

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*

**Соловьёва Анна Александровна**

**ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)  
В ПРИАНГАРСКОМ ТАЁЖНОМ РАЙОНЕ**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Рунова Елена Михайловна

Братск – 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ.....	8
1.1. Общие понятия о возобновлении лесов.....	8
1.2. Возобновление под пологом леса.....	11
1.3. Естественное возобновление на вырубках.....	18
1.4. Нежелательная смена древесных пород.....	25
Выводы.....	29
2. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1. География района исследований.....	30
2.2. Характеристика климатических условий.....	31
2.3. Рельеф и почвы.....	36
2.4. Характеристика лесорастительных условий.....	38
Выводы.....	46
3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ.....	47
4. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОД ПОЛОГОМ СОСНЯКОВ.....	59
4.1. Особенности местопроизрастания сосновых насаждений.....	59
4.1.1. Бруснично-зеленомошные сосняки.....	59
4.1.2. Разнотравные сосняки.....	60
4.1.3. Лишайниковые сосняки.....	62
4.2. Особенности развития живого напочвенного покрова.....	63
4.2.1. Бруснично-зеленомошные сосняки.....	63
4.2.2. Разнотравные сосняки.....	71
4.2.3. Лишайниковые сосняки.....	80
4.3. Возобновление сосны обыкновенной под пологом бруснично- зеленомошных сосняков.....	86

4.4. Возобновление сосны обыкновенной под пологом разнотравных сосняков.....	90
4.5. Возобновление сосны обыкновенной под пологом лишайниковых сосняков .....	93
Выводы.....	96
<b>5. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ВЫРУБКАХ СОСНЯКОВ.....</b>	<b>97</b>
5.1. Возобновление на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков....	97
5.2. Возобновление на вырубках разнотравных сосняков.....	104
5.3. Возобновление на вырубках лишайниковых сосняков.....	111
5.4. Естественное возобновление сосны обыкновенной в лесных культурах.....	119
5.5. Рост и развитие модельного подростa сосны обыкновенной на вырубках.....	129
Выводы.....	134
<b>РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>135</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>136</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>138</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>156</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Леса Восточной Сибири являются особо значимым природным ресурсом нашей страны, основным поставщиком хозяйственно-ценной хвойной древесины. Сохранение лесных ресурсов, их рациональное использование и воспроизведение с сохранением биологического разнообразия должно быть приоритетным направлением в области охраны окружающей среды [144, 183, 213, 150, 151]. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является главной лесобразующей и одной из самых ценных древесных пород Приангарского таёжного района. В настоящее время сосновые леса интенсивно вовлекаются в процесс лесозаготовок, что ведёт к уменьшению их процентного соотношения в общей доле лесонасаждений. Это грозит потерей биологического разнообразия и увеличением доли лесных площадей, покрытых малоценными лиственными насаждениями [23, 194, 202]. Встаёт острая необходимость в разработке мер и условий для успешного естественного восстановления вырубок хозяйственно ценными древесными породами, так как создание лесных культур часто не представляется возможным из-за значительных финансовых и трудовых затрат. В условиях Братского района Иркутской области, относящегося к Приангарскому таёжному району, преимущественным способом лесовосстановления следует считать естественное. Успешное естественное возобновление вырубок способствует сохранению биологического разнообразия и генофонда древесных пород, обеспечивает непрерывность лесопользования. Учитывая это, весьма актуальными остаются вопросы, касающиеся исследований закономерностей протекания лесовосстановительных процессов на вырубках сосновых насаждений и повышения их эффективности.

**Степень разработанности темы исследований.** Вопросы возобновления под пологом лесонасаждений и на их вырубках, в том числе и в Приангарском таёжном районе, рассматривались в целом ряде работ (Васильев, 1993; Залесов, 1994; Соколов, 1994; Бабинцева, 1998; Ковылин, 2003; Денисов, 2005; Цветков, 2009; Савченкова, 2009; Фарбер, 2014; Рунова, 2017 и др.). Автором проведены

исследования по изучению естественного возобновления сосны обыкновенной в условиях Приангарского таёжного района (на примере Братского района Иркутской области). Диссертация является законченным научным исследованием.

**Цели и задачи работы.** Цель исследований – проведение лесоводственной оценки естественного возобновления сосны обыкновенной под пологом сосновых насаждений, на их вырубках и в лесных культурах.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить задачи:

1. Изучить и обобщить результаты исследований в области возобновления сосновых лесов таёжной зоны.
2. Проанализировать природно-климатические и лесорастительные особенности района исследований.
3. Установить возобновительный потенциал сосновых насаждений, непосредственно примыкающих к вырубкам.
4. Дать лесоводственную оценку естественному возобновлению сосны обыкновенной на вырубках и в лесных культурах.
5. Вывести значения биометрических параметров моделей соснового подростка в зависимости от категории их жизненного состояния.
6. Разработать рекомендации по повышению эффективности естественного возобновления на вырубках, по созданию лесных культур.

**Научная новизна.** Впервые для условий района исследований были выявлены особенности роста и развития подростка сосны обыкновенной под пологом материнских сосняков, на прилегающих к ним вырубках и в лесных культурах. Дана лесоводственная оценка целесообразности сохранения подпологового подростка и создания лесных культур в зависимости от группы типов леса. Проанализирована вероятность нежелательной смены древесных пород на вырубках. Определен видовой состав и проективное покрытие подлеска и живого напочвенного покрова.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты проведенных исследований расширяют знания об естественном возобновлении сосны

обыкновенной под пологом и на вырубках бруснично-зеленомошных, разнотравных и лишайниковых сосняков, а также в лесных культурах. Полученные значения биометрических параметров роста и развития моделей сосны обыкновенной можно использовать для более точной и быстрой оценки популяций соснового подроста на вырубках в Приангарском таёжном районе. Разработаны рекомендации по повышению эффективности естественного возобновления на вырубках, по созданию лесных культур.

**Методология и методы исследования.** Работа выполнена на основе комплексного системного подхода к проведению исследований. В основу исследований заложен метод пробных площадей (ОСТ 56-69-83) [107]. Используются общенаучные методы проведения экспериментов, применяемые в лесоведении, лесоводстве, лесной таксации, геоботанике, а также современные методы статистической обработки.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Жизненное состояние подроста сосны обыкновенной под пологом материнских древостоев зависит от типа леса, численности подроста и характера его размещения в конкретных условиях.

2. На вырубках сосняков 10-11-летней давности количество подроста сосны обыкновенной составляет 5,4-15,2 тыс. шт./га в бруснично-зеленомошной, 1,3-3,7 тыс. шт./га в разнотравной, 5,7-12,1 тыс. шт./га. в лишайниковой группах типов леса.

3. Только половину 10-летних культур сосны обыкновенной, созданных посевом, можно отнести к благонадёжным. При гнездовом посеве отсутствие ухода приводит к низкой сохранности лесных культур. Естественное возобновление сосны обыкновенной в лесных культурах оценивается как редкое, средней густоты или отсутствует полностью.

4. Значения биометрических параметров моделей соснового подроста зависят от категории их жизненного состояния и исходного типа леса.

**Степень достоверности и апробация работы.** Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на XI (XXXIII) Всероссийской

научно-технической конференции «Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири» (Братск, 2012), на Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы лесного комплекса» (Брянск, 2012), на Научно-практической конференции «Лесопользование. Лесозащита. Лесовосстановление» (Иркутск, 2012), на XVI Международной научной конференции «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2012), на VIII Международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» (Ульяновск, 2012), на II Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 2016), на XXVII Международной научно-практической конференции «Новое слово в науке практике: гипотезы и апробация результатов исследований» (Новосибирск, 2016), на Международной научно-технической конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» (Санкт-Петербург, 2017).

**Личный вклад.** Автором определены цели и задачи исследования, разработаны программа и методика работ, проведены сбор материалов и их статистическая обработка, сформулированы выводы. Все этапы исследования выполнены лично автором.

**Достоверность результатов и обоснованность выводов** подтверждается многолетним периодом исследований, значительным объёмом экспериментальных данных, использованием научно-обоснованных методик и современных методов обработки материала, проведением анализа и оценки достоверности результатов.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 4 в ведущих рецензируемых журналах ВАК Минобрнауки России.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, рекомендаций, заключения и 2 приложений. Объём рукописи составляет 157 страниц и включает 27 таблиц, 73 рисунка и библиографический список, содержащий 220 источников, в том числе 29 иностранных.

## 1. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ

### 1.1. Общие понятия о возобновлении лесов

Несмотря на то, что леса являются самовозобновляемым природным ресурсом, они нуждаются в рациональном использовании и эффективном воспроизводстве [171, 209, 210, 216]. Возобновление лесных биогеоценозов – это естественный биологический процесс, обеспечивающий их непрерывное саморазвитие и устойчивое состояние [50, 58, 184, 212]. Лесообразовательный процесс протекает постоянно, способствует сохранению биологического равновесия и, как итог, обеспечивает бесконечное существование лесов с возможностью пользования их ресурсами [1, 17, 46, 74, 110, 200, 205]. Процесс лесообразования представляет собой совокупность множества сложных взаимосвязанных компонентов и рассматривается лесоведами в динамике [82, 116, 164, 172, 180].

Один из родоначальников науки о лесе Г.Ф. Морозов (1928) отмечает, что основными лесоводственными принципами должны стать принцип постоянства пользования лесными ресурсами и принцип возобновления леса в процессе его использования. Он называет лес сложным динамичным явлением, для изучения и понимания которого необходимо сначала изучить исходный материал, так называемый «лесообразователь» [92, 93]. Лес – это результат взаимодействия отдельных лесообразователей. В своих работах он не разделяет понятия «возобновление леса» и «рубка», а отождествляет их. Лесовозобновление – единый непрерывный процесс, являющийся непременным атрибутом рубки.

И.С. Мелехов (1944, 1974) рассматривает понятия «лесовосстановление» и «лесовозобновление» в качестве синонимов и связывает их с процессом восстановления основного компонента леса – древесной растительности. Однако в лесоводственной практике существует мнение о том, что эти понятия неравнозначны: под лесовосстановлением понимается формирование нового поколения леса исходной породой, а под лесовозобновлением – любой древесной породой [33]. С.А. Денисов и В.М. Егоров (2005) понимают под

лесовозобновлением процесс образования нового поколения леса под пологом материнского древостоя, на вырубках, гарях и других площадях, ранее бывших под лесными массивами.

Известно, что возобновление леса может быть стихийно протекающим процессом, либо процессом, управляемым лесоводами. Учитывая, что общая площадь вырубок не только в России, но и во всем мире с каждым годом увеличивается, процессы лесовозобновления не должны пускаться на самотёк, а направляться с целью получения в наиболее короткие сроки жизнеспособных высокополнотных насаждений, способных эффективно выполнять свои средообразующие функции и обеспечивать потребности населения в древесине и других видах лесной продукции [171, 184].

Многие лесоводы отмечают важность выбора способа воспроизводства леса, который должен обеспечить одновременное восстановление не только самого насаждения, но и также свойственных ему флоры и фауны [15, 59, 82, 83, 89, 100, 174]. Только появление древостоя совместно с другими компонентами леса способно образовать целостную лесную среду [90]. Лесовосстановление вырубок осуществляется путем естественного, искусственного или комбинированного способа возобновления леса [32, 40, 119].

Естественное возобновление леса под пологом, на вырубках и гарях может протекать самопроизвольно и бесконтрольно, или же направляться лесоводами с помощью, так называемых, мер содействия естественному возобновлению [94]. Смолоногов Е.П. (1999) в своих работах отмечает, что при полной рубке древостоя, за исключением специально оставленных обсеменителей, случайных недорубов, участков неспелого леса или отдельных единиц подроста, процесс образования лесных сообществ начинается вновь, но с участием ценологических компонентов прежних сообществ. Процесс естественного лесовосстановления площадей, подвергнутых антропогенному (рубки леса) или пирогенному (пожары) воздействию, является естественной реакцией лесных экосистем на угрозу их существования. Если экосистема «лес» не может восстановиться самостоятельно, а мероприятия по искусственному

лесовосстановлению не проводятся, то данная система может перейти в качественно новую – «степь», «луг», «болото». Лесоводственная эффективность естественного возобновления зависит от множества факторов и может быть довольно высокой, что позволяет в некоторых лесорастительных районах делать ставку на естественное возобновление, как на основной способ воспроизводства лесов [128, 129].

Искусственное воспроизводство леса (создание лесных культур) ведется путём посева семян или посадки сеянцев, саженцев, черенков на площадях, восстановление которых хозяйственно-ценными породами невозможно из-за отсутствия естественного возобновления или при заселении их второстепенными древесными породами [196, 199]. Посадочный материал выращивается в питомниках из районированных семян [198]. Однако, очень часто потребность в искусственном лесовосстановлении возникает в результате несоблюдения основных лесоводственных требований при вырубке древостоя [148].

Комбинированное воспроизводство леса является сочетанием на одном и том же участке естественного и искусственного возобновления [149]. Данный метод применяется на участках с неудовлетворительным естественным возобновлением путём частичной посадки лесных культур. Также к комбинированному возобновлению принято относить и самопроизвольное появление подроста лесообразующих пород в лесных культурах.

Сравнительная оценка способов лесовосстановления важна при решении задач повышения производительности древостоев. А.Н. Мартынов (1991) считает, что естественное возобновление, как правило, обладает большей устойчивостью к внешним факторам и имеет более высокие лесоводственные показатели, чем лесные культуры. А.В. Побединский (1973) и С.Н. Санников (1978) к тому же отмечают, что естественное возобновление позволяет в десятки раз снизить трудовые и денежные затраты. Однако, М.Н. Прокопьев (1981) в своей работе, напротив, приходит к выводу, что искусственное возобновление леса предпочтительнее, так как лесные культуры на 20-30 % более продуктивны. В.П. Тимофеев (1965) считает, что к возрасту спелости запас

естественных и искусственных древостоев обычно выравнивается, а различия между ними для условий таёжной зоны практического значения не имеют.

Следует отметить, что процесс лесовосстановления, с научной точки зрения, подлежит изучению, анализу и моделированию, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать его конечный результат [148, 149]. Возобновление сосняков изучается лесоводами довольно давно, однако, протекание данного процесса не одинаково для различных лесорастительных зон и лесных районов. Поэтому чаще всего описанные исследователями лесовозобновительные процессы носят региональный характер [30, 60, 66].

## **1.2. Возобновление под пологом леса**

Многие лесоводы сходятся во мнении, что таксация древостоя и оценка его жизненного состояния позволяют определить качество лесного массива [12, 14, 16, 23, 114, 123, 203]. Существует много методик для определения состояния деревьев в лесу. Еще в XIX веке Крафт предложил разделить все деревья в лесу на классы по степени их господства или угнетённости [190]. В настоящее время в практике лесоводства для оценки жизненного состояния деревьев часто используют балльную систему, предложенную В.А. Алексеевым (1989). Также существует шкала категорий состояния деревьев, применяемая при лесопатологическом мониторинге, согласно которой все деревья делятся на следующие категории: деревья без признаков ослабления, ослабленные деревья, сильно ослабленные деревья и усыхающие деревья [97, 210].

Наличие подроста древесных пород под пологом является главным фактором непрерывного существования леса, так как жизнестойкость растительного сообщества определяется его способностью восстанавливать численность популяций, заменять новыми погибшие экземпляры [180, 211]. Необходимо отметить, что в лесоводственной практике само понятие «подрост» трактуется по-разному. И.С. Мелехов (1966) к подросту относит древесные растения диаметром до 6 см, а Ю.Н. Ильичев (2003) определяет категорию подроста по высоте – от 0,2 м до 5 м. Согласно же Лесостроительной

инструкции (2011) к подросту следует относить экземпляры, высота которых не превышает 1/4 средней высоты древостоя.

Для оценки успешности возобновления под пологом важно знать не только количество подроста, но и степень его жизнеспособности. Анализ литературных источников показал, что существует много методик оценки жизненного состояния подроста, основанных на визуальной оценке внешних морфологических признаков отдельных его особей [4, 80, 82, 111, 113, 138, 214].

В начальный период жизни подроста, когда его развитие наиболее интенсивно, основными характерными показателями жизненного состояния являются зависимость высоты и диаметра у шейки корня от возраста, а также форма и размер кроны [48, 76, 165, 217, 220]. Важным показателем качества подроста под пологом насаждения выступает также годичный прирост верхушечного побега. Ю.А. Злобин (1981) предложил определять статистические параметры характерных представителей подроста и по ним оценивать жизненное состояние всей популяции.

Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приёмке от лесозаготовителей вырубок с проведёнными мероприятиями по восстановлению леса (1984) предусматривает учёт только жизнеспособного хвойного молодняка возрастом старше трёх лет. При этом угнетённый, больной и повреждённый подрост, доля которого обычно довольно высока, выпадает из учёта. Однако ещё М.К. Турский (1894) отмечал способность данной категории подроста оправляться после удаления материнского полога и переходить в категорию благонадёжного.

Важной характеристикой успешности естественного возобновления является показатель встречаемости подроста, описывающий равномерность его распределение по площади. Е.И. Успенский (1973) считает, что размещение подроста под пологом носит контагиозный, а не случайный характер. Несмотря на то, что при выпадении семени сосны относительно равномерно распределяются по всей площади, условия для их прорастания, роста и развития не одинаковы, поэтому в итоге можно наблюдать мозаичное размещение

подроста. При снижении дренажа почвы, степень контагиозности возрастает. А.В. Побединский (1966) связывает успешность возобновления с коэффициентом встречаемости подроста и почвенными условиями: возобновление можно считать успешным в свежих условиях при встречаемости подроста 60 % и выше, в сухих – не менее 50 %.

Естественное возобновление под пологом находится в тесной зависимости от лесорастительных условий и ряда других факторов, в число которых можно отнести природно-климатические и почвенные условия, сроки семеношения лесообразующих пород [99] и повторяемость семенных лет [194], сомкнутость полога и его густоту, условия прорастания семян и формирования подроста [78].

Под пологом сосновых насаждений из-за частого и интенсивного плодоношения сосны [98], обычно, насчитывается большое количество подроста – от тысячи до сотен тысяч на один гектар [118]. Однако следует отметить, что возрастной ряд подроста под пологом сосняков прерывистый, подрост можно разделить на дискретные группы по возрасту [140]. Это связано с тем, что, несмотря на ежегодное семеношение, далеко не каждый год складываются благоприятные условия для прорастания семян. И.С. Мелехов (1980) даже ввел понятие «взрыв возобновления» – массовое появление самосева и всходов в семенной год, сочетающийся с выпадением достаточного количества осадков и установлением благоприятного температурного режима.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – светолюбивая древесная порода, не выносящая интенсивного затенения. По этому показателю, среди таёжных пород, она уступает только лиственнице [109, 192]. Характерными признаками светолюбия являются прозрачная крона, небольшая продолжительность жизни хвои, плохая возобновляемость под плотным пологом леса или при наличии густого подлеска. Светолюбие сосны возрастает с годами, в первые годы жизни она наиболее теневынослива. Однако располагающееся под пологом материнского древостоя молодое поколение относительно легко переносит затенение только тогда, когда почва достаточно

увлажнена и богата питательными веществами [73]. В этом случае хвоя подроста способна поглотить большую часть падающего на неё светового потока [201, 202].

Установлено, что чем выше полнота и сомкнутость насаждения, тем меньше под пологом численность подроста и хуже его качество. Сомкнутость древесного полога является фактором, лимитирующим доступ солнечной радиации к поверхности [5, 72, 208]. Существуют разные мнения о потребности подроста сосны в освещении и его выживании в условиях световой конкуренции. Некоторые исследователи придерживаются мнения об его исключительном светолюбии. Так, И.В. Карманова (1970) утверждает, что при освещённости под пологом в 20 % от полной развитие подроста сосны практически останавливается, а при 5-6 % он и вовсе отмирает. При этом недостаток света вызывает у молодки слабое развитие корневой системы и меньшее охвоение [207]. В.Д. Луганская и Н.А. Луганский (1968), напротив, указывают на относительную теневыносливость соснового подроста и отмечают, что даже при сомкнутости древесного полога 0,92 и полноте 1,02 освещённость под пологом не опускается ниже 15 % от освещённости места вырубki, и сосновый подрост может успешно развиваться. Однако они склоняются к мысли, что при полноте насаждения 0,6-0,7 соснового подроста насчитывается в 2,3-16 раз больше, чем при полноте 0,8 и более. Кроме того, при сомкнутости крон материнского древостоя до 0,7 создаются оптимальные условия для будущего существования соснового подроста, который после удаления древесного полога способен не только выжить на вырубке, но и нормально развиваться [122]. С.В. Белов (1977) пришёл к выводу, что теневыносливость подроста сосны уменьшается с годами, и лучше всего переносят недостаток света одно-двухлетние сеянцы. Он также считает при высокой полноте подрост сосны остается благонадёжным лишь до возраста 6-10 лет, а критическая полнота для 20-летнего подроста – 0,5.

Сосна способна произрастать на почвах различного гранулометрического состава, степени плодородия и увлажнённости. В отличие от других пород, она

может выживать в довольно экстремальных условиях, хотя предпочитает свежие пески и супеси. Хорошо развитая корневая система сосны складывается на средне влажных почвах. При этом она состоит из мощного глубоко уходящего стержневого корня и сети довольно пластичных поверхностно-разветвленных корней. На песчаных сухих почвах с глубоким залеганием грунтовых вод образуется поверхностная корневая система, состоящая из сети мелких переплетённых между собой корней, способных улавливать атмосферные осадки [106]. Интенсивное ветвление корней наблюдается и при контакте с грунтовыми водами [82]. На болотистых и переувлажнённых почвах стержневой корень у сосны зачастую отсутствует, корневая система также поверхностная, но состоящая из меньшего количества более толстых корней. При всём различии типов строения корневой системы сосны и независимо от условий местопроизрастания основная масса корней располагается в поверхностном слое почвы – до 60 см [55]. Причём, с увеличением к северным районам размера мерзлотного слоя уменьшается глубина проникновения корней сосны, что снижает её ветроустойчивость [2]. Это необходимо учитывать при оставлении на лесосеках семенных деревьев и куртин.

Корневая конкуренция среди растений вызывает непропорциональное потребление ими ресурсов среды. Поверхностное расположение основной массы корней материнских сосняков существенно снижает шансы на выживание сеянцев, не способных выдержать конкуренцию за влагу и питательные вещества. Рост отдельно взятого экземпляра подроста сосны обусловлен корневой конкуренцией не только со стороны основного полога древостоя, но и также других особей подроста всех возрастных категорий, подлеска, живого напочвенного покрова [47, 133, 191, 213]. Жёсткая конкуренция за воду и питательные вещества начинается одновременно с прорастанием семян и в дальнейшем способствует выживанию наиболее перспективных для лесовосстановления особей подроста. При этом следует отметить, что чем моложе особь подроста, тем большее число факторов оказывают на неё влияние, и тем сильнее это влияние.

С.Н. Санников и Н.С. Санникова (1985) ввели понятие фактора корневой конкуренции дерева, который вычисляется как отношение объёмного прироста дерева к расстоянию до него. Ими было определено, что количество подроста сосны, а также его прирост по объёму и высоте отрицательно связаны с этим показателем. Поэтому в насаждениях у подроста, выросшего в «окнах» между взрослым деревьями, на прогалинах, опушках больше шансов на выживание. А.Б. Ястребов и А.А. Познанская (1993) пришли к выводу, что при усилении влияния древостоя в сосняках конкуренция между особями подроста уменьшается.

Одним из преимуществ сосны перед другими породами таёжной зоны является ксерофильность – способность произрастать на более или менее сухих местах, в условиях недостаточной влажности [11, 91]. Это особенность способствует повышению конкурентоспособности данной древесной породы при заселении мест вырубок и гарей, характеризующихся усиленным освещением, большим прогревом и сухостью почвы. В то же время непереносимость повышенной влажности почвы не позволяет сосне полноценно развиваться на заболоченных участках. К тому же редкая встречаемость сосны на моховых болотах Приангарья объясняется ещё и тем, что промёрзшие в зимний период болота медленно протаивают из-за плотного слоя мха, а от этого существенно страдает как корневая система, так и само дерево.

Живой напочвенный покров в сосняках может быть представлен лишайниковой, моховой, травянистой и кустарничковой растительностью, сильное развитие которой усиливает борьбу за свет, влагу и минеральные вещества, и, как следствие, оказывает негативное влияние на возобновление. Состав напочвенного покрова, его проективное покрытие и степень развития зависят от типа лесорастительных условий и состава древесной растительности [21]. Живой напочвенный покров является индикатором плодородия почв – мощное его развитие свидетельствует о высоком плодородии почвы.

К.В. Зворыкина (1969) считает, что черничный ярус в сосняках способен задерживать 50-70 % осадков, попавших под древесный полог, что неблагоприятно влияет на влажность воздуха в приземном слое и на влажность почвы. В сосняках крупнотравных влияние травянистой растительности на самосев сосны проявляется даже в большей степени, чем влияние материнского древостоя, так как освещённость под травяным пологом в 7-8 раз ниже открытого места, а степень задернения почвы достаточно высока. При этом С.Н. Санников и Н.С. Санникова (1985) отмечают, что конкуренция соснового подроста с живым напочвенным покровом сказывается только в том случае, когда годичный прирост подроста сопоставим с фитомассой окружающих его кустарничков и трав.

Ряд авторов приходит к выводу, что наиболее успешное возобновление под пологом материнского древостоя наблюдается в зеленомошной группе типов леса, так как моховой покров стабилизирует температуру и влажность почвы и препятствует стоку осадков, а под ним образуется мощный слой гумуса [66, 69]. Однако, в некоторых работах встречается описание негативного влияния мохового покрова на появление самосева. Так, Е.Я. Мульдияров (1990) считает, что толстый и густой мох в сосняках значительно снижает появление всходов, а К.В. Зворыкина (1969) отмечает губительную для семян высокую температуру на поверхности мохового покрова в солнечные дни. К тому же большая толщина мха не позволяет зависшим в нём проросшим семенам достать корешком до минерального горизонта почвы [140].

Опад в лиственных и смешанных лесах формирует подстилку, которая, перепревая и разлагаясь, обогащает верхние горизонты почвы минеральными и органическими веществами. Это в свою очередь влечёт бурное развитие травянистой растительности. В чистых сосняках же подстилка чаще сложена хвоей, которая распределяется по площади неравномерно и медленно разлагается, что не способствует прорастанию семян. К тому же при отсутствии достаточного количества влаги опавшая хвоя становится сухой и твёрдой, что существенно замедляет процессы её разложения. По мере разложения хвои её

влагоёмкость возрастает, образуется кислый гумус, который в свою очередь негативно влияет на всхожесть семян сосны [41].

Погибшие под пологом насаждения деревья также какое-то время продолжают участвовать в жизни лесного сообщества. При падении они повреждают растительность и образуют захламлённые участки, что влечёт за собой увеличение мозаичности напочвенного покрова. В результате последующего разрушения мёртвых деревьев формируется специфичный органогенный субстрат, благоприятный для прорастания древесных всходов и развития другой подпологовой растительности [208].

### **1.3. Естественное возобновление на вырубках**

Особый интерес представляет собой изучение закономерностей естественного восстановления на площадях, которые ранее были заняты лесом, но по каким-то причинам лишились древостоя. Результатом лесных пожаров или интенсивных рубок является сбой в процессах роста лесных сообществ, который выражается в возвращении их к восстановительным начальным сукцессиям с прерыванием динамики естественных возрастных смен [140]. Послерубочная смена поколений происходит на основе предварительного и последующего возобновления [63].

На вырубках применяются все возможные способы воспроизводства леса – естественный, искусственный и комбинированный. Выбор способа воспроизводства должен быть определен одновременно с отводом лесосек, до передачи их в рубку. При этом оцениваются возможные преимущества и недостатки выбранного способа восстановления с лесоводственной точки зрения, рассчитывается возможность снижения экономических затрат и определяется максимум от использования потенциала лесного биогеоценоза к самовосстановлению. С.Н. Санников (1992) считает самосев сосны биологически более ценным и жизнеспособным, нежели лесные культуры, а лес естественного происхождения – более долговечным и способным максимально эффективно выполнять свои средообразующие и защитные функции.

Если лесоводы отдают предпочтение естественному возобновлению вырубki, то тогда разрабатывается комплекс мероприятий по содействию естественному возобновлению и последующих мероприятий по уходу за насаждением до достижения им возраста спелости. Меры содействия естественному возобновлению могут быть пассивными и активными. К пассивным, направленным на сохранение лесорастительной среды, можно отнести выбор способа рубки, технологии, параметров лесосеки, сезона заготовки и т.д. Активными мерами содействия естественному возобновлению признаются сохранение подростa и последующий уход за ним, очистка лесосек от порубочных остатков, минерализация почвы, оставление семенников и т.п.

Анализ литературы показал, что выводы по ходу естественного возобновления на вырубках сосновых насаждений бывают довольно противоречивы. Существует мнение ряда авторов о том, что на вырубках большинства типов леса сосняков Сибири естественное возобновление протекает вполне успешно и без смены пород [111, 115, 135, 159]. В Приангарье удовлетворительно возобновляются до 60 % вырубок сосновых насаждений, около 8 % – неудовлетворительно, примерно 10 % – не возобновляются вовсе, а на 23 % вырубок возобновление протекает со сменой на лиственные породы [28, 111, 113, 181]. Искусственного возобновления требуют лишь вырубki крупнотравных и разнотравных сосняков с мощно развитым задернением, а также участки вырубок, где в последующие годы после вырубki огнём были уничтожены источники обсеменения, самосев и подрост [28, 113, 124].

Над проблемой успешного возобновления вырубок исследователи работают с давних пор. В начале XX века А.А. Крюденер (1910) отмечал основные практические моменты, которые способствуют успешному возобновлению сосновых вырубок: «Каждая мера, направленная на увеличение света, одновременно вызывает усиленный расход воды растительностью, а следовательно, неблагоприятное изменение структуры подстилки, покрова и верхних почвенных горизонтов. Чем теплее климат и погода, тем меньше потребность в свете со стороны растений, в том числе сосны, с раннего

возраста. Правильная постановка лесосечно-кулисной рубки есть половина успеха на пути к созданию нового насаждения соснового или с господством сосны».

Ещё в XVI веке в Германии появился лесной Закон, согласно которому «крестьянам запрещалась рубка подроста на изгороди и рекомендовалось его сохранение» [162]. И в настоящее время многие лесоводы отмечают, что успешность процессов естественного возобновления на вырубке во многом зависит от соблюдения технологии рубки с сохранением подроста, позволяющей обеспечить достаточное количество благонадёжных особей предварительной генерации [9, 13, 21, 31, 42, 56, 57, 80, 83, 85, 91, 102, 103, 113, 138, 154, 163, 197, 215, 218]. При этом будут сведены до минимума затраты на лесовосстановление. К тому же считается, что естественные древостои наиболее жизнестойчивы, так как они состоят из представителей, прошедших жёсткий конкурентный отбор в сложившихся лесорастительных условиях [79].

С.В. Алексеев (1948) утверждает, что чем меньше подрост под пологом насаждения, тем больше у него шансов не получить повреждения при рубке, а следовательно, подрост предварительной генерации будет жизнеспособным. Я.Д. Ушаков (1971) отмечает высокую эффективность сохранения подроста при рубке насаждений, так как по его данным 89,2 % площадей рубок в целом по стране восстанавливаются именно за счёт сохранения подроста предварительной генерации. Ф.В. Ангиуллин (1994) делает вывод, что сохранность подроста, вышедшего из-под полога материнского древостоя на открытое место, зависит от исходной сомкнутости древостоя, возраста подроста, его жизнеспособности и размещения по площади. Также существует мнение, что оставление во время рубки благонадёжного хвойного подроста позволяют сохранить лесную среду на вырубке, во многом определяет формуляцию нового поколения леса и позволяет на 20-40 лет снизить период наступления эксплуатационной спелости хвойных насаждений [62, 74, 115, 163].

В то же время ряд лесоводов считают, что хвойный подрост, появившийся под пологом высокосомкнутого древостоя, зачастую является

великовозрастным, но при этом угнетённым и ослабленным, и не имеет серьёзных перспектив для дальнейшего успешного роста. 50 % и более такого подростка погибает в первые 3-4 года после рубки, а оставшийся в живых подрост сильно отстаёт в развитии – из него невозможно сформировать полноценное насаждение с качественной древесиной [180, 206]. В результате сохранение такого подростка во время рубки многими исследователями признается нецелесообразным [44, 132, 175, 181, 182]. Соколов В.А. и Фарбер С.К. (2006) в своей работе также приходят к выводу, что подвергшиеся рубке сосновые насаждения Приангарья способны успешно возобновиться естественным способом и без сохранения подростка предварительной генерации.

И.С. Мелехов (1944) уравнивает данный спор и отмечает, что нельзя недооценивать при восстановлении вырубок важность подростка предварительной генерации также, как и нельзя не видеть его недостатки. А при лесоводственной оценке целесообразности оставления подростка предварительной генерации необходимо учитывать его состояние и конкретные условия последующего произрастания на вырубке.

Микроклиматические условия на вырубке резко отличаются от условий под пологом леса [126, 195]. Е.П. Смолоногов (1960) приводит данные, что на вырубке суточная амплитуда колебаний температуры воздуха в приземном слое на высоте 15 см на 50 % больше, чем под пологом леса, а суточная амплитуда колебаний температуры верхнего почвенного слоя под пологом в 2-3,5 раза меньше, чем на вырубке. А.В. Побединский (1980) указывает на резкое увеличение освещённости подростка на вырубке, а также на изменение физических свойств почвы и рост её влагосодержания в первые годы. Все эти изменения неблагоприятно воздействуют на самосев и подрост хвойных пород и препятствуют прорастанию семян.

