение практики закупок, государственных и частных, для адекватной оценки устойчивости производства лесной продукции. Необходимо также

уделять внимание инновациям в сфере производства и использования лесной продукции, в частности, созданию условий для апробации и внедрения инноваций.

Лесное хозяйство нуждается в разработке и внедрении политики и стандартов «зеленого» строительства на национальном уровне, осуществлении разъяснительной работы для продвижения древесины как экологически предпочтительного строительного материала для жилищного строительства в сельской местности.

В республике возрастает интерес к органической продукции в области побочныхпользований (заготовка и переработка лесных грибов и ягод, лекарственных трав, меда), поэтому необходимо создавать условия для производства такой продукции.

В области развития охотничьего и экологического туризма и максимального удовлетворения потребностей граждан в охоте, продукции охоты и связанной с охотой рекреацией, необходимо расширение географии иностранного охотничьего туризма на основе сохранения естественного продуцирования охотничьих угодий и увеличения их биологического разнообразия путем стимулирования максимальной экологически обоснованной продуктивности популяций охотничьих животных, а также обеспечение роста поступлений в бюджет за счет повышения эффективности охотхозяйственной деятельности.

В настоящее время необходимо больше уделять внимания эффективному использованию лесных отходов, недопущению попадания отходов древесины на свалку, для чего применять экономически и экологически эффективные технологии утилизации древесных отходов, образующихся в процессе лесосечных работ, лесопиления и деревообработки, переработку древесных отходов в топливные гранулы с помощью создания новых и развития имеющихся производств по выпуску древесного топлива. Более широкое использование местных топливных ресурсов в сельской местности, отказ от газа и электричества в пользу древесных ресурсов позволит рационально утилизировать древесные отходы, снизить их негативное влияние на окружающую среду.

**2. Определение и оценка рекреационных функций леса и установление оплаты услуг экосистем на основе** модели устойчивого производства и потребления, для чего необходимы разработка системы взимания оплаты услуг экосистем на национальном уровне, а также разработка руководств и инструментов, которые будут служить основой для определения критериев оценки услуг экосистем и выявлять потенциальные варианты финансирования.

**3. Создание достойных «зеленых» рабочих мест в лесном хозяйстве с адекватной оплатой труда,** улучшенными стандартами здоровья и безопасности, юридическими правами, соответствующими конвенциями Международной организации труда.

Для выполнения данного направления необходимы:

- пересмотр вопросов использования рабочей силы в лесном хозяйстве и рекомендации приоритетов в области механизации труда;

- создание новых рабочих мест, обеспечение занятости и стабильной заработной платы населения, проживающего в малых городах и сельской местности;

- рассмотрение и обсуждение на политическом уровне основных угроз устойчивого функционирования рабочей силы и возможные контрмеры, развитие трехсторонних (правительство-профсоюзы-работодатели) подходов к «зеленым» рабочим местам в лесном хозяйстве, используя такие инструменты, как инструкции, стандарты, увеличение инвестиций в образование и профессиональную подготовку работников лесного хозяйства, субъектов малого бизнеса и других подрядчиков;

- совершенствование системы мониторинга безопасности труда и здоровья работников лесного хозяйства, обеспечение соблюдения соответствующего законодательства и разработка правил, в случае необходимости, с учетом изменения технологии производственных процессов и социальных условий;

- финансирование повышения квалификации работодателей и работников по вопросам безопасности труда и охраны здоровья.

#### **4. Управление лесным хозяйством в «зеленой» экономике с целью создания лесной политики и институциональных преобразований, способствующих внедрению принципов «зеленой» экономики.**

Для выполнения этого направления развития лесного хозяйства необходимо:

- содействие устойчивому ведению лесного хозяйства в сельской местности (предпринимательство, наращивание объемов производства, разработка инноваций) путем совершенствования нормативно-правовой базы;
- внедрение систем управления в лесном хозяйстве, которые были бы эффективными, действенными, менее бюрократическими и более прозрачными;
- создание условий для более тесного взаимодействия с ветвями власти различного уровня и с общественностью;
- улучшение информирования по всем аспектам функционирования лесного сектора и построение политики, основанной на объективном анализе статистических данных;
- информирование, разъяснительная работа, обеспечение участия заинтересованных сторон в межведомственных процессах и инициативах, связанных с зеленой экономикой и включение темы «Лесные ресурсы и «зеленая» экономика» в образовательные программы высших учебных заведений и иных образовательных центров.

В 2017 г. Беларусь участвовала в проекте «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике, финансируемом Европейским союзом и реализуемом Программой развития ООН, благодаря чему реализовано 23 пилотных проекта в различных регионах республики [3].

Таким образом, для достижения экономического, экологического и социального эффектов внедрение принципов «зеленой» экономики в лесохозяйственную отрасль требует пересмотра некоторых управленческих подходов во взаимодействии органов управления лесным хозяйством, государственных органов управления, бизнес-сообществ, фермеров, общественности.

#### **Библиографические ссылки**

1. Климатоориентированная стратегия устойчивого развития лесного хозяйства: общее содержание и проблемы становления / А. В. Неверов, А. В. Равино, Д. Г. Малашевич и др. // Тр. БГТУ. Сер. 5. Экономика и управление. 2018. № 1 (208). С. 28–33.
2. Всемирный банк в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vsemirnyjbank.org/ru/country/belarus> (дата обращения: 02.11.2018).
3. «Зеленая экономика» в Беларуси есть! [Электронный ресурс]. URL: <http://lesgazeta.by/news/vsled-za-sobytiem/zelenaja-jekonomika-v-belarusi-est> (дата обращения: 10.11.2018).

© Малашевич Д. Г., Дашкевич Е. А., 2019

## НЕОБХОДИМОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ<sup>1</sup>

С. О. Медведев

Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 662543, Красноярский край, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29/2  
E-mail: medvedev\_serega@mail.ru

*Рассмотрены теоретические аспекты необходимости исследования ресурсного потенциала лесной территории. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта: «Исследование и моделирование процессов развития экономики лесной промышленности региона в контексте природно-климатических условий и ресурсного потенциала».*

*Ключевые слова: исследование, ресурсный потенциал, лесная территория, инновации.*

## THE NEED TO STUDY THE RESOURCE POTENTIAL OF THE FOREST AREA

S. O. Medvedev

Lesosibirsk branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
29/2, Pobedy Str., Lesosibirsk, Krasnoyarsk Territory, 662543, Russian Federation  
E-mail: medvedev\_serega@mail.ru

*The article discusses the theoretical aspects of the need to study the resource potential of the forest area. The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research, Government of Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk Regional Fund of Science, to the research project: «Research and modeling of economic development of the forest industry in the region in the context of climatic conditions and resource potential. The reported study was funded by a grant from the President of the Russian Federation – for young scientists, candidates of sciences MK-1902.2019.6.*

*Keywords: research, resource potential, forest territory, innovations.*

Ресурсный потенциал России на настоящее время является залогом ее развития. Наличие мощной ресурсной базы энергетических и минеральных ресурсов, исследования в области которых проводятся в значительном количестве, является источником доходов в бюджет страны на протяжении большого периода времени. При этом поступления от использования ресурсов биологических, органических и/или возобновляемых ресурсов незначительны и могут быть использованы в значительно большей степени. Однако исследования потенциалов таких ресурсов фрагментарны и не носят комплексного характера. Вместе с тем, потенциал такого сырья огромен, особенно учитывая возможности возобновления и глубокой переработки. Выделяющимися из данного класса ресурсов являются лесные. Лесопромышленный комплекс может играть важнейшую роль в экономики страны, что доказано на примере

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта Президента РФ – для молодых ученых – кандидатов наук МК-1902.2019.6.

Финляндии [1–3]. Однако для повышения роли этой отрасли необходимо формирование широкой научной базы по развитию ее потенциала. Именно отсутствие комплексных исследований, соответствующих современным рыночным требованиям, по развитию ресурсного потенциала как лесной, так и ряда других отраслей экономики сдерживает их развитие. Проведение данных исследований в конечном итоге должно способствовать расширению и развитию существующих направлений в прогнозировании потенциалов ресурсов, а также формированию новых знаний в данной области.

Цель заявленного класса изысканий – проведение исследования ресурсного потенциала лесной территории на основе математического моделирования природно-производственных и экономических процессов.

Для достижения данной цели предполагается использование следующих общенаучных подходов: системный, комплексный, ситуационный, процессный, а также методы научного исследования: статистические, логические, эмпирические и экономико-математического моделирования [4–6]. Данные методы являются общеизвестными и широко применяемыми на практике, что облегчает повсеместное решение поставленных задач. При этом создание широкой базы данных о ресурсном потенциале регионов в рамках одной крупной промышленной отрасли является достаточно новым и используемым в отечественной практике фрагментарно. Применительно к математическому аппарату, необходимо использование корреляционно-регрессионного анализа (в целях выяснения зависимостей различного рода: производственных, климатических, ресурсных и др.), балансовых моделей (в целях выявления сбалансированности предлагаемых решений и исследования экономической доступности ресурсов), моделирования с производственными функциями (в целях определения возможностей организации производств на различных территориях региона), теории массового обслуживания (в целях моделирования потенциалов, возможностей переработки ресурсов, транспортировки по различным каналам движения, цепям поставок, создания сети перерабатывающих производств), основы финансовой математики (в целях моделирования и исследования финансовых потоков от использования ресурсного потенциала и обоснования экономической эффективности рекомендаций) и при необходимости ряд других инструментов. Именно использование широкого класса инструментов позволит сформировать целостную картину в рамках заявленного исследования [7–9].

Результаты исследования могут и должны быть использованы при планировании развития лесопромышленного комплекса страны и ее регионов. Так, результаты должны найти отражение в Лесных планах, ряде законодательных актов, стратегиях и планах развития отдельных промышленных предприятий, осуществляющих свою деятельность по использованию лесных ресурсов. Также возможно использование результатов исследования в развитии взаимоотношений с партнерами из регионов и стран. Таким образом, практические результаты исследования могут быть использованы на трех уровнях: федеральном (повышение эффективности деятельности отрасли), региональном (расширение использования потенциала лесных ресурсов региона) и локальном (развитие потенциала предприятий лесопромышленного комплекса края) [10–12].

В ходе работ над исследованием будет получен комплекс результатов, способных существенно сказаться на эффективности лесопромышленного комплекса страны. Данная цель может и должна выступать главенствующей в большинстве изысканий научных деятелей данного направления. Таким образом, заявленная посылка о необходимости исследования ресурсного потенциала – крайне важная задача на современном этапе развития науки и техники.

### **Библиографические ссылки**

1. Медведев С. О. Организационно-экономический механизм управления переработкой древесных ресурсов на предприятиях лесопромышленного комплекса : дис. ... канд. экон. наук / СФУ. Красноярск, 2015. 170 с.



2. Медведев С. О. Исследование процессов деятельности лесопромышленных предприятий // Глобальный научный потенциал, 2015. №.6 (51). С. 89–92.
3. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами : учеб. пособие. М. : МПСИ, 2005. 584 с.
4. Друкер П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения. М. : ФАИР-ПРЕСС, 2003. 288 с.
5. Медведев С. О., Лукин В. А. Эффективное использование сырьевых ресурсов как фактор конкурентоспособности предприятий лесного комплекса // Лесной экономический вестник. 2009. № 3. С. 33–39.
6. Медведев С. О. Эффективность деятельности предприятий лесоперерабатывающего комплекса // Российский экономический интернет-журнал, 2010. № 2. С. 213–220.
7. Медведев О., Безруких Ю. А., Мохирев А. П. Механизм управления основным производственным процессом на лесопромышленных предприятиях // Инженерный вестник Дона, 2015. Т. 36. № 2-2. 11 с.
8. Мохирев А. П., Горяева Е. В., Медведев С. О. Оценка технологических процессов лесозаготовительных предприятий // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 4 (24). С. 139–147.
9. Механизмы и принципы функционирования системы управления лесопромышленным предприятием / С. О. Медведев, А. П. Мохирев, А. А. Керющенко и др. // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7, № 1 (25). С. 226–233.
10. Медведев С. О., Мохирев А. П., Позднякова М. О. Критерии оценки производственных процессов лесопромышленных предприятий // Международные научные исследования. 2016. № 4 (29). С. 226–231.
11. Левицкий А. В. Оперативное управление и контроль ресурсосбережения на лесопромышленных предприятиях // Лесной вестник. Forestry Bulletin, 2011. № 1. С. 117–119.
12. Лапаев П. Ю. К вопросу многофункциональности анализа бизнес-процессов в управлении предприятием // Вестник экономической безопасности. 2013. № 1. С. 35–40.

© Медведев С. О., 2019

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СРЕДНЕГО ОБЪЕМА ХЛЫСТА И ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ НА ПРЯМЫЕ ЗАТРАТЫ ЛЕСОЗАГОТОВКИ<sup>1</sup>**

А. П. Мохирев, А. Н. Давыденко, С. О. Медведев

Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 662543, Красноярский край, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29/2  
E-mail: alexej.davidenko@yandex.ru

*Рассматривается влияние среднего объема хлыста и запаса древесины на прямые затраты лесозаготовки в зависимости от выбранной системы машин, изучаются методики определения наиболее эффективного выбора систем машин в зависимости от исследуемых факторов.*

*Ключевые слова: древесина, анализ, затраты, лесозаготовка, система машин.*

## **THE DEFINITION OF INFLUENCE MEDIUM AMOUNT OF WHIP AND WOOD STOCK TO THE DIRECT COST OF LOGGING**

A. P. Mohirev, A. N. Davydenko, S. O. Medvedev

Lesosibirsk branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
29/2, Pobedy Str., Lesosibirsk, Krasnoyarsk Territory, 662543, Russian Federation  
E-mail: alexej.davidenko@yandex.ru

*The article is devoted to the consideration of the influence of the average volume of whip and timber stock on direct logging costs depending on the chosen machine system. And also, the consideration of the technique for determining the most effective choice of machine systems, depending on the factors studied.*

*Keywords: wood, analysis, costs, logging, machinery system.*

Наиболее рациональной технологией лесозаготовительного производства является такая технология, которая способствует уменьшению затрат труда, материалов на единицу продукции и улучшению использования механизмов по времени, и мощности; максимально сокращает межоперационные производственные внутрисменные и межсменные простои [1].

Технологический процесс лесозаготовок представляет собой сложную многокомпонентную систему с большим количеством факторов. Для уменьшения вычислений и определения связи между приведенными затратами и основными природно-производственными факторами эффективен метод планирования экспериментов.

Планирование эксперимента сводится к обоснованному выбору числа опытов и условий их проведения с целью получения максимально возможной и достаточной информации, необходимой для решения поставленных задач с требуемой точностью при минимуме затрат [2].

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта: «Исследование и моделирование процессов развития экономики лесной промышленности региона в контексте природно-климатических условий и ресурсного потенциала», № 18-410-240003 и при поддержке гранта Президента РФ – для молодых ученых – кандидатов наук МК-1902.2019.6.