Важное значение для выживания подростка предварительной генерации на вырубке имеет характер его размещения. Е.П. Смолоногов (1960) считает, что подросту, вышедшему из-под полога материнского древостоя и попавшему в экстремальные микроклиматические условия рубки, легче выжить при

куртинном размещении. Куртины подроста устойчивее к солнцепёку и заморозкам, они способны препятствовать задернению почвы [82, 181].

К мероприятиям по содействию естественному возобновлению на вырубках относится не только сохранение жизнеспособного подроста, но и целый комплекс приёмов, который подбирается с учётом конкретных лесорастительных условий на этапе отвода лесосеки в рубку.

Ещё в XIII веке немецкие и австрийские лесорубы задумались о воспроизведении лесов и начали оставлять на лесосеке семенные деревья [162]. Оставление деревьев-обсеменителей на бедных почвах со слаборазвитым напочвенным покровом позволяет снабдить вырубку семенами и обеспечить удовлетворительное возобновление хвойными породами до 60-80 % площади вырубки даже при отсутствии стен леса [26]. В зависимости от типа вырубки определяется характер размещения семенных деревьев и необходимость минерализации почвы вблизи них – это могут быть отдельно стоящие особи, древесные группы, куртины или полосы [85, 149]. Необходимо учитывать ветровой режим, который складывается на вырубке, так как сильные ветра не только иссушают почву, но и способны опрокинуть семенники. При групповом размещении деревья более ветроустойчивы. Эффективность оставления деревьев-обсеменителей достаточно хорошо изучена и отражена в Правилах рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири (1994).

Содействию естественному возобновлению на вырубке может способствовать минерализация почвенного покрова, в результате которой создаются благоприятные условия для появления всходов хозяйственно ценных древесных пород. К минерализации также можно отнести и неизбежное перемешивание почвы на пасечных волоках гусеницами трелёвочных тракторов, и поранение почвы пасек хлыстами при трелёвке. А.В. Тюрин (1952) рассчитал, что по сравнению с нетронутыми участками вырубки коэффициент полезного действия минерализации почвы составляет 2,9, проведения борозд – 1,9, а сильного огневого воздействия – 4,7. Также было определено, что при наличии семенных деревьев на вырубке минерализация почвы наиболее

эффективна в семенной год [147, 148]. Однако при определенных условиях, минерализация почвы может стать негативным фактором – минерализованные участки довольно быстро затягиваются травянистой растительностью, которая не позволяет пробиться всходам хвойных пород, что, в свою очередь, ведёт к неудовлетворительному результату естественного возобновления [20].

Многие лесоводы относят к мерам содействия естественному возобновлению проведение очистки лесосек от порубочных остатков [11, 15, 17]. С.В. Алексеев (1948) в своих исследованиях пришёл к выводу, что способ очистки лесосек оказывает значительное влияние на возобновление вырубki. А.В. Побединский (1973) отмечает, что при благоприятных условиях сжигание порубочных остатков на вырубке позволяет увеличить степень минерализации её площади до 40 %.

Ряд исследователей также отводят положительную роль управляемому огню на вырубке [50, 82, 110, 113, 118, 140, 141, 177, 219]. Э.Н. Валендик (1998), например, предлагает использовать контролируемые выжигания свежих вырубок с недостаточным количеством естественного возобновления в целях их очистки от порубочных остатков, предупреждения возникновения и распространения лесных пожаров, уничтожения очагов энтомофитов и поддержки последующего естественного возобновления. С.В. Алексеев (1948) отмечает способность сосны успешно возобновляться на огнищах в течение 10 лет, особенно в семенные годы. Однако, Н.И. Иванов (1965) рекомендует осторожно относиться к применению огня для очистки лесосек, так как прогорание лесной подстилки под порубочными остатками может вызвать негативные изменения в химическом составе почвы, что повлечет ухудшение грунтовой всхожести семян сосны обыкновенной. Он рекомендует сжигать порубочные остатки только в кучах, не затрагивая всю площадь лесосеки, и, исключительно, в зимний период или ранней весной.

Некоторые исследователи, напротив, считают меры содействия естественному возобновлению на вырубках сосняков неэффективными и

рекомендуют их восстановление исключительно путём создания лесных культур [38, 132, 185].

Лесовозобновительные процессы на вырубках во многом зависят от особенностей типа леса [8, 18, 38, 101, 104, 105, 115]. Основоположником лесной типологии в России считают Г.Ф. Морозова, который в своих работах утверждал, что выделение по почвенно-грунтовым условиям типов насаждений важно как с научной, так и с практической точек зрения, что «каждый опыт или исследование в лесу должны быть непременно приурочены к определенному или определенным типам насаждений; только в этом случае возможно использование результатов опыта, оценка его, сравнение с другими, перенесение в другие типы местности и т.д.» [95]. В след за Г.А. Морозовым учение о типах леса было продолжено и развито В.Н. Сукачевым (1918, 1928) и И.С. Мелеховым (1954, 1959), и к настоящему времени существует уже достаточно много практических материалов учёных-лесоведов в этой области. В.Н. Сукачев в своих работах пришёл к концепции «биогеоценоза», а само учение о типах леса поставил на биоценотическую основу. И.С. Мелехов считает, что зная тип леса, можно установить, какие рубки должны восстановиться самостоятельно, а какие потребуют проведения мероприятий по содействию естественному возобновлению или даже искусственного возобновления.

Даже при одном и том же исходном типе леса при применении различных технологий рубок типы вырубок могут различаться [9, 21, 77, 80, 122]. И.С. Мелехов и его последователи сходятся во мнении, что образовавшийся тип рубки во многом определяет ход последующего возобновления и формирования леса и позволяет лесоведам заранее спрогнозировать возможные риски. К настоящему времени для всех географических районов России составлены методики по изучению природы вырубок на типологической основе [43, 61, 103, 105, 129, 137].

Согласно динамической типологии почвенный покров вырубок определяет среду для возобновления и начальных этапов формирования леса.

Наиболее разнообразный флористический состав встречается в производных молодняках за счет того, что к подпологовым видам кустарниковых и травянистых растений присоединяются светолюбивые виды [127]. Свежие типы вырубок способствуют обильному распространению травянистой растительности, что негативно сказывается на естественном возобновлении хвойных пород. В зависимости от условий произрастания относительно устойчивого к внешним факторам состояния подрост сосны обыкновенной достигает к возрасту 5-15 лет.

Мероприятия по уходу за подростом и молодняком на вырубке позволяют получить к возрасту спелости качественный древостой. Уход должен быть направлен на формирование насаждения из хозяйственно ценных пород, снижение внутри- и межвидовой конкуренции за счёт корректировки густоты подроста и молодняка и размещения их по площади, обеспечение благоприятных световых и питательных режимов, увеличение радиального прироста и получение максимального выхода деловой древесины в будущем [21]. К сожалению, огромные площади молодняков в Иркутской области и высокие затраты на проведение ухода в них не позволяют в полном объёме реализовать данные мероприятия. Но учитывая то, что естественное возобновление в сосняках зачастую протекает достаточно успешно и со значительным преобладанием сосны в породном составе молодняков, количество мероприятий ухода в них можно свести к одному-двум.

В Иркутской области и, в частности, в Братском районе значительная часть вырубок сосновых насаждений возобновляется естественным способом с применением мер содействия.

#### **1.4. Нежелательная смена древесных пород**

В практике лесоводства определено, что лес является динамической системой. Еще в начале XX века Г.Ф. Морозов (1914) указывал, что в развитии лесных фитоценозов имеются только отдельные стадии однородного качества разной продолжительности и устойчивости, обусловленные как

биологическими свойствами древесных пород, так и окружающей средой. Б.П. Колесников (1958) же объяснял разнообразие лесов определёнными стадиями лесообразовательного процесса, в котором первоочередная роль отводится окружающей среде, а вторая – растительности лесного сообщества. При этом лесообразовательный процесс сводился к смене господствующих лесообразующих пород, а его важнейшей характеристикой являлся тип леса. В пределах одного и того же лесорастительного района на вырубках разных типов леса процессы лесовосстановления могут существенно различаться.

В.Н. Смагиным (1985) было введено понятие экогенеза, как основного закона развития биогеоценотического покрова нашей планеты. Экогенез – необратимый процесс появления, развития и смены биогеоценозов, сущность которого проявляется в способности сообществ организмов преобразовывать среду своего существования. При этом на определённых этапах эти сообщества способны изменить свою структуру, состав и продуктивность в сторону большего соответствия изменившимся условиям окружающей среды. Это относится и к сукцессионным процессам на вырубках сосновых насаждений.

Если насаждение не подвергается стихийным или антропогенным воздействиям, то в нём сохраняется биологическое равновесие, и смена одного поколения древостоя другим происходит постепенно в процессе естественного отпада старых или ослабленных деревьев. При этом в основе динамики лесных фитоценозов лежат сукцессионные процессы, важность изучения направленности которых неоспорима. Сукцессии многогранны и разнообразны, многие авторы дифференцируют сукцессии на типы, подтипы, варианты и сценарии [21].

В своих работах В.Н. Сукачев (1918, 1928, 1942) вывел понятия вековых, эдафических, экогенетических и антропогенных смен пород. Рубка леса является антропогенным воздействием, в результате которого разрываются сложившиеся многофакторные взаимосвязи компонентов лесного фитоценоза. Постепенно на вырубке формируется новый фитоценоз. При этом принято различать следующие качественно разные варианты дальнейшего развития

процессов естественного возобновления: восстановление происходит без смены пород, когда новообразованный древостой аналогичен исходному; восстановление происходит со сменой пород (в условиях Братского района Иркутской области на месте светлохвойного насаждения формируется короткопроизводное лиственное); восстановление происходит по смешанному типу: к подросту предварительной генерации добавляется подрост последующей генерации как хвойных, так и лиственных пород.

Ряд исследователей пришли к выводу, что, зачастую, восстановление коренных типов леса после рубки происходит через сукцессию, то есть смену преобладающих древесных пород [10, 13, 29, 37, 75, 112, 130, 131, 148, 168, 193]. С.Н. Санников (1992) установил, что на вырубках сосняка разнотравного неадаптированному подросту предварительной генерации из-за конкуренции с травами и порослью лиственных пород выжить довольно трудно, поэтому он погибает, а последующее возобновление уже проходит с нежелательной сменой хвойных пород на лиственные. Количество подроста сосны при этом редко превышает 1,5 тыс. шт./га, а его встречаемость опускается ниже 35 %.

Е.П. Смолоногов (1999) также установил, что в разнотравных сосняках предварительное возобновление особой роли не играет, так как все равно произойдет смена пород из-за усиленного вегетативного возобновления берёзы и осины, которые через 3-4 года затянут всю площадь вырубки. Всходы сосны, которые появляются на вырубке только в первые два-три года, в основной своей массе также не способны выдержать конкуренцию с травами – в конечном итоге они погибают. С.Н. Санников (1960) даже ввёл понятие «кривой выживания», согласно которой из 18 тысяч экземпляров самосева сосны на вырубке разнотравного типа к началу второй пятилетки остаются лишь несколько десятков. И только на бедных песчаных и супесчаных почвах смена хвойных древостоев лиственными маловероятна.

С.Н. Санников (1992) считает, что восстановление вырубок ягодниковых сосняков при наличии предварительного возобновления сосны происходит практически во всех случаях без смены пород. Причем, если исходная

сомкнутость древостоя была 0,8 и ниже, подрост способен за 2-3 года полностью адаптироваться к условиям вырубki. В.Д. Луганская и Н.А. Луганский (1978) также отмечают благоприятное возобновление вырубok сосняков ягодниковых, в том числе за счет накопления соснового подростa за первую пятилетку после рубки в количестве 16,6-32,1 тыс. шт./га. По их мнению, чтобы не произошла неблагоприятная смена пород на вырубке, необходимо минимум 2-3 тыс. шт./га жизнеспособного хвойного подростa.

Смена пород может наблюдаться как при естественном возобновлении, так и при искусственном, когда междурядья лесных культур зарастают порослью лиственных пород. Для предотвращения нежелательной смены пород и получения в будущем высокопроизводительных насаждений необходимо проведение лесохозяйственных мероприятий по уходу, начиная с самого раннего этапа роста и развития древостоя до возраста его спелости [163].

А.В. Побединский (1966) в своей работе отмечает, что причинами нежелательной смены пород на вырубке являются нарушение технологии лесозаготовки и отсутствие эффективных мер содействия естественному возобновлению. Из-за неудовлетворительного возобновления вырубok в настоящее время довольно большая площадь лесного фонда Восточной Сибири занята малоценными смешанными молодняками естественного происхождения.

В целом, несмотря на большой объём накопленного материала по естественному возобновлению сосны обыкновенной под пологом насаждений и на вырубках, многообразие типов леса и лесорастительных условий не позволяет сделать однозначных выводов по его протеканию. Характер протекания процессов естественного возобновления и их успешность, которые можно считать доказанными для одного типа леса, лишь частично подтверждаются во втором и совсем не соответствуют для третьего. Это ещё раз подтверждает необходимость региональных исследований лесообразовательных процессов на вырубках.

## **Выводы**

1. Лесовосстановительные процессы не должны пускаться на самотёк, а направляться с целью получения в наиболее короткие сроки жизнеспособных высокополнотных насаждений, способных эффективно выполнять свои средообразующие функции и обеспечивать потребности населения в древесине и других видах лесной продукции.

2. До настоящего времени у лесоводов нет однозначного мнения о том, какой способ восстановления леса предпочтительнее – естественное возобновление или создание лесных культур. Зачастую, предпочтение того или иного способа восстановления носит региональный характер.

3. Возобновление сосны обыкновенной под пологом древостоев и на вырубках зависит от довольно большого количества факторов, влияние которых необходимо учитывать при проектировании лесовосстановительных мероприятий.

4. Процесс лесовосстановления подлежит изучению, анализу и моделированию, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать его конечный результат. Возобновление сосняков изучается лесоводами довольно давно, однако, протекание данного процесса не одинаково для различных лесорастительных зон и лесных районов. Часто описанные исследователями лесовозобновительные процессы носят региональный характер.

5. В настоящее время задачи оптимизации лесовосстановительных процессов с целью исключения нежелательных смен пород остаются актуальными.

## 2. ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. География района исследований

Иркутская область расположена на юге Восточной Сибири, в бассейне верхнего течения рек Ангары и Нижней Тунгуски. Её площадь составляет 767,9 тыс. км<sup>2</sup> (4,6 % территории России) [39]. Расстояние между северной и южной границами области – 1450 км, с запада на восток – 1318 км (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Физическая карта  
Иркутской области



Рис. 2.2. Братский район на карте  
Иркутской области

Братский район Иркутской области, в границах которого были проведены исследования, относится к территориям, приравненным к районам Крайнего Севера (рис. 2.2). На севере он граничит с Усть-Илимским, на западе с Чунским и Нижнеудинским, на юге с Тулунским, Куйтунским и Балаганским, на востоке с Усть-Удинским и Нижне-Илимским районами области [108]. Приказом Минсельхоза России от 04.02.2009 г. № 37 «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации» Братский район по природным условиям, обуславливающим распространение лесообразующих пород, типам леса, составу и производительности лесов, протеканию лесовосстановительных процессов отнесён к Приангарскому таёжному району таёжной лесорастительной зоны.

Экономико-географическое положение Братского района относительно благоприятно. В первую очередь, это связано с достаточно развитой инфраструктурой – транссибирская железнодорожная магистраль, сеть автодорог, ЛЭП, судоходные и лесосплавные пути. Административным центром района является город Братск – крупнейший в области промышленный город.

Официальная дата образования Братского района – 28 июня 1926 года. На сегодня площадь района составляет 3302,4 тыс. га, 75,7 % от которой покрыто лесом. На рис. 2.3 показано распределение земельного фонда Братского района:

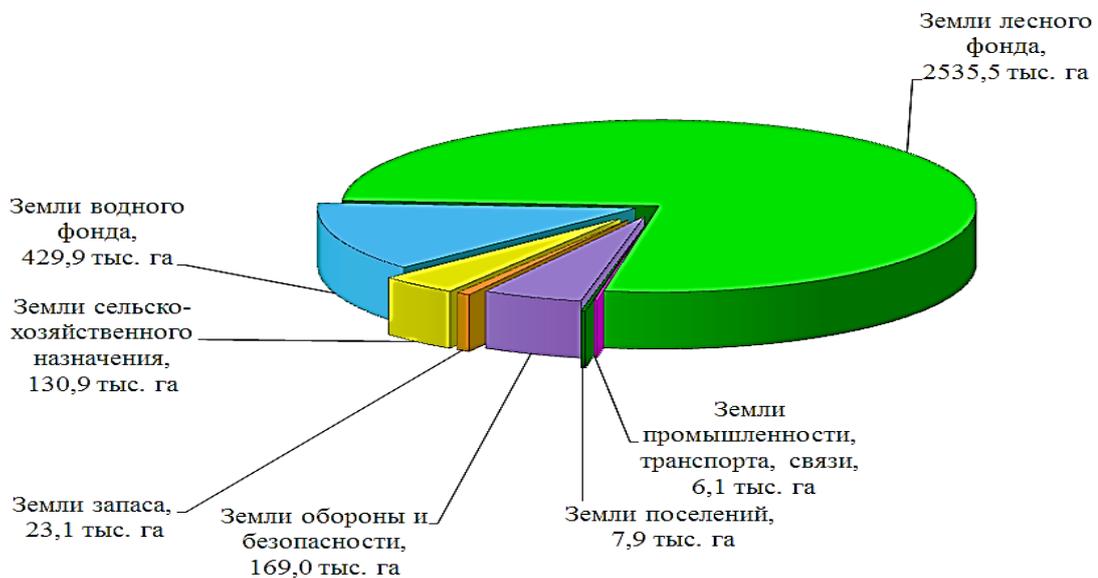


Рис. 2.3. Распределение земельного фонда Братского района

Общий запас древесины в Братском районе равен 380 млн. м<sup>3</sup>, из них в возрасте рубки – 238 млн. м<sup>3</sup>. Расчетная лесосека – 4 млн. м<sup>3</sup>.

## 2.2. Характеристика климатических условий

Климат является важным фактором природной среды, оказывающим влияние на географическое распределение водных ресурсов, почв и растительности. Климатические условия играют основополагающую роль при формировании лесорастительных условий того или иного региона нашей планеты.

Братский район находится в зоне умеренного пояса на значительном удалении от морей и океанов. Климат района резко континентальный с ярко выраженными контрастами между продолжительной суровой малоснежной

зимой и коротким относительно тёплым летом с обильными осадками. В году наблюдается 170-190 дней с атмосферными осадками, в том числе с осадками более 5 мм – 20-25 дней. Средние многолетние данные по количеству осадков по Братскому району представлены на рис. 2.4:

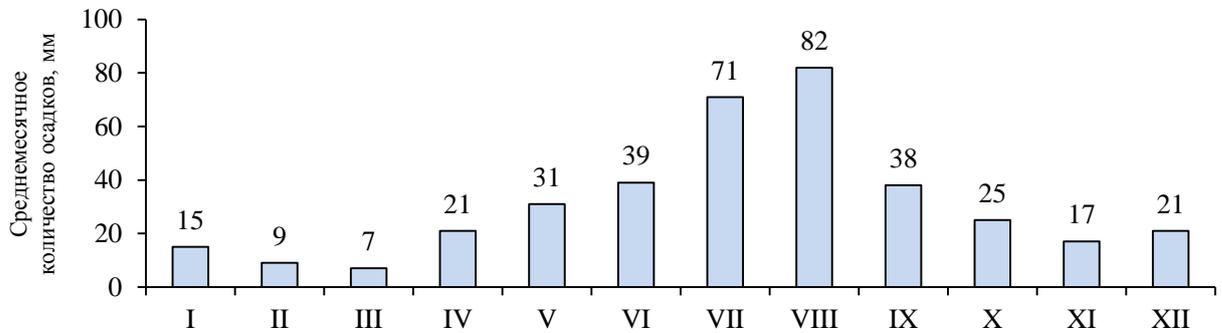


Рис. 2.4. Среднее многолетнее среднемесячное количество осадков

Братский район относится к району таёжных геосистем, сформировавшихся под действием некомфортных для жизнедеятельности факторов: резкое колебание суточных и годовых температур, длительный период с отрицательными температурами, наличие островной вечной мерзлоты, глубокое промерзание грунтов [36]. Ещё одним крайне неблагоприятным фактором являются ранние осенние (с середины августа) и поздние весенние (до второй декады июня) заморозки, которые существенно снижают агроклиматический и лесорастительный потенциал района, повреждают всходы и посадки, а также замедляют развитие растений. К положительным факторам можно отнести значительное количество часов солнечного сияния в году.

На погоду большей части Восточной Сибири в холодное время года оказывает влияние устойчивый сибирский антициклон, создающий область высокого атмосферного давления без резких перепадов значений метеорологических элементов. В результате этого во второй половине зимы наблюдается малооблачная морозная погода с преобладанием слабых ветров юго-западного направления и малым количеством атмосферных осадков (менее 25 % от годовой суммы). Мощность снежного покрова относительно небольшая: в среднем по территории Иркутской области его максимальная высота

наблюдается в феврале и составляет 30-45 см, в северных районах – 50-60 см. Продолжительность залегания снежного покрова около 180-200 дней, ледостава – 160-200 дней. Толщина льда на водоёмах может достигать 1,5-2 метров. Средняя многолетняя высота снежного покрова по Братскому району (рис. 2.5):

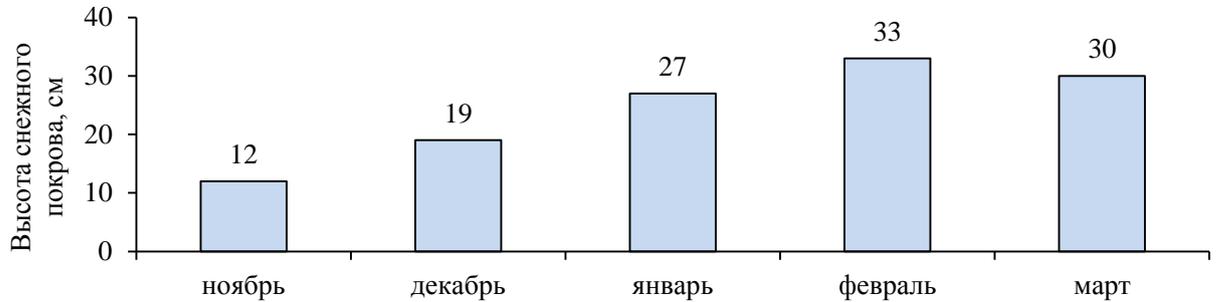


Рис. 2.5. Средняя многолетняя высота снежного покрова

В местах понижения рельефа происходит застаивание и выхолаживание воздушных масс, поэтому зимние температуры воздуха и почвы довольно низкие. В сочетании с малой мощностью снежного покрова это способствует промерзанию грунтов на глубину до 2-3 метров.

Самый холодный месяц в году – январь (средняя температура от  $-18^{\circ}\text{C}$  на юге области, до  $-35^{\circ}\text{C}$  – на севере), самый тёплый – июль (от  $+15^{\circ}\text{C}$  до  $+21^{\circ}\text{C}$ ). Разница максимальных значений температур этих месяцев по Иркутской области может достигать  $80^{\circ}\text{C}$ , а средних –  $55^{\circ}\text{C}$ . Колебание суточных температур в течение года может составлять более  $30^{\circ}\text{C}$ . Амплитуда колебаний межсезонных и суточных температур увеличивается по мере продвижения на север. Среднегодовая температура практически на всей территории Иркутской области отрицательная. Вечная мерзлота повсеместно распространена в северных районах области, отдельные её участки можно встретить и в южных районах. Неглубокое оттаивание вечной мерзлоты обуславливает развитие у древесных пород поверхностной корневой системы, что, в свою очередь, повышает вероятность ветровалов и ухудшения санитарного состояния лесных массивов.

Крупные водные объекты Иркутской области, такие как озеро Байкал и каскад Ангарских водохранилищ, несколько сглаживают климат на прилегающих

к ним территориях – зима здесь несколько мягче, а лето прохладнее. Так на байкальском побережье среднегодовая температура держится от 0 °С до +1 °С.

В бесснежный период года заметно возрастает циклоническая деятельность атмосферы – на смену сибирскому антициклону приходят тёплые циклоны. В результате этого увеличивается температура воздуха, усиливаются ветры, повышается облачность, выпадает основная часть годовых осадков.

Весна на территории Иркутской области довольно скоротечна: наступает в третьей декаде марта и длится примерно 35 дней. Окончательный сход снежного покрова наблюдается к концу апреля. Положительная среднесуточная температура устанавливается лишь в начале мая, в это же время реки окончательно освобождаются ото льда. Обычно в Братском районе к середине мая среднесуточная температура выше +5 °С, ночные заморозки практически проходят, при этом возможно резкое увеличение дневных температур до +25-30 °С за счёт проникновения тёплых воздушных потоков среднеазиатского происхождения. Продолжительность солнечного освещения и его интенсивность возрастают, воздух становится исключительно прозрачным.

Лето – относительно короткий безморозный сезон года. Его наступление характеризуется переходом среднесуточной температуры воздуха за отметку +10 °С. Обычно лето начинается в последних числах мая – начале июня и длится 85-110 дней. Настоящее лето настаёт в последней декаде июня при переходе среднесуточной температуры за +15 °С и длится 50-60 дней. В это время максимальные температуры воздуха могут превышать +30 °С. Первая половина лета, как правило, отличается сухой жаркой погодой. Начиная с конца июля и на протяжении августа, отмечаются затяжные дожди, в результате которых выпадает большая часть годовых осадков (до 80 %). Среднесуточное количество осадков в этот период составляет 60 мм и более, а на формирование ветрового режима влияют господствующие южные ветра слабой интенсивности.

Осень начинается с перехода среднесуточных температур за отметку +10 °С и длится около месяца. Для этого сезона характерны резкое колебание суточных температур, снижение количества атмосферных осадков и ранние

заморозки. В конце сентября – начале октября уже наблюдается первый снег, число ясных дней растёт. Осенний сезон заканчивается в первой половине октября при установлении среднесуточной температуры воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$ . К ноябрю при среднесуточной температуре  $-5^{\circ}\text{C}$  замерзает основная часть рек, закрепляется снежный покров. Ноябрь можно отнести к зимнему сезону, так как среднесуточные температуры уже переходят отметку в  $-15^{\circ}\text{C}$ , а в конце месяца могут наблюдаться понижения температуры до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Среднемесячная многолетняя температура по Братскому району за последние десять лет с 2007 по 2016 годы представлена на рис. 2.6:

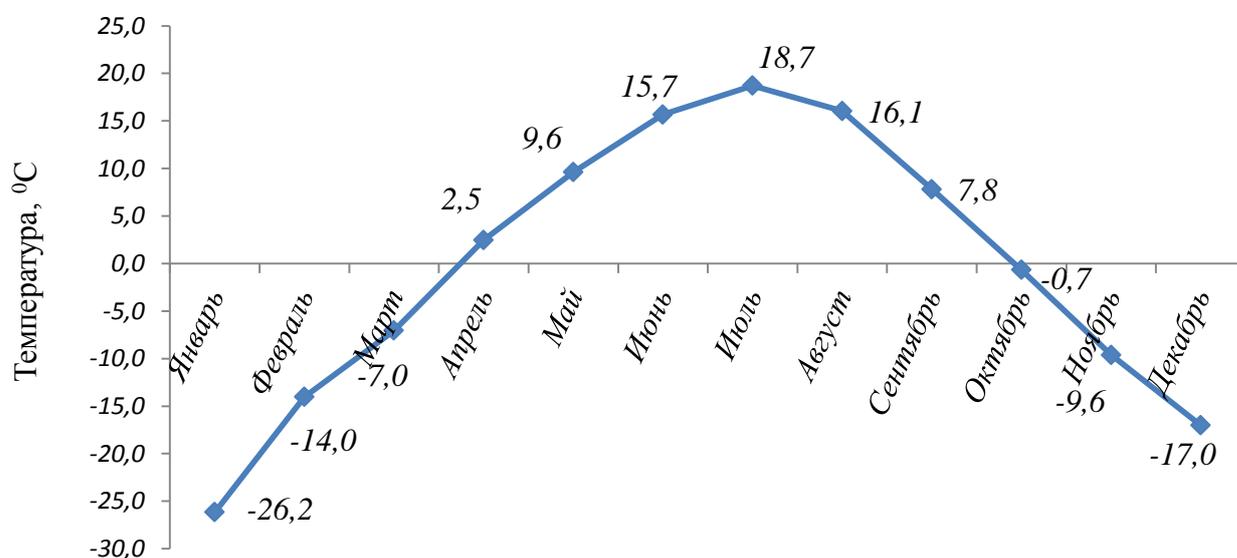


Рис. 2.6. Среднемесячная температура воздуха за последние десять лет

Только с мая по сентябрь среднемесячная температура превышает  $0^{\circ}\text{C}$ . При этом средняя продолжительность безморозного периода длится около 100-105 дней, а количество дней, когда столбик термометра не поднимается выше  $0^{\circ}\text{C}$  – около 145 дней. Продолжительность вегетационного периода составляет 120 дней. Многолетняя среднегодовая температура по Братскому району за последние десять лет составила  $-0,3^{\circ}\text{C}$ .

Комплексная оценка зимнего периода года рассчитывается по формуле А.М. Шульгина (1967):

$$K = \frac{t}{h}, \quad (2.1)$$

где  $K$  – коэффициент суровости зимы;  $t$  – средний из абсолютных минимумов температуры воздуха самого холодного месяца в году,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $h$  – средняя высота снежного покрова самого холодного месяца в году, см.

По абсолютному значению коэффициента оценивают степень суровости зимы:  $K < 1$  – зима несуровая (мягкая),  $K = 1 \dots 3$  – зима суровая,  $K > 3$  – зима весьма суровая. По рис. 2.7 видно, что самый высокий коэффициент суровости зимы пришелся на 2010 год, когда абсолютный минимум температуры воздуха января составил  $-48,8^{\circ}\text{C}$  при высоте снежного покрова всего в 16 см:

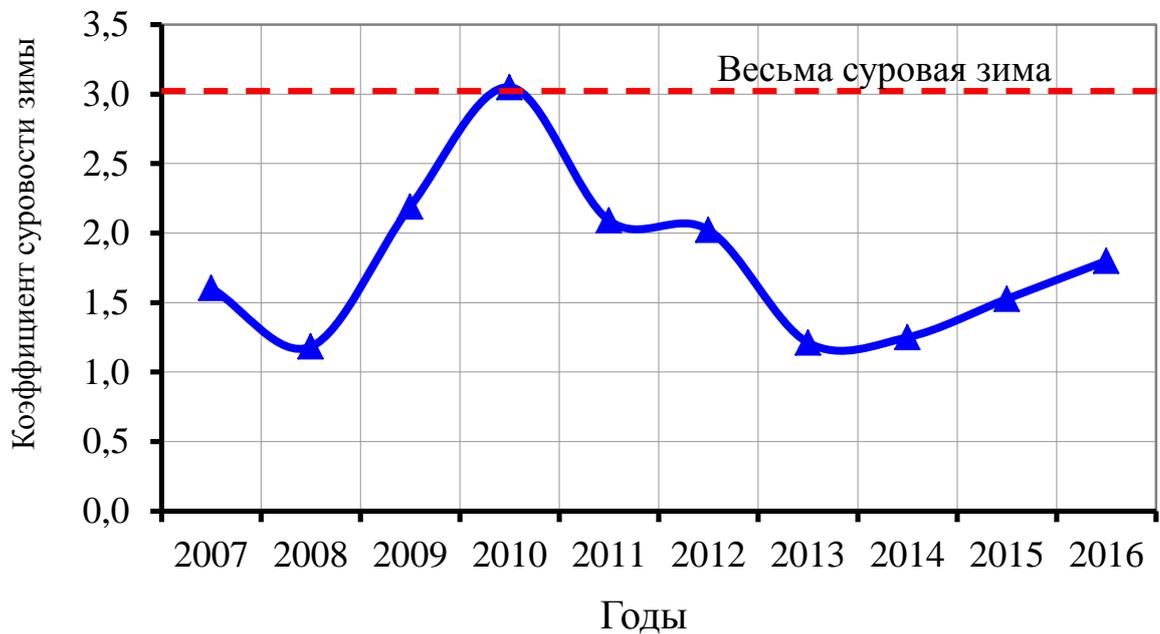


Рис. 2.7. Степень суровости зимы в Братском районе

### 2.3. Рельеф и почвы

Братский район Иркутской области располагается в пределах Сибирского плоскогорья в юго-западной части Сибирской платформы, тектоника которой и определяет его геологическое строение. Средняя высота Среднесибирского плоскогорья составляет 500-700 м, здесь широко распространены горные многолетнемёрзлые породы, а рельеф достаточно разнообразен [68]. Плоскогорье расчленено глубокими долинами рек с террасами по склонам, широкие плато чередуются с кряжами. У реки Ангары наблюдается ярко выраженное расчленение рельефа и наибольшее колебание высот над уровнем моря.

Основными видами таёжных ландшафтов, сложившихся в условиях пересечённого равнинно-плоскогорного рельефа района, являются подтаёжный, горнотаёжный, плоскогорно-таёжный, холмисто-рядовой и пологоволнистый.

Согласно карте почвенно-географического районирования Иркутской области Братский район отнесён к среднесибирской южнотаёжной провинции (Приангарской), на территории которой преобладают дерново-подзолистые, дерново-карбонатные и дерново-лесные почвы [35]. Образованию именно этих типов почв способствует состав почвообразующих пород с довольно высоким содержанием углекислых солей магния и кальция, а также длительная сезонная мерзлота и относительная засушливость тёплого времени года [26].

Почвы подзолистого длительно-сезонномерзлотного типа образуются под пологом хвойных и смешанных лесов на участках с относительно повышенным увлажнением и бедными основаниями почвообразующих пород лёгкого механического состава [55]. Они подразделяются на собственно подзолистые и дерново-подзолистые. Собственно подзолистые почвы образуются под пологом насаждений на песчаных и супесчаных грунтах. Плодородие таких почв низкое, а содержание гумуса не превышает 2 % [152].