Задача оптимального проектирования в общем виде сводится к определению такой системы машин по составу ( $j = 1, 2, 3, \dots, k$ ), при которой суммарные приведенные затраты по системе были бы минимальными. Затраты на выполнение основных технологических операций по  $j$ -й системе машин определяют по формуле

$$З_j = \frac{1}{Q_{смj}} \sum_{i=1}^n \left( \frac{B_i \cdot Na_i}{D_i \cdot K_{смj}} + \Xi_i \right) \cdot N_i, \quad (1)$$

где  $Q_{смj}$  – сменное задание по системе машин, м<sup>3</sup>;  $B_i$  – балансовая стоимость машин и механизмов на выполнении  $i$ -й операции с учетом расходов на доставку, руб.;  $Na_i$  – норма амортизации на механизм или машину при выполнении  $i$ -й операции, %;  $D_i$  – число дней работы в году;  $K_{смj}$  – коэффициент сменности на выполнении  $i$ -й операции;  $\Xi_i$  – эксплуатационные сменные затраты на механизм или машину при выполнении  $i$ -й операции, руб.;  $N_i$  – число машин или механизмов, входящих в систему на выполнении,  $i$ -й операции, шт.

Методика определения эффективности реализуется посредством ряда этапов [3]. Первоначально формировались системы машин для хлыстового и сортиментного способов лесозаготовок по всему циклу основных работ, завершением которого является штабелевка древесины. На втором этапе на основе проведенных исследований выделены основные факторы (средний запас древесины, м<sup>3</sup>/га; средний объем хлыста, м<sup>3</sup>; годовой объем производства, тыс. м<sup>3</sup>) и установлены интервалы их варьирования.

В исследованиях выполнен расчет технико-экономических показателей лесозаготовки, выбранных систем машин [4]. Исследования проводились на примере лесозаготовительных предприятий, находящихся на территории Красноярского края [5].

Приведенные на рис. 1–3 пространственные изображения позволяют выявить тенденции в изменениях рассматриваемого оценочного параметра (ось ординат) и дают возможность учесть как совокупное, так и раздельное влияние исследуемых факторов (оси абсцисс и аппликата).

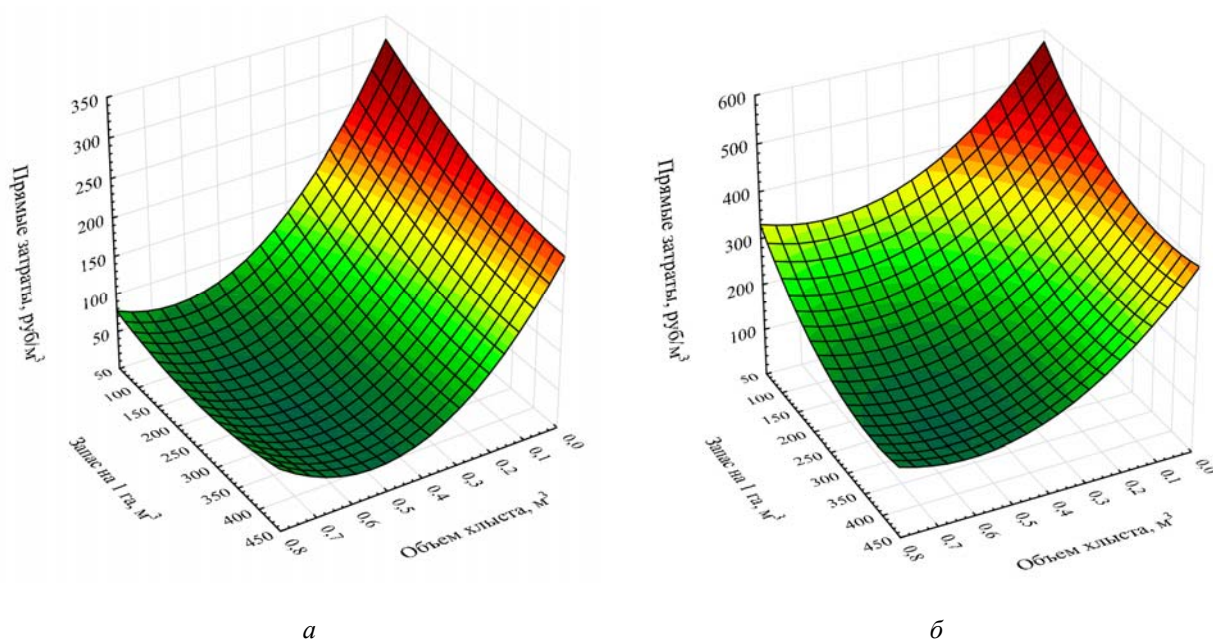


Рис. 1. Влияние среднего объема хлыста и запаса древесины на прямые затраты лесозаготовки системой машин:

$a$  – Husqvarna 272 XP+Husqvarna 135+Амкодор 2243;  $b$  – JD-903M+JD-848H+DM-4550

Сравнение результатов показывает, что технологии с применением бензомоторных пил экономически наиболее выгодны как при хлыстовой, так и при сортиментной технологии. Заготовка системой машин на базе ВПМ несколько экономичнее, чем система машин на базе ВТМ, но увеличением объема хлыста до  $0,7 \text{ м}^3$  затраты на заготовку этими системами машин примерно равны.

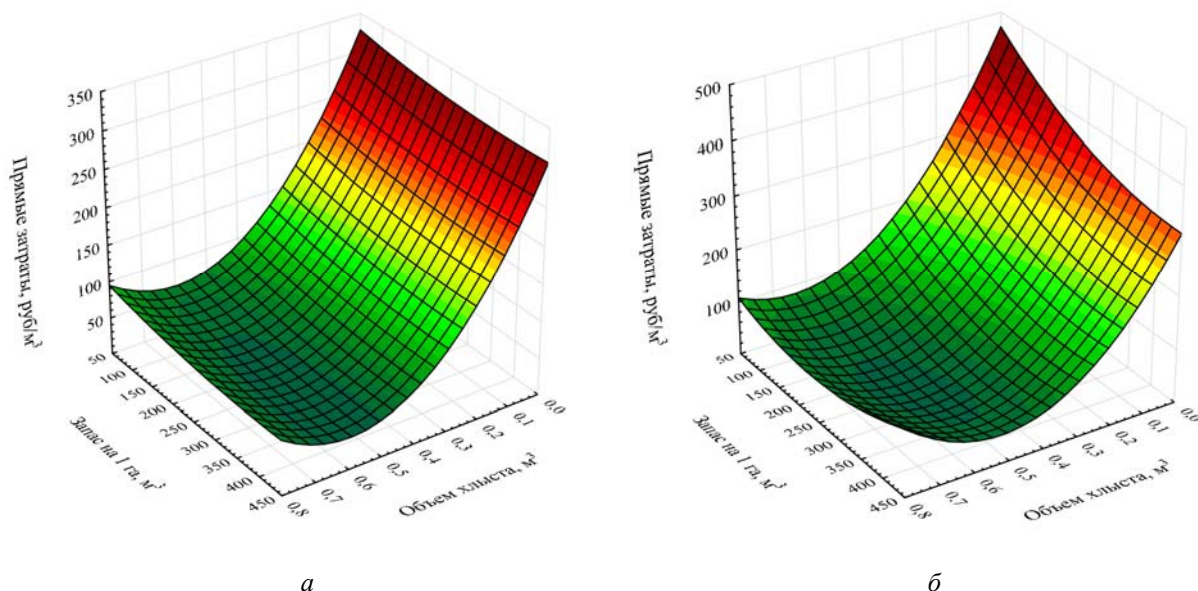


Рис. 2. Влияние среднего объема хлыста и запаса древесины на прямые затраты лесозаготовки системой машин:

*а* – ЛЗ-235+ DM-4550; *б* – Husqvarna 272 XP+Husqvarna 135+Амкодор 2243+Husqvarna 135

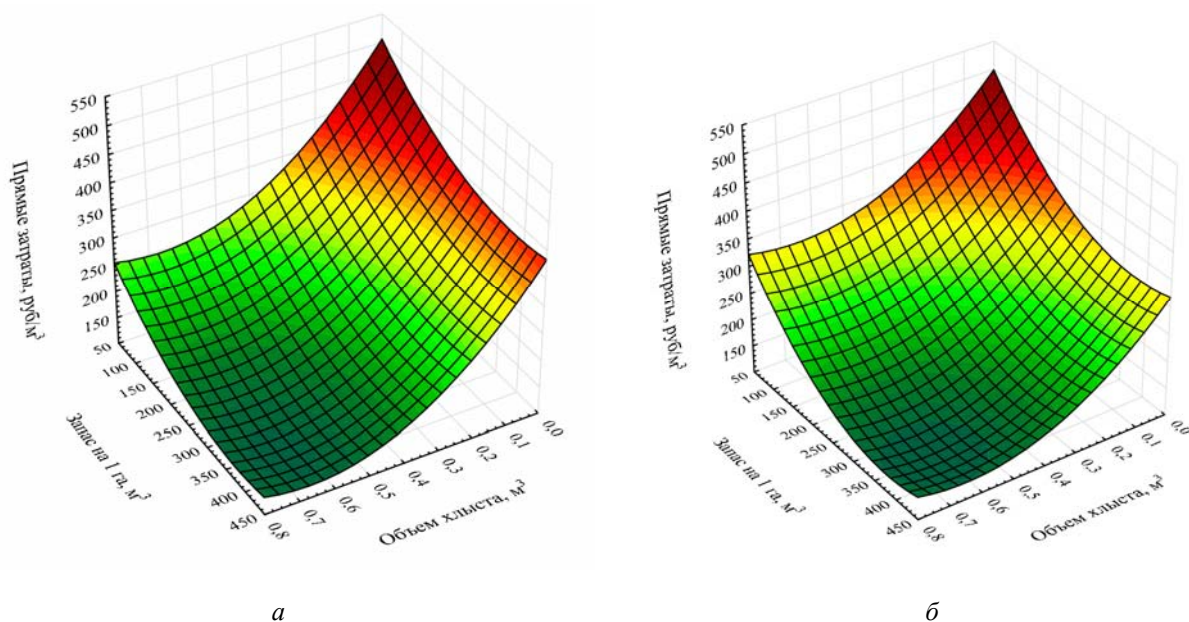


Рис. 3. Влияние среднего объема хлыста и запаса древесины на прямые затраты лесозаготовки системой машин:

*а* – Ponsse Ergo 8W+Ponsse Buffalo; *б* – JD-903M+JD-848H+ЛО-120

Сравнивая технологию заготовки хлыстами на базе JD-903М и сортиментную технологию «харвестер+форвардер» можно сказать, что технология «харвестер+форвардер» является наиболее затратной. Высокая стоимость машин сводит к минимуму эффект от снижения

затрат на нижнем складе. Однако применение такого комплекса в насаждениях со средним объемом хлыста от 0,35 до 0,65 м<sup>3</sup>, запасом на 1 га от 150 м<sup>3</sup> экономически целесообразно. Это характеризуется значительным снижением трудозатрат и сокращением числа операций на нижескладских работах. Стоит отметить, что в Красноярском крае леса в основном и имеют такие характеристики, как не высокий объем хлыста и запас на гектар.

### Библиографические ссылки

1. Мохирев А. П., Горяева Е. В., Медведев С. О. Оценка технологических процессов лесозаготовительных предприятий // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 4 (24). С. 139–147.
2. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер [и др.]. М. : Наука, 1971. 270 с.
3. Силукова Ю. Д. К оценке границ применимости сортиментного и хлыстового способов лесозаготовок // Технология лесопромышленного производства и транспорта: сб. тр. / под. ред. Ю. Д. Силукова ; Урал. гос. лесотехн. акад. Екатеринбург, 2000. 236 с.
4. Мохирев А. П. Методика выбора лесозаготовительных машин под природно-климатические условия // Лесотехнический журнал. 2016. Т. 6, № 4 (24). С. 208–215.
5. Мохирев А. П., Мохирев П. Ф. Исследование специфики лесозаготовок в Красноярском крае // Resources and Technology. 2015. Т. 12, № 2. С. 98–108.

© Мохирев А. П., Давыденко А. Н., Медведев С. О., 2019

## **УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА: МЕТОДЫ И ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА**

А. Е. Ноговицына, Т. А. Куприянова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: nogovicsynaanya@mail.ru, Kupriyanowa@list.ru

*Рассматриваются особенности формирования затрат, а так же методики управления ими в организациях лесного хозяйства. По результатам проведенного анализа предложено использование алгоритмического подхода к выбору метода учета затрат в лесном хозяйстве.*

*Ключевые слова: методы управления затратами, алгоритм, эффективность, лесное хозяйство.*

## **COST MANAGEMENT IN FORESTRY ORGANIZATIONS: METHODS AND CHARACTERISTICS OF CHOICE**

A. E. Nagovitsyna, T. A. Kupriyanova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: nogovicsynaanya@mail.ru, Kupriyanowa@list.ru

*The article discusses the features of the formation of costs, as well as methods of their management in forestry organizations. According to the results of the analysis, the use of an algorithmic approach to the choice of cost accounting method in forestry is proposed.*

*Keywords: cost management methods, algorithm, efficiency, forestry.*

Лесное хозяйство является обеспечения одной из важнейших отраслей экономики появления РФ, состояние которой предопределяет уровень товара благосостояния общества являющейся в целом, а также его производительных сил. Лесное хозяйство является специфической отраслью в связи с особенностями обусловленными как природными факторами, поскольку объектом управления затратами является лес, так и ведением деятельности в целом, а именно:

- длительный период лесовозобновления вследствие естественных природных процессов;
- значительные площади лесных насаждений;
- природно-географические и территориальные условия произрастания лесных массивов;
- многообразие функций и полезностей леса и их сочетаемость;
- бюджетно-сметное финансирование;
- полная государственная собственность на лесной фонд, и как следствие отсутствие рыночных механизмов;
- государственная система и методы управления лесами [1].

В рамках управления затратами решается ряд важнейших задач деятельности лесных хозяйств:

- повышение финансовых результатов деятельности;

- повышение финансовой устойчивости и конкурентоспособности;
- оперативное выявление отклонения фактических затрат от планируемых;
- разработку мероприятия для выявления и использования внутрихозяйственных резервов.

В процессе ведения деятельности лесные хозяйства могут осуществлять различные расходы:

- общепроизводственные расходы;
- лесохозяйственные работы;
- лесозащитные работы;
- лесокультурные работы;
- гидролесомелиоративные работы;
- противопожарные мероприятия;
- общепроизводственные расходы;
- расходы капитального характера;
- расходы на содержание лесохозяйственного аппарата и государственной лесной охраны [2, с. 98].

Учитывая разнонаправленность деятельности организаций лесного хозяйства перед руководством достаточно остро стоит вопрос о выборе наиболее эффективного метода управления затратами.

Совокупность методов управления затратами применяемые в российской и международной практике рассмотрим на рис. 1.