В районе исследования чаще всего встречаются маломощные дерново-подзолистые почвы, формирующиеся на почвообразующих породах разного механического состава (среднесуглинистого, тяжёлосуглинистого, глинистого) с включением обломочного материала. Присутствие гумуса в верхних горизонтах носит размытый характер, отдельные серые пятна гумуса способны проникать по профилю на большую глубину. Процентное содержание гумуса колеблется от 3 % до 6 % и резко уменьшается вглубь горизонта. По толщине содержащего гумус слоя дерново-подзолистые почвы делятся на слабо дерновые (5-15 см) и средне дерновые (16-25 см).

Длительно-сезонномерзлотные дерново-карбонатные почвы образуются под пологом насаждений, произрастающих на почвообразующих породах с высоким содержанием карбонатов кальция. Промывной тип водного режима этих почв способствует нейтрализации органических кислот, в результате чего

они преобразуются в питательные для растений гуматы кальция. Перегнойный горизонт тёмный, рыхлый, с нейтральной или слабощелочной pH-реакцией. Дерново-карбонатные почвы плодородны, процесс гумусонакопления идёт в них активнее – содержание гумуса 3-10 %. На почвах этого типа произрастают самые производительные насаждения сосны и лиственницы [64].

Длительно сезонно-мерзлотные дерново-лесные почвы характерны для террас рек и притеррасных склонов. Данный вид почв образуется под пологом разреженных смешанных насаждений травяного типа. Плодородие почв довольно высокое за счёт того, что органические элементы от отпада листьев и хвои возвращаются обратно в почву. Дерново-лесные почвы представлены дерново-типичными перегнойными и дерново-перегнойными подтипами почв.

Серые лесные почвы не характерны для Братского района, встречаются редко. Особенности рельефа и основные типы почв в районе исследования не способствуют развитию эрозийных процессов. Незначительная эрозия встречается только на крутых склонах вблизи водных объектов.

#### **2.4. Характеристика лесорастительных условий**

Иркутская область является самым многолесным регионом России (показатель лесистости – 83,1 %), обладающим большими запасами промышленной древесины. Около 90 % (64,36 млн. га) площади области покрыто лесной растительностью, формирующей зону тайги бореальных лесов. Для сравнения: в целом по России процент лесистости не превышает 45 %, а на всей планете – 28 % [136]. По площади покрытых лесом земель обеспеченность населения области в 4,5 раза превышает общероссийский показатель, а по обеспеченности древесными ресурсами на душу населения – в 6,5 раз.

На территории Иркутской области сосредоточено около 12 % от общего запаса спелой древесины нашей страны. Светлохвойные, тёмнохвойные и лиственные насаждения Братского района в пределах ландшафта чётко разграничены [22]. К наиболее ценным древесным породам относятся сосна, лиственница и кедр. На долю хвойных приходится 78 % от общей площади

древостоев, на долю мягколиственных – 22 %. Сосна обыкновенная занимает 16,5 млн. га или 28 % от покрытых лесом земель, уступая лишь лиственнице. Распространению этой ксерофильной быстро размножающейся породы способствует сухость климата и периодически возникающие лесные пожары [117, 177]. Устойчивость чистых сосняков или сосняков с небольшой примесью лиственницы и берёзы объясняется их способностью формироваться на аллювиальных отложениях и продуктах выветривания песчаников.

В целом по области общий запас древесины на корню составляет 8,81 млрд. м<sup>3</sup>, из которого 7,53 млрд. м<sup>3</sup> приходится на долю насаждений с преобладанием хозяйственно ценных хвойных пород. При этом 24,65 млн. га или 43 % от площади земель, покрытых основными лесообразующими породами, можно отнести к категории спелых и перестойных. Согласно Лесному плану Иркутской области, утвержденному постановлением Губернатора Иркутской области от 09.02.2009 г. № 23-п (ред. от 26.03.2015 г.), средний запас древесины на один гектар леса по области оценивается в 140 м<sup>3</sup>, в том числе в хвойных лесах – 164,8 м<sup>3</sup>, в мягколиственных – 95,3 м<sup>3</sup>. Общий средний прирост по запасу составляет около 100,0 млн. м<sup>3</sup> в год. На рис. 2.8 представлено распределение спелых и перестойных насаждений в зависимости от преобладающей породы (по площади):



Рис. 2.8. Доля спелых и перестойных насаждений по преобладающей породе

В спелых и перестойных насаждениях общий запас древесных ресурсов основных лесообразующих пород составляет 4951 млн. м<sup>3</sup>, более трети от этого объёма приходится на хозяйственно ценные сосновые древостои. Следует отметить, что освоение спелых и перестойных лесных массивов осложняется

тем, что характер их размещения на территории области носит неравномерный характер. В основном они располагаются в труднодоступных северных и восточных районах с недостаточно развитой транспортной сетью. Вблизи населённых пунктов, транссибирской железнодорожной магистрали и водохранилищ запасы лесосырьевой базы значительно истощены. Основные запасы сосняков Иркутской области сосредоточены на равнинах её центральной части – по долинам рек Ангара, Лена и их притоков (рис. 2.9):

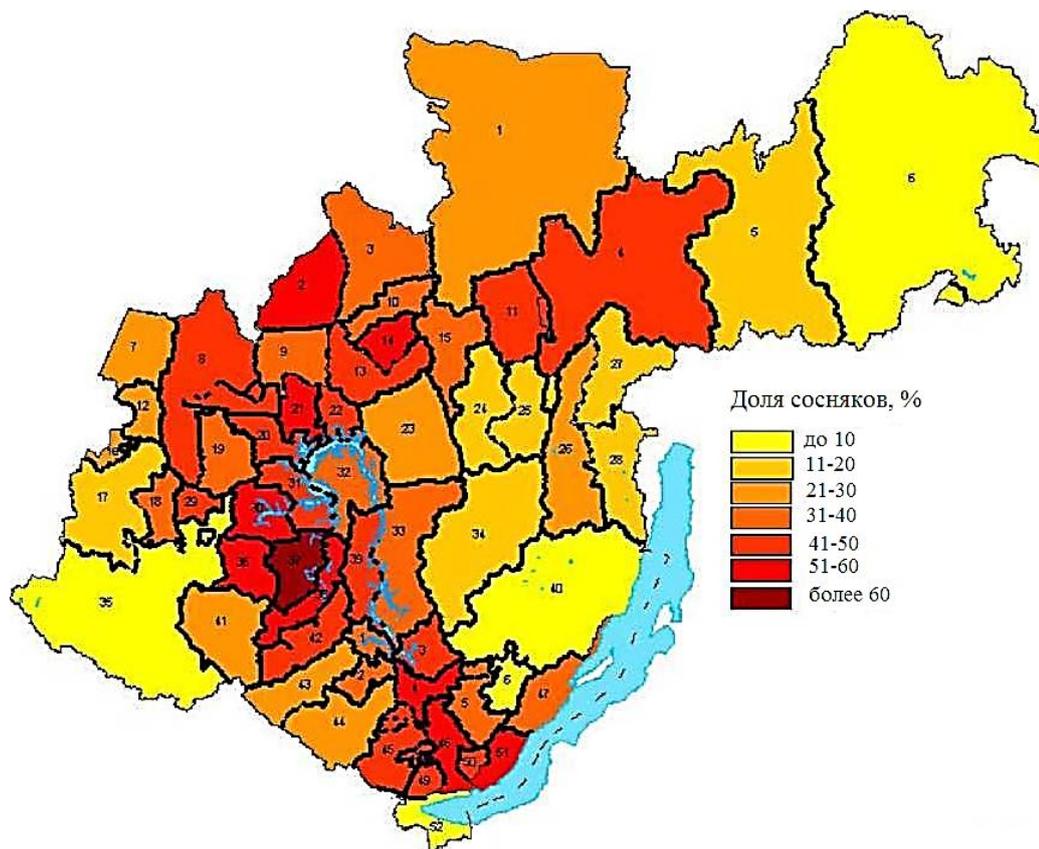


Рис. 2.9. Доля сосняков от общей покрытой лесом площади

По лесорастительному районированию Братский район относится к Нижнеангарскому южно-таёжному округу Приангарской плоскогорной лесорастительной провинции [53]. В лесном фонде Братского района, как и на всей территории Иркутской области, преобладают хвойные насаждения, 60,4 % из которых по классу возраста относятся к спелым и перестойным. Преобладающей формацией являются светлохвойные леса. Распределение насаждений Братского района по преобладающей породе представлено на рис. 2.10:

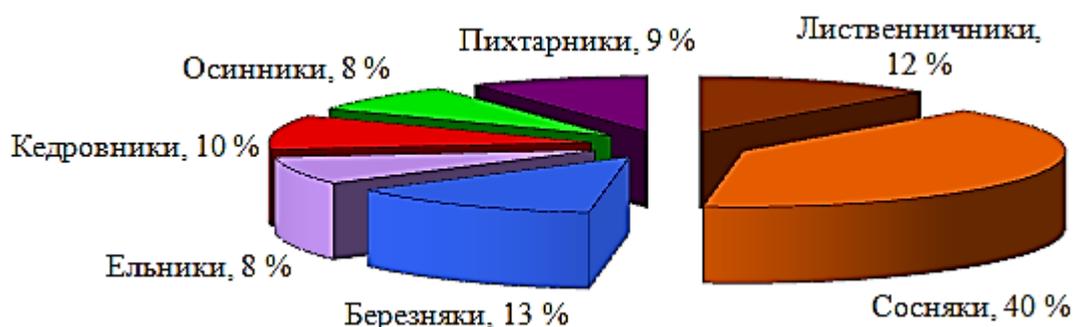


Рис. 2.10. Распределение покрытых лесной растительностью земель Братского района по преобладающей древесной породе

Лесные площади Братского района, в основном, имеют естественную природу происхождения, лесные культуры представлены незначительно [27]. Наиболее часто на территории района исследований встречаются насаждения III и IV класса бонитета – около 80 % покрытой лесом площади. Невысокая производительность лесов объясняется суровостью климата и относительной бедностью почв. Из всех хвойных пород наиболее производительной является сосна, средний класс бонитета сосняков равен 3,6. В разнотравных и зеленомошных группах типов леса встречаются высокопродуктивные сосняки Ia–II классов бонитета. Мягколиственные насаждения, произрастающие в одинаковых лесорастительных условиях с хвойными, имеют в пересчёте на 1 га существенно более низкие запасы древесины. Поэтому лесное хозяйство Братского района должно ориентироваться на лесовосстановление вырубок и пожарищ хозяйственно ценными хвойными породами и не допускать нежелательную смену пород на мягколиственные. При этом следует учитывать, что наибольший средний прирост из светлохвойных пород имеет сосна, а наименьший – лиственница. Тёмнохвойные породы также характеризуются низким приростом. Из лиственных пород наибольший прирост наблюдается у осины. 80 % общего среднего прироста леса по Братскому району приходится на хвойные породы, при том, что средний возраст хвойных лесов района составляет 140 лет, а лиственных – 70 лет.

В Братском районе средняя полнота насаждений составляет 0,65. Распределение покрытых лесной растительностью земель района по полноте

следующее: высокоплотные ( $p=0,8-1$ ) – 24 %, среднеполотные ( $p= 0,5-0,7$ ) – 68 %, низкоплотные ( $p=0,3-0,4$ ) – 8 %.

Исследования были проведены на территории Падунского лесничества, занимающего 38 % (1226,866 тыс. га) от площади всего Братского района. Общая площадь лесничества составляет 1351,174 тыс. га. Лесничество расположено в пределах административных районов: Братского (90,8 %), Усть-Илимского (6,3 %) и Нижнеилимского (2,9 %). Лесной фонд лесничества разделён на две части Братским водохранилищем. Протяженность лесничества с юга на север – 240 км, с востока на запад – 117 км.

98,5 % (1331,080 тыс. га) от общей площади Падунского лесничества относятся к лесным землям. В категории лесных земель можно выделить площадь покрытых лесом земель – 1290,708 тыс. га или 95,5 %, и только около 5 % от этой площади занято лесными культурами. Не покрытые лесной растительностью земли составляют 2,6 % от общей площади лесничества, а нелесные земли – всего 1,5 %. Особо охраняемых территорий на территории Падунского лесничества нет, а 68,2 % (920,844 тыс. га) от его общей площади относится к площадям, на которых разрешена заготовка древесных ресурсов.

Распределение спелых и перестойных хвойных насаждений Падунского лесничества по преобладающей породе (по площади) показано на рис. 2.11:



Рис. 2.11. Распределение спелых и перестойных хвойных насаждений Падунского лесничества по преобладающей породе (по площади)

По рис. 2.11 видно, что площадь сосновых насаждений всех классов бонитета составляет 66,8 % от площади спелых и перестойных насаждений.

На рис. 2.12 приведён запас спелых и перестойных хвойных насаждений Падунского лесничества по преобладающей породе (запас сосны обыкновенной составляет 76,9 % от общего запаса):

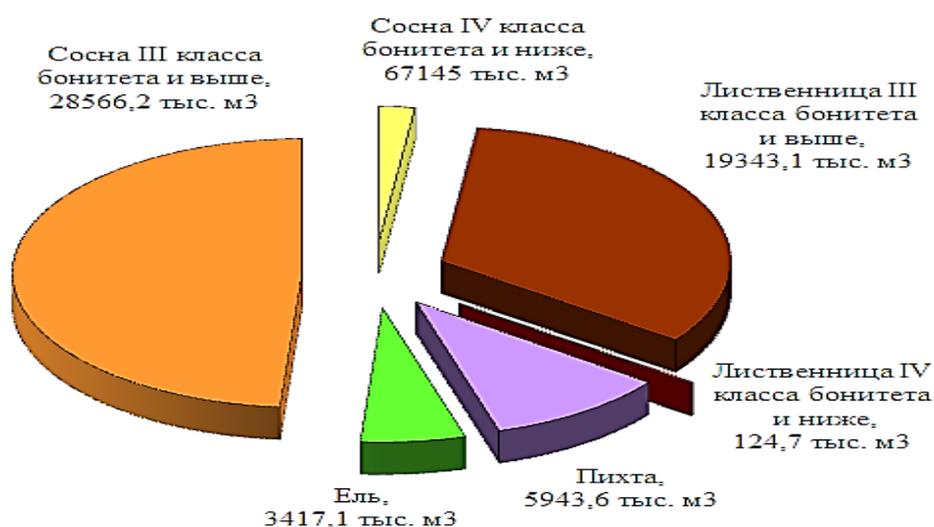


Рис. 2.12. Запас спелых и перестойных хвойных насаждений Падунского лесничества по преобладающей породе

Допустимые объёмы заготовки древесины в Падунском лесничестве регламентируются размерами расчётной лесосеки (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Распределение расчётной лесосеки по Падунскому лесничеству

Административный район	Ликвидный запас, тыс. м <sup>3</sup>		
	Всего	в том числе по хозяйствам:	
		хвойное	мягколиственное
Братский	1201,4	900,0	2101,4
Усть-Илимский	122,9	62,3	185,2
Нижеилимский	44,2	46,1	90,3
Всего по лесничеству:	1368,5	1008,4	2376,9

2,9 % от расчётной лесосеки отводится под выборочные рубки, основной же объём приходится на сплошные рубки – 97,1 %. Распределение расчётной лесосеки Падунского лесничества по преобладающей породе показано в таблице 2.2.

Расчётная лесосека по сплошным рубкам (Падунское лесничество)

Преобладающая порода	Площадь расчётной лесосеки, га	Корневой запас, тыс. м <sup>3</sup>
Сосна, III класс бонитета и выше	3069	859,3
Сосна, IV класс бонитета и ниже	302	73,5
Лиственница, III класс бонитета и выше	1879	428,4
Лиственница, IV класс бонитета и ниже	31	3,4
Пихта	517	125,4
Ель	416	81,2
Итого по хвойному хозяйству:	6214	1571,2
Береза	3137	580,4
Осина	2153	572,0
Итого по мягколиственному хозяйству:	5290	1152,4
Всего по лесничеству:	11504	2723,6

В расчётной лесосеке лесничества по сплошным рубкам доля насаждений сосны обыкновенной составляет 30 % от площади расчётной лесосеки или 34,2 % от корневого запаса. Если рассматривать расчётную лесосеку только по хвойному хозяйству, то доля сосны обыкновенной составит, соответственно, 54,2 % от площади хвойных и 59,4 % от их корневого запаса.

Общий размер пользования лесом в Падунском лесничестве по всем видам рубок определяется площадью в 14666 га, ликвидный запас при этом составляет 2524,2 тыс. м<sup>3</sup>. Производительность лесных насаждений находится в прямой зависимости от экологических условий произрастания различных типов леса [3, 117, 142, 156]. Распределение лесных земель Падунского лесничества по основным группам типов леса следующее: преобладающей группой типов леса является зеленомошная – 49,8 %, затем идут разнотравная – 26,3 %, лишайниковая – 13,3 %, долгомошная – 5,7 %. Группа прочих типов леса, например, таких как сфагновые, в процентном соотношении представлена незначительно – не более 5 % от общей площади лесных земель. В зеленомошной группе типов леса способны успешно произрастать все основные лесообразующие породы, а 53,2 % всех сосновых насаждений Братского района по типу леса относятся именно к зеленомошной группе. Зеленомошные насаждения формируются в

зоне водоразделов, а также на пологих склонах теневых экспозиций, предпочитая свежие и влажные подзолистые, суглинистые, реже супесчаные почвы. В кустарничковом ярусе преобладают ягодники с довольно высокой продуктивностью – брусничники, черничники, кисличники.

Разнотравная группа типов леса характерна для светлохвойных и мягколиственных лесов, растущих на пологих склонах световых экспозиций. Почвенный покров в данной группе типов леса может значительно варьироваться по своему механическому составу и степени увлажнения. Существенным минусом данной группы является то, что недостаток влаги в почвенном слое и наличие сухостойной травы с весенне-летний период могут способствовать возникновению пожаров. Доля сосняков разнотравной группы типов леса от общей площади сосняков Братского района составляет 33,4 %.

Лишайниковая группа типов леса представлена по большей части сосняками лишайниковыми и зеленомошно-лишайниковыми IV и V классов бонитета на надпойменных террасах рек, верхних частях холмов, дюнных всхолмлениях. Насаждения чистые одноярусные. Подлесок чаще отсутствует либо довольно редкий. В живом напочвенном покрове преобладают лишайники. Травяной покров скудный, представлен засухоустойчивыми видами, такими как толокнянка, водяника, вейниковые, кошачья лапка. Почвы преобладают слабоподзолистые маломощные и среднемощные песчаные. Степень увлажнения почв низкая, уровень залегания грунтовых вод – 3 м и более.

Долгомошная группа типов леса представлена преимущественно тёмнохвойными насаждениями, занимающими пологие участки плато, припойменные понижения и замкнутые котловины на водоразделах. Сосняки-долгомошники произрастают на тяжёлых суглинистых и глинистых с повышенным увлажнением почвах. На участках с понижением рельефа встречаются сфагновые группы типов леса с преобладанием переувлажнённых торфянисто-подзолистых глеевых и торфяно-болотных почв. Здесь основной лесобразующей породой является ель, второстепенными – сосна, лиственница, кедр и берёза.

## 2.5. Выводы

1. Иркутская область является самым многолесным регионом России. В области 43 % от площади покрытых лесом земель можно отнести к категории спелых и перестойных, а в Братском районе – 60,4 %. Это позволяет области на годы вперед оставаться источником товарной древесины.

2. Резко континентальный климат района исследований с коротким вегетационным периодом, продолжительной малоснежной зимой, резкими колебаниями суточных и годовых температур, недостаточным количеством атмосферных осадков, заморозками снижает устойчивость всходов и посадок, замедляет рост и развитие древостоев, уменьшает производительность лесов.

3. Воздействие неблагоприятных погодных факторов ограничивают число лесообразующих пород. Доминирующая роль в лесных насаждениях принадлежит более устойчивым хвойным породам – 78 %. На долю сосновых насаждений приходится 28 % от покрытых лесом земель Иркутской области.

4. Освоение спелых и перестойных лесных массивов Иркутской области осложняется их неравномерным размещением в труднодоступных удалённых местах с недостаточно развитой транспортной сетью. По этим же причинам предпочтение отдается естественному восстановлению вырубок.

5. Наиболее распространёнными в районе исследования группами типов леса являются зеленомошная, разнотравная и лишайниковая.

6. Светлохвойные леса являются преобладающей формацией района исследований; на долю сосновых насаждений приходится 40 % от покрытой лесом площади. Сосна обыкновенная – самая производительная порода района, отличающаяся среди хвойных пород наибольшим приростом и высоким качеством древесины. Средний класс бонитета сосняков – 3,6. Высокий интерес к сосновым насаждениям вызван большими запасами товарной древесины.

7. Мягколиственные насаждения, произрастающие в одинаковых лесорастительных условиях с хвойными, имеют в перчёте на 1 га существенно более низкие запасы древесины. Поэтому необходимо не допускать на вырубках сосновых насаждений нежелательную смену пород на лиственные.

### **3. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ**

В связи с увеличением объёмов лесозаготовок в сосновых лесах Приангарского таёжного района и, в частности, Братского района возрастает значение их лесовосстановления. При выборе способа воспроизводства леса необходимо учитывать, что искусственно созданные насаждения требуют больших финансово-трудовых затрат, имеют более простую структуру, и, как следствие, пониженную способность к саморегуляции, что может отрицательно сказаться на экологическом равновесии природных ландшафтов [13].

Для обеспечения успешности лесохозяйственной практики важно провести обследование насаждений до рубки, и с учётом возможных факторов внешнего влияния разработать комплекс эффективных лесовосстановительных мероприятий. Не менее важно провести оценку вырубок с прослеживанием временного развития биогеоценозов. В настоящем исследовании за индикаторы оценки успешности возобновления вырубок была взята количественная и качественная структуры соснового подроста, а также значения его биометрических параметров.

Для достижения поставленной цели были решены программные задачи:

1. Изучены и обобщены результаты исследований в области возобновления сосновых лесов таёжной зоны.
2. Проанализированы природно-климатические и лесорастительные особенности района исследований.
3. Установлен возобновительный потенциал сосновых насаждений, непосредственно примыкающих к вырубкам.
4. Дана лесоводственная оценка естественному возобновлению сосны обыкновенной на вырубках и в лесных культурах.
5. Выведены значения биометрических параметров моделей соснового подроста в зависимости от категории их жизненного состояния.
6. Разработаны рекомендации по повышению эффективности естественного возобновления на вырубках, по созданию лесных культур.

В соответствии с разработанной программой исследований автором были изучены и обобщены литературные источники по выбранной тематике (Глава 1), а также дана природно-географическая характеристика района исследований с анализом сложившихся на его территории лесорастительных условий (Глава 2).

Подготовительная работа перед проведением полевых изысканий заключалась в подборе по картографическим материалам и лесоустроительным базам лесничества вырубок сосняков в наиболее распространенных для района исследований группах типов леса. Натурными исследованиями, проведёнными в 2010-2017 годах в Братском районе Иркутской области, была охвачена территория общей площадью 43250 га. Объектами исследований стали чистые или с участием в составе других пород в количестве не более двух единиц сосновые насаждения; вырубки сосновых насаждений, проведенные с соблюдением мер содействия естественному возобновлению; лесные культуры сосны обыкновенной, созданные посевом. Общая площадь постоянных пробных площадей составила 908 га, временных – 506 га. Места закладки постоянных пробных площадей на приведены на рис. 3.1:

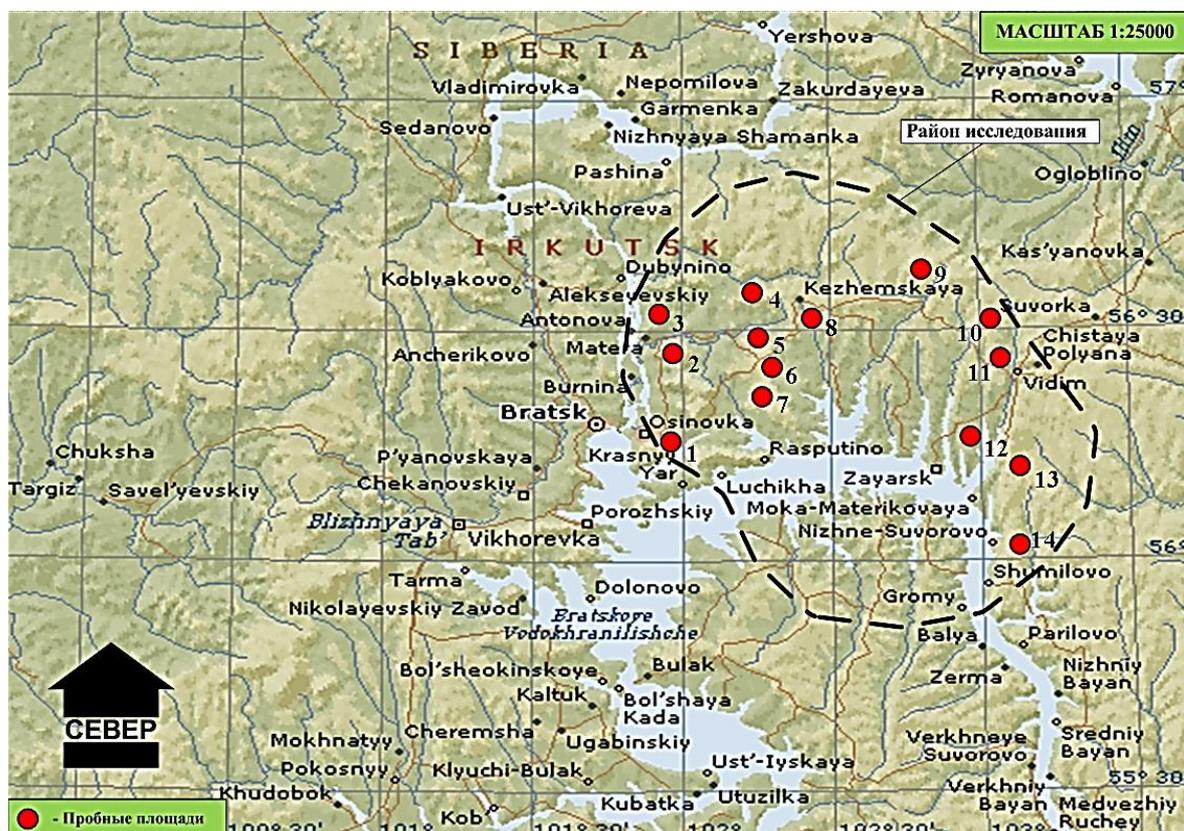


Рис. 3.1. Карта-схема расположения постоянных пробных площадей

Таксационные описания насаждений до рубки были взяты из материалов лесничества, а также частично восстановлены в ходе исследования прилегающего к лесосеке нетронутого древостоя. Для каждого объекта был определён исходный тип леса. По технологическим картам разработки лесосек были уточнены способ и время проведения лесосечных работ, система применяемых машин, метод утилизации порубочных остатков, план лесовосстановительных мероприятий.

На каждую вырубку была составлена учётная карта с графическим абрисом, привязанным к сторонам света. На абрис схематично наносились места расположения погрузочных площадок, трелёвочных волоков, семенных куртин, а также ходовые линии с учётными площадками. В учётной карте вырубке указывалось её территориальное местонахождение, размеры и площадь, год и сезон проведения лесосечных работ, таксационные характеристики материнского древостоя, описание почвенных прикопок, способ лесовосстановления, общее количество и площадь заложенных учётных площадок и др. (Приложение 1).

Захламлённость вырубок оценивалась по шкале А.И. Исаева (1981): до 20 % – очень слабая, 21-50 % – слабая, 51-70 % – средняя, 71-100 % – сильная. На рис. 3.2 показан участок вырубке, на которой способом утилизации порубочных остатков стал их сбор в кучи и оставление на перегнивание:



Рис. 3.2. Порубочные остатки, оставленные в кучах на вырубке

Для выявления особенностей накопления всходов и роста молодого поколения древесной растительности на вырубках была произведена оценка степени нарушенности почвенного покрова по шкале, предложенной Г.П. Тощёвой (1988): степень нарушенности менее 25 % – слабое воздействие (ненарушенный почвенный покров), 25-50 % – среднее (малоизменённый), 50-75 % и более – сильное техногенное воздействие (сильноизменённый).

При проведении исследований для определения степени однородности почв на всех опытных объектах были сделаны почвенные прикопки до иллювиального горизонта [26]. На основании описаний почвенных прикопок определено, что для пробных площадей со сходными лесорастительными условиями структура и плодородие почвы однородны.

Закладка постоянных и временных пробных площадей на вырубках сосняков и в примыкающих к ним древостоях была проведена в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 [107] с применением общепринятых методик [22, 111, 113, 134]. Выбор количества и размера учётных площадок зависел от густоты, крупности и характера размещения подроста по площади вырубки в результате её визуального осмотра. Учётные площадки размером 1x1 м ( $2 \text{ м}^2$ ) закладывались при очень густом подросте, 2x2 м ( $4 \text{ м}^2$ ) – при густом подросте, круговые площадки радиусом 1,78 м ( $10 \text{ м}^2$ ) – при редком подросте или неравномерном его размещении [125]. Для привязки к местности в центр каждой круговой учётной площадки вбивался кольшек, а их границы определялись с помощью рулетки. Границы квадратных площадок обозначались переносными мерными шестами длиной 1 м или 2 м, соответственно. Каждой площадке был присвоен свой индивидуальный номер, а также составлено её описание (Приложение 2).

Для повышения объективности данных учётные площадки располагались по всей площади вырубки на одинаковом расстоянии друг от друга по ходовым линиям, расположенным параллельно длинной стороне выдела, в количестве, соответствующим требованиям Правил лесовосстановления [119]. При редком подросте общая площадь учётных площадок составляла не менее 2 % от площади вырубки, при средней густоте – не менее 1 %, при густом – не менее 0,05 %.

Равномерное расположение учётных площадок по площади вырубki позволило обеспечить 5 % точность исследований при 95 % уровне доверительной вероятности.

Помимо временных пробных площадок на каждой вырубке закладывались постоянные пробные площадки размером 50x20 м (100 м<sup>2</sup>), которые располагались в наиболее характерном месте вырубki, но не ближе, чем за 30 м границ вырубki. Углы постоянных пробных площадей фиксировались с помощью кольев с окрашенным краской верхом так, чтобы их высота над уровнем земли составила 50 см. Закрепление границ постоянных пробных площадей позволило в последствие провести их повторное обследование. Типологические, таксационные и геоботанические описания пробных площадей были выполнены по общепринятым методикам [80, 87, 88, 89, 111, 148, 156, 158, 178, 180].

На постоянных и временных пробных площадях вёлся сплошной переçёт подростa, определялись его порода, возраст, категория состояния, таксационные характеристики [65, 79, 111, 139, 153, 186]. Все учтённые деревца помечались во избежание пропуска или повторного обмера. Полученные данные вносились в ведомости учёта.

Возраст хвойного подростa определялся по мутовкам или годичным кольцам на спилах модельных экземпляров с точностью до одного года. По возрасту подрост подразделялся на следующие категории: 1-2 года (всходы), 3-5 лет (самосев), 6-10 лет, 11-16 лет, старше 16 лет [111]. Всходы учитывались отдельно простым пересчётом без определения характеристик. В зависимости от давности проведения рубки подрост также подлежал распределению на группы: подрост предварительной генерации (сохранённый во время рубки) и подрост последующей генерации (появившийся непосредственно на вырубке).

Высота подростa измерялась с помощью рулетки или мерной рейки с точностью до 1 см, диаметр стволика – с помощью штангенциркуля у шейки корня с точностью до 1 мм. По высоте подрост распределялся по категориям крупности: подрост до 0,5 м относили к мелкому, 0,6-1,5 м – к среднему, более 1,5 м – к крупному [119]. Для определения общего количества подростa применялись

коэффициенты пересчёта мелкого и среднего подроста в крупный. Коэффициент 0,5 применялся для мелкого подроста, 0,8 – для среднего, 1,0 – для крупного. Кроме высоты подроста в ведомость учёта вносились данные о его приросте.

По степени жизнеспособности подрост подразделялся по категориям состояния: благонадёжный (здоровый), сомнительный (угнетённый, повреждённый), усыхающий (отмирающий), сухой (мёртвый) [113]. Распределение проводилось визуально, на основе ряда морфологических признаков: окраска и длина хвои, доля сухих ветвей, форма кроны и её протяжённость, прирост по высоте осевых и боковых побегов, наличие повреждений насекомыми и грибами и др. [48, 51]. К здоровому благонадёжному подросту относили нормально развитые жизнеспособные деревья с ярко-зелёной хвоей, прямым стволиком и симметричной кроной, отличающиеся прогрессирующим приростом осевого побега (не менее прироста боковых ветвей верхней половины кроны), наличием пяти и более почек на осевом побеге, выраженной мутовчатостью. К сомнительному – угнетённый отстающий в развитии подрост с неравномерным размещением ветвей, изреженной кроной, имеющий близкий прирост за последние пять лет и менее пяти почек осевого побега, а также подрост со сломом вершины, обдиром коры или повреждением кроны. К усыхающему – имеющий тенденцию к снижению годичного прироста подрост с недоразвитыми верхушечными почками в количестве двух штук и менее, с неравномерным охвоением и флагообразной кроной, с короткой бледно окрашенной хвоей и сухими нижними ветвями.

После распределения подроста по категориям состояния рассчитывался индекс жизненного состояния ценопопуляции подроста по формуле:

$$L = (100n_1 + 70n_2 + 10n_3) / N, \quad (3.1)$$

где L – относительное жизненное состояние ценопопуляции подроста;  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  – число благонадёжных, сомнительных и усыхающих экземпляров на 1 га соответственно; N – общее число экземпляров, включая сухие, на 1 га.