Рис. 1. Совокупность методов управления затратами в российской и международной практике

В зависимости от совокупности факторов внешней и внутренней среды, руководство организации принимает решение о выборе того или иного метода управления затратами. Необходимо отметить, что в последние годы, данные методы стали находить применение и в практике российских организаций.

LCC-анализ или метод «жизненного цикла» товара основан на модели снижения затрат на протяжении всего жизненного цикла товара. Как правило, на начальной стадии внедрения нового производства закладываются максимальные инвестиционные расходы. Минусом дан-



ного метода можно назвать сложности в прогнозировании предполагаемых инвестиционных затрат на стадии внедрения [3, с. 32].

Бенчмаркинг затрат или метод сравнения с показателями конкурентов, активно используется за рубежом. В России в современных условиях он не так популярен. Данный метод основан на методике применения сравнительного анализа затрат фирм-конкурентов.

Метод запланированных затрат также не получил достаточного распространения в практике российских предприятий, в том числе предприятий лесной отрасли. Здесь запланированные затраты формируются в три этапа: фиксируются рыночно обоснованные плановые цены на продукцию; рассчитывается примерный размер прибыли; определяются максимально допустимые затраты на продукцию. Данный метод можно отнести к долгосрочным методам управления затратами.

Наиболее популярным методом управления затратами в российской практике является метод директ-костинг. Данный метод подразумевает деление затрат на постоянные и переменные. Постоянные накладные расходы не включаются в себестоимость продукции, а непосредственно относятся на счет прибылей и убытков в том периоде, когда они произошли.

CVP-анализ (анализ обеспечения точки безубыточности) основывается на сопоставлении трех показателей затраты организации, доходы от реализации и величина прибыли, сопоставление которых позволяет определить выручку от реализации, которая при известных величинах постоянных и переменных затрат на единицу продукции обеспечит безубыточность деятельности или планируемый финансовый результат [4].

Еще одним достаточно известным методом управления затратами является метод «стандарт-кост». В основе данного метода лежит предположение что для каждого вида затрат (материальных, трудовых и др.) определяются обоснованные нормы расходы ресурсов на единицу продукции. Затраты ресурсов по нормам и отклонения от норм потребления учитываются отдельно.

Использование метода ABC предлагает рассматривать деятельность организации как совокупность технологических процессов или рабочих операций. Сумма затрат организации в течение периода или затрат на определенный вид продукции определяется на основании затрата на осуществление совокупности соответствующих процессов и операций.

Метод таргет-костинга использует формулу традиционного способа ценообразования, модифицированную под целевую себестоимость, то есть происходит расчете целевой себестоимости изделия исходя из предварительно установленной цены реализации, которая определяется с помощью маркетинговых исследований. Использование данного метода позволяет определить целевую себестоимость уже на стадии планирования продукции, в это в свою очередь является инструментом стратегического управления затратами.

Метод VCC также является методом стратегического управления затратами. Он включает анализ затрат, на которые организация прямым способом повлиять не может, такие как потребительские предпочтения, рыночная конъюнктура и т. д.

Кайзен-костинг представляет собой процесс постепенного снижения затрат на этапе производства продукции, позволяющий достичь необходимый уровень себестоимости и обеспечить прибыль производства. Обеспечивает формирование целевой себестоимости в процессе производства продукции, и используется преимущественно для оперативного управления затратами, а так же контроля за их уровнем [5].

Кост-киллинг предполагает стремление к максимальному снижению затрат в минимально короткое время без ущерба для деятельности организации и перспектив ее развития. Ключевым моментом данного метода является выведение организации из кризиса, за счет поиска резервов снижения затрат, а также поиск дополнительных доходов: продажа излишних активов, сдача имущества в аренду и др.

Метод абзорпшен-костинг представляет собой метод управления затратами, при котором в себестоимость продукции включаются все затраты (в том числе и накладные), при



этом подразумевается использование методов распределения накладных затрат, позволяющих наиболее точно установить величину накладных затрат, включаемых в себестоимость единицы продукции. Поскольку происходит исчисление полной величины затрат, то их распределение осуществляется между реализованной продукцией и остатками готовой продукции.

Анализ рассмотренных методов управления затратами, необходимо отметить, что часть из них относится к стратегическому управлению, другая – к оперативному управлению.

В процессе выбора модели учета затрат необходимо руководствоваться определенным алгоритмом отражающим взаимосвязь факторов деятельности организации и модели учета затрат (рис. 2).

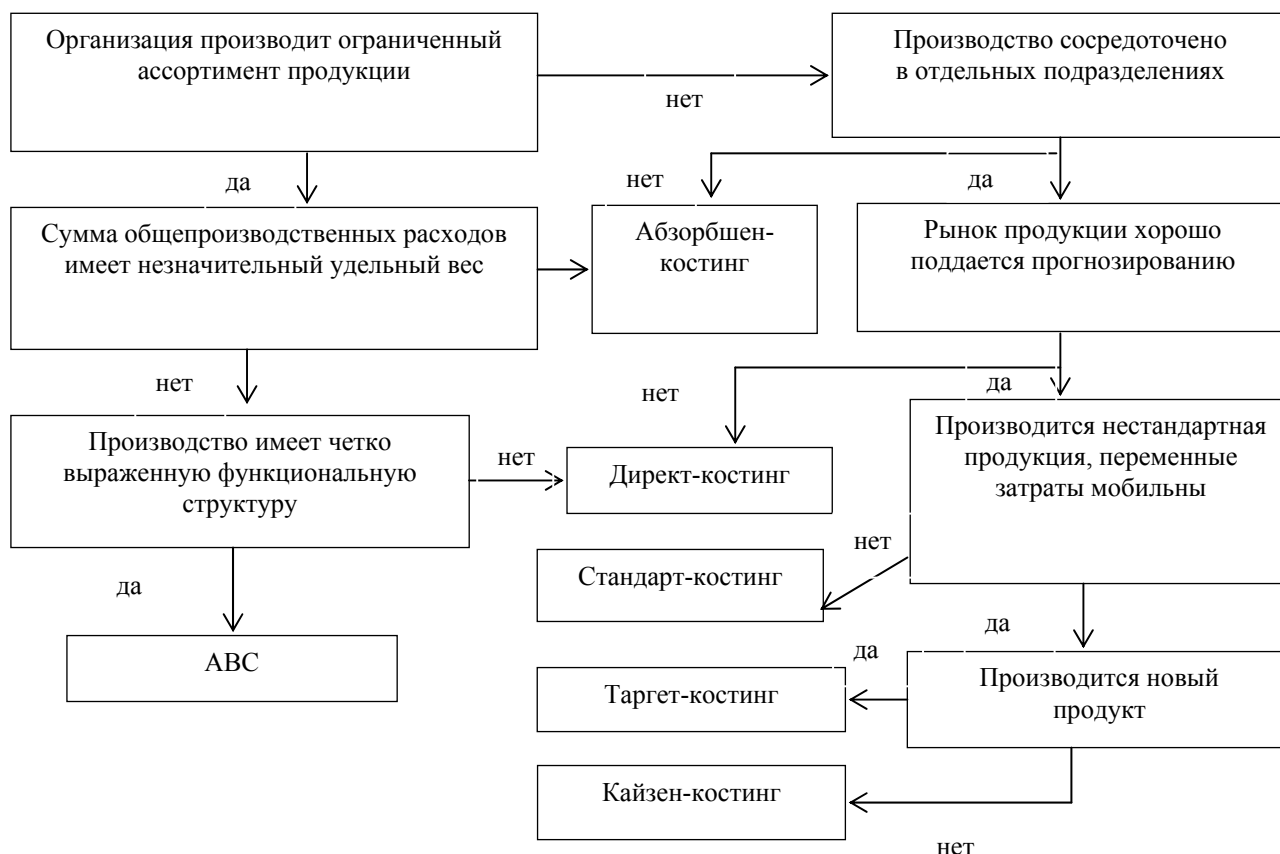


Рис. 2. Алгоритм выбора системы управления затратами

Кроме указанных на рисунке 2 факторов, связанных с особенностями производимой организацией продукции, при выборе модели управления затратами необходимо учесть организацию информационного обеспечения процесса управления (объемы и структура информации о затратах, автоматизация процесса получения и обработки информации, квалификация и мотивация персонала, участвующего в формировании информационных потоков).

Рассмотренный алгоритм выбора системы управления затратами в организациях лесного хозяйства предусматривает проведение следующих взаимосвязанных финансово-управленческих решений:

- группировка расходов предприятия по соответствующим калькуляционным статьям;
- тщательный контроль за формированием сметной стоимости или прочих расходов и их минимизация;
- анализ отклонений от плановых показателей и выявление причин этих отклонений, сведение до минимума этих отклонений путем корректировки плановых показателей;

– оценка резервов снижения затрат предприятия, а также определение механизмов их снижения.

Организациям лесного хозяйства в условиях государственного целевого финансирования, и низкой рыночной привлекательности, необходимо уделять большое внимание оценке резервов снижения затрат, ведь в упущенных возможностях кроются потенциальные убытки для организации.

### **Библиографические ссылки**

1. Панкратова Н. Н. Отраслевые особенности учета затрат и проблемы финансирования лесного хозяйства [Электронный ресурс] // Вестник ТОГУ. Красноярск, 2010. № 4 (19). С. 161–168.
2. Санкович М. М., Малашевич Д. Г. Совершенствование системы планирования и финансирования затрат на ведение лесного хозяйства [Электронный ресурс] // Труды БГТУ. 2012. № 7. С. 97–10 URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/sovershenstvovanie-sistemy-planirovaniya-i-finansirovaniya-zatrat-na-vedenie-lesnogo-hozyaystva> (дата обращения: 12.01.2019).
3. Слиньков Д. Г. Управленческий учет: постановка и применение (+CD). СПб. : Питер, 2016. 304 с.
4. Киреева Н. В. Анализ допущений модели CVP [Электронный ресурс] // Вестник Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер. Экономика и менеджмент. 2011. № 21. С. 73–77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-dpuscheniy-mdeli-cvp> (дата обращения: 27.12.2018).
5. Галицкий С. В., Ворошко И. А. Роль модели «Кайзер-костинг» в ситеме управления затратами // Фундаментальные исследования. 2016. № 10 (ч. 1). С. 119–123.

© Ноговицына А. Е., Куприянова Т. А., 2019

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УСЛУГИ НА ПРИМЕРЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ БАНКОВСКИХ УСЛУГ**

Т. И. Огрызкова, Н. В. Фадеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: tanya010196@mail.ru

*Рассмотрена банковская услуга, процесс предоставления банковской услуги. Определены показатели качества в соответствии с концепцией «SERVQUAL». Декомпозирован процесс открытия вклада.*

*Ключевые слова: банковская услуга, концепция «SERVQUAL», декомпозированная модель, показатели качества, предоставление услуги.*

## **ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SERVICE FOR EXAMPLE, THE ORGANIZATION FOR THE PROVISION OF BANKING SERVICES**

T. I. Ogryzkova, N. V. Fadeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: tanya010196@mail.ru

*Discusses the banking service, the process of providing banking services. Quality indicators in accordance with the concept of “SERVQUAL” the process of opening a Deposit is Decomposed.*

*Keywords: banking services, the concept of “SERVQUAL”, decompensirovanna model, quality indicators, the provision of services.*

Согласно Федеральному закону № 395-1 ФЗ «О банках и банковской деятельности» [1] банковская система Российской Федерации включает в себя Банк России, кредитные организации, а также представительства иностранных банков. Правовое регулирование банковской деятельности осуществляется Конституцией Российской Федерации, настоящим Федеральным законом, Федеральным законом «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» [2], другими федеральными законами, нормативными актами Банка России.

Одно из основных понятий, используемых в ФЗ № 395-1 [1]: банк – это кредитная организация, которая имеет исключительное право осуществлять в совокупности следующие банковские операции: привлечение во вклады денежных средств физических и юридических лиц, размещение указанных средств от своего имени и за свой счет на условиях возвратности, платности, срочности, открытие и ведение банковских счетов физических и юридических лиц. Также используется понятие кредитная организация – это юридическое лицо, которое для извлечения прибыли как основной цели своей деятельности на основании специального разрешения (лицензии) Центрального банка Российской Федерации (Банка России) имеет право осуществлять банковские операции, предусмотренные этим законом.

Банковская услуга – деятельность банка, осуществляемая по поручению и в интересах клиента с целью удовлетворения его потребностей в банковском обслуживании. Особенностью услуг банка является в отличие от товаров, услуг предприятий, то, что клиент не только

принимает услугу банка, но и участвует в процессе ее оказания. Потребности клиента в банковских услугах удовлетворяются путем совокупности отдельных операций, в которых участвуют клиент и банк. Клиенты банков желают получать не только традиционное банковское обслуживание, но и комплексное содействие их бизнесу. Услуги банка должны быть привязаны к конкретному клиенту. Комплексная банковская услуга – предоставление определенного набора услуг клиентам на более выгодных условиях, чем если бы эти услуги предлагались отдельно [3].

Нами была рассмотрена услуга открытия вклада с точки зрения процессно-ориентированной модели. Клиент обращается во внутреннее структурное подразделение (далее ВСП), берет талон в электронной очереди, после ожидания очереди, происходит консультация, прием и проверка документов. Далее клиенту рассказывают о преимуществах и недостатках одного вида вкладов от другого, оформляется лицевой счет и вкладная книжка, осуществляется прием денежных средств и заключение договора между Банком и Клиентом.

Технологический процесс предоставления услуги рассмотрим на примере операции «Открытие вклада» (рис. 1). В данном процессе присутствует как материальное обеспечение, обеспечивающие процессы, так и процессы менеджмента, процессы управления. Процессами, обеспечивающими процесс «Открытие вклада», являются обеспечение персоналом, финансовое обеспечение, охрана труда и обеспечение ИТ-инфраструктурой. Процессами менеджмента являются стратегическое и оперативное управление, а также оценка удовлетворенности клиента.

Обращение клиента в ВСП:

1. Взятие талона в электронной очереди.
2. Ожидание очереди.
3. Консультирование клиента работником банка.
4. Прием документов.
5. Проверка документов в программе.
6. Выбор вида вклада (валюта, срок, сумма).
7. Оформление лицевого счета и вкладной книжки.
8. Перенаправление в кассу.
9. Прием денежных средств от клиента.
10. Проверка кассового ордера, подпись.
11. Регистрация кассового ордера.
12. Загрузка кассового ордера в «документы дня».
13. Передача 1 экз. договора клиенту.
14. Хранение 1 экз. договора в банке.

Услуга открытия вклада относится к процессной модели предоставления услуги типа А [3]. Данная модель встречается в том случае, когда потребитель является непосредственным участником технологического процесса исполнения услуги, вследствие чего процесс основного обслуживания и технологический процесс исполнения услуги протекают параллельно. Эта процессная модель показывает, что весь процесс состоит из предварительно обслуживания, в котором взаимодействуют потребитель и исполнитель услуги, технологического процесса исполнения услуги, где исполнитель воздействует на потребителя, посредством оказания заказанной услуги, основное обслуживание в котором осуществляется непосредственный контакт исполнителя и потребителя, заключительное обслуживание включает в открытый вклад.