При значении  $L = 80-100\%$  ценопопуляцию подроста признавали здоровой,  $50-79\%$  – ослабленной,  $20-49\%$  – сильно ослабленной,  $0-19\%$  – нежизнеспособной.

Важными показателями естественного возобновления являются густота подроста и его встречаемость. По густоте возобновление подразделялось на редкое – до 2 тыс. шт./га, среднее – 2-8 тыс. шт./га, густое – 8-13 тыс. шт./га, очень густое – более 13 тыс. шт./га. Встречаемость подроста определялась как отношение количества учётных площадок с подростом к общему количеству заложённых площадок. При встречаемости 65 % и более размещение подроста по площади принималось как равномерное, менее 65 % – неравномерное.

Живой напочвенный покров (ЖНП) играет важную роль в жизни леса, от его видового состава и проективного покрытия во многом зависит успешность возобновительных процессов. Мощное развитие ЖНП, с одной стороны, обогащает почвенный слой питательными минеральными остатками, а с другой – препятствует прорастанию семян и развитию подроста древесных пород. Набор видов ЖНП формирует тип лесорастительных условий [21]. На рис. 3.3. показан ЖНП под пологом исследуемых сосняков:

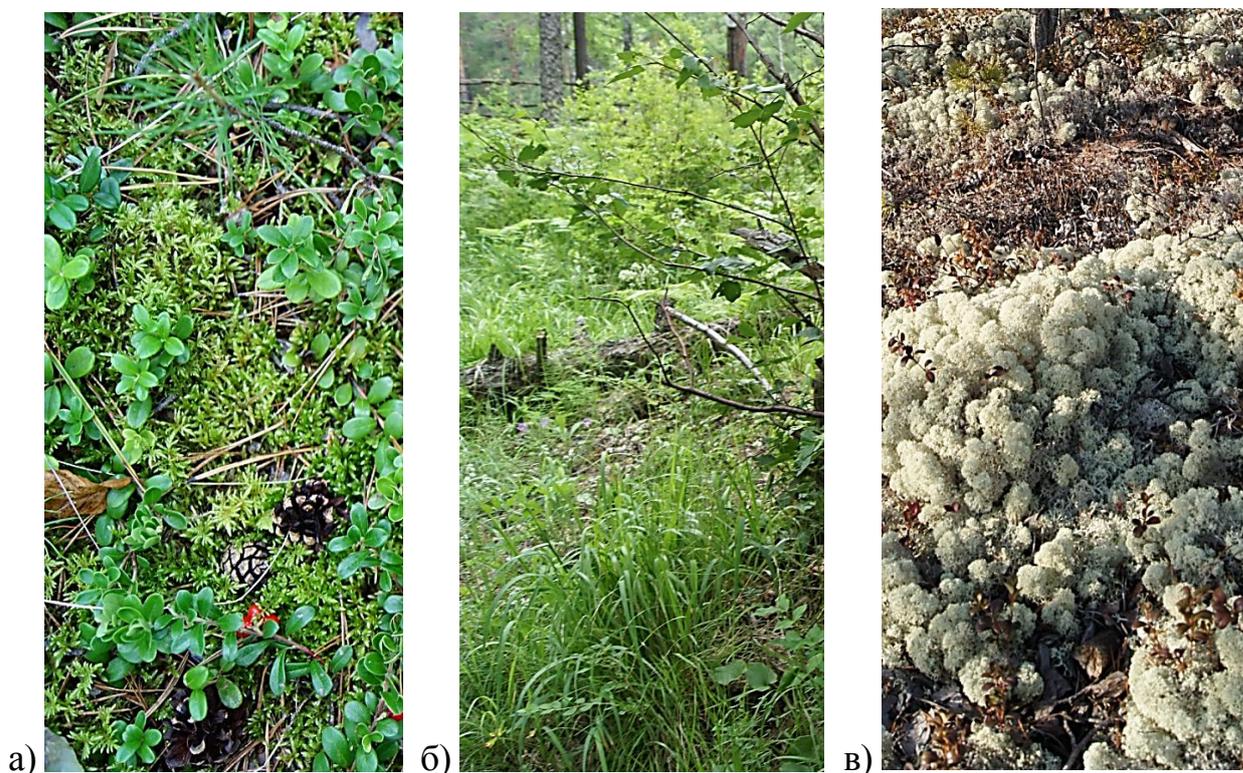


Рис. 3.3. Живой напочвенный покров под пологом сосняков:

а) – бруснично-зеленомошных; б) – разнотравных; в) – лишайниковых

Рубка древостоя кардинально меняет условия среды, что приводит и к изменению видового разнообразия ЖНП. Большинство исследователей отмечают исчезновение на вырубках тенелюбивых подпологовых растений, среди которых могут оказаться и представители редких видов [56, 64, 82, 86, 95, 117, 127, 166]. В процессе исследования пробных площадей под пологом материнских сосняков были обнаружены следующие сосудистые растения, занесенные в Красную книгу Иркутской области: лилия пенсильванская (*Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl.), лилия кудреватая (*Lilium martagon* L.), пион марьин корень (*Paeonia anomala* L.), стародубка сибирская (*Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb.), а также башмачок известняковый (*Cypripedium calceolus*) и диффазиаструм сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), изображения которых представлены на рис. 3.4:

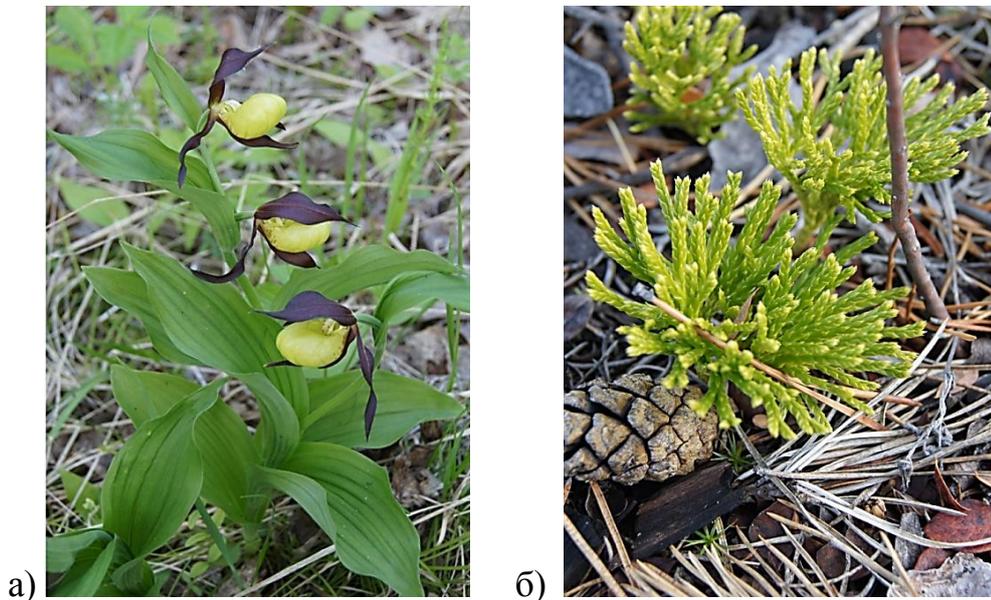


Рис. 3.4. Редкие виды сосудистых растений

а) – башмачок известняковый; б) – диффазиаструм сплюснутый

В летний период во время цветения основной массы трав [19, 160, 189] на пробных площадях был определен видовой состав ЖНП, а также визуальное оценено его суммарное проективное покрытие (мощность): сплошной – сомкнутость более 90 %; густой – 70-90 %; средний – 40-70 %; редкий – менее 40 %. Классификация мхов была произведена по Е.Я. Мульдьярову (1990).

Обилие отдельных видов травянистых растений, мхов и лишайников определялось по шкале О. Друде: Soc (socialis) – вид представлен сплошь, его

растения покрывают изучаемую площадь более, чем на 75 %; Cop<sup>3</sup> (copiosae) – представлен очень обильно, покрывает 50-75 %; Cop<sup>2</sup> – обильно, 35-50 %; Cop<sup>1</sup> – довольно обильно, 25-35 %; Sp (sparsae) – рассеяно, менее 20 %; Sol (solitaria) – единично; Un (unicum) – вид встречается в одном экземпляре.

С помощью коэффициента Сёренсена-Чекановского [187] устанавливалось флористическое сходство ЖНП при сравнении между собой пробных площадей, закладываемых как под пологом древостоев, так и на вырубках:

$$K_s = 2c/(a+b), \quad (3.2)$$

где  $a$  – число видов в одной флоре;  $b$  – число видов в другой флоре;  $c$  – число видов, общих для этих двух флор.

Для того чтобы представить исходный тип леса вырубок, были исследованы участки древостоя, непосредственно к ним примыкающие. С этой целью для каждой вырубки были заложены постоянные пробные площади под пологом материнского древостоя (50x200 м), которые располагались в наиболее типичном месте [80], но не ближе, чем за 30 м от границы с вырубкой. На данных пробных площадях был произведён сплошной переcчёт взрослых деревьев с указанием их породы, возраста, высоты, диаметра, жизненного состояния [186]. Также были определены полнота, запас, класс бонитета насаждений. Усохшие и повреждённые деревья учитывались отдельно. Возраст для лиственных пород не определялся. При камеральной обработке результатов были выведены формулы породного состава древостоя и усреднены его таксационные характеристики. Описание подлеска было сведено к определению его породного состава, средней высоты и густоты.

Для изучения возобновления под пологом насаждений на этих же пробных площадях закладывались временные пробные площадки размером 2x2 м (4 м<sup>2</sup>), которые располагались по ходовым линиям, проведённым параллельно длинной стороне пробной площади и располагающимся на расстоянии 10 м друг от друга. На рис. 3.5 показан участок постоянной пробной площади, заложённой под пологом материнского сосняка:

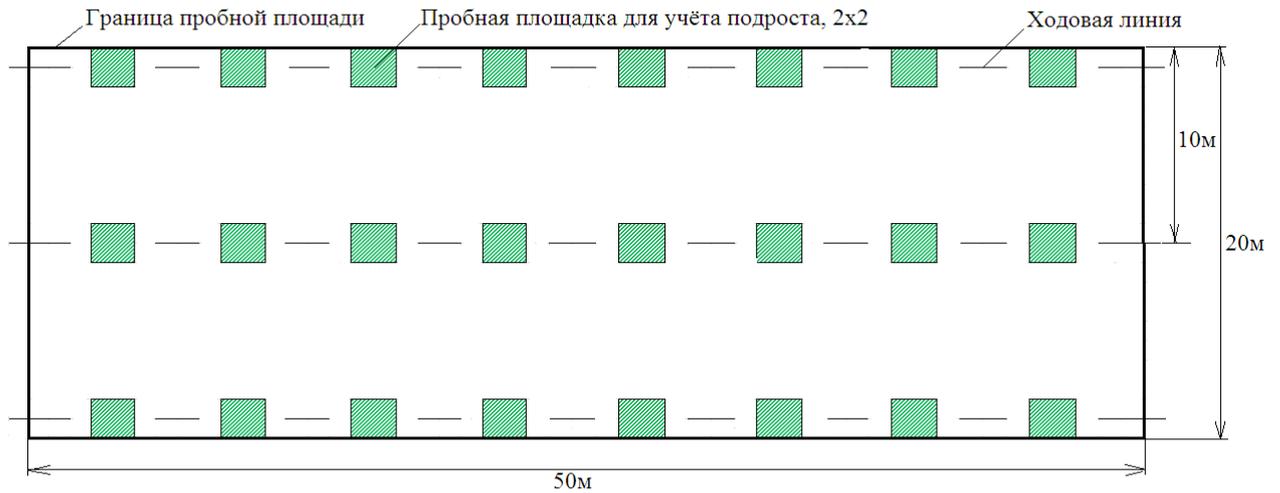


Рис. 3.5. Участок постоянной пробной площади под пологом насаждения

На данных пробных площадках вёлся учёт подроста древесных пород, а также производилась оценка ЖНП по той же технологии, что и на вырубке.

На вырубках, где число подроста оказалось недостаточным для успешного возобновления, созданы лесные культуры. И так как подрост предварительной генерации был полностью уничтожен в процессе посева культур, последующее возобновление делилось по происхождению – искусственное или естественное.

На вырубках, заселённых лесными культурами, по диагонали были заложены постоянные пробные площади размером 20x100 м (2000 м<sup>2</sup>) так, чтобы длинная сторона пробной площади располагалась параллельно рядам культур, а в зону учёта попадало не менее 4-х рядов (рис. 3.6):

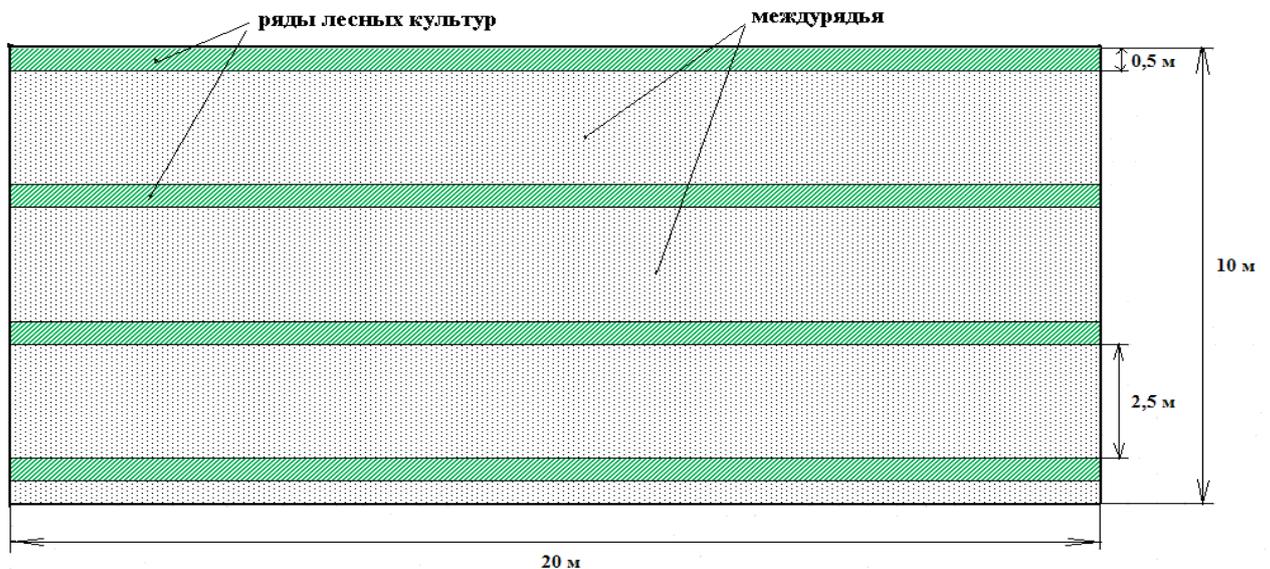


Рис. 3.6. Участок постоянной пробной площади в лесных культурах

В ведомости учёта вносились данные отдельно по каждому ряду лесных культур и данные по естественному возобновлению в междурядьях. При этом площадь одного ряда составляла  $100 \text{ м}^2$  ( $0,5 \times 200 \text{ м}$ ), а суммарная площадь междурядий –  $1800 \text{ м}^2$ . Также был произведён учёт ЖНП.

Для оценки послерубочной динамики восстановления вырубок постоянные пробные площади через 5 лет были обследованы повторно на предмет изменения количественной и качественной структуры подроста.

Кроме этого, во время вторичного учёта на всех вырубках были отобраны и обмерены модели сосны обыкновенной каждой категории жизненного состояния подроста – благонадёжные, сомнительные, усыхающие (всего 6300 моделей). На этом этапе распределение подроста по жизнеспособности проводилось визуально на основе ряда морфологических признаков: окраска и длина хвои, форма кроны и её протяженность, прирост по высоте осевых и боковых побегов, доля сухих ветвей, наличие повреждений насекомыми и грибами и др. [48]. Для каждой модели были вычислены высота, диаметр корневой шейки, текущий прирост, средний прирост за последние три и пять лет соответственно, а также найдено отношение протяжённости кроны к высоте подроста в процентах [4]. Также в качестве критериев оценки жизненного состояния подроста сосны обыкновенной непосредственно на вырубках были установлены следующие показатели: число ветвей верхней мутовки, длина верхнего осевого побега, число верхушечных почек осевого побега, длина центральной верхушечной почки, число хвоинок на 1 см длины боковых побегов, длина хвоинок на боковых побегах. Известно, что масса 100 абсолютно сухих хвоинок боковых побегов характеризует ассимиляционный аппарат подроста [2], поэтому данный показатель был использован в качестве контроля полученных результатов в камеральных условиях.

Итоги исследований были систематизированы и занесены в ведомости учёта. Статистическая обработка результатов, построение диаграмм и графиков были выполнены с помощью программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 7.0. Обработка данных проводилась стандартными статистическими методами с использованием корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа

[45, 70]. При обработке экспериментального материала в обязательном порядке производилась оценка точности и достоверности полученных результатов.

На основании результатов оценки успешности протекающих на вырубках лесовосстановительных процессов были даны рекомендации по проведению мероприятий ухода в соответствии с действующими нормативами.

Натурными исследованиями была охвачена территория общей площадью 43250 га. Выполнен следующий объём работ:

1. Выявлены особенности местопроизрастания бруснично-зеленомошных, разнотравных и лишайниковых сосняков в районе исследования.
2. Произведено описание 186 почвенных прикопок.
3. Заложены и двукратно обследованы 14 постоянных пробных площадей общей площадью 908 га, 3620 временных пробных площадей общей площадью 506 га.
4. На пробных площадях проведён учёт:
  - подроста древесных пород с определением возраста, высоты, диаметра, ежегодного прироста, категории жизненного состояния (свыше, чем у 27000 экземпляров);
  - подлеска и живого напочвенного покрова с определением видового состава, обилия, средней высоты и проективного покрытия.
5. Проанализирована возможность появления всходов сосны обыкновенной под пологом и на вырубках исследуемых сосняков.
6. Выявлена динамика количественной и качественной структуры ценопопуляций подроста сосны обыкновенной.
7. Отобрано и обмерено 6300 десятилетних модельных экземпляров подроста сосны разных категорий жизненного состояния.
8. Даны рекомендации по повышению эффективности естественного возобновления на вырубках и по созданию лесных культур сосны обыкновенной.

## 4. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОД ПОЛОГОМ СОСНЯКОВ

### 4.1. Особенности местопроизрастания сосновых насаждений

#### 4.1.1. Бруснично-зеленомошные сосняки

Преобладающей группой типов леса в районе исследования является зеленомошная (49,8 %). В данной группе во всех типах ландшафтов широко распространены кустарничковые или ягодниковые сосняки. Сосняки бруснично-зеленомошные (*Pinetum sylvestris hylocomioso-vaccinosum*) приурочены к верхним и средне-верхним частям пологих склонов, а также к относительно ровным дренированным участкам возвышений. Отмечено, что вниз по склону сосняк брусничный чаще всего постепенно переходит в сосняк черничный. Лесорастительные условия, характерные для данного вида сосняков – В<sub>1</sub> (сухая суборь), класс бонитета – II-IV, сомкнутость крон – 0,5-0,8. Микрорельеф характеризуется как слабоволнистый. Характерно глубокое залегание грунтовых вод. На рисунке 4.1. приведена типичная почвенная прикопка в бруснично-зеленомошном сосняке:



Рис. 4.1. Почвенная прикопка в сосняке бруснично-зеленомошном

Почвы песчаные, супесчаные, дренированные, подзолистые со слабым или умеренным увлажнением и высокой кислотностью. Описание и мощность почвенных горизонтов в бруснично-зеленомошных сосняках:

$A_{01}$  – 0-2 см. Опад хвои и травы.

$A_{02}$  – 2-5 см. Тёмно-серая полуразложившаяся рыхлая подстилка, переход заметен.

$A_1$  – 5-9 см. Тёмно-серый с бурыми вкраплениями, среднесуглинистый, рыхлый, гумусовый, густо переплетённый корнями, переход выражен.

$A_2$  – 9-20 см. Светло-серо-бурый подзолистый, слабо уплотнённый с вкраплениями мелкого щебня, корней мало, переходы резко выражены.

$B_1$  – 20-35 см. Песчаный светло-оранжевый непрочной структуры.

$B_2$  – > 35 см. Песчаный оранжево-коричневый, бесструктурная супесь.

#### **4.1.2. Разнотравные сосняки**

Разнотравная группа типов леса широко распространена на территории района исследований (26,3 %). Разнотравные сосняки (*Pinetum sylvestris herbosa*) занимают понижения в рельефе, нижние части склонов с незначительным уклоном, и, зачастую, примыкают к заболоченным участкам. Почвы супесчаные, легкосуглинистые, слабоподзолистые, слабокислые, относительно плодородные. Микрорельеф – слабоволнистый. Сомкнутость древостоя – 0,5-0,9.

При описании почвенных прикопок в разнотравных сосняках выявлено, что на участках с наличием лиственной древесной растительности и хорошо развитого травяного яруса лесная подстилка более рыхлая и мощная. Лиственный опад способствует ускорению разложения органических остатков и снижению кислотности почв сосняков [188], а глубокая корневая система лиственных пород способна перехватывать питательные зольные вещества и переносить их из нижних почвенных горизонтов в верхние, повышая тем самым плодородие почв [55]. Мощность горизонтов:  $A_0$  – 2-6 см,  $A_1$  – 7-11 см,  $A_2$  – 5-7 см. На рис. 4.2 показана типичная почвенная прикопка в сосняке разнотравном:

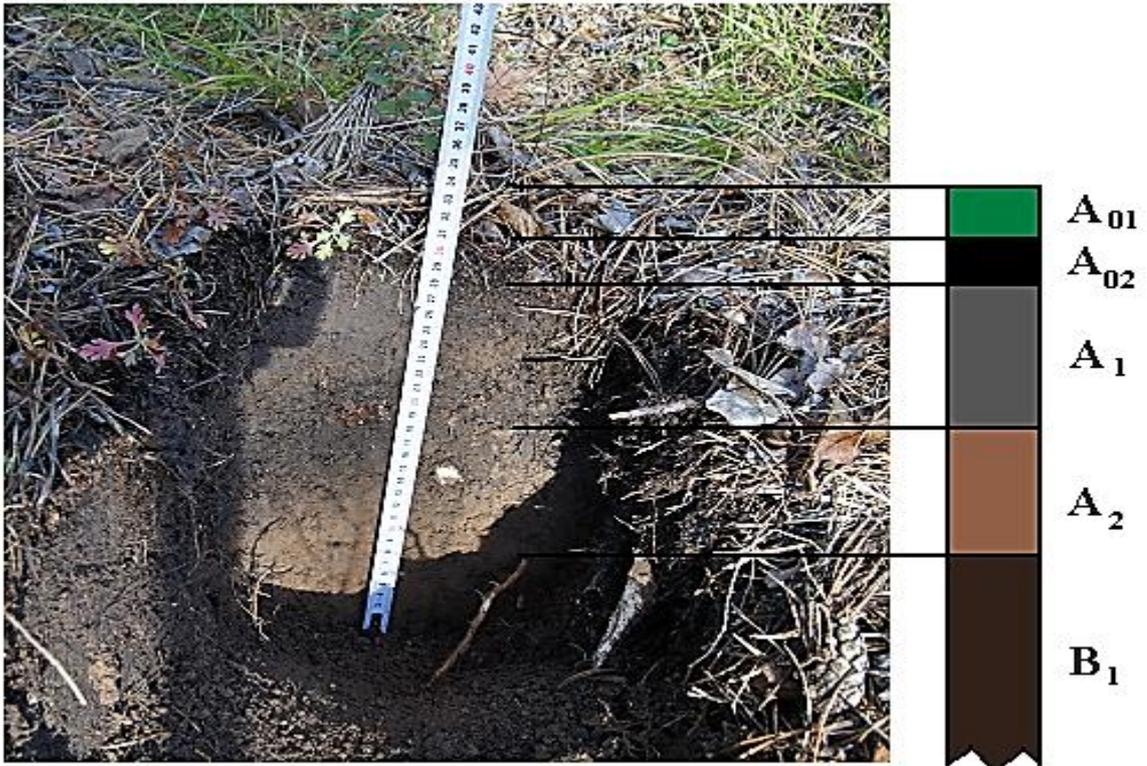


Рис. 4.2. Почвенная прикопка в сосняке разнотравном

Описание и мощность почвенных горизонтов:

$A_{01}$  – 0-3 см. Опад хвои и травы.

$A_{02}$  – 3-6 см. Серо-чёрная полуразложившаяся рыхлая подстилка, переход прослеживается.

$A_1$  – 6-15 см. Тёмно-серый с крупными буро-коричневыми вставками, суглинистый средне-влажный гумусовый, переплетённый относительно крупными и средними корнями, с каменистыми вкраплениями, переход довольно чётко выражен.

$A_2$  – 15-22 см. Серо-коричневая уплотнённая супесь с тёмными пятнами, с вкраплениями щебня, корней много, переходы размыты.

$B_1$  – 22-43 см. Тёмно-коричнево-чёрный лёгкий суглинок, уплотнённой структуры, корней мало.

$B_2$  – > 43 см. Бурый песок с тёмными подтёками, сырой, со щебнем.

### 4.1.3. Лишайниковые сосняки

К лишайниковой группе типов леса относится 13,3 % лесопокрытой площади района исследований. В данной группе наиболее распространены лишайниковые сосняки (*Pinetum sylvestris cladinosum*), которые можно отнести к чистым или к чистым с незначительной примесью берёзы повислой или лиственницы сибирской. Сосняки лишайниковые занимают наиболее сухие местообитания района исследований: вершинные части холмов на песчаных отложениях, суховатые песчаные надпойменные речные террасы. Почвы рыхлые, песчаные, каменистые или щебнистые, подзолистые, хорошо дренированные. Залегание грунтовых вод – более 5 м, лесорастительные условия А<sub>1</sub> (сухие боры). Класс бонитета – IV-V, сомкнутость крон – 0,3-0,5. На рис. 4.3. приведена типичная почвенная прикопка в лишайниковом сосняке:

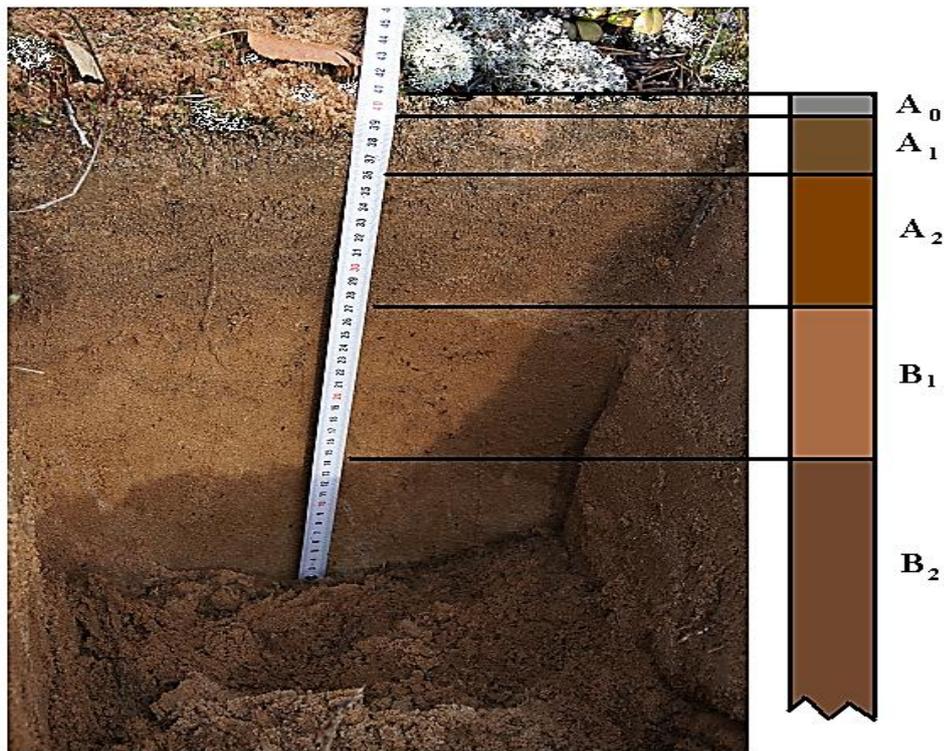


Рис. 4.3. Почвенная прикопка в сосняке лишайниковом

Описание и мощность почвенных горизонтов:

A<sub>0</sub> – 0,5-2 см. Опад хвои, плохо разложившаяся рыхлая подстилка, переход довольно заметен.

$A_1$  – 3-6 см. Неравномерно окрашенный серо-коричневый со светлыми и тёмными подтеками, рыхлый, супесчаный, суховатый, с корнями, переход размыт.

$A_2$  – 6-13 см. Светло-серо-коричневый, рыхловатый с вкраплениями мелкого щебня, переплетённый корнями, переходы неровные, хорошо выражены.

$B_1$  – 13-21 см. Песчаный, слабо-влажный, рыже-коричневый, непрочной структуры.

$B_2$  – > 21 см. Песчаный светло-серый с коричневыми потёками, бесструктурный супесчаный, пониженной влажности.

## **4.2. Особенности развития живого напочвенного покрова**

### ***4.2.1. Бруснично-зеленомошные сосняки***

Видовой состав и участие растений в подлеске и живом напочвенном покрове (ЖНП) на пробных площадях под пологом материнского древостоя и на вырубках сосняков бруснично-зеленомошных приведено в таблице 4.1:

Таблица 4.1

Видовой состав и участие растений в подлеске и живом напочвенном покрове на пробных площадях под пологом материнского древостоя (Д) и на вырубках (В) сосняка бруснично-зеленомошного

Вид	Номер пробной площади							
	ПП 1		ПП 5		ПП 12		ПП 14	
	Д	В	Д	В	Д	В	Д	В
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Кустарники</b>								
<i>Alnus fruticosa</i> (ольха кустарниковая), сем. <i>Betulaceae</i> (берёзовые)	Sol	Un	Sp	Sol	-	Un	Un	-
<i>Crataegus sanguinea</i> Pallas (боярышник кроваво-красный), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	Un	-	-	-	Un	-	-
<i>Ledum palustre</i> L. (багульник болотный), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sol	-	-	-	Sol	-	-	-
<i>Lonicera pallasii</i> Ledeb (жимолость Палласа), сем. <i>Caprifoliaceae</i> (жимолостные)	-	-	-	Sol	-	Sol	-	-
<i>Rosa acicularis</i> Lindl. (шиповник иглистый), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sol	Sol	-	Sol	-	-	-	Sol
<i>Salix caprea</i> L. (ива козья), сем. <i>Salicaceae</i> (ивовые)	-	-	-	Sol	-	-	-	-
<i>Sorbus sibirica</i> Hedl. (рябина сибирская), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Un	-	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-
<i>Spiraea media</i> Franz Schmidt (спирея средняя), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	Un	-	-	-	Sol	-	Sol
<b>Кустарнички и вечнозеленые</b>								
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (толокнянка обыкновенная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	-	Sol	Sol	Sol	Sp	Sol
<i>Linnaea borealis</i> L. (линейя северная), сем. <i>Caprifoliaceae</i> (жимолостные)	Sp	-	-	-	Sol	Un	-	-
<i>Lycopodium annotinum</i> L. (плаун годичный), сем. <i>Lycopodiaceae</i> (плауновые)	-	-	-	-	Sol	-	-	-
<i>Lycopodium clavatum</i> (плаун булавовидный), сем. <i>Lycopodiaceae</i> (плауновые)	-	-	-	-	-	-	Sol	-
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House (ортилия однобокая), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	Sp	Sol	Sol	-	Sol	-
<i>Pyrola media</i> Sw. (грушанка средняя), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sol	-	Sol	-	Sol	-	-	-
<i>Pyrola rotundifolia</i> L. (грушанка круглолистная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sp	-	Sp	-	Sol	-	Sp	-
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. (черника), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	Sp	Sol	Sol	-	Cop <sup>1</sup>	Sp	Cop <sup>1</sup>	Sp
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. (голубика), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	-	-	Sol	-	-	-	Sol	Sol
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. (брусника), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	Cop <sup>3</sup>	Sp	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>1</sup>
<b>Травы</b>								
<i>Achillea millefolium</i> L. (тысячелистник обыкн.), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	-	Sol	Sol	Sol	-	Un
<i>Aconitum barbatum</i> Pers. (борец бородачатый), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Un	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Aegopodium alpestre</i> Ledeb. (сныть горная), сем. <i>Umbelliferae</i> (зонтичные)	Sol	-	-	-	Sol	Sol	-	-
<i>Alchemilla vulgaris</i> (манжетка обыкновенная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Un	Un	Sol	-	Sol	Sol	-	-
<i>Antennaria dioica</i> L. Gaertn (кошачья лапка двудомная), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Sol	Sol	Un	-	-	-	Sp	Sp
<i>Aquilegia sibirica</i> Lam. (водосбор сибирский), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Sol	Sol	Sol	Un	Sol	-	-	-
<i>Atragene sibirica</i> L. (княжник сибирский), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	-	Sol	-	-	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i> L. Roth. (вейник тростниковый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Cop <sup>2</sup>	Sol	Cop <sup>2</sup>	Un	Cop <sup>2</sup>	-	Cop <sup>1</sup>
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (вейник наземный), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	Cop <sup>1</sup>	-	Sp	-	-	-	Cop <sup>1</sup>
<i>Campanula glomerata</i> L. (колокольчик сборный), сем. <i>Campanulaceae</i> (колокольчиковые)	-	-	Un	Sol	-	-	-	-
<i>Campanula rotundifolia</i> L. (колокольчик круглолистный), сем. <i>Campanulaceae</i> (колокольчиковые)	Un	-	Un	-	-	-	-	-
<i>Chamerion angustifolium</i> L. Scop. (ивай-чай узколистный), сем. <i>Onagraceae</i> (кипрейные)	Un	Cop <sup>1</sup>	-	Sol	-	Sol	-	Cop <sup>1</sup>
<i>Chelidonium majus</i> L. (чистотел большой), сем. <i>Papaveraceae</i> (маковые)	-	-	Sol	-	-	Up	-	-
<i>Delphinium elatum</i> L. (живокость высокая), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Un	-	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Deschampsia cespitosa</i> (луговик дернистый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	Sol	-	Un	-	-	-	-
<i>Dryopteris carthusiana</i> (щитовник игольчатый), сем. <i>Aspidiaceae</i> (аспидиевые)	-	-	Sol	Un	Sol	Un	Un	-
<i>Equisetum arvense</i> L. (хвощ полевой), сем. <i>Equisetaceae</i> (хвощевые)	-	-	Sol	Sol	-	-	-	Un
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh. (хвощ луговой), сем. <i>Equisetaceae</i> (хвощевые)	-	-	Sol	-	Sol	-	-	-
<i>Equisetum sylvaticum</i> L. (хвощ лесной), сем. <i>Equisetaceae</i> (хвощевые)	Sp	Un	Sp	Sol	Sol	Sol	Sp	-
<i>Fragaria vesca</i> L. (земляника лесная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sol	Sol	Sp	Sp	Sol	Sp	Sp	Sp
<i>Galium boreale</i> L. (подмаренник северный), сем. <i>Rubiaceae</i> (мареновые)	Sol	-	Sol	Sp	Un	Sol	-	-
<i>Geranium sylvaticum</i> L. (герань лесная), сем. <i>Geraniaceae</i> (гераниевые)	Sp	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sp	Sp	Sp	Un	-
<i>Glechoma hederacea</i> L. (будра плющевидная), сем. <i>Lamiaceae</i> (губоцветные)	-	-	-	-	Sol	-	-	-
<i>Heracleum dissectum</i> Ledeb. (борщевик рассечённый), сем. <i>Umbelliferae</i> (зонтичные)	-	-	Sol	Sol	Un	Sol	-	-
<i>Hieracium umbellatum</i> L. (ястребинка зонтичная), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Un	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus filiformis</i> L. (ситник нитевидный), сем. <i>Juncaceae</i> (ситниковые)	Un	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium album</i> L. (ясотка белая), сем. <i>Lamiaceae</i> (губоцветные)	-	-	-	-	Un	-	-	-
<i>Lathyrus humilis</i> (Ser.) Sprengel (чина низкая), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Sol	Sol	Sol	Sp	Sp	Cop <sup>1</sup>	Sp	Sp
<i>Lilium martagon</i> L. (лилия кудреватая), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	Sol	-	Un	-	-	-
<i>Lilium pensylvanicum</i> Ker-Gawl. (лилия пенсильванская), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	Un	-	Un	-	-	-
<i>Maianthemum bifolium</i> L. (майник двулистный), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	Sp	-	Sp	-	Sol	-	Un	-

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Paris quadrifolia</i> L. (вороний глаз четырёхлистный), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	Sol	-	-	-	-	-
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce (купена душистая), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	Sol	-	-	-	-	-
<i>Pteridium aquilium</i> (орляк обыкновенный), сем. <i>Dennstaedtiaceae</i> (деннштедтиевые)	-	-	Sol	-	Sol	-	Un	-
<i>Pulmonaria mollis</i> (медуница мягчайшая), сем. <i>Boraginaceae</i> (бурачниковые)	-	Sol	-	-	Un	Sol	-	-
<i>Ranunculus propinquus</i> С.А. Мейер (лютик близкий), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-
<i>Rubus saxatilis</i> L. (костяника каменистая), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sp	Sol	Sp	Sol	-	-	Sp	Un
<i>Stellaria crassifolia</i> (звездчатка толстолистная), сем. <i>Caryophyllaceae</i> (гвоздичные)	-	-	Sol	-	Sol	Sol	-	-
<i>Trientalis europaea</i> L. (седмичник европейский), сем. <i>Primulaceae</i> (первоцветные)	Sol	-	Un	-	-	-	-	-
<i>Trifolium lupinaster</i> L. (клевер люпиновый), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	-	Sp	Sp	-	-	-	Sol
<i>Trollius asiaticus</i> L. (купальница азиатская), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	Un	Sol	Sp	Sol	Sp	-	Sol
<i>Vicia cracca</i> L. (горошек мышиный), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Un	-	Sol	Sp	Sp	Sp	-	-
<i>Vicia sylvatica</i> L. (горошек лесной), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Up	Sol	Sol	Sol	Sol	Sp	-	-
<i>Viola canina</i> L. (фиалка собачья), сем. <i>Violaceae</i> (фиалковые)	Sol	-	Un	-	-	-	-	-
<b>Мхи</b>								
<i>Brachythecium salebrosum</i> (брахитециум неровный), сем. <i>Brachythecium</i> (брахитециевые)	-	-	Sol	-	Sol	-	-	-
<i>Dicranum polysetum</i> Sw. (дикранум многоножковый), сем. <i>Dicranaceae</i> (дикрановые)	Sol	-	Sp	-	Sol	-	-	-
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw. (дикранум метловидный), сем. <i>Dicranaceae</i> (дикрановые)	-	-	Sp	Sol	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>	Sp	Sol
<i>Hylocomium splendens</i> (гилокомиум блестящий), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	Sp	-	Sp	-	Sp	-	Sol	-
<i>Pleurozium schreberi</i> (плевроциум Шребера), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	Soc	Cop <sup>1</sup>	Soc	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>2</sup>	Sp	Cop <sup>3</sup>	Sp
<i>Polytrichum commune</i> Hedw. (политрихум обыкн.), сем. <i>Polytrichaceae</i> (политриховые)	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Sp	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sp	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not. (птилиум гребенчатый), сем. <i>Hypnaceae</i> (гипновые)	Sol	Sol	Sol	-	Sol	Sol	-	-
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (ратидиадельфус трёхгранный), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	-	-	Sol	-	Sol	-	-	-
<b>Лишайники</b>								
<i>Cladonia sylvatica</i> (L.) Hoffm. (кладония лесная) сем. <i>Cladoniaceae</i> (кладониивые)	Sol	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladonia coniocraea</i> (кладония порошистая), сем. <i>Cladoniaceae</i> (кладониивые)	Un	-	-	-	-	-	-	-
всего видов/семейств:	<u>37</u> 24	<u>24</u> 14	<u>50</u> 25	<u>33</u> 20	<u>44</u> 24	<u>32</u> 22	<u>21</u> 15	<u>20</u> 13

Выявлено, что видовой состав живого напочвенного покрова под пологом и на вырубках сосняков бруснично-зеленомошных насчитывает в общей сложности 72 вида из 34 семейств. На рис. 4.4 показано распределение видов подлеска и ЖНП по жизненным формам:

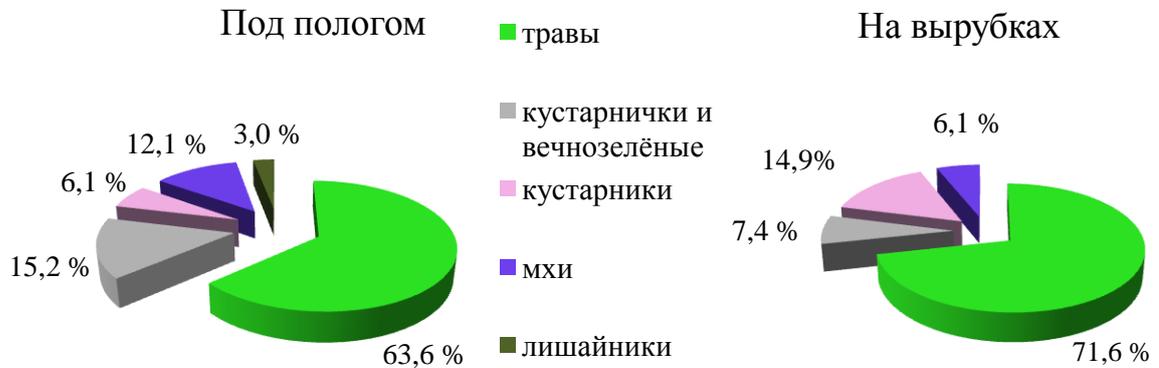


Рис. 4.4. Распределение подлеска и ЖНП по жизненным формам

По рис. 4.4 видно, что доли видов трав и кустарников на вырубках несколько выше, чем под пологом сосняков бруснично-зеленомошных, а доли видов кустарничков, вечнозелёных и мхов, напротив, ниже. Лишайники же встречаются только под пологом материнских древостоев.

При распределении видов подлеска и ЖНП по эколого-ценотическим группам было обнаружено, что на вырубках снижается количество представителей тёмнохвойно-лесной и лесостепной групп при увеличении численности представителей светлохвойно-лесной, прирусловой и луговой групп (рис. 4.5):

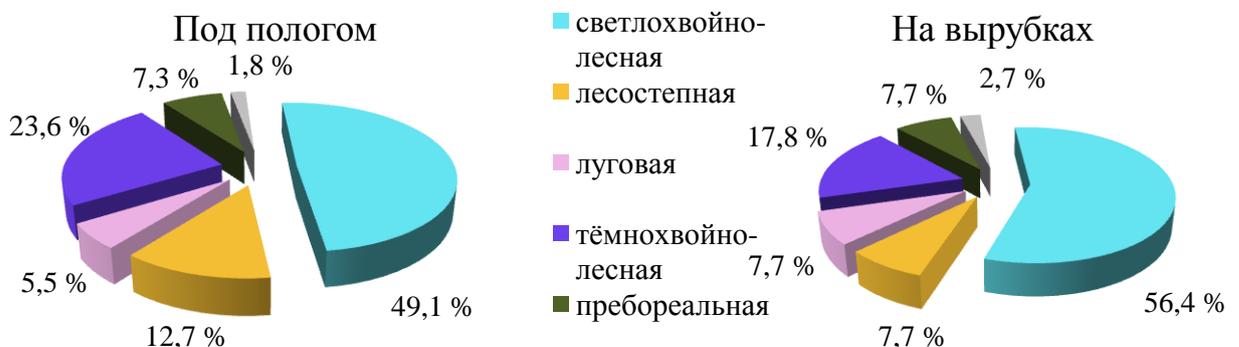


Рис. 4.5. Распределение подлеска и ЖНП по эколого-ценотическим группам

При анализе ареалов обитания (хорологических групп) представителей подлеска и ЖНП обнаружено, что как под пологом сосняков бруснично-зеленомошных, так и на вырубках наиболее распространены виды бореально-голарктического и евроазиатского ареалов (рис. 4.6):

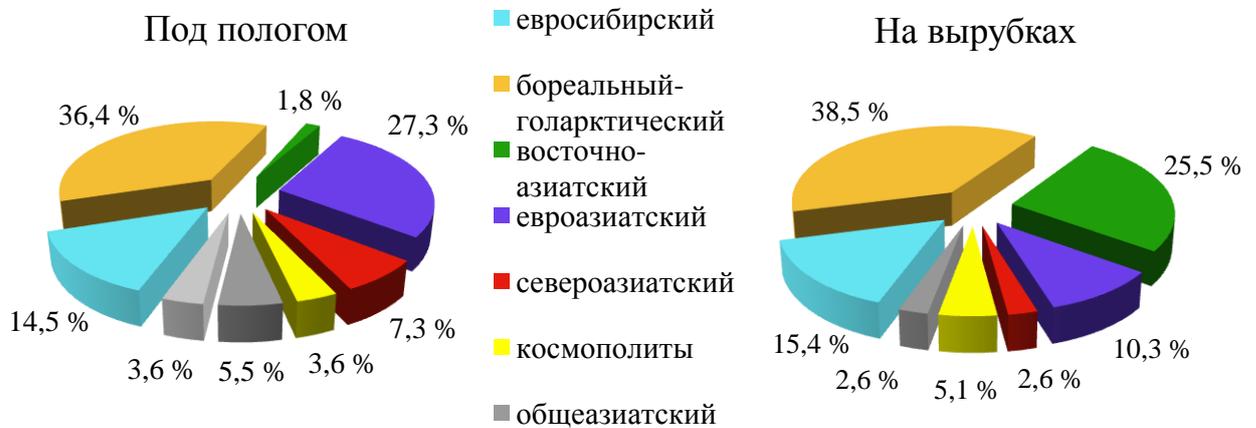


Рис. 4.6. Распределение видов подлеска и ЖНП по ареалам обитания

Проективное покрытие подлеска и ЖНП под пологом и на вырубках выглядит следующим образом (рис. 4.7):

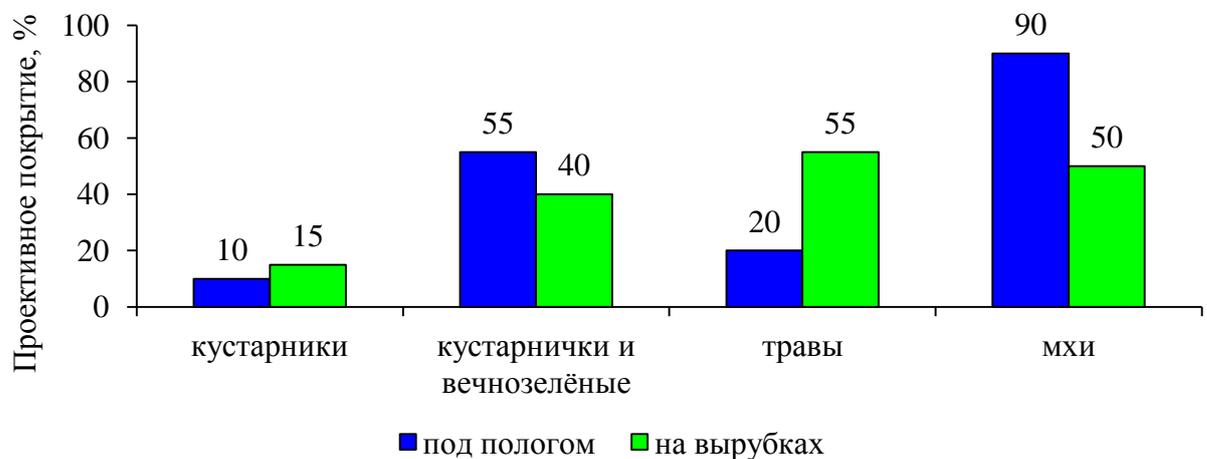


Рис. 4.7. Проективное покрытие подлеска и ЖНП

В подлеске бруснично-зеленомошных сосняков встречаются ольха кустарниковая (*Alnaster fruticosus* Rupr.), рябина сибирская (*Sorbus sibirica.*) и шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.). Подлесок относительно редкий, собран в куртины. Всходы и подрост сосны внутри и вблизи куртин практически отсутствуют. На вырубках к представителям подпологового

подлеска присоединяются жимолость Паласса (*Lonicera pallasii* Ledeb), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pallas), ива козья (*Salix caprea*) и спирея средняя (*Spiraea media*). Здесь подлесок распространён уже более равномерно, однако его проективное покрытие едва доходит до 15 %.

Выявлено, что живой напочвенный покров под пологом древостоя средней густоты, местами очень густой с перекрытием мхов травяно-кустарничковой растительностью. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 30-75 %. Среди ягодниковых видов доминирует брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.); встречаются черника (*Vaccinium myrtillus* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.) и земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Обнаружено, что соснового подроста на местах вырубок с мохово-кустарничковым покровом достоверно больше, чем на участках с развитой злаково-травянистой растительностью.

Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса под пологом составляет 70-100 %, а на вырубках – до 50 %, причем на долю лишайников приходится не более 0,5 %. Широко распространён как под пологом, так и на вырубках плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*), достигающий в понижениях высоты 10-15 см. В тени у основания деревьев встречается гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*), который полностью погибает на вырубках. При наличии в составе соснового насаждения лиственных пород в понижениях рельефа, характеризующихся незначительным переувлажнением почвы, отмечено присутствие птилиума гребенчатого (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.) и ритидиладельфуса трёхгранного (*Rhytidiadelphus triquetrus*).

При стопроцентной встречаемости зелёных мхов на всех исследуемых вырубках, их проективное покрытие уменьшается с возрастом вырубки – на 5-летних вырубках оно составляет около 50-60 %, а на 10-летних – 15-25 %. Негативного влияния мхов на появление всходов и развитие подроста обнаружено не было.

Расчёты коэффициента Сёренсена-Чекановского приведены в табл. 4.2:

Таблица 4.2

Расчёты коэффициента флористического сходства Сёренсена-Чекановского

При сравнении между собой:	Коэффициент Сёренсена-Чекановского
– пробных площадей, заложенных под пологом	
ПП 1 – ПП 5	$K = 2*28/(37+50) = 0,65$
ПП 1 – ПП 12	$K = 2*23/(37+44) = 0,57$
ПП 1 – ПП 14	$K = 2*12/(37+21) = 0,42$
ПП 5 – ПП 12	$K = 2*35/(50+44) = 0,75$
ПП 5 – ПП 14	$K = 2*19/(50+21) = 0,54$
ПП 12 – ПП 14	$K = 2*15/(44+21) = 0,47$
– пробных площадей, заложенных на вырубках	
ПП 1 – ПП 5	$K = 2*17/(24+33) = 0,60$
ПП 1 – ПП 12	$K = 2*18/(24+32) = 0,65$
ПП 1 – ПП 14	$K = 2*14/(24+20) = 0,64$
ПП 5 – ПП 12	$K = 2*22/(33+32) = 0,68$
ПП 5 – ПП 14	$K = 2*15/(33+20) = 0,57$
ПП 12 – ПП 14	$K = 2*12/(32+20) = 0,47$
– пробных площадей, заложенных на вырубках и под пологом прилегающих к ним сосняков бруснично-зеленомошных	
ПП 1	$K = 2*18/(37+24) = 0,59$
ПП 5	$K = 2*25/(50+33) = 0,61$
ПП 12	$K = 2*26/(44+32) = 0,69$
ПП 14	$K = 2*11/(21+20) = 0,54$

Выявлено, что видовой состав ЖНП и его обилие в условиях сосняков бруснично-зеленомошных и их вырубок могут значительно различаться. Коэффициент флористического сходства Сёренсена-Чекановского при этом варьируется от 0,42 до 0,75 при сравнении материнских насаждений, от 0,47 до 0,68 – при сравнении вырубок, и от 0,54 до 0,69 – при сравнении нетронутых древостоев с прилегающими к ним вырубками. Снижение сходства можно объяснить тем, что на всех исследуемых пробных площадях обнаружены растительные виды, которые были отмечены в единичном экземпляре, а при сравнении насаждений и вырубок ещё и тем, что на вырубках уже не встречались такие подпологовые тенелюбивые виды, как грушанки, звездчатка Бунге, линнея северная, седмичник европейский, папоротники.

#### ***4.2.2. Разнотравные сосняки***

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на пробных площадях под пологом разнотравных сосняков составляет 80-90 %, а на вырубках – 90-100 %. Видовой состав растительности весьма разнообразен, её участие в подлеске и живом напочвенном покрове на пробных площадях под пологом материнского древостоя и на вырубках сосняка разнотравного представлено в табл. 4.3:

Таблица 4.3

Видовой состав и участие растений в подлеске и живом напочвенном покрове на постоянных пробных площадях под пологом материнского древостоя (Д) и на вырубках (В) сосняка разнотравного

Вид	Номер пробной площади					
	ПП 6		ПП 10		ПП 13	
	Д	В	Д	В	Д	В
1	2	3	4	5	6	7
<b>Кустарники</b>						
<i>Alnus fruticosa</i> (ольха кустарниковая), сем. <i>Betulaceae</i> (берёзовые)	-	-	Sp	Sol	Sol	Sol
<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr. (ольха пушистая), сем. <i>Betulaceae</i> (берёзовые)	Sol	Un	-	-	Un	Sol
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd. (можжевельник сибирский), сем. <i>Cupressaceae</i> (кипарисовые)	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Lonicera pallasii</i> Ledeb (жимолость Палласа), сем. <i>Caprifoliaceae</i> (жимолостные)	-	-	Sol	Sol	-	Un
<i>Ribes nigrum</i> L. (смородина чёрная), сем. <i>Grossulariaceae</i> (крыжовниковые)	-	-	Sol	Un	-	-
<i>Rosa acicularis</i> Lindl. (шиповник иглистый), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Un	Sol	Sol	Sp	-	Un
<i>Rosa majalis</i> (шиповник майский), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	-	-	Sol	-	Sol
<i>Rubus idaeus</i> L. (малина обыкновенная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	-	-	Sol	-	-
<i>Sorbus sibirica</i> Hedl. (рябина сибирская), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sol	Sol	-	-	Un	-
<i>Spiraea media</i> Franz Schmidt (спирея средняя), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sol	Sol	Un	Sp	-	-
<b>Кустарнички и вечнозелёные</b>						
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (толокнянка обыкновенная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sol	Sol	Un	-	-	-
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) (зимолюбка зонтичная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Lycopodium clavatum</i> L. (плаун булавовидный), сем. <i>Lycopodiaceae</i> (плауновые)	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House (ортилия однобокая), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	Sol	Un	Sol	-
<i>Pyrola rotundifolia</i> L. (грушанка круглолистная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sol	-	Sol	-	Sp	-
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. (брусника), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	-	-	Sol	Un	Un	-
<b>Травы</b>						
<i>Achillea millefolium</i> L. (тысячелистник обыкн.), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Un	Sp	Sol	Sp	-	Un
<i>Achyrophorus maculatus</i> (L.) Scop. (пазник крапчатый), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	-	Un	-	-
<i>Aconitum barbatum</i> Pers. (борец бородачатый), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Sol	Sol	Un	-	-	-
<i>Actaea cimicifuga</i> (клопогон вонючий), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	-	-	-	Un

## Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Adonis sibirica</i> Patrin ex Ledeb. (стародубка сибирская), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	-	-	Un	-
<i>Antennaria dioica</i> L. Gaertn (кошачья лапка двудомная), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Sol	Sol	Sol	-	Un	-
<i>Aquilegia sibirica</i> Lam. (водосбор сибирский), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	Sol	Un	Un
<i>Arctium tomentosum</i> Mill. (лопух войлочный), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	-	Un	-	-
<i>Atragene sibirica</i> L. (княжник сибирский), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Sol	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i> L. Roth. (вейник тростниковый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>3</sup>
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (вейник наземный), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	Sp	-	Sp	Sol	Sp
<i>Campanula glomerata</i> L. (колокольчик сборный), сем. <i>Campanulaceae</i> (колокольчиковые)	-	-	-	-	-	Un
<i>Campanula rotundifolia</i> L. (колокольчик круглолистный), сем. <i>Campanulaceae</i> (колокольчиковые)	-	Un	-	-	-	Un
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (пастушья сумка обыкновенная), сем. <i>Brassicaceae</i> (крестоцветные)	-	-	-	-	-	Sol
<i>Carex macroura</i> Meinch. ex. C.A. (осока большехвостая), сем. <i>Cyperaceae</i> (осоковые)	-	-	-	Un	Un	Sol
<i>Chamerion angustifolium</i> L. Scop. (иван-чай узколистный), сем. <i>Onagraceae</i> (кипрейные)	-	Sp	Sol	Sp	-	Sp
<i>Chelidonium majus</i> L. (чистотел большой), сем. <i>Papaveraceae</i> (маковые)	-	-	-	-	-	Sol
<i>Crepis sibirica</i> L. (скерда сибирская), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	-	Un	-	-
<i>Cypripedium calceolus</i> L. (башмачок известняковый), сем. <i>Orchidaceae</i> (орхидные)	-	-	Un	-	-	-
<i>Cypripedium guttatum</i> Sw. (башмачок пятнистый), сем. <i>Orchidaceae</i> (орхидные)	-	-	Un	-	-	-
<i>Delphinium elatum</i> L. (живокость высокая), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	Sol	-	-
<i>Deschampsia cespitosa</i> (луговик дернистый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sp	Cop <sup>1</sup>	Sol	Sp	Sol	Cop <sup>1</sup>
<i>Dracopcephalum ruyschiana</i> L. (змееголовник Рюйша), сем. <i>Lamiaceae</i> (губоцветные)	Sol	Sol	-	Sol	-	-
<i>Equisetum sylvaticum</i> L. (хвощ лесной), сем. <i>Equisetaceae</i> (хвощевые)	Sol	Un	Sp	-	Sp	Un
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski (пырей ползучий), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	-	-	-	Sol	Sp
<i>Erigeron acris</i> L. (мелколепестник едкий), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Fragaria vesca</i> L. (земляника лесная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Un	-	Sol	Sol	-	Sol
<i>Galium boreale</i> L. (подмаренник северный), сем. <i>Rubiaceae</i> (мареновые)	Sol	Sp	Sol	Sp	Un	Sp
<i>Geranium sylvaticum</i> L. (герань лесная), сем. <i>Geraniaceae</i> (гераниевые)	Sol	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sp	Sp	Sol
<i>Iris ruthenica</i> Ker-Gawler (ирис русский), сем. <i>Iridaceae</i> (ирисовые)	-	-	Sol	Sol	-	-
<i>Juncus vvedenskii</i> V. Krecz. (ситник Введенского), сем. <i>Juncaceae</i> (ситниковые)	-	-	-	-	Sol	-
<i>Lappula anisacantha</i> (Turcz. ex Bunje) Juerk (липучка неравношипиковая), сем. <i>Boraginaceae</i> (бурачниковые)	-	Sol	-	-	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i> L. (чина луговая), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	-	-	-	Un	Sol

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Lathyrus humilis</i> (Ser.) Sprengel (чина низкая), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Sol	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sp	Un	Sol
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lat. (нивяник обыкн.), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	Sol	Sp	-	Sol
<i>Lilium martagon</i> L. (лилия кудреватая), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	Un	-	-	-
<i>Lilium pensylvanicum</i> Ker-Gawl. (лилия пенсильванская), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	-	Un	-	-
<i>Linaria vulgaris</i> Mill. (льнянка обыкновенная), сем. <i>Scrophylariaceae</i> (норичниковые)	-	Sol	-	-	-	Sol
<i>Luzula pilosa</i> Willd (ожика волосистая), сем. <i>Juncaceae</i> (ситниковые)	Sol	-	-	-	Sol	-
<i>Maianthemum bifolium</i> L. (майник двулистный), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	Sol	-	Sp	-	Sol	-
<i>Matricaria discoidea</i> (ромашка пахучая), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	Sol	Sol	Sp	-	Un
<i>Melica nutans</i> (перловник поникший), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Melilotus officinalis</i> Desr. (донник лекарственный), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	Sol	-	Sol	-	-
<i>Milium effusum</i> L. (бор развесистый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	-	-	-	Sol	-
<i>Paeonia anomala</i> L. (пион марьин-корень), сем. <i>Paeoniaceae</i> (пионовые)	Un	-	-	-	-	-
<i>Paris quadrifolia</i> L. (вороний глаз четырёхлистный), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	-	-	-	-	Sol	-
<i>Pedicularis resupinata</i> L. (мытник перевёрнутый), сем. <i>Scrophylariaceae</i> (норичниковые)	-	-	-	-	-	Sol
<i>Phleum pratense</i> L. (тимopheевка луговая), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	-	-	-	-	Cop <sup>1</sup>
<i>Picris davurica</i> Fisch. (горлюха даурская), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	-	-	-	-	Sol
<i>Plantago major</i> L. (подорожник большой), сем. <i>Plantaginaceae</i> (подорожниковые)	-	-	Un	-	Sol	Sol
<i>Plantago media</i> L. (подорожник средний), сем. <i>Plantaginaceae</i> (подорожниковые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Poa nemoralis</i> L. (мятлик боровой), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Sp	Sp	Sp	-	-
<i>Poa pratensis</i> (мятлик луговой), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Un	-	-	Cop <sup>1</sup>	-	-
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce (купена душистая), сем. <i>Liliaceae</i> (лилейные)	Sol	-	-	-	Un	-
<i>Pteridium aquilium</i> (орляк обыкновенный), сем. <i>Dennstaedtiaceae</i> (деннштедтиевые)	Sol	-	Up	-	Sol	-
<i>Pulmonaria mollis</i> (медуница мягчайшая), сем. <i>Boraginaceae</i> (бурачниковые)	Un	-	Sp	Sol	Sol	Un
<i>Pulsatilla turczaninowii</i> Kryl. Et Serg. (прострел Турчанинова), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Sol	Sol	-	Sol	-	-
<i>Rubus saxatilis</i> L. (костяника каменистая), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sp	Sol	Sp	Sp	-	Un
<i>Sanguisorba officinalis</i> L. (кровохлёбка лекарственная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Un	Un	-	-	Un	Sol
<i>Silene repens</i> Patrín (смолёвка ползучая), сем. <i>Caryophyllaceae</i> (гвоздичные)	-	Sol	-	-	-	-
<i>Silene nutans</i> L. (смолёвка поникшая), сем. <i>Caryophyllaceae</i> (гвоздичные)	-	Un	-	-	-	-
<i>Hordeum gubatum</i> (ячмень гривастый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	-	-	-	-	Sol

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Tanacetum vulgare</i> L. (пижма обыкновенная), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	-	Sol	-	Sol	Sol	Sol
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg. (одуванчик лекарственный), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Sol	Sol	-	-	-	-
<i>Thalictrum minus</i> L. (василистник малый), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	-	Sol	-
<i>Trifolium lupinaster</i> L. (клевер люпиновый), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Un	-	Un	Sol	-	-
<i>Trifolium pratense</i> L. (клевер луговой), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Sol	Sol	Sp	Cop <sup>1</sup>	-	-
<i>Trisetum sibiricum</i> Rupr. S. str. (трищетинник сибирский), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Sp	-	-	-	-
<i>Trollius asiaticus</i> L. (купальница азиатская), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	Un	Sol	Sp	Sol	-	Un
<i>Vicia cracca</i> L. (горошек мышиный), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Un	Sp	Sol	Sp	-	Un
<i>Vicia sylvatica</i> L. (горошек лесной), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	-	Sol	-	Sol	-
<i>Viola rupestris</i> F. W. Schmidt (фиалка скальная), сем. <i>Violaceae</i> (фиалковые)	-	-	Sol	-	Sol	-
<i>Viola uniflora</i> L. (фиалка одноцветковая), сем. <i>Violaceae</i> (фиалковые)	-	-	Un	-	-	-
<b>Мхи</b>						
<i>Pleurozium schreberi</i> (плевроциум Шребера), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	Sol	-	Sol	Un	-	-
<i>Ptilium crista-castrensis</i> (Hedw.) De Not. (птилиум гребенчатый), сем. <i>Hypnaceae</i> (гипновые)	Sol	-	-	-	Sol	-
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (ратидадельфус трёхгранный), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	Sol	Un	Sol	-	Sol	-
	<u>42</u>	<u>39</u>	<u>46</u>	<u>41</u>	<u>35</u>	<u>38</u>
всего видов/семейств:	20	19	22	19	20	17

Видовой состав живого напочвенного покрова в общей сложности включает в себя 67 видов, относящихся к 27 растительным семействам. На рис. 4.8 показано распределение ЖНП и подлеска по жизненным формам:

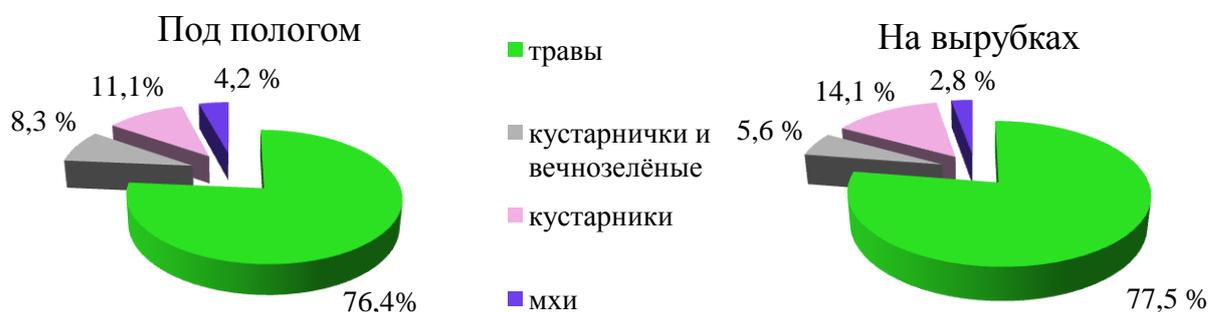


Рис. 4.8. Распределение подлеска и ЖНП по жизненным формам

По диаграммам, представленным на рис. 4.8, можно видеть, что по числу встречающихся видов как под пологом, так и на вырубках преобладает травянистая растительность – доля видов трав в составе ЖНП более 75%. Доля кустарников на вырубках возрастает; мхов, вечнозелёных и кустарничков, напротив, становится меньше.