Декомпозиция определенного процесса не дает достаточного количества информации для оценки деятельности организации. Поэтому, в рамках данного исследования нами была применена методика оценки качества организации «SERVQUAL» с точки зрения обслуживания клиентов, так как клиент является одной из заинтересованных сторон любой организации. Концепция «SERVQUAL» представляет собой модель, предназначенную для помощи в оценке клиентского сервиса.

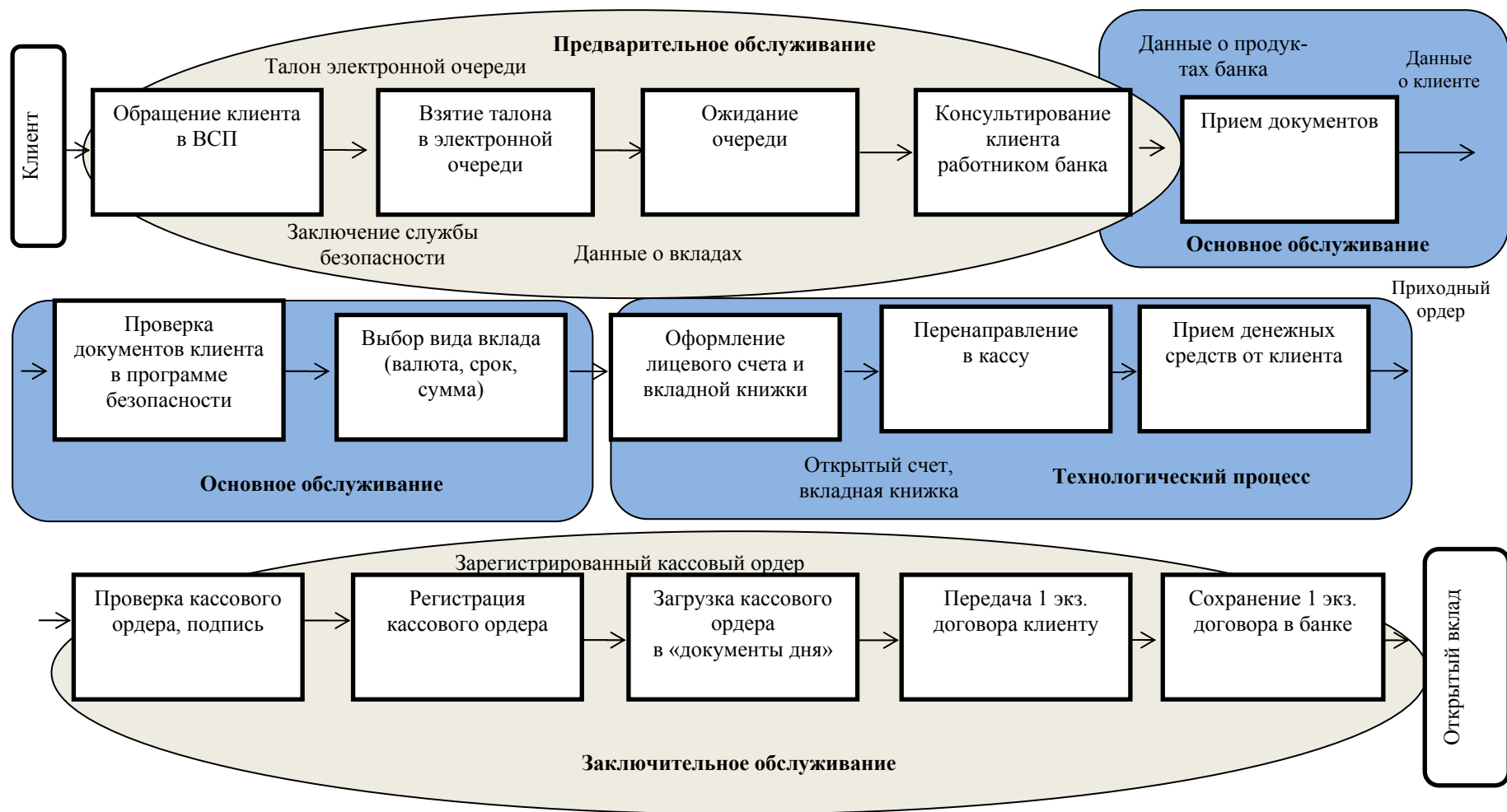


Рис. 1. Схема предоставления услуги «Открытие вклада» в соответствии с процессной моделью типа А [3]

Собственно, это можно увидеть и в самом названии – «SERV» (Service – Сервис) и «QUAL» (Quality – Качество). Модель «SERVQUAL» нашла широкое применение внутри сферы услуг с целью понимания особенностей восприятия целевой аудитории касемо её потребностей в сервисе, а также с целью измерения качества услуг, предоставляемых самой организацией [3].

Для измерения пяти критериев качества банковской услуги нами использована адаптированная методика «SERVQUAL» [4], на основе которой нами была проанализирована анкета SERVQUAL, в которой клиенты высказывали свое мнение относительно тех критериев, которым должен соответствовать идеальный офис. Результаты опроса клиентов наносятся на интерпретационную карту «важность – коэффициенты качества» для последующего анализа (рис. 2).

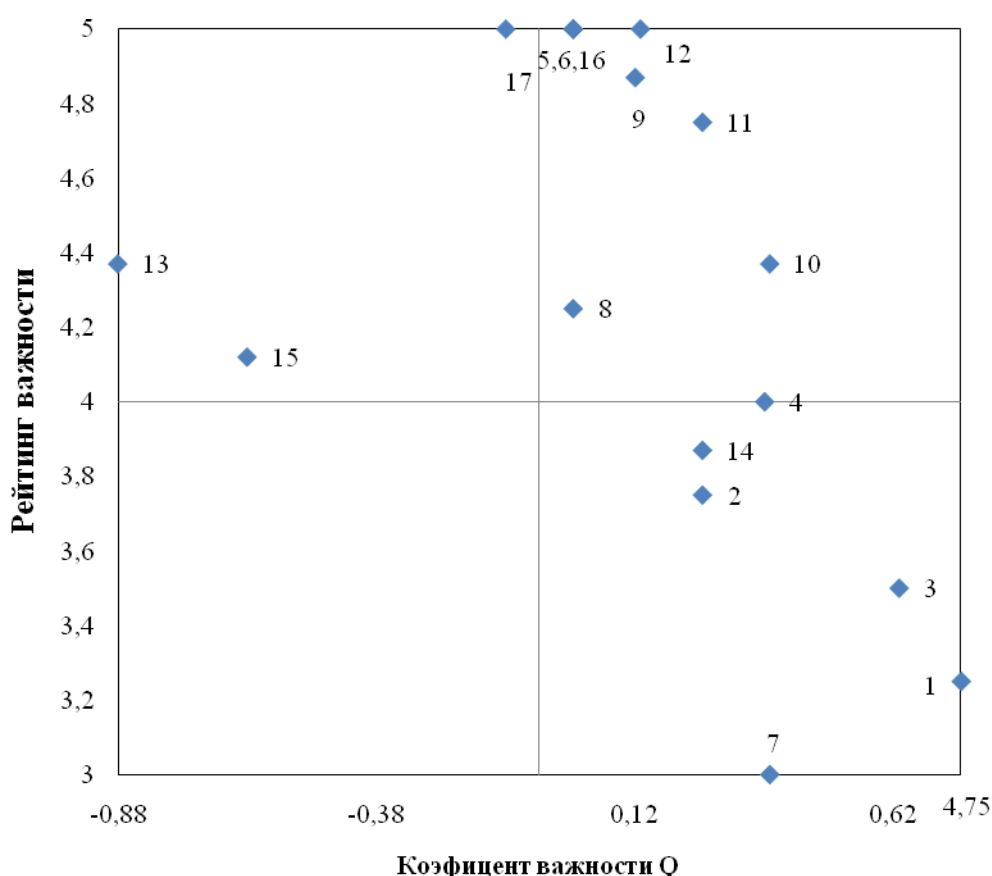


Рис. 2. Интерпретационная карта «важность – коэффициенты качества»

Анализируя выше представленный рисунок, можно сделать следующие выводы:

1 квадрант «высокие коэффициенты качества – высокая важность». В него вошли следующие показатели: 4 (руководство офиса банка выполняет свои обещания), 5 (если у клиентов случаются проблемы, то руководство офиса банка и сотрудники пытаются их решить), 6 (офис банка имеет высокий авторитет), 9 (сотрудники банка высокопрофессиональны), 10 (сотрудники банка помогают клиентам с выбором продуктов и оказывают консультацию), 11 (между клиентом и сотрудником банка существует атмосфера доверия и взаимопонимания), 12 (сотрудники банка вежливы по отношению к клиентам).

2 квадрант «высокие коэффициенты качества – низкая важность». В него вошли следующие показатели: 1 (офис банка имеет современную материально-техническую базу), 2 (интерьеры помещений в офисе банка в отличном состоянии), 3 (сотрудники банка приятной наружности, опрятны и одеты в соответствии с дресс-кодом), 7 (приказы руководства).

банка исполняются аккуратно и в срок), 14 (к клиентам банка проявляется индивидуальный подход).

3 квадрант «высокая важность – низкие коэффициенты качества». В него вошли следующие показатели: 13 (руководство банка оказывает всяческую поддержку сотрудникам для эффективной работы с покупателями), 15 (сотрудники банка проявляют личное участие в выборе банковских продуктов и оказывают услуги), 17 (режим работы офиса банка удобный для покупателей).

4 квадрант «низкие коэффициенты качества – низкая важность». В него не попал ни один показатель.

Таким образом, квадранты дают необходимую информацию для принятия стратегических решений по совершенствованию качества. Квадрант 1 указывает на положительное состояние дел с теми коэффициентами качества, которые по данным исследования попали в него. Квадрант 3 указывает на проблемы, так как важность критериев качества очень велика для потребителей, но они не находятся на высоком уровне. Таким образом, на основании построенного квадранта видно, что в улучшении нуждаются следующие показатели: 13 – руководство банка должно оказывать всяческую поддержку сотрудникам для эффективной работы с клиентами; 15 – сотрудники банка должны проявлять личное участие в выборе банковских продуктов и давать консультации; 17 – режим работы офиса банка должен быть удобным для клиентов и соответствовать законодательству.

В заключении, нами была выявлена непосредственная связь применения инструментов управления качеством при оценке качества услуги на примере организации по предоставлению банковских услуг. В совокупности, результаты применения данных инструментов позволили сформировать общее представление о данной финансовой организации с точки зрения менеджмента качества. Данная организация заботится о своих клиентах и предпринимает действия для поддержания высокого уровня конкурентоспособности.

### **Библиографические ссылки**

1. О банках и банковской деятельности : федер. закон от 02.12.1990 № 395-1-ФЗ (ред. от 14.03.2013) // Собр. законодательства РФ. 2013. № 23. Ст. 1.
2. О Центральном банке Российской Федерации (Банке России): федер. закон от 10 июля 2002 г. № 86-ФЗ // Собр. законодательства РФ. 2002. № 15. Ст. 1.
3. Сайт финансово-экономической литературы [Электронный ресурс]. URL: <https://finances.social/kredit-banki-dengi/bankovskaya-usluga-35369.html>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 22.11.2018).
4. Фадеева Н. В. Методология оценки качества услуг // Вестник ТГТУ. 2012. № 2. С. 484–491.

© Огрызкова Т. И., Фадеева Н. В., 2019

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ<sup>1</sup>**

М. О. Позднякова, А. П. Мохирев

Лесосибирский филиал Сибирского государственного университета науки и технологий  
имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 662543, Красноярский край, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29/2  
E-mail: m\_o\_pozdnyakova@mail.ru

*Экологическая доступность древесины определяется как важный критерий ответственного лесопользования. Ее оценка представляется эффективным инструментом для оперативного и стратегического управления лесными ресурсами.*

*Ключевые слова: экологическая доступность древесных ресурсов, заготовка древесины, мониторинг лесопользования.*

## **ENVIRONMENTAL AVAILABILITY OF WOOD RESOURCES OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

M. O. Pozdnyakova, A. P. Mokhirev

Lesosibirsk branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
29/2, Pobedy Str., Lesosibirsk, Krasnoyarsk Territory, 662543, Russian Federation  
E-mail: m\_o\_pozdnyakova@mail.ru

*Ecological availability of wood is defined as an important criterion of responsible forest management. Its assessment is an effective tool for the operational and strategic management of forest resources.*

*Keywords: ecological availability of wood resources, timber harvesting, forest management monitoring.*

Будучи мировым лидером по запасам древесины, Россия ведет активную лесопромышленную деятельность. Поэтому охрана и воспроизведение лесов в нашей стране являются приоритетными задачами. В связи с этим на законодательном уровне часть лесного фонда изымается из хозяйственного оборота и становится недоступной для промышленного освоения. Таким образом, можно говорить об экологической доступности древесины как о важном показателе оценки древесных ресурсов.

В работе А. А. Лалетина [1] предложен подход к определению эколого-экономической доступности древесных ресурсов с применением данных геоинформационных систем. По мнению автора, это дает наглядное представление об эффективности освоения территорий, в которых промышленные рубки не ведутся в настоящее время. Автор отмечает, что текущий размер ежегодного пользования лесом необоснован, а определение ежегодной расчетной лесосеки на основании эколого-экономической доступности древесных ресурсов позволит действовать на принципах неистощительного и непрерывного пользования лесом [1].

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-310-00311.



Экологическая доступность древесных ресурсов выражается в ограничении на пользование ресурсом, так как данный вид пользования может нарушить естественные природные процессы и подорвать возможность выполнения этим ресурсом экологических функций или снизит его экологическую ценность [2]. Математически это можно записать формулой (1):

$$\text{ЭкД} \notin \text{З}_{\text{зл}}, \quad (1)$$

где ЭкД – экологически доступная древесина;  $\text{З}_{\text{зл}}$  – законодательно запрещенная в рубку древесина.

В работе [3] экологическую доступность предлагается разделить по территориально-временным признакам: полная недоступность, временная недоступность, частичная недоступность.

Полностью недоступными являются участки леса, на территории которых запрещены все виды рубок. Сюда можно отнести крупные мало нарушенные лесные территории, не подвергавшиеся существенным воздействиям со стороны человека в течение последних 60 лет; мало нарушенные лесные территории или их фрагменты, ценность которых доказана; ключевые места обитания редких и охраняемых видов животных и растений; притундровые леса; леса на крутых склонах и с выходом каменистых россыпей; водоохранные зоны по всем водотокам и водоемам; все особо охраняемые природные территории и планируемые к их созданию и т. д. Временно недоступными являются участки лесного фонда, недоступные к освоению в определенный период времени. Сюда относятся невосстановившиеся в течение допустимого срока вырубki, гари, участки леса, поврежденные лесными вредителями или вредными воздействиями антропогенного характера. Частично недоступными являются участки лесного фонда с ограниченным их использованием, т. е. участки, на которых разрешены не сплошные рубки леса. Сюда можно отнести опушки леса по границам с безлесным пространством, в оврагах и балках и т. д.

Данные Государственного лесного реестра (в отношении лесов, расположенных в границах территории Красноярского края) приведены в таблице [4].

**Данные о состоянии лесов Красноярского края**

| Показатель                                 | Значение       | Доля в общей площади лесов, % |
|--------------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Общая площадь, га                          | 158 734 808,00 | –                             |
| Площадь защитных лесов, га                 | 51 857 429,00  | 32,67                         |
| Площадь эксплуатационных лесов, га         | 61 958 153,00  | 39,03                         |
| Площадь резервных лесов, га                | 44 919 226,00  | 28,30                         |
| Площадь, покрытая лесом, га                | 105 054 129,00 | 66,18                         |
| Общий объем древесины, тыс. м <sup>3</sup> | 11 510 905,30  | –                             |

Анализ данных показывает, что к защитным лесам относят около 33 % от общей площади лесного фонда региона. Эта группа включает в себя лесные земли, на которых ограничена деятельность человека в целях сохранения биоразнообразия, защиты от почвенных эрозий, размывов рек и т. д.

Основные существующие ограничения на природопользование в защитных лесах включают в себя:

1) во всех категориях запрещается проведение сплошных рубок лесных насаждений с целью заготовки древесины;

2) в отдельных категориях (ценные леса и водоохранные зоны) запрещается размещение объектов капитального строительства, за исключением линейных объектов, гидротехнических сооружений и объектов, связанных с выполнением работ по геологическому изучению и разработкой месторождений углеводородного сырья.

3) в зеленых зонах, лесопарковых зонах запрещается:

- ведение сельского хозяйства;
- разработка месторождений полезных ископаемых;
- размещение объектов капитального строительства, за некоторыми исключениями [5].

К резервным лесам относятся леса, в которых в течение 20 лет не планируется осуществлять заготовку древесины. Использование резервных лесов допускается после их отнесения к эксплуатационным лесам или защитным лесам. В Красноярском крае 28,3 % площадей лесного фонда отнесены к резервным, таким образом, они исключены из процесса освоения лесов.

Таким образом, в Красноярском крае экологически полностью доступны для промышленного освоения 39 % лесного фонда. Еще 32,7 % (защитные леса) можно отнести к частично доступным – среди них есть леса, которые можно использовать в хозяйственной деятельности частично, есть леса, полностью исключенные из хозяйственного оборота. 28,3 % лесов (резервные) можно отнести к временно недоступным.

### **Библиографические ссылки**

1. Лалетин А. А. Эколого-экономическая оценка древесных ресурсов красноярского края : дис. ... канд. биол. наук. Красноярск : ИЛ СО РАН, 2013. 120 с.
2. Assessment of availability of wood resources using geographic information and analytical systems (the Krasnoyarsk Territory as an example) / A. P. Mokhirev, M. O. Pozdnyakova, S. O. Medvedev, V. O. Mammatov // Journal of Applied Engineering Science. 2018. № 3.
3. Болотов О. В., Мохирев А. П., Горяева Е. В. Методологический подход к определению экологической доступности лесных ресурсов // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2004. № 9. С. 77–80.
4. Красноярский край [Электронный ресурс] : офиц. портал. URL: <http://www.krskstate.ru/opendata/mpr/0/id/14470> (дата обращения: 14.11.2018).
5. Защитные леса России [Электронный ресурс]. URL: <https://леснойфорум.рф/wp-content/uploads/2018/07/13-Кобяков.pdf> (дата обращения: 14.11.2018).

© Позднякова М. О., Мохирев А. П., 2019

## **КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

Д. В. Слесарева, Н. В. Фадеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: dasha.slesareva.98@mail.ru

*Рассмотрена актуальность применения квалиметрических подходов к оценке уровня качества, а также проблема качества круглых лесоматериалов лиственных пород. Изучены нормативные документы по данной продукции и построено иерархическое дерево свойств качества.*

*Ключевые слова: квалиметрические подходы, показатель качества, лесоматериалы круглые, иерархическое дерево свойств качества.*

## **QUALITATIVE APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF THE LEVEL OF QUALITY ROUND TIMBER OF DECIDUOUS BREEDS**

D. V. Slesareva, N. V. Fadeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: dasha.slesareva.98@mail.ru

*This article discusses the relevance of the use of qualimetric approaches to assessing the level of quality, as well as the problem of quality of round hardwood. The normative documents on this production are studied and the hierarchical tree of quality properties is constructed.*

*Keywords: qualimetric approaches, quality indicator, round timber, hierarchical tree of quality properties.*

Из учебного пособия «Квалиметрия: методы количественного оценивания качества различных объектов» Г. В. Астратовой [1], говорится, что квалиметрия происходит от корней двух слов: «квали» – качество и «метрия» – измерение и количественная оценка чего-либо. Активное развитие квалиметрия получила в середине 1960-х гг., когда при принятии решений, связанных с качеством, стали применяться количественные методы ее оценки.

Известно, что качество – это наиболее общая научная категория, смысл которой выражает определенность сущности или сущностную определенность любого объекта. Качество характеризуется совокупной оценкой всех его свойств, признаков и отношений с другими объектами.

В настоящее время данный термин широко распространен в теории и практике управления. Квалиметрия как наука переживает период становления, чем объясняется отсутствие единого мнения по ряду вопросов. Целью и задачей квалиметрии является изучение качества продукции, связанных с ним понятий, факторов, аспектов, и эффективности повышения качества.

В настоящее время комплексные количественные оценки качества все больше и больше внедряются в различные сферы человеческой деятельности. В отечественной и зарубежной

научно-технической, научно-популярной и даже общественно-политической литературе все чаще затрагиваются проблемы комплексной оценки качества разного рода объектов, не являющихся продуктами труда, или оценки качества протекания различных процессов.

Например, в своей работе А. В. Шашова «Квалиметрический подход к оценке работы метрологических служб» [2] отмечает, что в настоящее время все большее количество промышленных предприятий ставят в качестве одной из своих приоритетных задач повышение эффективности работы метрологических служб. Это осуществляется с целью улучшения экономических, экологических показателей предприятий, безопасности труда. В целом методология определения эффективности работы метрологических служб базируется на изучении количественных и качественных факторов, характеризующих требования, предъявляемые к работе этих служб.

А. В. Михальченко, Ю. М. Федотова, А. А. Абакумов «Квалиметрический подход в экспертизе качества научно-исследовательских работ студентов» [3] говорят в своей работе, что квалиметрический подход очень важен в диагностике и прогнозировании отдельных элементов научно-исследовательской деятельности студентов, а также при оценке готовности студентов к научно-исследовательской деятельности. Природа оценки качества процесса или предмета дуальна: она выполняет как контролирующую, так и развивающую функцию.

О. В. Скотаренко, Л. Н. Бабкина «Возможности применения квалиметрического подхода для исследования региональных социально-экономических процессов» [4] рассказывают, что квалиметрический подход предполагает изучение какого-либо объекта исследования, а именно территориальных социально-экономических процессов, с точки зрения возможности измерения или, иначе, оценивания качества этих процессов. Это доказывает, что квалиметрические подходы применяются в различных сферах деятельности, в том числе применяются и в химико-лесной отрасли.

Мы будем использовать квалиметрический подход для оценивания уровня качества круглых лесоматериалов лиственных пород. Лесоматериалы служат для различных конструктивных элементов, а также является сырьем для изготовления отделочных материалов, фибролита, древесноволокнистых и древесностружечных плит, для производства мебели и паркета и т. д. Широкому применению древесины способствуют такие положительные свойства, как высокая прочность при небольшой объемной массе, малая теплопроводность и легкость механической обработки. К недостаткам древесины следует отнести: неоднородность строения, обуславливающую различные показатели прочности и теплопроводности вдоль и поперек волокон, подверженность гниению, сгораемость и легкая возгораемость, высокая гигроскопичность, наличие разнообразных пороков (сучки, трещины, косослой, кривизна ствола, свилеватость и др.). Поэтому очень важно уделить внимание проблеме измерения и оценки уровня качества круглых лесоматериалов лиственных пород.

Для начала мы провели анализ нормативной документации на круглые лесоматериалы лиственных пород. Нормативной документации очень множество, поэтому очень затруднительно определяться с показателями качества. На примере одного нормативного документа ГОСТ 9462–2016 «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия» [5] мы определили, что круглые лесоматериалы подразделяют на мелкие, средние и крупные. К мелким относят лесоматериалы толщиной 6–13 см, к средним – толщиной 14–24 см, к крупным – 26 см и более. По качеству древесины круглые лесоматериалы делят на четыре сорта (1, 2, 3, 4-й):

1) 1-й сорт – первоклассные лесоматериалы круглые. В основном состоят из комлевых бревен с чистой древесиной, без пороков или с минимальными дефектами и с минимальными ограничениями по использованию;

2) 2-й сорт – лесоматериалы круглые среднего и выше среднего качества без специальных требований к чистой древесине. Сучки допускаются в такой степени, какая является средней для каждой породы;

3) 3-й сорт – лесоматериалы круглые среднего и ниже среднего качества. Допускаются все характеристики качества, незначительно снижающие обычные свойства древесины;

4) 4-й сорт – лесоматериалы круглые, которые по своим характеристикам не соответствуют 1-му, 2-му, 3-му сортам, но которые могут быть распилены или использованы с пользой в качестве балансов.

В зависимости от породы и сорта древесины, их размера подразделяют на круглые сортаменты:

1. Пиловочник.
2. Фанерное бревно.
3. Балансы.
4. Строительное бревно и подтоварник.

Качество лесоматериалов зависит главным образом от содержания пороков древесины:

- 1) сучки и пасынок;
- 2) грибные поражения (ядровая гниль и дупло, заболонная гниль, заболонные грибные окраски);
- 3) червоточина;
- 4) трещины (боковые, торцовые);
- 5) кривизна (простая, сложная);
- 6) механические повреждения (заруб, запил, скол, отщеп, вырыв), а также прорость открытая, сухобокость и рак.

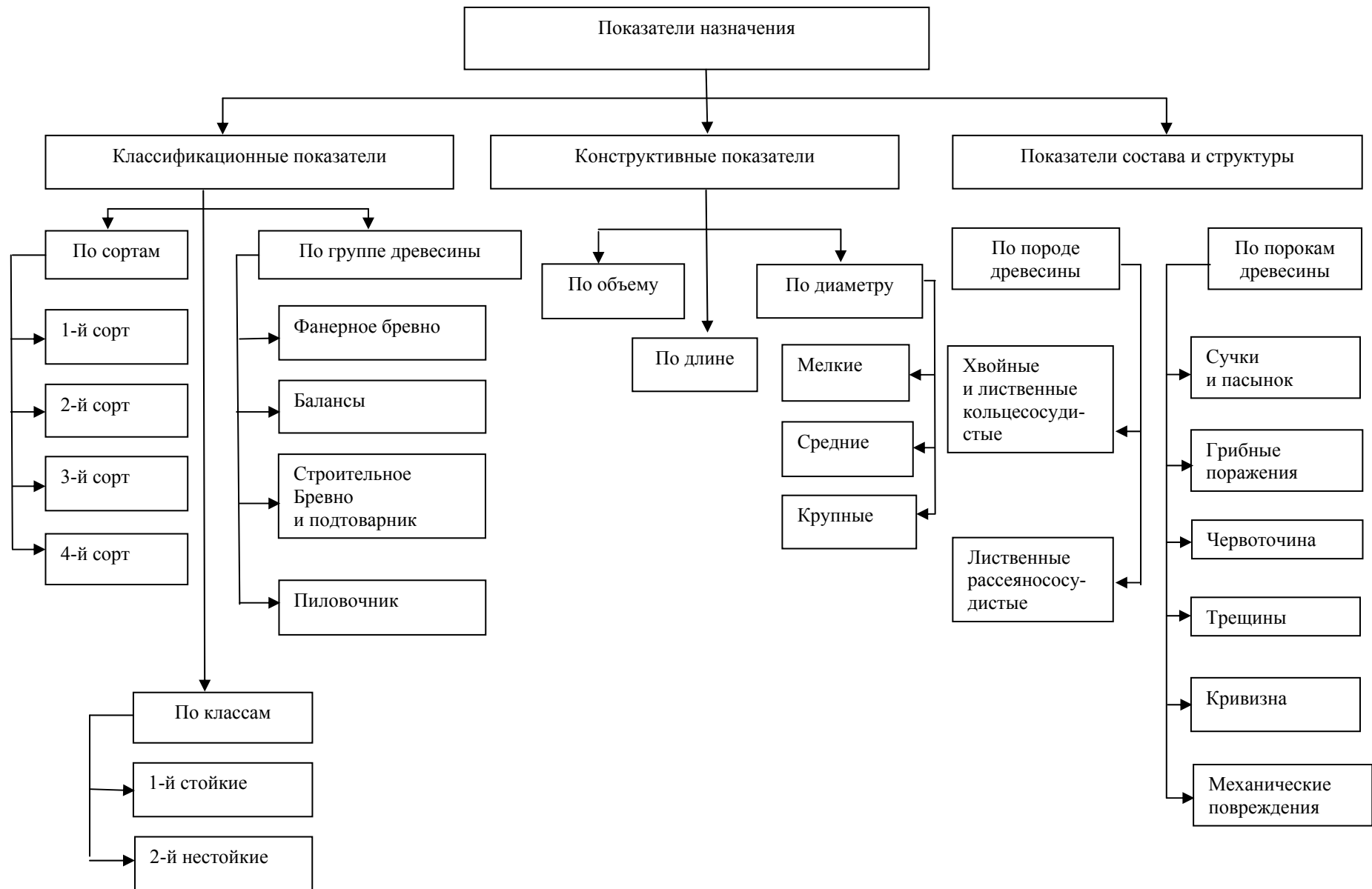
В лесоматериалах всех сортов допускаются такие пороки, как закомелистость, сбежистость, свилеватость, крень, обдир коры, карры, закрытая прорость, водослой, засмолок, смоляные кармашки, а также химические окраски. Наружная трухлявая гниль не допускается ни в одном сорте лесоматериалов.

На примере этого нормативного документа ГОСТ 9462–2016 «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия» мы определили, что эти единичные показатели качества круглых лесоматериалов относятся к показателям назначения качества круглых лесоматериалов лиственных пород.

Аналогично мы изучили требуемые нормативные документы для оценки качества круглых лесоматериалов и определили их оставшиеся группы показателей качества, построили иерархическое дерево свойств качества круглых лесоматериалов, фрагмент которого показан на рисунке.

В работе будут проанализированы 3 партии круглых лесоматериалов лиственных пород «Береза» первого сорта, длиной 1,9 м и диаметром 20 см, поставленных на предприятие в разное время. Зная единичные показатели качества круглых лесоматериалов, определили базовые значения показателей качества. Оценку уровня качества продукции на соответствие требований государственного стандарта проводили, используя в качестве базового образца ГОСТ 9462–2016 «Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия». На основании определенных требований к единичным показателям качества оцениваемой продукции поставленные на предприятие образцы партий круглых лесоматериалов отнесены к 1-му сорту и среднему размеру.