При оценке распределения представителей ЖНП по эколого-ценотическим группам выявлено, что на вырубках уменьшается число представителей светлохвойно-лесной и тёмнохвойно-лесной групп, а число видов луговой, лесостепной и пребореальной групп возрастает (рис. 4.9):

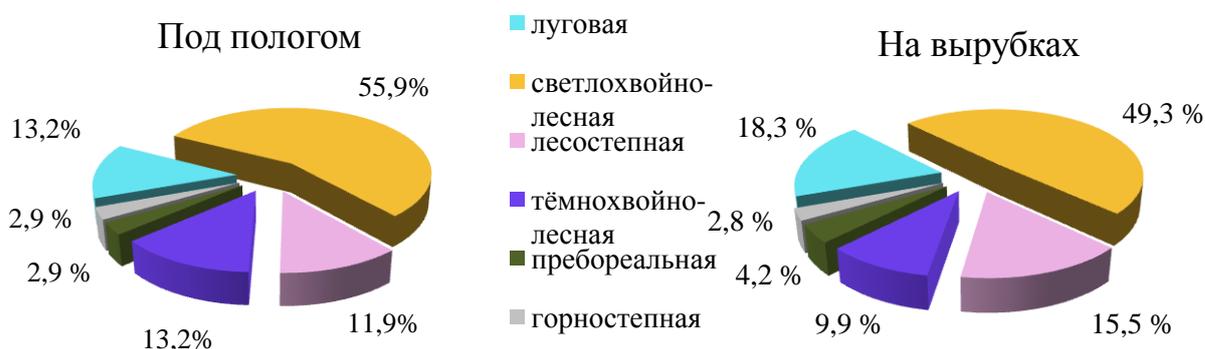


Рис. 4.9. Распределение подлеска и ЖНП по эколого-ценотическим группам

По привязке к местам обитания наибольшее число видов подлеска и ЖНП принадлежит к бореально-голарктическому, евросибирскому и евроазиатскому ареалам (рис. 4.10):

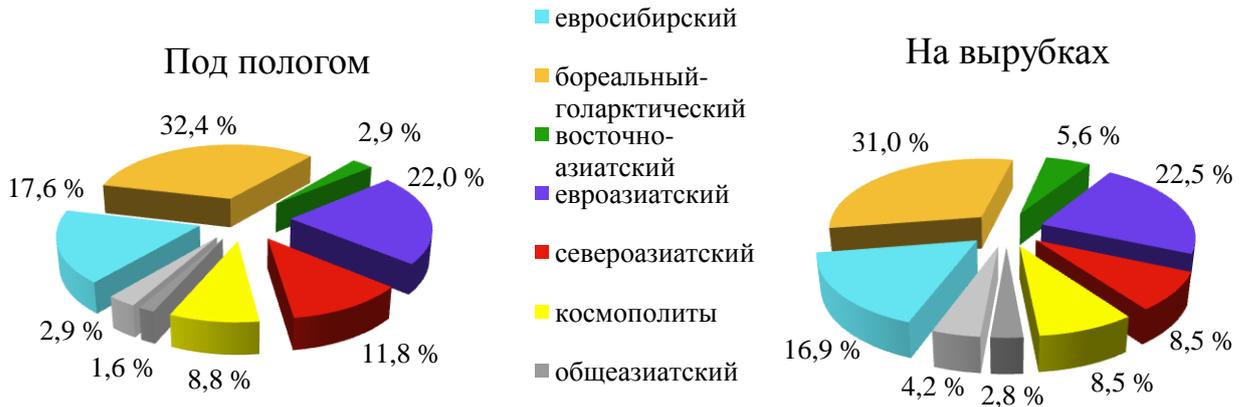


Рис. 4.10. Распределение видов подлеска и ЖНП по ареалам обитания

Проективное покрытие подлеска и ЖНП представлено на рис. 4.11:

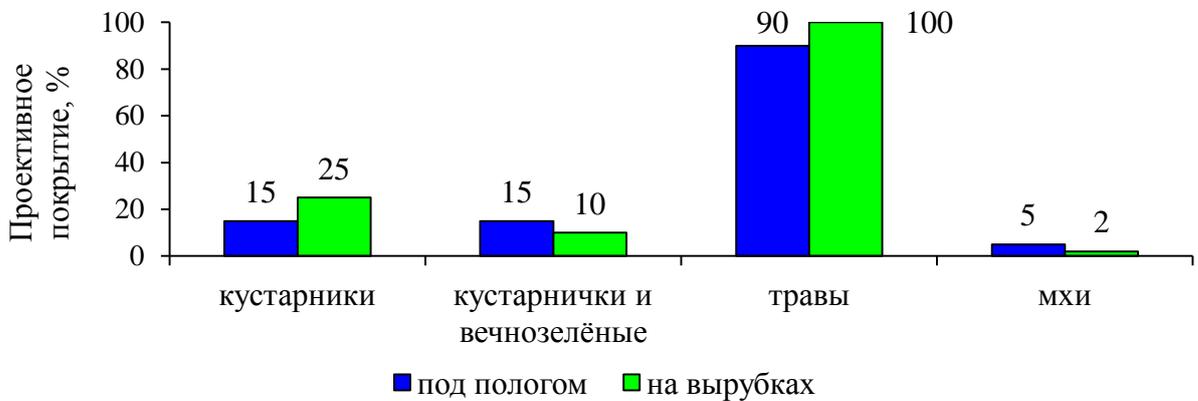


Рис. 4.11. Проективное покрытие подлеска и ЖНП

Видовой состав подлеска под пологом довольно разнообразен, но явного превосходства того или иного вида не было выявлено. Встречаются ольха кустарниковая, ольха пушистая, можжевельник сибирский, шиповник иглистый, рябина сибирская и спирея средняя. На ПП 10 единично отмечена смородина чёрная. Высота подлеска составляет  $0,4-2,5 \pm 0,02$  м. На вырубках к представителям подлеска присоединяются жимолость Палласа, малина обыкновенная и шиповник майский. Выявлено, что подлесок в сосняках разнотравных препятствует задернению почвы травяной растительностью, что, в свою очередь, положительно сказывается на возобновлении древесных пород под пологом.

Следует отметить приуроченность отдельных видов ЖНП в сосняке разнотравном к определённым условиям местопроизрастания. Так, например,

представители злаковых предпочитают хорошо освещённые окна между деревьями, а зелёные мхи, напротив, понижения в тени древостоев.

В данном типе лесорастительных условий относительно богатые почвы способствуют бурному развитию трав. Особенно широко здесь представлены злаковые виды, которые способны быстро затягивать вырубку, образовывая из переплетённых корней плотную дернину и ограничивая доступ света к всходам и мелкому подросту [121]. Объёмная наземная фитомасса злаков приманивает питающихся ею животных, которые могут механически повредить подрост древесных пород. Высыхая осенью, злаковые захламляют вырубку, что увеличивает опасность развития пожаров. К тому же в зимний период нависший на высокой сухой траве снег может обвалиться и повредить сосновый подрост. Также следует отметить, что водорастворимые органические остатки злаковых, попадая с осадками в почву, снижают энергию прорастания сосновых семян и развитие подроста [11].

Средняя высота травяного яруса в сосняке разнотравном существенно выше, чем в бруснично-зеленомошных или лишайниковых сосняках – около 55 см. Ягодниковые кустарнички представлены единичными экземплярами брусники. Мшистый ярус достаточно беден, развит слабо, представлен отдельными небольшими парцеллами. Его проективное покрытие не превышает 3-5 %. Лишайники практически отсутствуют.

Отмечено, что из-за плотного задернения почвы злаковой травянистой растительностью всходы сосны обыкновенной были обнаружены только на одной вырубке 5-летней давности (ПП 10), причём, все они оказались приурочены к её участку, прилегающему к западной стене леса. Предположительно за два года до первичного обследования данный участок площадью в 0,2 га подвергся огневому воздействию, в результате которого вся растительность на его территории была уничтожена. Летом 2010 года участок зарос иван-чаем узколиственным, соседство с которым позволило пробиться и выжить всходам сосны обыкновенной – покров из него притенил и защитил всходы от резких перепадов температур. При этом количество

учтённых неокрепших всходов равное 120 шт./га нельзя считать удовлетворительным, да и в пересчёте на всю площадь вырубки их встречаемость оказалась очень низкой – менее 5 %. При повторном обследовании вырубок в 2016 году сосновые всходы не были обнаружены ни на одной из пробных площадей.

Выявлено, что средняя высота травяного яруса на вырубках на 30-40 см выше, чем под пологом. Это связано с широким распространением на них злаковых трав, особенно на минерализованной поверхности. Следует отметить, что на вырубках встречаются и нетронутые техникой места – бывшие «окна» в древостое. Эти участки, благодаря сохранённому на них подросту и подлеску, даже спустя годы после рубки имеют близкое к подпологовому состояние и видовой состав ЖНП.

По данным расчёта коэффициента Сёренсена-Чекановского для условий сосняков разнотравных и их вырубок можно сделать вывод о том, что между растительными сообществами данной группы типов леса существуют существенные флористические различия, которые можно списать на многообразие видов представителей ЖНП (табл. 4.4):

Таблица 4.4

Расчёт коэффициента флористического сходства Сёренсена-Чекановского

При сравнении между собой:	Коэффициент Сёренсена-Чекановского
– пробных площадей, заложенных под пологом сосняков разнотравных	
ПП 6 – ПП 10	$K = 2 \cdot 25 / (42 + 46) = 0,57$
ПП 6 – ПП 13	$K = 2 \cdot 18 / (42 + 35) = 0,47$
ПП 10 – ПП 13	$K = 2 \cdot 18 / (46 + 35) = 0,45$
– пробных площадей, заложенных на вырубках сосняков разнотравных	
ПП 6 – ПП 10	$K = 2 \cdot 19 / (39 + 41) = 0,48$
ПП 6 – ПП 13	$K = 2 \cdot 19 / (39 + 38) = 0,50$
ПП 10 – ПП 13	$K = 2 \cdot 19 / (41 + 38) = 0,49$
– пробных площадей, заложенных на вырубках и под пологом прилегающих к ним сосняков разнотравных	
ПП 6	$K = 2 \cdot 29 / (42 + 39) = 0,72$
ПП 10	$K = 2 \cdot 28 / (46 + 41) = 0,65$
ПП 13	$K = 2 \cdot 17 / (35 + 38) = 0,47$

### 4.2.3. Лишайниковые сосняки

Видовой состав и участие растений в подлеске и ЖНП:

Таблица 4.5

Видовой состав и участие растений в подлеске и ЖНП под пологом материнского древостоя (Д) и на вырубках (В) сосняков лишайниковых

Вид, семейство	Номер пробной площади					
	ПП 4		ПП 7		ПП 9	
	Д	В	Д	В	Д	В
1	2	3	4	5	6	7
<b>Кустарники</b>						
<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr. (ольха пушистая), сем. <i>Betulaceae</i> (берёзовые)	-	-	Sol	Sol	-	-
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd. (можжевельник сибирский), сем. <i>Cupressaceae</i> (кипарисовые)	Sol	Sol	-	-	Sol	Un
<i>Ledum palustre</i> L. (багульник болотный), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	-	-	Sp	Sol
<i>Rhododendron dauricum</i> (рододендрон даурский), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sol	Sol	Sp	Sp	Sp	Sol
<i>Rosa acicularis</i> Lindl. (шиповник иглистый), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	Sol	Sol	Sp	Sol	-	Sol
<i>Salix caprea</i> L. (ива козья), сем. <i>Salicaceae</i> (ивовые)	-	Sp	-	Sol	-	-
<i>Spiraea media</i> Franz Schmidt (спирея средняя), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	-	Sol	Sol	-	Sol
<b>Кустарнички и вечнозелёные</b>						
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (толокнянка обыкновенная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	Sp	Sp	-	-	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) (зимолоубка зонтичная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Diphasiastrum complanatum</i> (плаун сплюснутый), сем. <i>Lycopodiaceae</i> (плауновые)	Un	-	-	-	Sol	-
<i>Empetrum nigrum</i> L. (водяника чёрная), сем. <i>Empetraceae</i> (водяниковые)	Sp	Sp	Sol	-	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. (черника), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	-	-	Sol	Un	-	-
<i>Vaccinium uliginosum</i> L. (голубика), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	Sol	Sol	Sol	Un	Sol	Un
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. (брусника), сем. <i>Vacciniaceae</i> (черничные)	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>2</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>
<b>Травы</b>						
<i>Achillea millefolium</i> L. (тысячелистник обыкн.), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Un	Sol	Un	Sol	-	Sp
<i>Antennaria dioica</i> L. Gaertn (кошачья лапка двудомная), сем. <i>Compositae</i> (сложноцветные)	Sp	Sp	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Calamagrostis arundinacea</i> L. Roth. (вейник тростниковый), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Sol	Sp	Sol	-	Sp

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. (вейник наземный), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sp	Cop <sup>2</sup>	Sol	Cop <sup>3</sup>
<i>Chamerion angustifolium</i> L. Scop. (кипрей узколистный), сем. <i>Onagraceae</i> (кипрейные)	-	Sp	Un	Sp	-	Sol
<i>Pteridium aquilium</i> (орляк обыкн.), сем. <i>Dennstaedtiaceae</i> (деннштедтиевые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Pulmonaria mollissima</i> L. Kerner (медуница мягчайшая), сем. <i>Boraginaceae</i> (бурачниковые)	-	-	Sol	Sol	Un	Sol
<i>Pulsatilla turczaninowii</i> Kryl. et Serg. (прострел Турчанинова), сем. <i>Ranunculaceae</i> (лютиковые)	-	-	Sol	Sol	Sol	Sp
<i>Poa nemoralis</i> L. (мятлик боровой), сем. <i>Poaceae</i> (мятликовые)	-	-	Sol	Sol	-	-
<i>Pyrola rotundifolia</i> L. (грушанка круглолистная), сем. <i>Ericaceae</i> (вересковые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Sanguisorba officinalis</i> L. (кровохлёбка лекарственная), сем. <i>Rosaceae</i> (розоцветные)	-	-	Sol	Sol	Un	Sol
<i>Trifolium lupinaster</i> L. (клевер люпиновый), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	Un	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i> L. (клевер ползучий), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	-	-	Sol	-	-
<i>Vicia cracca</i> L. (горошек мышиный), сем. <i>Fabaceae</i> (бобовые)	-	Un	-	Sol	-	-
<i>Viola uniflora</i> L. (фиалка одноцветковая), сем. <i>Violaceae</i> (фиалковые)	-	-	-	-	-	Sol
<b>Мхи</b>						
<i>Hylocomium splendens</i> (гилокомиум блестящий), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	-	-	Sol	-	-	-
<i>Pleurozium schreberi</i> (плевроциум Шребера), сем. <i>Hylocomiaceae</i> (гилокомиевые)	Sol	-	Sol	Un	Sol	-
<i>Polytrichum commune</i> Hedw. (политрихум обыкн.), сем. <i>Polytrichaceae</i> (политриховые)	Sol	Sol	Sp	Sol	Sol	-
<b>Лишайники</b>						
<i>Centraria islandica</i> (цетрария исландская), сем. <i>Parmeliaceae</i> (пармелиевые)	-	-	Sol	-	-	-
сем. <i>Cladoniaceae</i> (кладониовые):						
<i>Cladonia cariosa</i> (кладония трухлявая)	Un	-	-	-	Sol	-
<i>Cladonia cenotea</i> (кладония пустоватая)	-	-	Un	Un	-	-
<i>Cladonia coniocraea</i> (кладония порошистая)	Un	-	Sol	Sol	-	-
<i>Cladonia gracilis</i> (кладония изящная)	Sol	Sol	Sol	Un	Sol	-
<i>Cladonia mitis</i> (кладония мягкая)	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>1</sup>	Sp	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Cladonia rangiferina</i> (кладония оленья)	Sp	Sp	Sp	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sol
<i>Cladonia stellaris</i> (кладония звёздчатая)	Soc	Cop <sup>1</sup>	Soc	Cop <sup>1</sup>	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>1</sup>
<i>Cladonia sylvatica</i> (L.) Hoffm. (кладония лесная)	Cop <sup>1</sup>	Sol	Cop <sup>1</sup>	Sol	Cop <sup>3</sup>	Cop <sup>1</sup>
всего видов/семейств:	<u>21</u> 11	<u>20</u> 12	<u>31</u> 15	<u>23</u> 19	<u>21</u> 13	<u>22</u> 12

Проанализировав данные табл. 4.5 можно сделать вывод, что среди всех типов исследуемых сосняков лишайниковые сосняки и их вырубки обладают минимальным набором представителей подлеска и ЖНП – обнаружен всего 41 вид из 20 семейств. Это связано с тем, что бедные сухие почвы сосняков лишайниковых ограничивают видовое разнообразие трав и мхов. К примеру, присутствие гилокомиума блестящего отмечено исключительно под пологом леса и только на одной пробной площади, а багульник болотный, встречающийся под пологом на пробной площади ПП 9, на вырубке мельчает, иссушается и постепенно отмирает.

Доля видов трав и кустарников на вырубках несколько выше, чем под пологом сосняков лишайниковых, а доля видов мхов и лишайников, напротив, ниже. Доля видов кустарничков и вечнозелёных на вырубках также уменьшается, так как подпологовые тенелюбивые виды, такие как зимолубка зонтичная и плаун сплюснутый, погибают в условиях повышенного освещения вырубок (рис. 4.12):

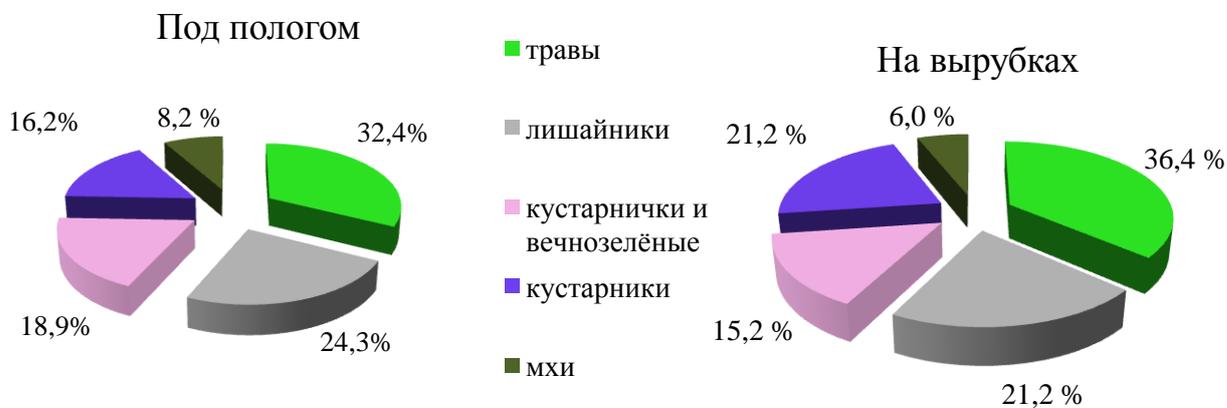


Рис. 4.12. Распределение подлеска и ЖНП по жизненным формам

При распределении видов подлеска и ЖНП по эколого-ценотическим группам было обнаружено, что на вырубках снижается количество представителей тёмнохвойно-лесной и лесостепной групп при увеличении численности представителей светлохвойно-лесной и луговой групп (рис. 4.13):

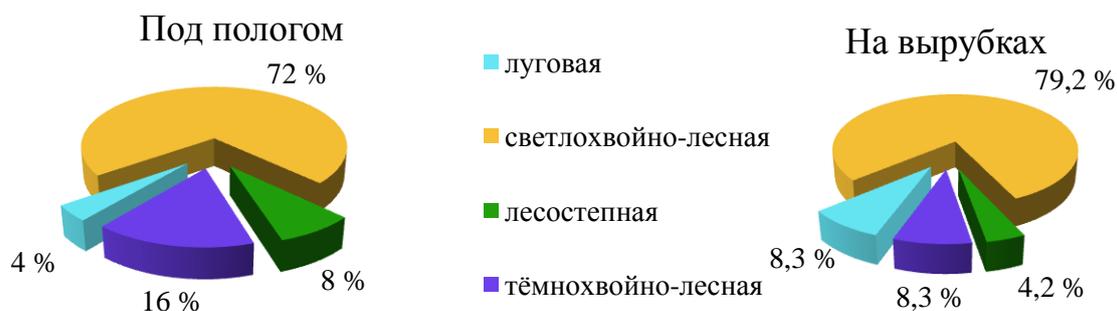


Рис. 4.13. Распределение подлеска и ЖНП по эколого-ценотическим группам

Виды подлеска и ЖНП были также систематизированы по ареалам их обитания или так называемым хорологическим группам. Как под пологом сосняков лишайниковых, так и на вырубках наиболее широко представлены бореально-голарктическая и евразийская группы (рис. 4.14):

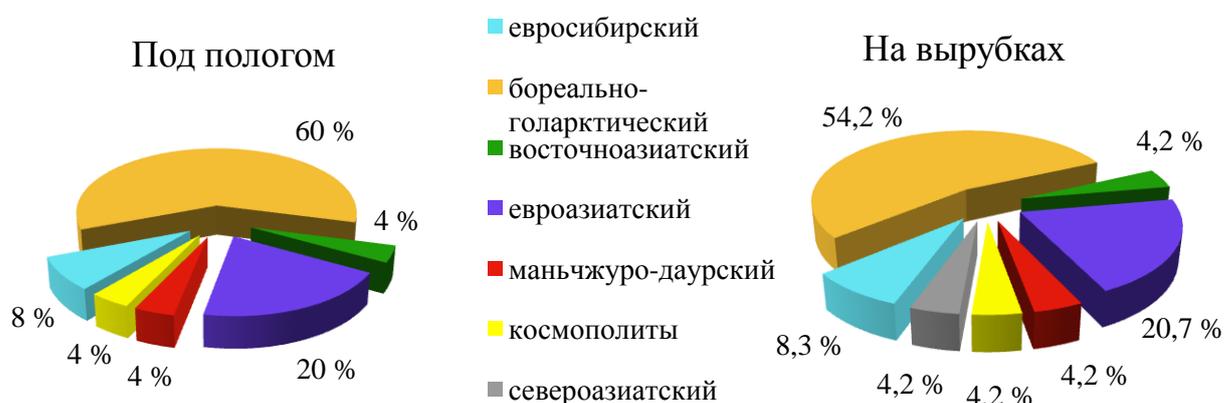


Рис. 4.14. Распределение видов подлеска и ЖНП по хорологическим группам

В ходе исследования было определено проективное покрытие подлеска и ЖНП под пологом и на вырубках (рис. 4.15):

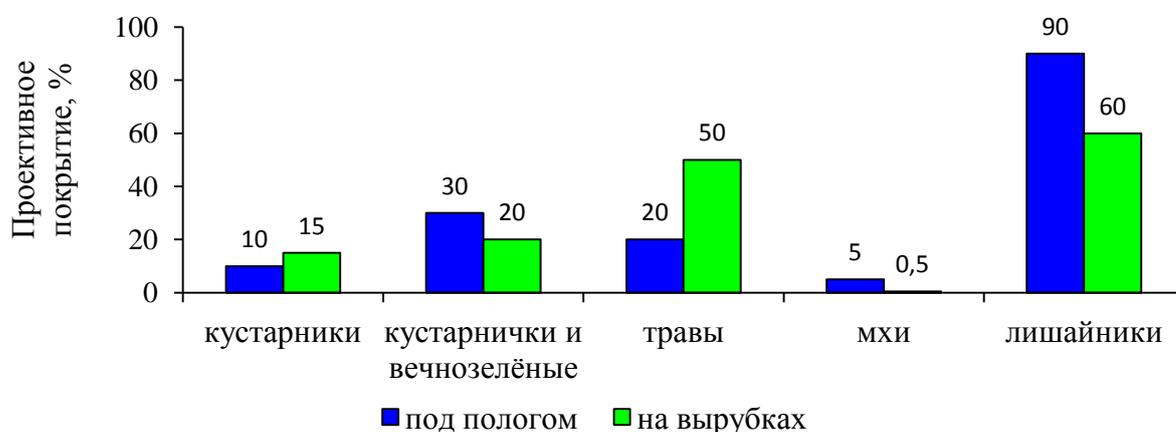


Рис. 4.15. Проективное покрытие подлеска и ЖНП

Обнаружено, что подлесок под пологом сосняков лишайниковых довольно редкий, его проективное покрытие едва достигает до 10 %. На вырубках за счёт распространения ивы козьей и спиреи средней проективное покрытие кустарников возрастает до 15 %. Всходы сосны вблизи куртин подлеска практически отсутствуют.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет под пологом 20-30 %, а на вырубках достигает до 50 %. При этом константными детерминантами лишайниковых сосняков и их вырубков являются брусника, водяника чёрная, толокнянка обыкновенная, кощачья лапка двудомная и вейники.

В мохово-лишайниковом ярусе отмечено абсолютное преобладание лишайников, проективное покрытие которых под пологом достигает до 90 %, а на вырубках – до 60 % (из-за повреждений почвенного покрова во время рубки). Наиболее обильно представлены кладония звёздчатая, кладония оленья, кладония мягкая и кладония лесная. Существенная доля кладонии звёздчатой на пробных площадях, а также присутствие водяники чёрной, обладающей поверхностной корневой системой, могут свидетельствовать о значительной давности последних пожаров [176].

На рис. 4.16 приведён участок вырубki сосняка лишайникового:



Рис 4.16. Участок вырубki сосняка лишайникового

Показанный на рис. 4.16 участок вырубki относится к постоянной пробной площади ПП 7, естественное возобновление на которой признано успешным: в 2011 году при давности рубки 5 лет численность соснового подроста составляла 6,88 тыс. шт./га, а в 2016 году – 11,52 тыс. шт./га. При этом влияния степени проективного покрытия лишайников на появление всходов и дальнейшее развитие соснового подроста обнаружено не было. Отмечено, что даже при сплошном лишайниковом покрытии и на 5-летних, и на 11-летних вырубках встречаются сосновые всходы. При этом на участках, плотно задернённых злаками или водяникой чёрной, всходы сосны обнаружены не были.

Коэффициент Сёренсена-Чекановского для условий лишайниковых сосняков и их вырубok имеет следующие значения (табл. 4.6):

Таблица 4.6

При сравнении между собой:	Коэффициент Сёренсена-Чекановского
– пробных площадей, заложенных под пологом сосняков лишайниковых	
ПП 4 – ПП 7	$K = 2*16/(21+30) = 0,63$
ПП 4 – ПП 9	$K = 2*16/(21+20) = 0,78$
ПП 7 – ПП 9	$K = 2*15/(30+21) = 0,59$
– пробных площадей, заложенных на вырубках сосняков лишайниковых	
ПП 4 – ПП 7	$K = 2*16/(19+27) = 0,70$
ПП 4 – ПП 9	$K = 2*15/(19+21) = 0,75$
ПП 7 – ПП 9	$K = 2*15/(27+21) = 0,63$
– пробных площадей, заложенных на вырубках и под пологом прилегающих к ним сосняков лишайниковых	
ПП 4	$K = 2*16/(21+19) = 0,80$
ПП 7	$K = 2*24/(30+27) = 0,84$
ПП 9	$K = 2*15/(20+21) = 0,73$

Выявлено, что наибольшее флористическое сходство по общему видовому составу ЖНП наблюдается при сравнении на пробных площадях, заложенных под пологом сосняков лишайниковых и на их вырубках –  $K=0,73...0,84$ .

### 4.3. Возобновление сосны обыкновенной под пологом бруснично-зеленомошных сосняков

В процессе натурного обследования пробных площадей была проведена оценка основных таксационных показателей материнских древостоев бруснично-зеленомошных сосняков, а также установлены площади прилегающих к ним вырубок с указанием года проведения рубки (табл. 4.7):

Таблица 4.7

Характеристика материнских древостоев, прилегающих к вырубкам

Номер пробной площади	Состав древостоя	Возраст, лет	Класс бонитета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Участковое лесничество / Лесная дача	№ квартала / № выдела	Площадь вырубки	Год рубки
ПП 1	8С1Л1Б	150	II	26,8	47,1	1,0	427,0	Падунское/ Падунская	38/18	32,5	2006
ПП 5	8С2Б	130	III	22,0	31,4	0,8	295,0	Боровское/ Сурупцевская	42/9	15,0	2005
ПП 12	9С1Б	125	III	22,5	44,1	0,8	330,8	Боровское/ Мамырская	80/28	18,5	2005
ПП 14	10С+Л	140	IV	18,4	23,5	1,0	267,9	Карнауховское/ Париловская	61/7	40,0	2006

В древесном ярусе сосняков бруснично-зеленомошных доминирующая роль принадлежит сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), в качестве примеси выступают берёза повислая (*Betula pendula*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica*). Ель сибирская (*Picea obovata*) представлена в количестве  $0,2-0,4 \pm 0,01$  тыс. шт./га возрастом 15-25 лет и высотой 0,42-1,35 м.

При первичном учёте естественного возобновления под пологом сосняков бруснично-зеленомошных (пробные площади под номерами 1, 5, 12, 14) выявлено достаточно высокое количество подроста сосны обыкновенной – 5,5–24,7 тыс. шт./га при коэффициенте встречаемости 50-80 %. Сухой подрост полегал отдельному перечёту. Повторное исследование через пять лет показало, что численность подроста изменилась незначительно (рис. 4.17):

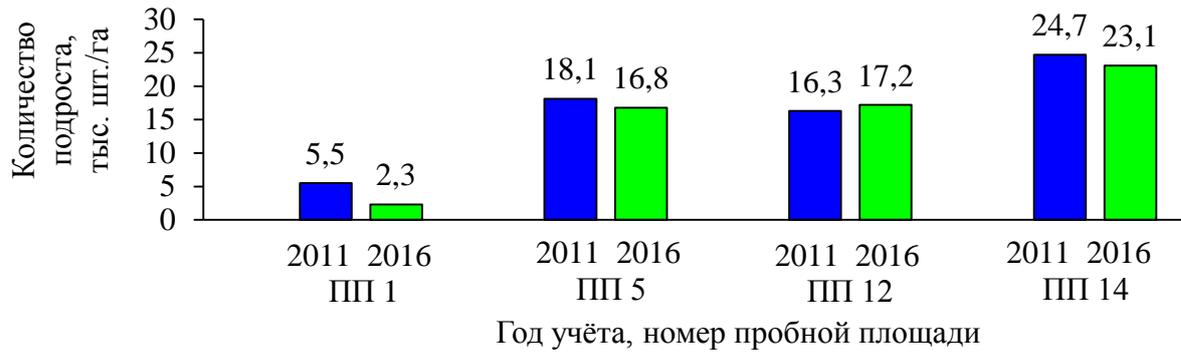


Рис. 4.17. Численность соснового подроста под пологом

По численности подроста естественное возобновление под пологом можно охарактеризовать следующим образом: на ПП 1 – средней густоты, на остальных пробных площадях – очень густое. Следует отметить, что за 5-летний период между исследованиями произошло существенное снижение количества соснового подроста только на ПП 1. Это связано с тем, что низовой пожар осенью 2014 года уничтожил либо сильно повредил большую часть его представителей (58 % или 3,2 тыс. шт./га).

Анализ зависимости численности подроста от полноты материнского древостоя показал, что здесь полнота насаждения влияет на накопление подроста, но не является основным лимитирующим фактором естественного возобновления – даже в высоко полнотном ( $p=1,0$ ) насаждении (ПП 1) численность соснового подроста была довольно высока (5,5 тыс. шт./га.). Однако при обработке собранных данных всё же выведена следующая закономерность: чем ниже полнота насаждения, тем выше численность подроста. Это можно связать с условиями светового режима, которые складываются под пологом древостоя: степень угнетённости и величина отпада подроста возрастают по мере увеличения полноты насаждения и снижения освещённости.

Необходимо также отметить, что под пологом бруснично-зеленомошных сосняков преимущественная часть подроста относится к категории среднего, что может свидетельствовать о создающихся неблагоприятных условиях для выхода подроста в категорию крупного и в дальнейшем в материнский полог. На рис. 4.18 показано распределение соснового подроста по категориям крупности:

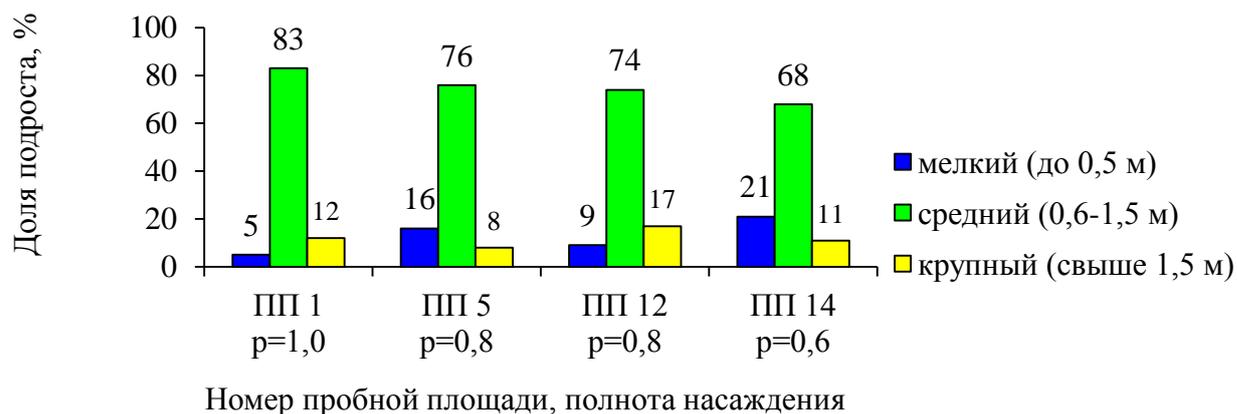


Рис. 4.18. Распределение соснового подроста по категориям крупности

Обнаружено, что из-за высокой полноты материнского древостоя состояние подроста сосны обыкновенной под пологом сосняков бруснично-зеленомошных в основном неудовлетворительное, он сильно ослаблен. Даже при достаточно большой численности подроста рассматривать его как основу для будущего насаждения было бы неверно. На рис. 4.19 показана куртина угнетённого деформированного подроста сосны обыкновенной с неразвитыми кронами и слабым охвоением, который при среднем возрасте в 15 лет имеет среднюю высоту 0,6 м и средний диаметр 0,8 см:



Рис. 4.19. Куртина подроста на пробной площади ПП 14

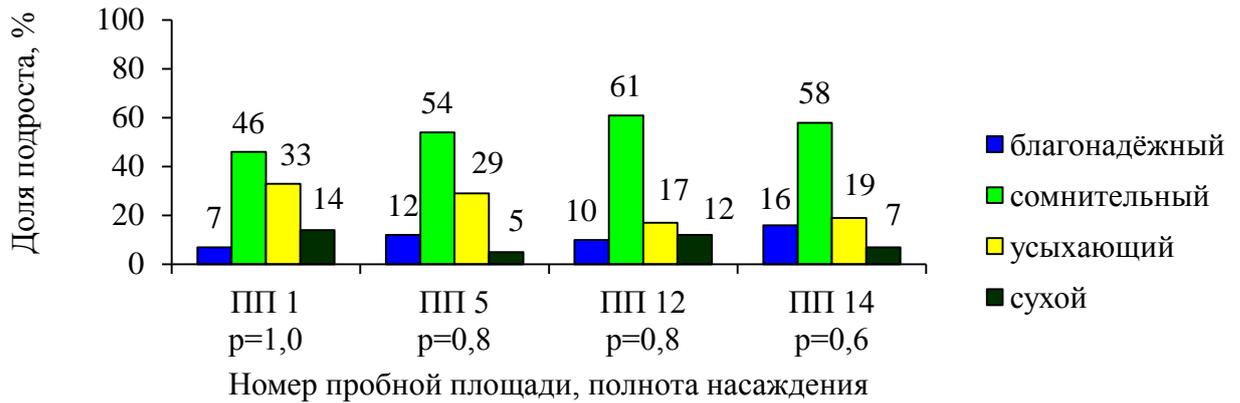


Рис. 4.20. Распределение соснового подростка по категориям состояния

По рис. 4.20 видно, что количество благонадёжного подростка под пологом бруснично-зеленомошных сосняков довольно низкое – от 7 % до 16 %:

Доля сомнительного соснового подростка занимает около половины от всей его численности – 46-61 %, доля усыхающего – 17-33 %, доля сухого – 7-14 %. Следует отметить, что самый высокий процент (16 %) благонадёжного подростка наблюдается при полноте материнского древостоя 0,6 на ПП 14. В численном выражении это составляет 4,3 тыс. шт./га. При этом довольно большие доли сомнительного (62,4 % или 15,4 тыс. шт./га) и усыхающего (20,4 % или 5 тыс. шт./га) подростка на данной площади даже в условиях лучшей освещённости говорят о жёсткой конкурентной борьбе, в которую вовлечено молодое поколение сосны обыкновенной.