Далее был использован дифференциальный метод оценки, который основан на сравнении единичных показателей качества рассматриваемого образца с базовыми с помощью квалитетрической шкалы отношений. По результатам анализа квалитетрической шкалы отношений оцениваемых партий круглых лесоматериалов лиственных пород можно сделать вывод, что партии «Березы» под № 1, 2, 3 соответствуют качеству, предъявляемому круглым лесоматериалам 1-го сорта. Следует отметить, что партия № 1 находится почти наравне с базовыми значениями, а значит, в ином случае оцениваемые лесоматериалы будут уже отнесены ко 2-му сорту.



Иерархическое дерево свойств качества круглых лесоматериалов. Показатели назначения

Затем для данных образцов партий с помощью комплексного метода оценки были рассчитаны комплексные показатели качества. Для этого была создана экспертная комиссия из пяти человек, которые были опрошены на предмет определения коэффициентов весомостей единичных показателей качества. С учетом проведенной экспертизы были рассчитаны комплексные показатели качества для партий круглых лесоматериалов. Далее была определена согласованность мнений экспертов, и установлена существенность значения их согласованности с помощью критерия Пирсона. После сравнения значения с табличным было установлено, что степень согласия между экспертами не вызывает сомнения. На основе рассчитанных комплексных показателей качества был построен ранжированный ряд оцениваемых образцов партий круглых лесоматериалов, по которому было установлено, что все образцы имеют высокий уровень качества.

### **Библиографические ссылки**

1. Астратова Г. В. Квалиметрия: методы количественного оценивания качества различных объектов // Сургут : РИО СурГПУ, 2014. 23 с.
2. Шашова А. В. Квалиметрический подход к оценке работы метрологических служб // Российское предпринимательство. 2010. Т. 11, № 11. 67 с.
3. Михальченко А. В., Федотова Ю. М., Абакумов А. А. Квалиметрический подход в экспертизе качества научно-исследовательских работ студентов // Научное обозрение. Педагогические науки. 2017. № 1. 134 с.
4. Скотаренко О. В., Бабкина Л. Н. Возможности применения квалиметрического подхода для исследования региональных социально-экономических процессов [Электронный ресурс]. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_19412458\\_97853219.htm](https://elibrary.ru/download/elibrary_19412458_97853219.htm) (дата обращения: 10.11.2018).
5. ГОСТ 9462–2016. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия // Введ. 2018-04-01. М. : Стандартинформ, 2017.

© Слесарева Д. В., Фадеева Н. В., 2019

## **РЕСУРСЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ**

Н. А. Солдатов, Н. В. Фадеева\*

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

\*E-mail: fadееva\_natali@inbox.ru

*Рассмотрен процесс применения IOT-технологий в лесной промышленности в качестве ресурсов для мониторинга и измерений в системе менеджмента качества. Описаны основные преимущества применения IOT-технологии и влияния ее на менеджмент качества.*

*Ключевые слова: IOT-технологии, лесная промышленность, метод сбора данных, облачные сервисы, процессный подход, система менеджмента качества.*

## **RESOURCES FOR MONITORING AND MEASUREMENT IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM FOREST INDUSTRY ENTERPRISES**

N. A. Soldatov, N. V. Fadeeva\*

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

\*E-mail: fadееva\_natali@inbox.ru

*The process of applying IOT technologies in the forest industry as resources for monitoring and measuring in the quality management system is considered. The main advantages of using IOT technology and its influence on quality management are described.*

*Keywords: IOT technologies, forest industry, data collection method, cloud services, process approach, quality management system.*

Что такое лесопромышленная отрасль России? Это отрасль, связанная с заготовкой и переработкой древесины. Одна из старейших отраслей хозяйства. На территории России находится 1/4 всех мировых запасов древесины. По данным за 2015 год общая лесная площадь превысила 885 млн га, что составляет 45 % всей площади страны. При этом запас древесины находился в районе 82 млрд м<sup>3</sup>. Основную долю лесобразующих пород составляют хвойные: сосна, ель, лиственница, кедр [1].

Лесопромышленная отрасль тесно связана с природоохранными комплексами, основная задача которых наблюдение, охрана, защита, эксплуатация таких участков, как:

1) водозащитные, полезащитные, заповедные, рекреационные лесные массивы – на такой территории могут быть проведены только санитарные рубки деревьев с целью улучшения общего состояния леса;

2) лесные территории, в которых разрешаются выборочные вырубki, не превышающие объёма прироста за год;

3) эксплуатационные лесные массивы, в них может вестись сплошная рубка.

Процесс взаимодействия человека при пользовании лесных ресурсов на данный момент набрал огромный масштаб. Цель природоохранных комплексов и других мероприятий – это воздействия на лесную промышленность с целью защиты Лесного комплекса России. Целью



лесопромышленной отрасли является получение ресурса древесины. При этом помимо добычи ресурса, основополагающим принципом в лесной промышленности, должна являться минимизация риска воздействия на природу, а также уменьшение рисков потерь ресурсов при добыче и работе с древесиной. По причине удалённости и большой площади лесных массивов ведение мониторинга состояния почвы и лесных массивов в постоянном режиме затруднено.

В промышленности для решения подобных проблем используют автоматизацию процесса. При этом применяются не только классические аналоговые датчики, но и цифровое оборудование, позволяющие не только производить контроль, но и оперативно анализировать данные с датчиков. При этом зона покрытия и количество датчиков, как и их вид, могут быть не ограничены в количестве.

Одной из таких технологий, позволяющей использовать подобные комплексы для контроля, как добычи, производства и охраны лесных комплексов, является: IOT (Интернет вещей).

IOT, или *интернет вещей* (Industrial Internet of Things), – это сеть связанных через интернет объектов, способных собирать данные и обмениваться данными, поступающими со встроенных сервисов [2].

Далее представлен один из примеров типов работы IOT на практике (рис. 1).



Рис. 1. Типовая схема работы IOT

Информация из датчиков передается на API сервера. После чего доступ к информации предоставляется через облачные сервисы, программы для взаимодействия с которыми можно открыть на различных устройствах.

Данную услугу управления через технологию IOT предоставляет огромное количество фирм, занимающихся предоставлением телематических услуг связи.

На деле применение данной системы позволит отслеживать и анализировать различные данные в лесной промышленности.

На рис. 1 представлены предполагаемые виды взаимодействия, такие как:

1. Отслеживание данных о перемещении и работы техники лесной промышленности.
2. Отслеживания биологических данных различных локальных биомов. Данные о химическом составе почвы воздуха.
3. Отслеживания миграции различных животных. С помощью подобных датчиков различной направленности, например, такие как датчики движения можно упростить процесс

сбора данных о миграции животных. К примеру, при помощи тех же датчиков движения можно определять, где в поле зрения фотоловушек попало изображение животных.

4. Непосредственное использование датчиков в промышленности для упрощения обработки древесины.

Множество датчиков используются чаще всего не по отдельности, а как единый небольшой комплекс, что заметно упрощает процесс установки.

Подобные системы уже зарекомендовали себя в промышленности, например, в сельскохозяйственной: для скота используют GPS-трекеры с целью определения местоположения животных, для посевов используют мини автономные датчики контроля почвы, чтобы определить её состав и содержание в ней питательных веществ. В промышленности подобные комплексы применяются в производстве той же продукции, например, молока.

На данный момент большое количество различных производителей предоставляют свои комплексы датчиков, на следующем рисунке представлены комплекс, который подойдет для отслеживания биологических данных состава почвы, воздуха, воды. Пример комплекса отслеживания биологических данных приведен на рис. 2.

### ПРИМЕР ИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОДЫ/ВОЗДУХА/ПОЧВЫ

#### 1. Варианты электропитания:

- до 10 лет автономная работа датчиков в режиме мониторинг
- 6600mA·h перезаряжаемая батарея + внешняя солнечная панель 7В-500mA

#### 2. Контрольные параметры измерителей:

##### • Качество воздуха:

- Температура, влажность и давление
- Уровень шума (дБА)
- Моноксид углерода (CO) для высоких концентраций (Калиброванный)
- Моноксид углерода (CO) для низких концентраций (Калиброванный)
- Двуокись углерода - Carbon Dioxide (CO2) (Калиброванный)
- Кислород - Oxygen (O2) (Калиброванный)
- Озон - Ozone (O3) (Калиброванный)
- Оксид азота - Nitric Oxide (NO) для низких концентраций (Калиброванный)
- Двуокись азота - Nitric Dioxide высокой точности (NO2) (Калиброванный)
- Диоксид серы - Sulfur Dioxide высокой точности (SO2) (Калиброванный)
- Аммиак - Ammonia (NH3) для низких концентраций (Калиброванный)
- Аммиак - Ammonia (NH3) для высоких концентраций (Калиброванный)
- Метан Methane (CH4) и выхлопные газы (Калиброванный)
- Водород - Hydrogen (H2) (Калиброванный)
- Сероводород - Hydrogen Sulfide (H2S) (Калиброванный)
- Хлорид водорода - Hydrogen Chloride (HCl) (Калиброванный)
- Цианистый водород - Hydrogen Cyanide (HCN) (Калиброванный)
- Фосфин - Phosphine (PH3) (Калиброванный)
- Этилен - Ethylene (ETO) (Калиброванный)
- Хлор - Chlorine (Cl2) (Калиброванный)
- Частицы (PM1 / PM2.5 / PM10) - Пыль
- Яркость (в люксах)
- Ультразвук

##### • Почва:

- Температура почвы (Pt-1000)
- Влажность почвы 1.5 м.- 4.5 м.

- датчик может поддерживать 1+4 контрольных параметра

- контроль дополнительных параметров обеспечивается подключением модулей с измерителями

##### • Качество воды:

- Температура воды (Pt-1000)
- Эталон единичного подключения
- Ион кальция - Calcium Ion (Ca2+)
- Ион фтора - Fluoride Ion (F-)
- Фторборатный ион - Fluoroborate Ion (BF4-)
- Нитрат-ион - Nitrate Ion (NO3-)
- pH
- Ион бромид - Bromide Ion (Br-)
- Хлорид-ион - Chloride Ion (Cl-)
- Ионная медь - Cupric Ion (Cu2+)
- Иодид-ион - Iodide Ion (I-)
- Ион аммония - Ammonium Ion (NH4+)
- Бромид-ион - Bromide Ion (Br-)
- Ионная медь - Cupric Ion (Cu2+)
- Литий-ион - Lithium Ion (Li+)
- Ион магния - Magnesium Ion (Mg2+)
- Нитрит-ион - Nitrite Ion (NO2-)
- Перхлорат-ион - Perchlorate Ion (ClO4-)
- Ион калия - Potassium Ion (K+)
- Серебра ион (Ag+)
- Ион натрия - Sodium Ion (Na+)
- Горизонтальный уровень жидкости (горючие вещества)
- Горизонтальный уровень жидкости (вода)
- Малый/Средний/Большой поток воды
- Утечка воды / обнаружение жидкости (Точка/Линия)



Рис. 2. Пример комплекса отслеживания биологических данных

Основная задача подобных комплексов не только научно-исследовательская деятельность, но и практическое их применение в промышленности. Полученные данные помогут лучше изучить лесные массивы, что положительно скажется на лесоуправлении в целом. С точки зрения экономики подобные системы помогут минимизировать риски в производстве пиломатериалов, автоматизировать и упростить их процесс производства. При этом с помощью той же технологии можно уменьшить негативные последствия для лесного комплекса РФ.

Лесоуправление в РФ может быть связано через рассматриваемую технологию и с мониторингом, применяемым при проведении FSC сертификации [3]. Кроме того, технология ИОТ (интернет вещей) может являться значимым ресурсом для мониторинга и измерения при реализации п. 7.1.5 ГОСТ Р ИСО 9001–2015 [4] в рамках системы менеджмента качества.

### **Библиографические ссылки**

1. Лесной комплекс России. География и факторы размещения [Электронный ресурс]. URL: <http://mining24.ru/timbering/lesnoj-kompleks-rossii/> (дата обращения: 26.11.2018).
2. Internet of Things [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things/> (дата обращения: 26.11.2018).
3. FSC Сертификация [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.fsc.org/ru-ru/cert> (дата обращения: 26.11.2018).
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 26.11.2018).

© Солдатов Н. А., Фадеева Н. В., 2019

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ ЧЕРЕЗ ФОРМИРОВАНИЕ МЕНТАЛИТЕТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

И. С. Фадеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: fadeeva\_is@mail.ru

*Рассмотрены необходимость и аспекты формирования менталитета бережливого природопользования на государственном уровне. Проведен анализ стран по ряду показателей. Рассмотрены примеры воспитания менталитета бережливого природопользования.*

*Ключевые слова: эффективность экономики, менталитет бережливого природопользования, интенсивное развитие, экстенсивное развитие.*

## **INCREASING OF ECONOMY EFFICIENCY BY FORMING OF MENTALITY LEAN MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES**

I. S. Fadeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: fadeeva\_is@mail.ru

*The article considered necessity and aspects of forming of mentality of lean management of natural resources at state level. Some countries were analyzed through several metrics. Considered examples of lean management of natural resources education.*

*Keywords: economy efficiency, lean management of natural resources, intensive development, extensive development.*

Менталитет – это то, как мы воспринимаем мир вокруг. Менталитет проявляется через отношение к окружающему миру. То как мы относимся к природе не на словах в правильных фразах и выражениях, а на деле в своем умении лишний раз не намусорить, не сломать ветку живого растения есть проявление менталитета природолюбия. Менталитет бережливого природопользования проявляется в том, как мы готовы использовать и используем природные дары, как на бытовом, так и на промышленном уровнях, как на уровне отдельного дома, так и на уровне города, региона, государства, как на уровне отдельно взятого человека, семьи, так и общества в целом.

Менталитет – то, что заложено у нас в подсознательное, что лежит в основе принципов и побудительных мотивов нашего поведения. Сложно сознательно срубить дерево, если внутренне вы верите в то, что делаете плохо, вредите. Прокладывая путь к цели, человек с вредительским менталитетом дерево срубит, а с менталитетом бережливого природопользования его обойдет, либо найдет другой способ достичь своей цели. Эта мысль приводит к тому, что такой подход способствует и креативному, новаторскому развитию, поиска альтернативных путей решения поставленных задач. Если у вас есть река, то можно ее продать и получить приличные деньги. Но деньги закончатся рано или поздно и у вас ничего не останется. А если вы начнете производить энергию, используя мощь реки, ловить рыбу, которой

река богата и продавать эту продукцию, то у вас и достаток будет и ресурсы останутся. Конечно, ситуация утрирована, но она отражает суть вопроса. Нынешнее поколение, продавая ресурсы, получает легкие деньги, но в тоже время грабит будущие поколения, оставляя их безо всего.

С точки зрения наличия и разнообразия природных богатств Россия является богатейшей страной в мире. Это стало ее даром, и это же является сдерживающим фактором экономического роста в инновационной экономике.

Люди, проживающие на территориях с нехваткой природных ресурсов, были вынуждены приспосабливаться, чтобы выживать, чтобы развиваться. Им приходилось и приходится изобретать альтернативные источники энергии, питания, экономного использования ресурсов. Такие страны, были вынуждены выбрать интенсивный путь развития, и добились успеха. Такие страны знают истинную цену ресурсов. Страны, внедряющие менталитет бережливого природопользования добиваются экономического роста и технологического преимущества. Япония, обладая маленькой островной территорией бедной на ресурсы, является пилотом технологического прорыва в мире и занимает 3 место по уровню ВВП. Германия, обладая ограниченным запасом природных ресурсов, пропагандирует принципы экологической грамотности на всех уровнях управления, и что важно, активно их использует на практике, и это является нормой, обычным поведением для граждан страны. Германия также является одним из лидеров технологического развития в мире, а по объемам ВВП занимает 4 место. США, с целью сохранения своих нефтяных запасов, заморозило их на десятилетия, поскольку это является ее стратегическими запасами, а в производстве использует альтернативную продукцию. По объемам ВВП США на 1 месте. Китай запретил вырубку своих лесов и к 2020 г. они составят 1/4 части страны. Китай постоянно внедряет и обновляет технологии, а объемы ВВП Китая постоянно растут и в 2018 г. составили 14092 трлн долл. (2 место в мире) [1; 2].

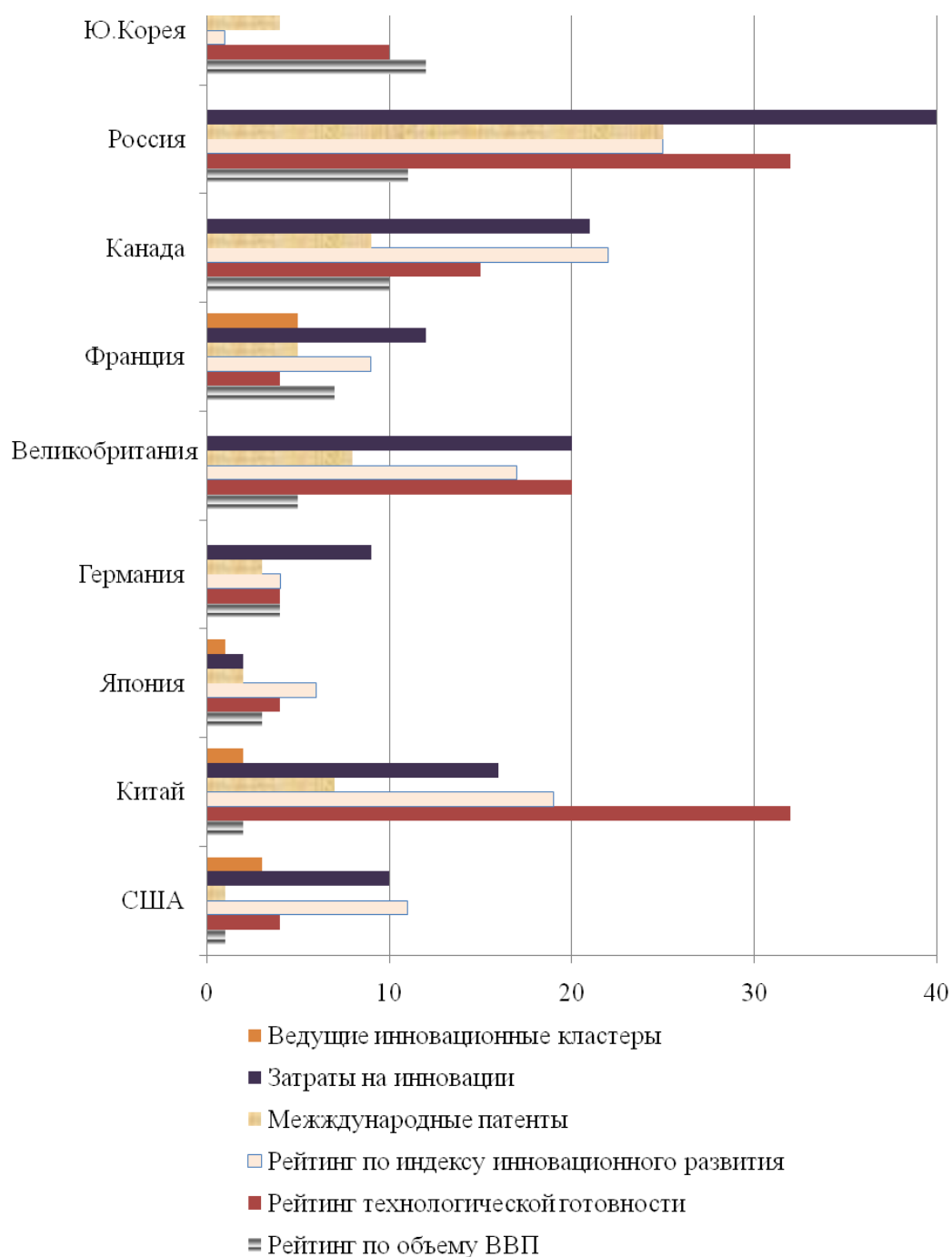
Те страны, которые не справляются с такой задачей и придерживаются экстенсивного пути развития, оказываются в аутсайдерах.

На рисунке представлены рейтинги ряда ведущих экономических держав мира, входящих в число первых 12 стран мира по объемам ВВП. Как видно из графика, большинство этих стран также входят в число ведущих стран инновационного и технологического развития.

Безусловно, у экономики каждой страны есть свои особенности, некоторые из которых способствуют интенсификации ее развития, другие наоборот затормаживают этот процесс. Есть страны с высоким потенциалом, однако сравнительно низкой технологической готовностью, согласно отчету о расчете комплексного показателя, представленного британским еженедельным изданием «The Economist» [3]. Рассмотрим положение Китая и России по некоторым составляющим данного комплексного показателя. Так, например, Китай по показателю развития электронной коммерции в группе развивающихся стран занимает 4 место. Для России характерны широкие возможности использования Интернета, что связывают с активным использованием мобильных телефонов (6 место). По уровню коррумпированности Россия оказалась одной из стран, с наиболее выраженной проблемой коррупции и невысоким уровнем развития электронного правительства. На фоне России показатели Китая по этому направлению лучше. По индексу киберзащиты в 2017 г. Россия вошла в пятерку наиболее защищенных стран в Европе (3 место). По количеству международных патентов Китай вошел десятку лидеров (7 место), при этом все данные патенты за некоторым исключением, применяются внутри страны. Вместе с тем, для рассматриваемых стран очевиден процесс инновационного развития.

Интенсивный путь развития при наличии менталитета бережливого природопользования порождает цепочку инноваций: разработка новых подходов, технологий влечет последующие разработки. Возникает эффект снежного кома и формируется менталитет новатора, когда постоянно находятся в поиске способов совершенствования.

Что же может способствовать формированию менталитета бережливого природопользования? Во-первых, стоит отметить, что формирование должно проходить как на бытовом уровне, так и на уровне социальных институтов. Государство при этом является основным заказчиком и стимулятором такого развития. Задачами становятся: заложить в каждый ум принципы бережливого природопользования, ментально сродниться с ними; сделать механизмы использования данных принципов обыденными, выполняющимися автоматически; отразить данные принципы в нормативных и законодательных актах государства и территорий; внедрить в деятельность предприятий институтов как рядовую обязательную практику.



Рейтинги стран мира по уровню экономического, технологического и инновационного развития (чем ближе к 0, тем ранг выше) [2–4]

Во-вторых, необходимо разработать и применить действенные механизмы. Они могут быть жесткими и мягкими.

Жесткие включают принятие нормативных и законодательных актов в сфере бережливого природопользования и принудительное их исполнение, что значит строгое следование им и четкий контроль за их исполнением. К жестким механизмам можно отнести и стимулирование участия общества и отдельных граждан при отрицательных их побуждениях. В качестве примера приведем опыт Германии, где для приучения граждан к чистоте в свое время были введены жесткие меры. В XV в. в Германии, погрязшей в мусоре и нечистотах, источающих зловоние и грозящих распространением болезней, один из графов издал указ, в соответствии с которым сосед, не донесший на своего соседа за накопительство мусора несет наказание вместе с ним. Но если доносит, то получает часть соседской земли в награду. Такой метод государственного принуждения стал весьма эффективным, а сформировавшийся менталитет чистоты и соответствующие привычки укоренились в поколениях [5].

Мягкие механизмы могут включать внедрение и соблюдение принципов бережливого природопользования в образовательном процессе начиная с детского сада, охватывая среднюю и высшую школы. Также на предприятиях и в организациях должны прижиться правила соответствующие правила и ритуалы. Например, японцы славятся своим бережным отношением к природе. Одним из ритуалов, являющихся неотъемлемой частью жизни японцев является ритуал любования природой или созерцания природы, который соблюдается японцами на протяжении всей жизни. Учат ему с самого раннего детства. В школах обязательными, наряду с природоведением и биологией, существуют уроки любования природой. В детях воспитывают как бережное отношение к природе, так и природовосхищение. Почитание природы воспринимается японцами как нравственный закон. «В японских школах никогда не было уборщиц – все классные комнаты, коридоры и даже туалеты ученики убирают сообща. Это их с детства приучает работать в команде и не мусорить – все равно самим отмывать». К работе же японцев приучают относиться ответственно, воспринимая ее как дело всей своей жизни [6].

Как показывает опыт рассмотренных стран, огромную роль имеет социальная ответственность граждан. В обществе с высокой социальной ответственностью и процесс формирования менталитета бережливого природопользования будет выше.

### **Библиографические ссылки**

1. Экспорт древесины из России: быть ли запрету на экспорт деловой древесины хвойных пород? [Электронный ресурс] / MMF бизнес-портал. URL: <https://moneymakerfactory.ru/biznes-plan/eksport-drevesinyi-iz-rossii/> (дата обращения: 31.01.2019).
2. ВВП ведущих стран мира в 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://global-finances.ru/vvp-stran-mira-2018/> May 26th, 2018 (дата обращения: 04.02.2019).
3. Preparing for disruption Technological Readiness Ranking [A report by The Economist Intelligence Unit Limited 2018] [Электронный ресурс]. URL: [http://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/Technological\\_readiness\\_report.pdf](http://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/Technological_readiness_report.pdf) (дата обращения: 04.02.2019).
4. TheWorldOnly.org. Рейтинг инновационных экономик 2018 : Bloomberg Innovation Index 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://theworldonly.org/rejting-innovatsionnyh-ekonomik-2018/> (дата обращения: 04.02.2019).
5. История о том, как немцев к чистоте приучили [Электронный ресурс]. URL: <https://facte.ru/history/kak-nemcev-k-chistote-priychali> (дата обращения: 04.02.2019).
6. Уроки любования красотой природы в Японии [Электронный ресурс]. URL: <http://tailytales.ru/2017/09/03/13511/> (дата обращения: 04.02.2019).

## ГОСУДАРСТВО КАК СТИМУЛЯТОР РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

И. С. Фадеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: fadeeva\_is@mail.ru

*Рассматриваются проблемы развития одного из стратегически важного для национальной экономики лесного комплекса с точки зрения трех составляющих. Государственное влияние имеет свою специфику и при соблюдении ряда принципов может выступать в качестве стимулятора роста лесного комплекса.*

*Ключевые слова: лесной комплекс, экспорт, государственные приоритеты, менталитет.*

## GOVERNMENT AS A BOOSTER OF TIMBER COMPLEX DEVELOPMENT

I. S. Fadeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: fadeeva\_is@mail.ru

*The article reviewed problems of development of one of the strategically important for national economic timber complex from three points of view. Impact of government has its own specific and in case of following of some principals can play a role of booster of timber complex advance.*

*Keywords: timber complex, export, government priorities, mentality.*

Леса – это базовая экологическая и экономическая составляющая страны. Использование, охрана, защита, воспроизводство лесов осуществляются исходя из понятия о лесе как об экологической системе или как о природном ресурсе [1].

Лесные ресурсы, также как нефть, газ и уголь, являются главным богатством нашей страны.

Использование лесных ресурсов оказывает разностороннее влияние на существование человека: экологическую, социальную и экономическую сферы.

Проблема рационального использования древесного сырья – одна из первостепенных задач лесного комплекса. Ее решение предусматривает утилизацию органической массы дерева, включая отходы лесозаготовок, лесопиления, ЦБК, которые могут служить сырьем для производства ценных веществ.

При этом наблюдаются ряд проблем, препятствующих эффективному развитию лесного комплекса. Отметим некоторые из них.

Недостаточное лесовосстановление. Остро стоит проблема рекреации и бережного использования леса и его богатств. Данные вопросы не новы и постоянно обсуждаются, вместе с тем, они менее проблемными не становятся.

Низкий уровень освоения расчетной лесосеки.

Незаконные вырубки. Продолжающиеся в огромных масштабах незаконные вырубки лесов.



Сырьевая направленность отрасли. Огромные масштабы экспорта древесины (до 80 %), по сравнению с готовой продукцией. Нарастание объемов экспорта древесины (с 32 098 тыс. тонн в 2013 г. до 41 583 тыс. тонн в 2017 г.) [2]. Низкая доходность белого бизнеса, связанная с неэффективной структурой производства и экспорта.

Нехватка высокотехнологического обеспечения. Отсутствие требуемых мощностей, современного высокотехнологичного оборудования и технологий. Недостаточное развитие высокотехнологичных производств по глубокой переработке древесного сырья.

Территориальная разобщенность и оторванность предприятий по переработке лесных ресурсов от сырьевой базы.

Низкое качество и невысокая конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Отсутствие полной переработки и использования древесины (по оценкам, до 40 % древесной продукции не используется в дальнейшем) [3].

Для развития лесного комплекса, требуется комплексное решение этих проблем.

Обозначенные проблемы можно рассмотреть через три составляющих: коммерческую, законодательную, экологическую (см. таблицу).

**Характеристики составляющих проблем развития лесного комплекса**

| Проблемы                                         | Коммерческие                                                                       | Законодательные, государственные                                                            | Экологические                                                                              |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Недостаточное лесовосстановление                 | Снижается объем доступного лесного ресурса                                         | Отсутствие действенных механизмов регулирования                                             | Нарушается природный и экологический баланс, способный привести к экологической катастрофе |
| Низкий уровень освоения расчетной лесосеки       | Упущенная выгода полного освоения территорий                                       | Отсутствие должного контроля                                                                | Расточительное отношение к лесным ресурсам                                                 |
| Отсутствие инфраструктуры                        | Сложность освоения малодоступных лесных территорий                                 | Отсутствие программ развития и, соответственно, финансовой поддержки                        | Сложность рекреационной поддержки                                                          |
| Незаконные вырубки                               | Недоплата налогов – теневой бизнес                                                 | Отсутствие должного контроля                                                                | Появление зон вырубки без восстановления, варварская бесконтрольная вырубка                |
| Сырьевая направленность отрасли                  | Низкие темпы развития обрабатывающих производств, низкая доходность белого бизнеса | Отсутствие программ развития. Недостаток государственного регулирования в сфере экспорта    | Истощение лесных ресурсов                                                                  |
| Нехватка высокотехнологического обеспечения      | Снижение темпов производства, качества продукции, ограничение возможности экспорта | Отсутствие программ развития, ориентированных на развитие внутреннего рынка и его насыщения | Отсутствие возможности полной переработки, расточительное отношение к лесным ресурсам      |
| Территориальная разобщенность                    | Слабые логистические связи, повышение себестоимости продукции                      | Отсутствие программ развития                                                                |                                                                                            |
| Отсутствие полного цикла использования древесины | Упущенная выгода получения дополнительной продукции                                | Отсутствие программ развития и законодательной базы, контроля                               | Расточительное отношение к лесным ресурсам                                                 |

Коммерческая связана с эффективностью работы лесного комплекса. Законодательная – с разработкой и внедрением действующих механизмов и регуляторов на всех уровнях управления. Экологическая – с сохранением природного баланса и принципа «не навреди».