Расчёт индекса жизненного состояния соснового подростка под пологом показал, что его ценопопуляции на ПП 5, ПП 12 и ПП 14 можно отнести к ослабленным, а на ПП 1 – к сильно ослабленным (табл. 4.8):

Таблица 4.8

Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подростка

Номер пробной площади	Расчёт индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подростка (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 1	$L = (100 \cdot 0,19 + 70 \cdot 1,23 + 10 \cdot 0,88) / (2,3 + 0,37) = 42,7$	сильно ослабленная
ПП 5	$L = (100 \cdot 2,12 + 70 \cdot 9,54 + 10 \cdot 5,12) / (16,8 + 0,88) = 52,7$	ослабленная
ПП 12	$L = (100 \cdot 1,96 + 70 \cdot 11,92 + 10 \cdot 3,32) / (17,2 + 2,34) = 54,4$	
ПП 14	$L = (100 \cdot 3,97 + 70 \cdot 14,4 + 10 \cdot 4,7) / (23,1 + 1,73) = 56,8$	

В ходе исследования также было выявлено, что присутствие в пологе материнского древостоя берёзы повислой благотворно влияет на качество соснового подроста за счёт повышения освещённости самосева и подроста в безлиственный период, а также накоплению в лесной подстилке листовенного рыхлого опада, который, разлагаясь, способствует лучшему прорастанию семян и ускорению их роста. Поэтому на пробных площадях под пологом бруснично-зеленомошных сосняков именно вблизи берёзы повислой чаще всего были отмечены благонадёжные экземпляры подроста сосны обыкновенной.

#### 4.4. Возобновление сосны обыкновенной под пологом разнотравных сосняков

Результаты натурного обследования материнских древостоев, прилегающих к вырубкам, представлены в таблице 4.9:

Таблица 4.9

Характеристика материнских древостоев, прилегающих к вырубкам

Номер ПП	Состав древостоя	Возраст, лет	Класс бонитета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Участковое лесничество / Лесная дача	№ квартала / № выдела	Площадь вырубки	Год рубки
ПП 6	8С1Л1Ос	135	III	23,2	44,7	0,6	306,3	Боровское/ Сурупцевская	55/17	25,8	2006
ПП 10	8С2Б	140	IV	19,5	26,2	0,6	275,0	Боровское/ Мамырская	40/2	27,5	2005
ПП 13	8С2Ос+Б	120	III	22,0	28,8	0,7	284,0	Карнауховское/ Видимская	111/7	22,5	2006

Данные учётов соснового подроста представлены на рис. 4.21:

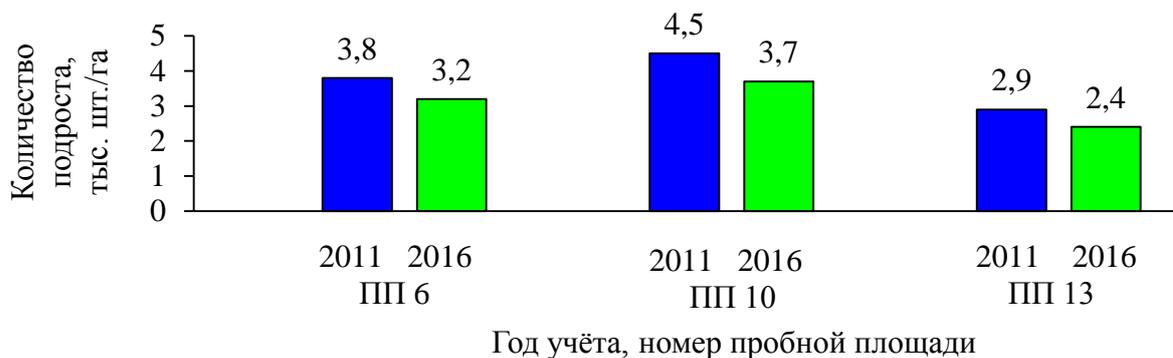


Рис. 4.21. Численность соснового подроста под пологом

По рис. 4.21 видно, что на всех исследуемых пробных площадях за пять лет произошло снижение количества соснового подроста – и это не только за счёт отпада неблагонадёжных и сильно угнетённых экземпляров, но и из-за снижения темпа появления всходов.

Размещение соснового подроста под пологом разнотравных сосняков носит неравномерный характер (встречаемость 30-50 %), что свидетельствует о неоднородности условий для прорастания всходов и развития подроста. Обнаружено, что подрост сосны обыкновенной чаще собран в группы, приуроченные к участкам с наименее развитой травянистой растительностью и окнам в материнском древостое. Причём наилучшими качественными характеристиками обладает подрост, произрастающий в хорошо освещённых окнах и по своей высоте более чем на половину превосходящий окружающий его травяной ярус.

На рис. 4.22 дано распределение соснового подроста по крупности:

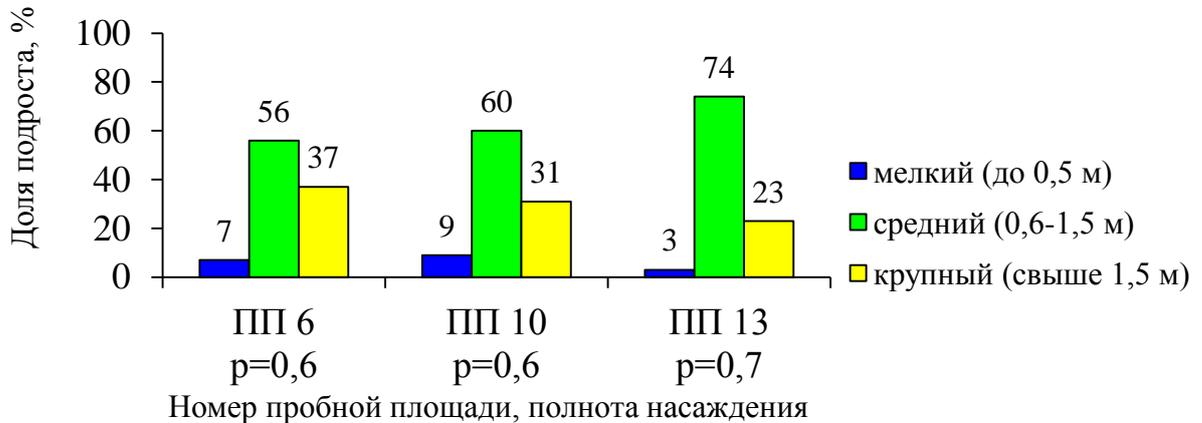


Рис. 4.22. Распределение соснового подроста по категориям крупности

По рис. 4.22 видно: доля мелкого подроста под пологом разнотравных сосняков невелика – всего 3-9 % от общей численности. Из-за сильного влияния травянистого покрова практически весь подрост данной высотной категории относится к сомнительному или усыхающему. Ситуация с крупным подростом диаметрально противоположна: кроме того, что его доля составляет 23-37 %, он в своём большинстве благонадёжен. На рис. 4.23 приведено распределение соснового подроста по категориям состояния:

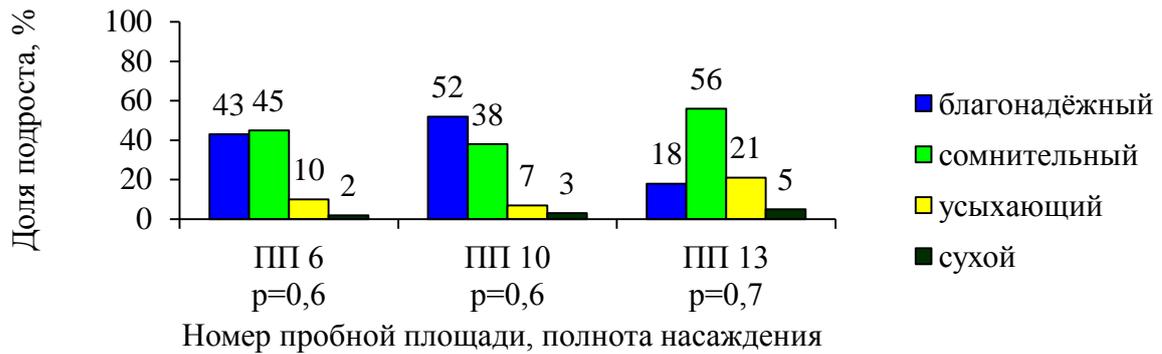


Рис. 4.23. Распределение соснового подроста по категориям состояния

Отмечено, что на ПП 6 и ПП 10 при относительно низкой полноте материнского древостоя ( $p=0,6$ ) более 40 % соснового подроста относится к категории благонадёжного. На ПП 13 при полноте  $p=0,7$  к благонадёжному подросту можно определить только 18 % или 548 шт./га. В табл. 4.10 приведён расчёт индексов жизненного состояния ценопопуляций соснового подроста:

Таблица 4.10

Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подроста

Номер ПП	Расчёт индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подроста (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 6	$L = (100 \cdot 1,4 + 70 \cdot 1,47 + 10 \cdot 0,33) / (3,2 + 0,07) = 75,3$	ослабленная
ПП 10	$L = (100 \cdot 1,98 + 70 \cdot 1,45 + 10 \cdot 0,27) / (3,7 + 0,12) = 80,0$	здоровая
ПП 13	$L = (100 \cdot 0,45 + 70 \cdot 1,41 + 10 \cdot 0,53) / (2,4 + 0,13) = 58,9$	ослабленная

Следует отметить, что хотя ценопопуляция подроста на ПП 6 и отнесена к ослабленным, значение индекса её жизненного состояния близко к пороговому значению здоровых ценопопуляций.

Отличием исследуемых разнотравных сосняков является присутствие в составе материнских древостоев лиственных пород. Под пологом кроме соснового подроста был обнаружен и подрост других древесных пород. Так как количество такого подроста было значительно меньше соснового, в рамках данного исследования он детально не рассматривался.

#### 4.5. Возобновление сосны обыкновенной под пологом лишайниковых сосняков

В процессе натурного обследования пробных площадей была проведена оценка основных таксационных показателей материнских древостоев сосняков лишайниковых, а также установлены площади прилегающих к ним вырубок с указанием года проведения рубки (табл. 4.11):

Таблица 4.11

Характеристика материнских древостоев, прилегающих к вырубкам

Номер пробной площади	Состав древостоя	Возраст, лет	Класс бонитета	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Участковое лесничество / Лесная дача	№ квартала / № выдела	Площадь вырубки	Год рубки
ПП 4	10С+Л	120	IV	17,5	24,0	0,4	167,3	Боровское/ Сурупцевская	3/22	15,0	2005
ПП 7	10С+Б	125	IV	17,1	25,4	0,5	194,5	Боровское/ Сурупцевская	69/39	10,0	2006
ПП 9	10С	130	V	15,9	23,8	0,5	160,0	Боровское/ Мамырьская	8/9	14,8	2006

Из формул состава древостоя видно, что породный состав сосняков лишайниковых в районе исследования монодоминантен – в материнском пологе наблюдается абсолютное преобладание сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) Примесь берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) незначительна, подрост данных пород встречается довольно редко. Лесная подстилка под пологом слаборазвитая, в основной своей массе состоящая из медленно разлагающейся хвои. Также под пологом древостоя отмечены мертвопокровные участки (до 10 % от общей площади), характеризующиеся практически полным отсутствием представителей живого напочвенного покрова.

Как первичный, так и повторный учёт подроста сосны обыкновенной под пологом лишайниковых сосняков показал стабильно невысокую его численность, сведения о которой представлены на рис. 4.24:

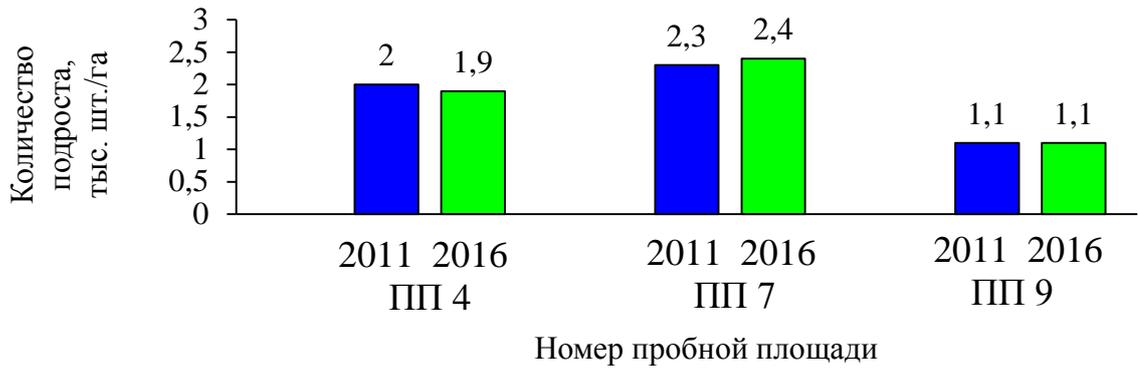


Рис. 4.24. Численность соснового подроста под пологом

Ко времени повторного учёта естественное возобновление сосны по густоте можно оценить следующим образом: на пробных площадях ПП 4 и ПП 9 – редкое, на пробной площади ПП 7 – средней густоты.

При том, что средний возраст подроста довольно велик – 15-25 лет, он в своём большинстве относится к категориям мелкого и среднего, что может свидетельствовать о складывающихся под пологом материнского древостоя неблагоприятных условиях, которые не способствуют выживанию подроста и его продуктивному росту (рис. 4.25):

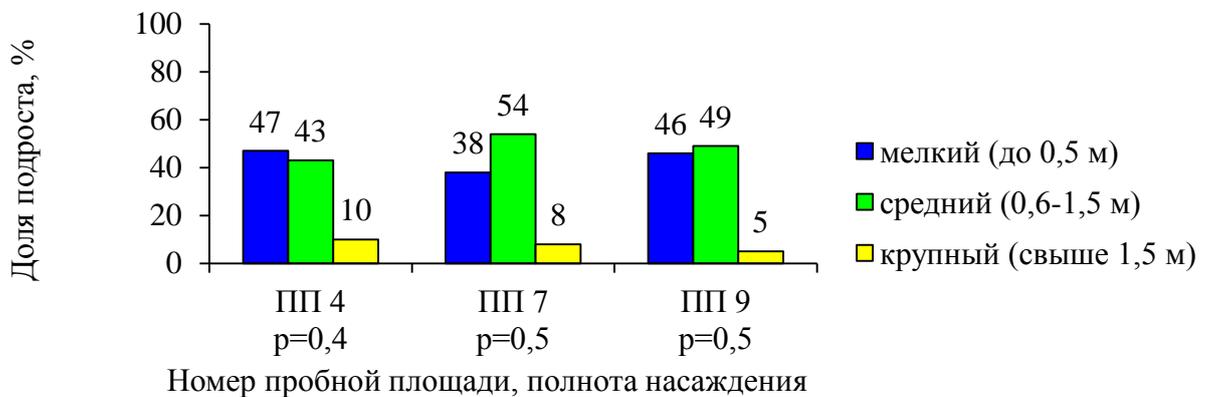


Рис. 4.25. Распределение соснового подроста по категориям крупности

Зависимости количества подпологового подроста от возраста и полноты древостоя обнаружено не было. Встречаемость соснового подроста – 20-50 %. При этом следует отметить, что под пологом лишайниковых сосняков обнаружено большое количество однолетних всходов сосны – до 30 тыс. шт./га. Встречаемость всходов доходит до 100 %. Однако самосева сосны возрастом старше двух лет уже практически не наблюдается. Это свидетельствует о том,

что даже при достаточном почвенном запасе семян и удачном стечении обстоятельств для их прорастания условия жизнедеятельности, которые создаются под пологом довольно жёсткие – здесь сказывается и бедность песчаных почв, и недостаток влаги, и конкуренция с материнским древостоем, и плотное проективное покрытие живого напочвенного покрова.

Выявлено, что сосновый подрост под пологом лишайниковых сосняков отличается низким качеством. Характерными отличиями усыхающего подроста являются замедленный рост, тенденция к уменьшению годичного прироста, короткая желтоватая хвоя, искривление стволиков, флагообразная изреженная крона. В большинстве своём такой подрост бесперспективен с лесоводственной точки зрения. Численность же благонадёжных экземпляров соснового подроста не превышает 11 % от общей численности (рис. 4.26):

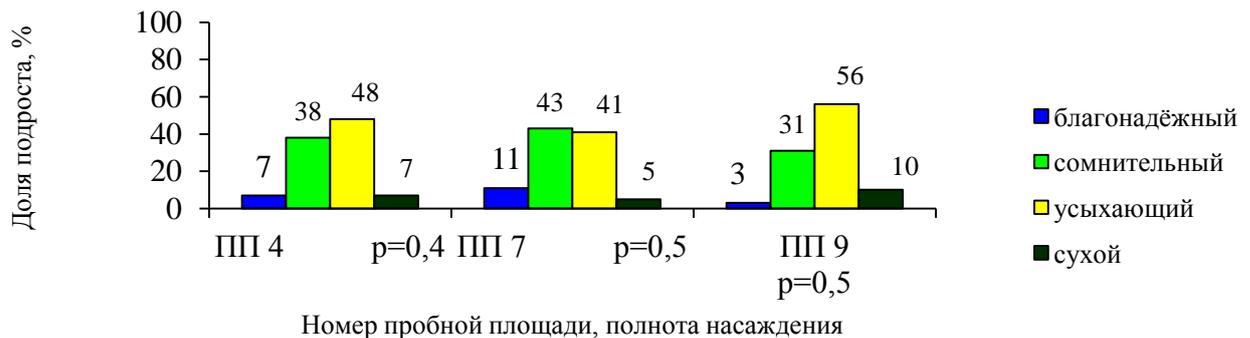


Рис. 4.26. Распределение соснового подроста по категориям состояния

Индексы жизненного состояния ценопопуляций соснового подроста под пологом лишайниковых сосняков:

Таблица 4.12:

Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подроста

Номер ПП	Расчёт индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подроста (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 4	$L = (100 \cdot 0,14 + 70 \cdot 0,78 + 10 \cdot 0,98) / (1,9 + 0,14) = 38,4$	сильно ослабленная
ПП 7	$L = (100 \cdot 0,28 + 70 \cdot 1,09 + 10 \cdot 1,04) / (2,4 + 0,13) = 45,3$	
ПП 9	$L = (100 \cdot 0,04 + 70 \cdot 0,38 + 10 \cdot 0,68) / (1,1 + 0,12) = 30,7$	

Полученные значения индекса попадают в интервал  $L = 20 \dots 49 \%$ , поэтому ценопопуляции соснового подроста на всех трёх пробных площадях можно отнести к сильно ослабленным.

## Выводы

1. Различные типы сосняков имеют свои характерные особенности, связанные с лесорастительными условиями местопроизрастания.

2. Бруснично-зеленомошные сосняки и их вырубки обладают самым богатым набором представителей подлеска и живого напочвенного покрова (72 вида из 34 семейств). В условиях разнотравных сосняков насчитано 67 видов из 27 семейств, лишайниковых сосняков – 41 вид из 20 семейств.

3. При достаточно высокой численности соснового подростка под пологом бруснично-зеленомошных сосняков (5,5-24,7 тыс. шт./га при встречаемости 50-80 %) жизненное состояние его ценопопуляций ослаблено.

4. Под пологом разнотравных сосняков возобновление сосны обыкновенной по численности можно охарактеризовать как средней густоты (2,4-4,5 тыс. шт./га), по характеру размещения – как неравномерное (встречаемость 30-50 %). Ценопопуляции подростка относятся к здоровым и ослабленным.

5. Неблагоприятные для появления всходов и развития подростка сосны обыкновенной условия, складывающиеся под пологом лишайниковых сосняков, ограничивают численность подростка (1,1-2,4 тыс. шт./га) и сильно ослабляют его ценопопуляции.

## 5. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ВЫРУБКАХ СОСНЯКОВ

### 5.1. Возобновление на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков

К моменту первичного обследования пробных площадей, заложенных на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, давность сплошной рубки составляла 5-6 лет. Данные учёта естественного возобновления, полученные в 2011 году, приведены в таблице 5.1:

Таблица 5.1

Возобновление на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, тыс. шт./га

№ ПП	Порода	Всходы (1-2 года)	Самосев и подрост по группам высот				В пересчёте на крупный
			мелкий (до 0,5 м)	средний (0,6-1,5 м)	крупный (выше 1,5 м)	всего	
1	С	0,24	0,76	3,12	4,46	8,34	7,33
	Л	-	0,74	0,83	1,07	2,64	2,10
	Е	-	0,50	0,35	-	0,85	0,53
	Б	-	0,02	0,31	0,72	1,05	0,97
	всего подроста:						10,93
5	С	0,25	6,30	4,20	2,16	12,66	8,67
	К	-	-	0,002	0,001	0,003	0,003
	Е	-	0,48	0,36	-	0,84	0,52
	Б	0,14	0,30	0,61	0,63	1,54	1,22
	всего подроста:						10,873
12	С	2,81	9,24	3,56	1,23	14,03	8,69
	Е	0,01	0,96	0,14	-	1,10	0,59
	К	-	-	0,003	-	0,003	0,002
	Б	0,17	0,12	0,97	1,26	2,35	2,09
	всего подроста:						11,372
14	С	0,02	0,52	1,03	2,83	4,38	3,91
	Л	-	-	0,26	0,36	0,62	0,57
	Е	-	-	0,1	0,09	0,19	0,17
	Б	-	-	0,31	0,72	1,03	0,96
	всего подроста:						5,61

Из табл. 5.1 видно, что при 5-6-летней давности рубки всходы сосны обыкновенной встречались на всех исследуемых пробных площадях. При этом было отмечено, что из-за обильного развития растительности на вырубках им

было сложно оставаться жизнеспособными – большинство из них имели признаки отмирания. На 10-11-летних вырубках всходы сосны встречались уже единично (кроме ПП 1, поврежденной в 2014 году пожаром).

Сравнительные данные учёта подроста на вырубках с интервалом в пять лет приведены в таблице 5.2:

Таблица 5.2

Данные учёта подроста на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков

Номер пробной площади	Год учёта	Давность рубки, лет	Состав подроста, %	Численность всходов сосны, тыс. шт./га	Численность соснового подроста, тыс. шт./га		Коэффициент встречаемости соснового подроста, %
					предварительной генерации	последующей генерации	
ПП 1	2011	5	74С17Л9Б+Е	0,24	2,57	4,76	90
	2016	10	69С16Б15Л+Е	1,86	2,24	3,19	70
ПП 5	2011	6	91С9Б+Е	0,25	1,25	7,42	80
	2016	11	100С+Б,Е	0,01	1,23	12,41	100
ПП 12	2011	6	82С18Б	2,81	0,26	8,43	100
	2016	11	86С14Б	0,02	0,25	15,24	100
ПП 14	2011	5	72С16Б12Л	0,02	0,7	3,21	100
	2016	10	63С26Б11Л	–	0,7	3,4	80

Сравнивая характер размещения соснового подроста под пологом прилегающего древостоя с характером размещения на вырубках подроста предварительной генерации, можно прийти к следующему выводу: сохранённый в результате рубки одиночно стоящий угнетённый подрост, оставшись без защиты материнского полога, не смог адаптироваться к новым условиям и практически весь погиб в первые же годы после рубки. Несколько выше шансы оказались у подроста, собранного в группы – примерно 5-20 % особей оправившись от потрясения и смогли выжить. Об этом свидетельствует групповое размещение подроста предварительной генерации на вырубке: на всех пробных площадях встречаются сообщества, состоящие из 3-9 особей сосны возрастом на 6-20 лет старше возраста рубки. Следует отметить, что в некоторых наиболее крупных группах были обнаружены признаки исходной лесной среды – хорошо

развитые зелёные мхи или тенелюбивые виды травянистой растительности. Однако всходы и самосев под пологом таких групп обнаружены не были.

При сравнении большой численности подпологового подроста с количеством подроста предварительной генерации видно, что длительно угнетаемый подрост ненадёжен, и даже при достаточной его сохранности по время рубки он не может служить основой для успешного возобновления.

Подрост, появившейся непосредственно на вырубках, имеет высокую численность и практически 100 % встречаемость. Наибольшее его скопление наблюдается на расстоянии до 30 м от стен леса и семенных куртин, а также на участках вырубке, подвергшихся минерализации почвы. На рис. 5.1 показан сосновый подрост последующей генерации на пробной площади ПП 12, средний возраст которого равен 4 годам. Учитывая пятилетнюю давность рубки, можно прийти к выводу, что основная масса данного подроста появилась в течение первых двух лет после её проведения. При этом средняя высота соснового подроста составляет 0,55 м, средний диаметр – 0,7 см, средний прирост по высоте – 0,14 м, а коэффициент качества – 0,9.



Рис. 5.1. Сосновый подрост на пробной площади ПП 12

Определение возраста подростка на вырубке, позволило подразделить его популяцию по происхождению – до или после рубки (рис. 5.2):

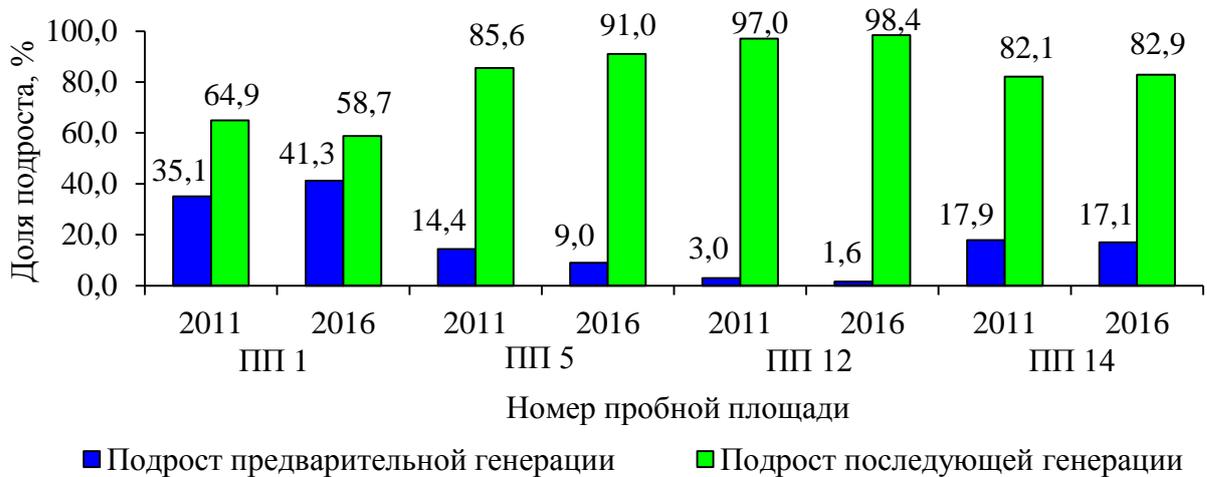


Рис. 5.2. Соотношение соснового подростка предварительной и последующей генерации на вырубках сосняков бруснично-зеленомошных

По данным табл. 5.2 видно, что количества подростка предварительной генерации на пробных площадях ПП 5, ПП 12 и ПП 14 явно недостаточно для успешного возобновления вырубок сосняков бруснично-зеленомошных. К тому же по данным повторного учёта прослеживается снижение его численности в результате отпада по естественным причинам – в среднем на 18,3 %. При этом размещение такого подростка на вырубках стало ещё более неравномерным – коэффициент встречаемости снизился с 40 % до 30 %.

Следует отметить обнаруженное при повторном обследовании увеличение доли подростка предварительной генерации на ПП 1. Это можно связать с тем, что территория данной вырубке за год до учёта была частично охвачена беглым низовым пожаром, в результате которого пострадал в основном мелкий и средний подрост последующей генерации – в перчёте на 1 га погибло около 2000 экземпляров соснового подростка высотой до 1,2 м. Общий коэффициент встречаемости подростка на вырубке при этом снизился с 90 % до 70 %. От огневого воздействия зелёные мхи полностью спеклись, а видовой состав трав изменился – широкое распространение на выжженных площадях получили иван-чай узколистый и вейники. На выгоревших местах

появились многочисленные сосновые всходы, что может косвенно говорить о содействии огня естественному возобновлению сосны обыкновенной на вырубках сосняков бруснично-зеленомошных.

Выявлено, что подрост последующей генерации практически не имеет механических повреждений и отличается гармоничным ростом. Данный подрост появился как из почвенного запаса семян, так и из семян, разлетающихся по вырубкам от взрослых деревьев. К источникам обсеменения вырубок можно отнести стены леса, вблизи которых наблюдается достаточно высокая численность молодого поколения сосны. Также на всех исследуемых вырубках были оставлены источники обсеменения – полосы или куртины семенных деревьев из числа средневозрастных и приспевающих в количестве 15-25 шт./га. Кроме этого повторное обследование в 2016 году показало, что на вырубках встречаются особи сосны обыкновенной из числа подроста предварительной генерации, которые уже достигли репродуктивного возраста. Всё это позволяет надеяться на дальнейшее появление всходов и накопление подроста под пологом образовавшихся молодняков.