В таблице отражены характеристики некоторых проблем развития лесного комплекса, с которыми сталкивается бизнес, работающий в данной отрасли. Очевидно, что без государст-

венного вмешательства развитие в данной сфере достаточно проблематично. Только выстраивание баланса между использованием сырья для собственного производства и его экспортом за границу способно стимулировать действительный рост экономики и желание внутренних бизнес-субъектов развиваться и технологически совершенствоваться.

Для государства лесной комплекс является резервом для развития территорий. В первую очередь, территорий-ресурсообладателей (Архангельская и Вологодская области, Республики Карелия и Коми, Иркутская область, Красноярский край, Свердловская область). К сожалению, попытка внедрения практики кластерного развития территорий не приносит столь существенных ожидаемых результатов. Хотя, стоит работать именно в этом направлении, создавая полный цикл освоения лесного хозяйства.

Государство, в первую очередь, должно устанавливать приоритеты. На наш взгляд, в данном случае, следующие:

- сохранение биологического и экологического баланса, влияющего на сохранность национального богатства (а не его разбазаривания путем прямого вывоза древесины);
- здоровье нации (лес – источник кислорода, природный фильтр, поэтому стоит к нему относиться бережно);
- создание благоприятного бизнес-климата (создание условий для развития производств, расширения возможностей бизнеса в лесной отрасли);
- социально-экономического развития (создание дополнительных рабочих мест за счет создания новых предприятий, пополнение бюджета дополнительными налогами);
- технологическое развитие отрасли и создание условий полной переработки древесного сырья (это приведет к совершенствованию технологических условий производства в рамках одного предприятия и усилению интеграционных и кооперационных связей между предприятиями).

Однако, как показывает российская действительность, для достижения успеха недостаточно разработки «правильных» программ развития, законодательных и нормативных актов. Наряду с этим огромное значение имеет менталитет людей, которые будут исполнять и следить за исполнением этих законов и программ. Необходима программа развития личности, поддержания и стимулирования сохранения менталитета бережливого отношения к природе (в нашем случае, лесным богатствам), стремления совершенствоваться, патриотизма. Человек с таким менталитетом постарается организовывать производство таким образом, чтобы минимизировать расход сырья (полная переработка и, возможно, снижение объемов вырубki), чиновник, радеющий за судьбу и здоровье своих сограждан, будет исправно выполнять свои обязанности и эффективно контролировать исполнение законов в области лесозаготовки. Для формирования такого менталитета нужен комплексный подход по формированию личностных и профессиональных качеств специалистов.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что в решении отмеченных проблем развития лесной отрасли необходимо усиления роли государства как основного регулятора и законодателя, определяющего ответственность, правила поведения и взаимодействия хозяйствующих субъектов отрасли.

### **Библиографические ссылки**

1. Лесной кодекс Российской Федерации. М. : КноРус, 2018. 96 с.
2. Экспорт древесины из России: быть ли запрету на экспорт деловой древесины хвойных пород? [Электронный ресурс]. MMF бизнес-портал. URL: <https://moneymakerfactory.ru/biznes-plan/eksport-drevesinyi-iz-rossii/> (дата обращения: 31.01.2019).
3. Древесные отходы – что это? Классификация и способы грамотного использования древесных отходов. [Электронный ресурс]. URL: <http://sawwood.ru/log/451> (дата обращения: 31.01.2019).

© Фадеева И. С., 2019

## **ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО МЕСТО В СТРУКТУРЕ НАУЧНОЙ МЕТОДОЛОГИИ**

М. З. Шаронова, А. А. Медова, Д. З. Шаронова

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева  
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31  
E-mail: azi-ka28@mail.ru

*Изучаются особенности методологии научного познания, специфика научного эксперимента как неотъемлемого элемента научной методологии, характеризуются основные его виды. Анализируются критерии научности эксперимента и такие его характеристики как достоверность и эффективность полученных данных.*

*Ключевые слова: научное познание, научный эксперимент, философия науки, научность, достоверность, эффективность, доказательство.*

## **THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE. SPECIFICITY OF UNDERSTANDING OF A SCIENTIFIC EXPERIMENT**

M. Z. Sharonova, A. A. Medova, D. Z. Sharonova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology  
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation  
E-mail: azi-ka28@mail.ru

*In this article we are talking about the features of the methodology of scientific knowledge. The author discusses the specifics of scientific experiment as an integral element of scientific methodology, characterizes its main types. The author also analyzes the scientific criteria of the experiment and its characteristics such as the reliability and efficiency of the data.*

*Keywords: scientific knowledge, scientific experiment, philosophy of science, scientific validity, efficiency, proof.*

В силу того, что экспериментальное научное познание выступает в качестве одного из основных видов исследования в современной науке, представители множества научных сфер не прекращают изучать особенности данного метода познания. Для того чтобы понять особенности научного эксперимента, представляется целесообразным охарактеризовать как методологию научного познания в целом, так и научный эксперимент в частности. Необходимо также отметить, что в такой отрасли, как химико-лесная, научный эксперимент имеет большое значение, например, в процессе проверки новых научных гипотез и особенностей современных научных концепций.

В первую очередь необходимо дать понятие методологии. Методология науки изучается в рамках философской эпистемологии и представляет собой учение о различных методах познания окружающей действительности. В силу того, что метод находится в прямой взаимосвязи с предварительными знаниями, методология научного познания делится на две части, а именно: на учение об исходных основах (принципах) познания, а также на учение о способах и приемах исследования, которые опираются на исходные принципы познания. В рамках учения об исходных основах познания имеет место анализ и последующая оценка

тех философских представлений и взглядов, которые исследователь использовал в качестве опоры в процессе познания. Соответственно, можно предположить, что данная часть методологии научного познания имеет непосредственную связь с философией и мировоззренческими установками человека.

В рамках учения о способах и приемах исследования имеет место также и рассмотрение теории частных методов познания, которые составляют общую методiku исследовательской деятельности.

Относительно значения методологии научного познания можно отметить, что оно, главным образом, состоит в том, что дает возможность систематизации всей совокупности научных знаний, а также формирования условий, в рамках которых может иметь место разработка новой, еще более эффективной методики будущих научных исследований во всех областях человеческих знаний.

Под методами научного познания принято понимать средства познания, а также способы формирования действительности в человеческом сознании, иными словами – систему принципов и правил теоретической и практической деятельности [1]. Методы научного познания представляют собой такую последовательность операций в рамках познавательной деятельности, которая дает возможность нахождения общего, законов и закономерностей в той области, которая изучается. Соответственно, чем более общим является закон, который лежит в основе метода, тем более общим является и сам метод.

Методы научного познания делятся на уровни в соответствии с тем, каковы масштабы их применения. Среди основных методов научного познания можно выделить следующие:

1. Предельно общие методы, иными словами – выходящие за рамки науки. Здесь в качестве примеров можно привести такие мыслительные операции, как анализ, синтез, умозаключение и др. К предельно общим методам принято относить также и метод диалектической логики, причем необходимо отметить, что данный метод используется как в рамках научного, так и иных видов познания, выступая в качестве наиболее общего метода вообще, а, соответственно, и в научном познании.

2. Методы, применение которых имеет место только в рамках научного познания, то есть – во всех научных областях. Среди общих методов можно перечислить следующие: наблюдение, эксперимент, метод моделирования, аксиоматический метод и др.

3. Частно-научные методы научного познания, применение которых имеет место в рамках отдельно взятой области научного знания или же группы наук. В качестве примера можно привести закон сохранения энергии, применение которого имеет место в физики, химии и, частично, в биологии; однако, применение данного закона в социальных науках (например, в психологии) лишено смысла.

4. Методы и методики, применение которых имеет место для того, чтобы решить специфические задачи в рамках конкретной области отдельно взятой науки. Применение данной группы методов находится в прямой зависимости от каждой отдельно взятой ситуации или особенностей того или иного эксперимента [2].

Под экспериментом принято понимать особый метод научного познания, при помощи которых имеет место исследование явлений реально-предметной действительности в рамках определенных (заданных) воспроизводимых условий посредством их изменений, находящихся под контролем исследователя.

Необходимо отметить, что в рамках особой формы познания выступает мысленный эксперимент, совершение которого имеет место над воображаемой моделью. Для мысленного эксперимента весьма характерным является тесное взаимодействие мышления и воображения. Данный вид эксперимента может быть повторен многократно, основывая выводы на значительном количестве наблюдений. Для того чтобы осуществить постановку такого эксперимента, так же, как и для наблюдения, необходимо наличие предварительных знаний, а кроме того – известное общее представление о предмете, чтобы была возможность выдвижения предположений для будущих изысканий [3].

В соответствии со способами проведения эксперименты можно классифицировать на исследовательские и проверочные. Вектор исследовательских экспериментов лежит в направлении обнаружения новых свойств, которые не были известны ранее. В качестве результатов такого рода экспериментов могут выступать выводы, которые не вытекают из теоретических знаний об объекте. Что же касается проверочных экспериментов, то они направлены на то, чтобы подтвердить общетеоретические выкладки и построения.

В соответствии с методиками проведения эксперименты принято разделять на качественные и количественные. Качественные эксперименты обладают поисковым характером и, соответственно не ведут к получению тех или иных количественных соотношений. Что касается количественных экспериментов, то они направлены на установление количественных зависимостей в рамках исследуемого явления. Качественные и количественные эксперименты в большинстве случаев представляют собой последовательные этапы развития научного познания.

В качестве условий эффективности проведения экспериментов принято относить следующие:

- предварительный теоретический анализ исследуемого явления, его истории, изучение практики для максимального сужения поля эксперимента и его задач;
- конкретизация гипотезы с точки зрения ее новизны, противоречивости по сравнению с привычными установками, взглядами;
- четкое формулирование задач эксперимента, разработка признаков и критериев, по которым будут оцениваться результаты, явления, средства и т. д.;
- корректное определение минимально необходимого, но достаточного числа экспериментальных объектов с учетом целей и задач эксперимента, а также минимально необходимой длительности его проведения;
- доказательство доступности сделанных из материалов эксперимента выводов и рекомендаций, их преимущества перед традиционными, привычными решениями [4].

В качестве важной характеристики научного эксперимента выступают критерии научности, среди которых присутствуют объективность, истинность, интерсубъективность, универсализм, воспроизводимость, достоверность и опытность знания. Вышеперечисленные критерии выступают в качестве характеристики классической модели науки, которая, в свою очередь, представляет собой своего рода идеальную модель познаваемости.

Далее представляется целесообразным кратко охарактеризовать особенности современного научного эксперимента, к которым необходимо отнести, в первую очередь, следующие:

- очень высокий уровень материально-технического обеспечения, который требует в большинстве случаев работы целого коллектива исследователей;
- необходимость использования современных технологий обработки данных, среди которых можно назвать компьютерные методы, методы статистического анализа, применение математических моделей и т. д.;
- взаимодействие подходов, относящихся к разным научным областям, с целью решения конкретных проблем. В качестве примера можно назвать применение физических методов в исследованиях из области биологии и т.д. [5].

Однако принцип активного вмешательства, лежащий в основе экспериментального метода, вызывает ряд проблем, к которым, в первую очередь, необходимо отнести проблемы этического и технического порядка, накладывающие на экспериментальный метод существенные ограничения. Так, например, этические проблемы выходят на первый план при проведении исследований на людях, а также – с прогрессирующим продвижением биомедицины – на других биообъектах (эмбрионах, стволовых клетках, генах и др.).

Одним из важнейших технических препятствий при проведении эксперимента является воздействие экспериментальной установки на сам изучаемый объект и появление устрани-

мых и неустранимых эффектов такого воздействия. В данном случае методология эксперимента наталкивается на ряд специфических ограничений, связанных с особенностями изучаемых объектов.

Типичной технической проблемой является создание артефактов в эмпирических исследованиях, значительно осложняющее решение исследовательских задач. В качестве примера можно привести ситуацию в медико-биологических науках, которая приобрела значимость еще в XIX в., когда при использовании солей осмия для фиксации препаратов цитологии затруднялись решить, что же они в действительности наблюдают: структуры самой клетки или же результат индуцированной ученым химической реакции?

Необходимо отметить, что проблема порождения артефактов в экспериментальных исследованиях остается актуальной и сегодня. Современным исследователям приходится специально учитывать эту опасность, например, использовать сложные методы статистики с целью отличить существенные моменты от искусственных отклонений, привнесенных самим исследующим субъектом.

Ограничения экспериментального подхода заставляют исследователей искать и развивать иные методы: моделирование, различные варианты хорошо спланированного наблюдения (квазиэкспериментирования).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что научному эксперименту отводится одно из основных мест в современной науке. Эксперимент предоставляет исследователю возможности глубоко исследовать явления окружающего мира. Кроме того, необходимо отметить высокоразвитость и сложность методологии современного эксперимента, а также ее постоянное совершенствование. Тем не менее, необходимо отметить тот факт, что экспериментальному подходу приходится постоянно сталкиваться со множеством ограничений, что, в свою очередь, стимулирует поиск новых методологических решений, которые могут быть применены к экспериментальным исследованиям в рамках методологии научного познания.

### **Библиографические ссылки**

1. Рахматуллин Р. Ю. Особенности научного познания // Молодой ученый. 2014. № 16. С. 211–213.
2. Панкратова О. А. Соотношение рационального и нерационального в процедуре понимания научного познания // История философии и теория познания: грани взаимодействия / ред. В. А. Бажанов. Вып. 5. Ульяновск, 2011. С. 156–160.
3. Тихонов А. А. Субъект познания и неопределенность. М., 2004. 264 с.
4. Просветов С. Ю., Самойлов С. П. Теория историко-философского эксперимента // Вестник Кемеров. гос. ун-та. 2013. № 1 (53). С. 238–244.
5. Философия науки : учеб. пособ. для вузов / под ред. С. А. Лебедева. 5-е изд. перераб. и доп. М. : Академ. проект : Альма Матер, 2007. 731 с.

© Шаронова М. З., Медова А. А., Шаронова Д. З., 2019