На рис. 5.3 дано распределение подроста по крупности:

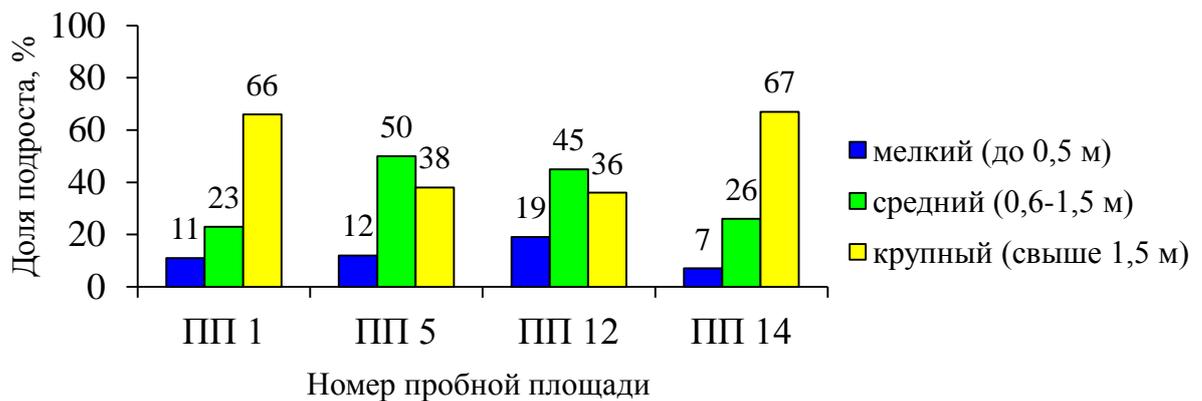


Рис. 5.3. Распределение соснового подроста по категориям крупности

Выявлено, что на ПП 1 и ПП 14 спустя 10 лет после рубки преобладает крупный подрост, а на ПП 5 и ПП 12 при более густом возобновлении доля крупного подроста составляет всего 36-38 %. Зависимость высоты подроста от его возраста под пологом и на вырубках приведена на рис. 5.4:

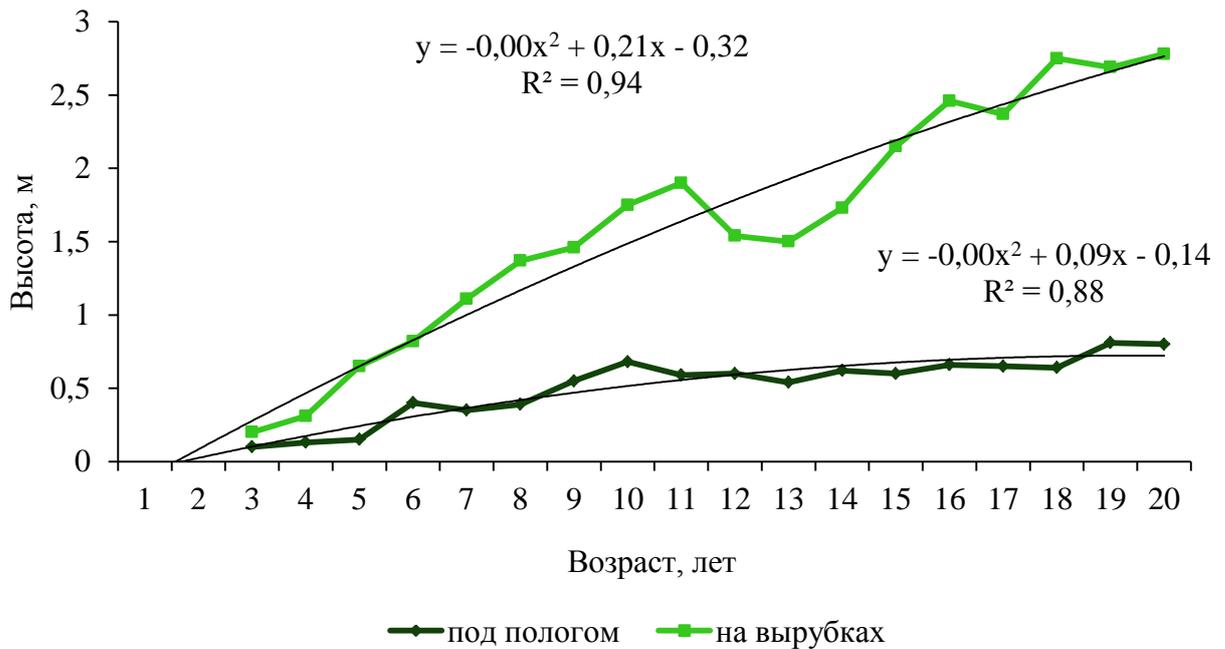
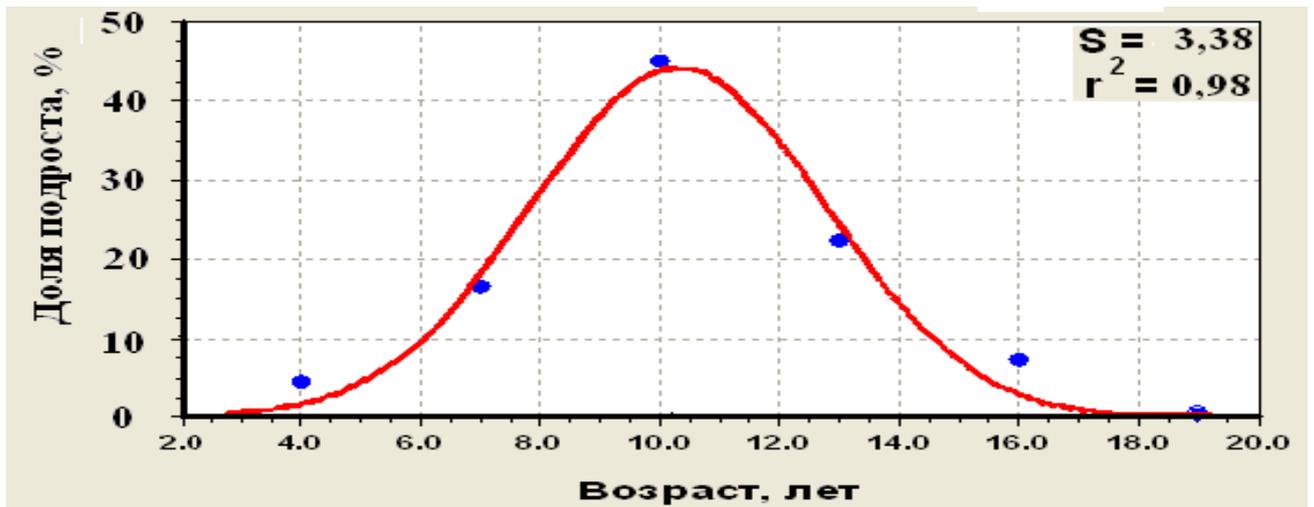


Рис. 5.4. Зависимость высоты соснового подростка от его возраста

Из графика, показанного на рис. 5.4, видно, что под пологом развитие подростка по высоте протекает более медленно, чем на вырубках. Например, высота 10-летнего соснового подростка последующей генерации на вырубке составляет 1,75 м, что в 2,5 раза больше, чем высота подростка аналогичного возраста под пологом – всего 0,68 м. Подрост последующей генерации на вырубках (возраст до 10-11 лет) развивается гармонично. При этом характерной особенностью подростка предварительной генерации (12 лет и старше) является неравномерность годовых приростов по высоте, что можно связать с длительным пребыванием в угнетённом состоянии под пологом древостоя. Так, 12-14-летний подрост данной категории оказался ниже 10-летнего подростка, появившегося непосредственно на вырубке. Однако, подрост предварительной генерации, выживший в условиях рубки, постепенно приспособился к новым условиям и в 20-летнем возрасте уже имел высоту (2,78 м) в 3,5 раза превосходящую высоту подростка того же возраста, оставшегося под пологом (0,8 м). Всё это ещё раз подтверждает, что под пологом создаются неблагоприятные условия для развития соснового подростка.

На рис. 5.5 показано распределение соснового подростка по возрасту:



### 5.5. Возрастная структура соснового подростка на вырубке

Анализ возрастной структуры соснового подростка (рис. 5.5) показал, что при 11-летней давности рубки его распределение по возрасту весьма неоднородно. Наибольшая численность наблюдается у подростка, который появился в течение года после рубки. С увеличением давности рубки накопление подростка на вырубках постепенно стихло; это стало заметно по прошествии трёх лет с момента освоения лесонасаждения – число всходов сосны уменьшилось, возрос процент отпада мелкого подростка. При этом выявлено, что чем меньше был возраст подпологового подростка, тем легче было его сохранить во время рубки, и тем успешнее прошла его адаптация к условиям вырубки: лучшая выживаемость оказалась у подростка, возраст которого на момент рубки не превышал 5 лет.

На рис. 5.6 приведено распределение соснового подростка по категориям жизненного состояния:

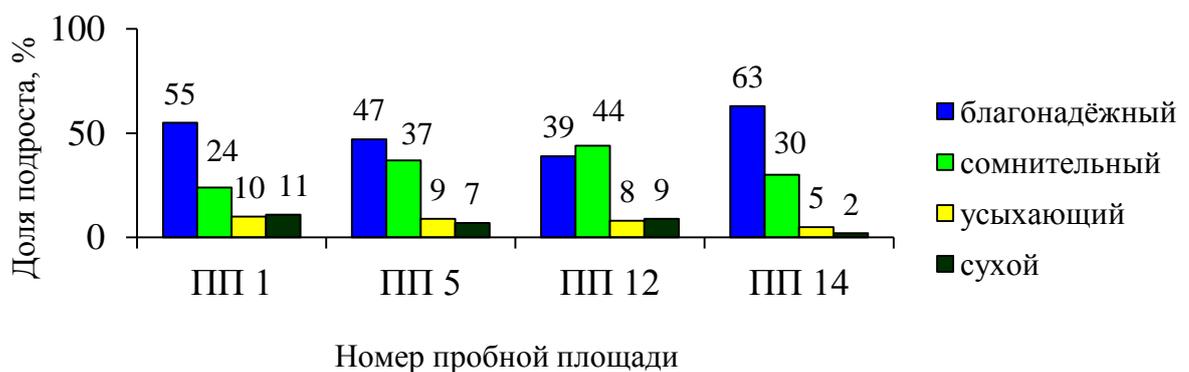


Рис. 5.6. Распределение соснового подростка по категориям состояния

Анализ жизненного состояния соснового подростка показал, что на всех пробных площадях, кроме ПП 12, преобладает благонадёжный подрост. При этом доля усыхающего подростка на вырубках сосняков бруснично-зеленомошных составляет 5-10 %. В процентном соотношении больше всего сухого подростка оказалось на ПП 1 – 11 %. Здесь, в отличие от других пробных площадей, основной причиной перехода подростка в данную категорию жизненного состояния стало не отмирание по естественным причинам, а огневые повреждения, полученные подростом в год, предшествующий повторному обследованию вырубки.

В табл. 5.3 приведён расчёт индексов жизненного состояния ценопопуляций соснового подростка на вырубках:

Таблица 5.3

## Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подростка

Номер ПП	Расчёт индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подростка (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 1	$L = (100 \cdot 3,36 + 70 \cdot 1,46 + 10 \cdot 0,54) / (5,43 + 0,59) = 73,7$	ослабленная
ПП 5	$L = (100 \cdot 6,75 + 70 \cdot 5,31 + 10 \cdot 1,23) / (13,64 + 0,96) = 72,5$	ослабленная
ПП 12	$L = (100 \cdot 6,64 + 70 \cdot 7,49 + 10 \cdot 1,36) / (15,49 + 1,53) = 70,6$	ослабленная
ПП 14	$L = (100 \cdot 2,64 + 70 \cdot 1,26 + 10 \cdot 0,21) / (4,1 + 0,08) = 84,8$	здоровая

Оценка жизненного состояния соснового подростка на вырубках показала, что только на ПП 14 его ценопопуляция признана здоровой. На ПП 12 и ПП 14 ценопопуляции признаны ослабленными – здесь на качество подростка негативно повлияла загущенность вырубок. Жизненное состояние ценопопуляции соснового подростка на ПП 1 ослабил прошедший пожар.

## 5.2. Возобновление на вырубках разнотравных сосняков

Данные первичного учёта естественного возобновления на пятилетних вырубках разнотравных сосняков приведены в таблице 5.4:

Таблица 5.4

Возобновление на вырубках разнотравных сосняков, тыс. шт./га

№ ПП	Порода	Всходы (1-2 года)	Самосев и подрост по группам высот				В пересчёте на крупный
			мелкий (до 0,5 м)	средний (0,6-1,5 м)	крупный (выше 1,5 м)	всего	
ПП 6	С	-	0,04	1,03	1,32	2,39	2,16
	Л	-	-	0,56	0,23	0,79	0,67
	Е	-	-	0,001	-	0,001	0,001
	Б	-	-	0,09	0,06	0,15	0,13
	Ос	0,98	0,32	1,54	2,99	4,85	4,38
	всего подроста:						7,341
ПП 10	С	0,12	0,42	1,86	2,43	4,71	4,12
	Е	-	-	0,07	0,04	1,1	0,09
	Б	0,43	0,22	0,54	1,95	2,71	2,49
	Ос	3,2	2,94	0,14	-	3,08	1,58
	всего подроста:						8,28
ПП 13	С	-	0,02	0,68	1,13	1,83	1,68
	Б	-	0,02	0,29	0,55	0,86	0,79
	Ос	2,1	0,04	3,12	3,70	6,86	6,21
	всего подроста:						8,68

Сравнительные данные учётов подроста на вырубках разнотравных сосняков приведены в табл. 5.5:

Таблица 5.5

Динамика численности соснового подроста на вырубках

Номер пробной площади	Год учёта	Давность рубки, лет	Состав подроста, %	Численность всходов сосны, тыс. шт./га	Численность соснового подроста, тыс. шт./га		Коэффициент встречаемости соснового подроста, %
					предварительной генерации	последующей генерации	
ПП 6	2011	5	64Ос28С8Л+Б	-	0,43	1,73	30
	2016	10	89Ос8С3Л+Б	-	0,38	0,94	30
ПП 10	2011	6	48С34Б18Ос	0,12	2,14	1,98	50
	2016	11	42С31Б27Ос	-	2,13	1,52	40
ПП 13	2011	5	67Ос19С14Б	-	1,11	0,57	40
	2016	10	71Ос16Б13С	-	0,9	0,45	30

Как видно из табл. 5.5, состав подроста неоднороден, а всходы сосны обыкновенной на вырубках к моменту повторного учёта полностью отсутствуют.

Характерной особенностью возобновления вырубок разнотравных сосняков является неравномерность размещения соснового подроста по площади – встречаемость составляет всего 30-50 %. При этом групповое расположение подроста предварительной генерации на вырубках обусловлено тем, что лесозаготовителям во время рубки было легче сохранить куртины подроста, приуроченные к подпологовым окнам, чем одиночно стоящие экземпляры. Повторное обследование вырубок показало: при групповом размещении подроста процент его сохранности оказался выше, чем при одиночном. Это можно связать с тем, что подросту, оказавшемуся в группе было легче справиться с интенсивным влиянием светового излучения, ветрами и периодическими заморозками.

На рис. 5.7 показано соотношение соснового подроста в зависимости от времени его происхождения – до или после сплошной рубки:

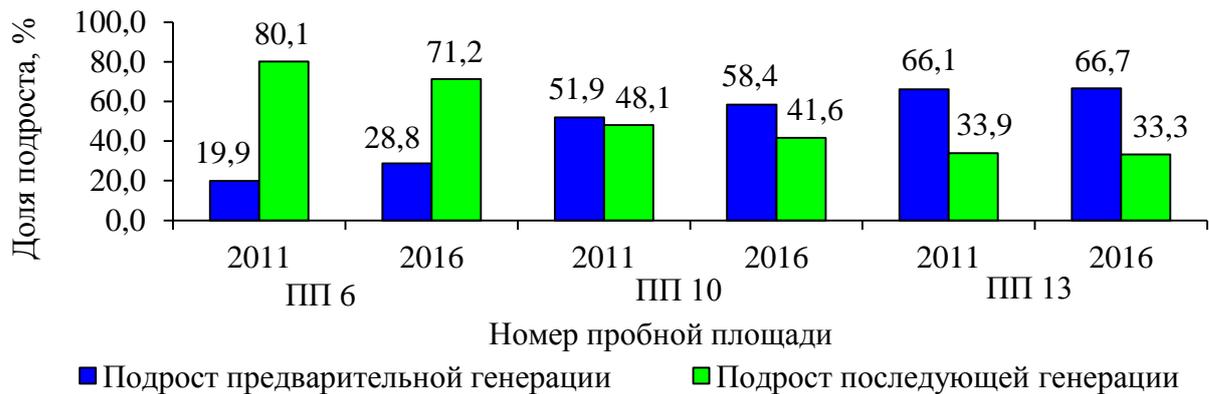


Рис. 5.7. Соотношение соснового подроста предварительной и последующей генерации на вырубках сосняков разнотравных

При анализе данных рис. 5.7 можно сделать вывод о том, что сосновый подрост последующей генерации преобладает только на ПП 6. В основном он приурочен к минерализованным участкам вырубки. На ПП 10 и ПП 13 доля подроста, сохранённого во время рубки, выше доли подроста, появившегося непосредственно на вырубке. При этом за пятилетний период между учётами на всех исследуемых пробных площадях выявлено снижение доли подроста последующей генерации. Этот факт можно связать с тем, что более крупному

сосновому подросту предварительной генерации было легче конкурировать с многочисленной лиственной порослью и развитым травянистым покровом.

Учитывая сложность появления всходов и затруднённые условия для выживания самосева сосны обыкновенной, можно сделать вывод: успешное возобновление вырубок разнотравных сосняков в районе исследования невозможно без достаточного количества сохранённого подроста. Для повышения численности жизнеспособного подроста под пологом отводимого в рубку насаждения можно рекомендовать заранее проводить лесоводственные уходы с целью его накопления. Также необходимо непосредственно перед выделением древостоя в сплошную рубку проводить тщательный учёт подроста под его пологом, определять характер его размещения, и уже на основе полученных результатов выбирать способ и технологию рубки, направленные на сохранение как можно большего числа подроста. Все это должно позволить в дальнейшем избежать необоснованных затрат на лесоводственные уходы и не допустить перехода исходного статуса насаждения в менее ценное с хозяйственной точки зрения.

Сосновый подрост последующей генерации размещён на вырубках ещё более неравномерно – встречаемость 20-30 %. Это связано с тем, что возможность появления всходов существовала только в первые два года после удаления материнского древостоя и то только на участках, подвергшихся во время рубки минерализации почвенного слоя.

На рис. 5.8 дано распределение подроста по крупности:

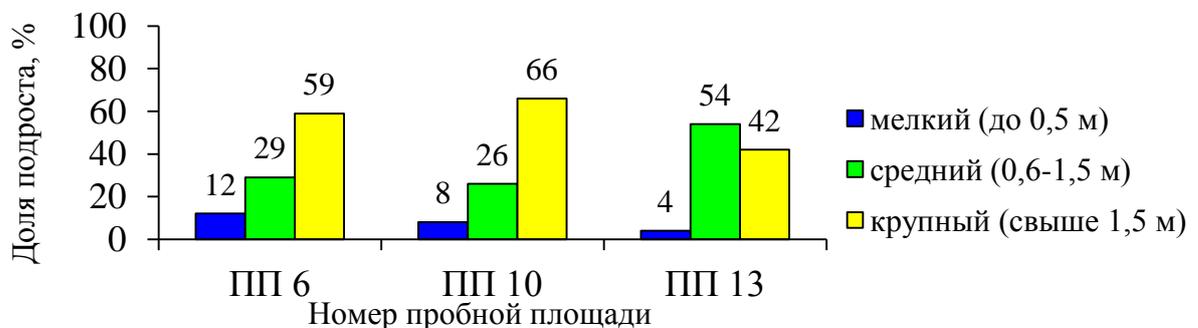


Рис. 5.8. Распределение соснового подроста по категориям крупности

Анализ рис. 5.8. показывает, что к возрасту рубки 10-11 лет на ПП 6 и ПП 10 преобладает подрост высотой свыше 1,5 м, на ПП 13 доля такого подроста также довольно велика – 42 % или 570 шт./га. Доля мелкого подроста не превышает 4-12 %. Зависимость высоты подроста от его возраста под пологом и на вырубках приведена на рис. 5.9:

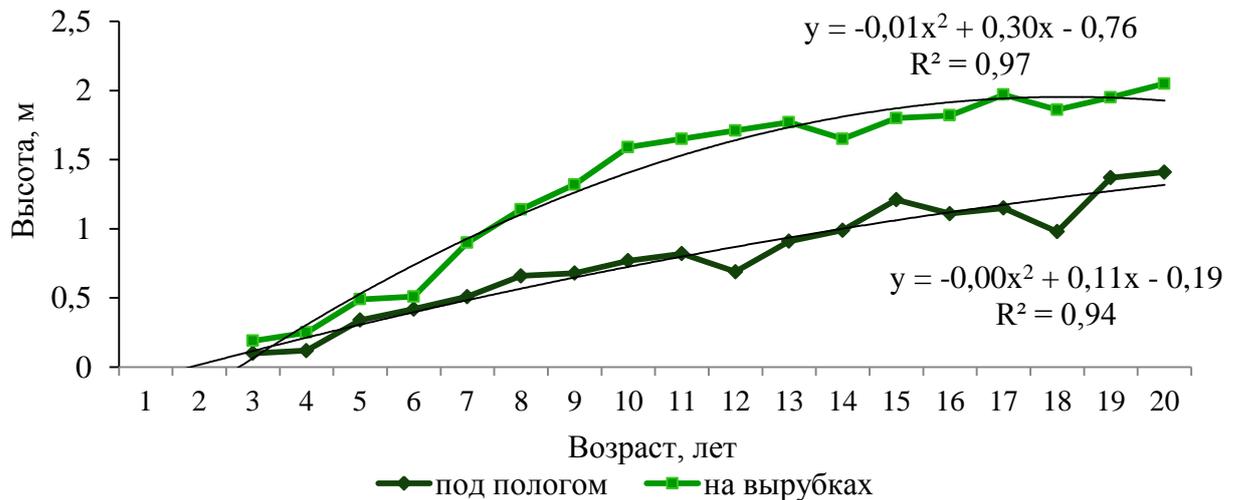
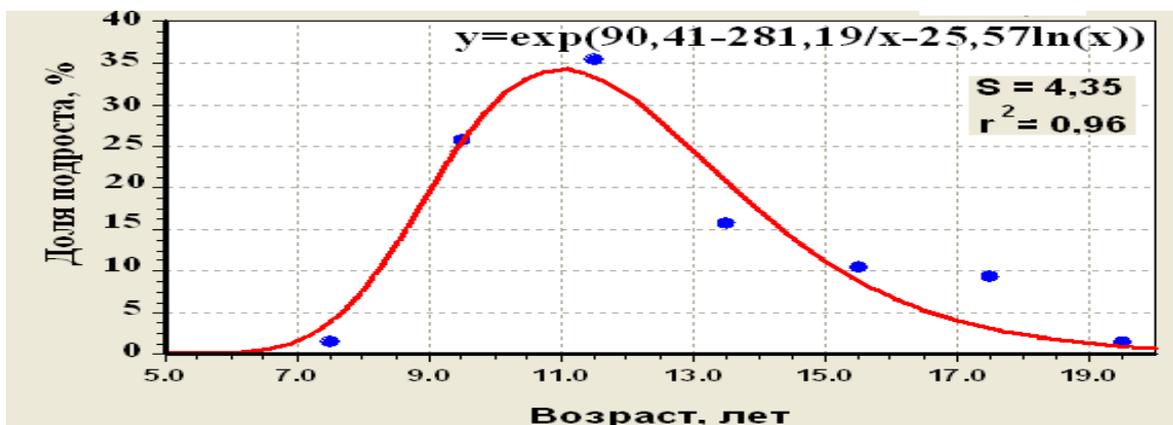


Рис. 5.9. Зависимость высоты соснового подроста от его возраста

Из графика, показанного на рис. 5.9, видно, что развитие соснового подроста по высоте как под пологом, так и на вырубках разнотравных сосняков протекает относительно равномерно. В данных лесорастительных условиях отмечена наименьшая разница между высотами подроста одинакового возраста произрастающего в условиях вырубок и под пологом материнского древостоя – в среднем на 50-60 %. На рис. 5.10 показано распределение соснового подроста на вырубках разнотравных сосняков по возрасту:



5.10. Возрастная структура соснового подроста на вырубке

Анализ возрастной структуры соснового подростка (рис. 5.10) показал, что при 11-летней давности рубки его распределение по возрасту неоднородно. При этом наибольшая численность наблюдается у подростка, который появился в течение года после рубки преимущественно на минерализованных участках. На третий год после рубки из-за задернения её площади травами появление всходов практически свелось к нулю. При этом выявлено, что среди сохранённого подростка предварительной генерации меньше всего встречается особей 11-13-летнего возраста, которым на момент рубки должно было быть один-три года. Теоретически, из-за небольшой высоты представителей данной возрастной категории было бы легче не повредить во время лесосечных работ. Но их отсутствие на вырубках может говорить о том, что к моменту рубки под пологом материнских древостоев сосновых всходов и самосева практически не наблюдалось из-за складывающихся там неблагоприятных условий для прорастания семян и развития всходов.

На рис. 5.11 приведено распределение соснового подростка по категориям жизненного состояния:

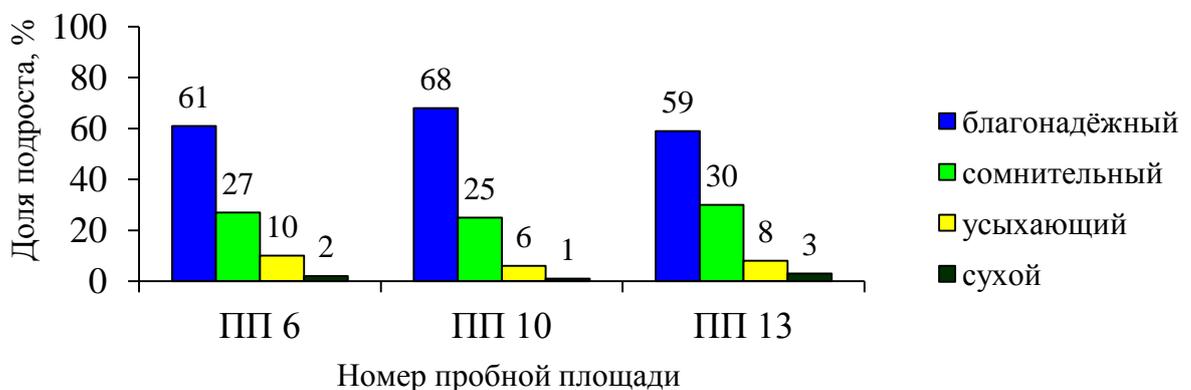


Рис. 5.11. Распределение соснового подростка по категориям состояния

Анализ состояния подростка показал, что на всех пробных площадях преобладает благонадёжный подрост. При этом следует отметить, что абсолютное большинство представителей крупного подростка было отнесено именно к данной категории жизненного состояния. Невелико оказалось количество усыхающего (6-10 %) и сухого (1-3 %) подростка.

В табл. 5.6 приведён расчёт индексов жизненного состояния ценопопуляций подроста на вырубках:

Таблица 5.6

## Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подроста

Номер ПП	Расчёт индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подроста (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 6	$L = (100*0,83+70*0,35+10*0,14)/(1,32+0,03) = 80,7$	здоровая
ПП 10	$L = (100*2,51+70*0,92+10*0,22)/(3,65+0,04) = 86,1$	
ПП 13	$L = (100*0,82+70*0,42+10*0,11)/(1,35+0,04) = 80,9$	

Ценопопуляции соснового подроста на всех пробных площадях были признаны здоровыми. Однако, учитывая неравномерное размещение подроста, для успешного возобновления вырубок его количества недостаточно: на ПП 6 (1,32 тыс. шт./га) и на ПП 13 (1,35 тыс. шт./га) возобновление по густоте признано редким, а на ПП 10 (3,65 тыс. шт./га) – средней густоты. К тому же при первичном обследовании вырубок разнотравных сосняков было отмечено интенсивное затягивание их площади осиной и берёзой повислой. Ко времени повторного обследования ситуация ещё больше усугубилась. И это произошло не только из-за возросшей численности лиственного подроста, но и из-за значительного его опережения хвойных в росте – на всех исследуемых вырубках разнотравных сосняков сформировался верхний ярус из более крупного лиственного подроста. При этом практически весь сосновый подрост оказался под плотным пологом. На рис. 5.12 показано соотношение хвойного и лиственного подроста на вырубках:

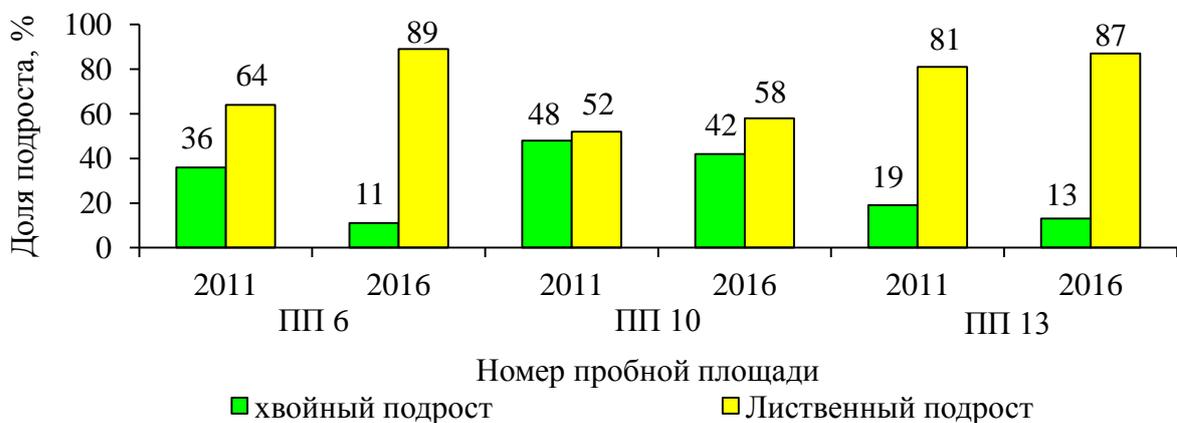


Рис. 5.12. Соотношение хвойного и лиственного подроста

Анализ породного состава подроста показал, что возобновление вырубок разнотравных сосняков идёт через смену пород. На рис. 5.13 показан участок вырубки разнотравного сосняка (ПП 13), на котором можно увидеть оставленную полосу семенных деревьев и сосново-осиновую куртину подроста предварительной генерации. Вырубка затянута злаковыми травами, подрост последующей генерации встречается редко, всходы сосны полностью отсутствуют (давность рубки – 5 лет):



Рис. 5.13. Вырубка сосняка разнотравного (ПП 13)

Однако то, что на вырубках сосновый подрост предварительной генерации в своём большинстве благонадёжен, позволяет рекомендовать лесозаготовителям строго соблюдать меры, обеспечивающие достаточную его сохранность во время рубки. Помимо этого в последствие необходимо проводить на вырубках уход с целью удаления лиственного подроста и обеспечения комфортных условий для дальнейшего роста подроста хвойных пород.

### **5.3. Возобновление на вырубках лишайниковых сосняков**

Исследование вырубок лишайниковых сосняков показало, что процессы естественного возобновления на них протекают достаточно успешно. В табл. 5.7 представлены данные первичного учёта подроста:

Таблица 5.7

Возобновление на вырубках лишайниковых сосняков, тыс. шт./га

№ ПП	Порода	Всходы (1-2 года)	Самосев и подрост по группам высот				В пересчёте на крупный
			мелкий (до 0,5 м)	средний (0,6-1,5 м)	крупный (выше 1,5 м)	всего	
ПП 4	С	4,23	4,28	3,30	1,62	9,20	6,40
	Л	-	0,96	0,24	0,018	1,218	0,69
	всего подроста:						7,09
ПП 7	С	6,64	4,88	3,8	1,4	10,08	6,88
	Л	-	-	-	0,002	0,002	0,002
	Б	-	0,132	0,08	0,18	0,392	0,31
	всего подроста:						7,192
ПП 9	С	1,54	0,08	1,925	2,71	4,715	4,29
	всего подроста:						4,29

Анализ данных табл. 5.7 показал, что естественное возобновление на вырубках сосняков лишайниковых представлено преимущественно сосной обыкновенной. Сравнительные данные учёта подроста приведены в табл. 5.8:

Таблица 5.8

Динамика численности соснового подроста на вырубках

Номер пробной площади	Год учёта	Давность рубки, лет	Состав подроста, %	Численность всходов сосны, тыс. шт./га	Численность соснового подроста, тыс. шт./га		Коэффициент встречаемости соснового подроста, %
					предварительной генерации	последующей генерации	
ПП 4	2011	6	9С1Л	4,23	0,76	5,64	90
	2016	11	10С+Л	1,21	0,39	10,46	100
ПП 7	2011	5	10С+Б	6,64	0,33	6,55	100
	2016	10	10С+Б	0,83	0,29	11,83	100
ПП 9	2011	5	10С	1,54	1,12	3,17	80
	2016	10	10С	1,02	0,51	5,22	90

Из табл. 5.8 видно, что к моменту повторного учёта, когда давность рубки составляла 10-11 лет, естественное возобновление по густоте можно было оценить следующим образом: на пробных площадях ПП 4 и ПП 7 – густое, на пробной площади ПП 9 – средней густоты. Следует также

отметить, что на всех исследуемых вырубках как при первичном, так и при повторном учётах были обнаружены всходы сосны обыкновенной. Всходы других древесных пород отсутствовали. По породному составу подростка на вырубках лишайниковых сосняков можно сделать вывод: доля лиственных пород весьма незначительна или он и вовсе отсутствует, что может свидетельствовать о малой вероятности смены пород в будущем.

При учёте подростка было обнаружено, что на всех вырубках преобладает подрост последующей генерации (рис. 5.14):

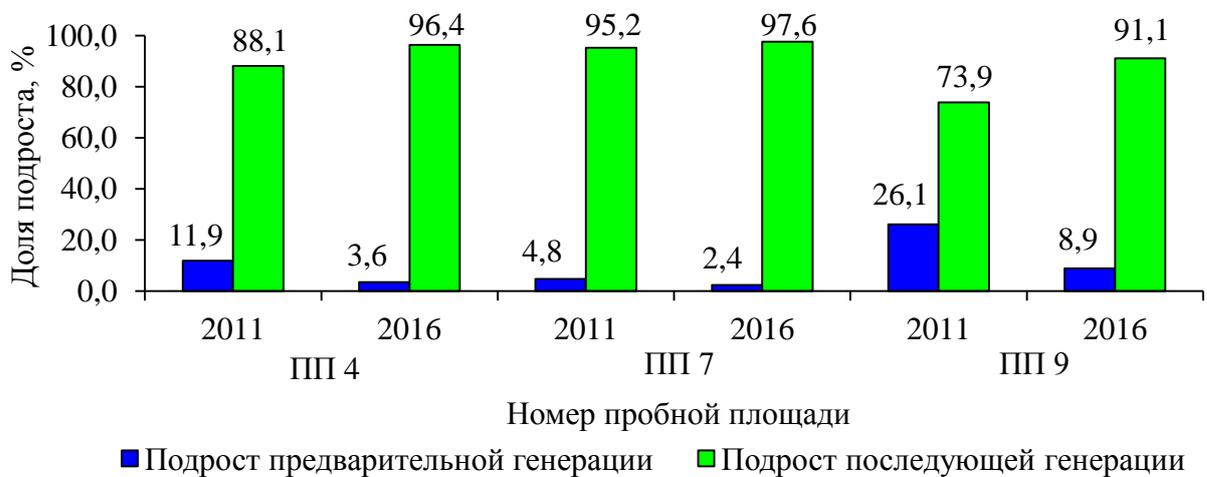


Рис. 5.14. Соотношение соснового подростка предварительной и последующей генерации на вырубках сосняков лишайниковых

Невысокая численность подростка сосны предварительной генерации и постепенное снижение его доли в составе подростка связаны с тем, что его качество непосредственно после рубки было довольно низким. Это привело к тому, что многие представители подростка, имеющие заниженные жизненные показатели из-за длительного угнетения под пологом или получившие механические повреждения во время рубки, оказались не способны справиться с новыми условиями среды – они постепенно отмирают и выпадают из учёта. Подрост же последующей генерации даже к 10-11 году после рубки продолжает накапливаться. На рис. 5.15 приведено изображение подростка предварительной генерации на вырубках сосняков лишайниковых:

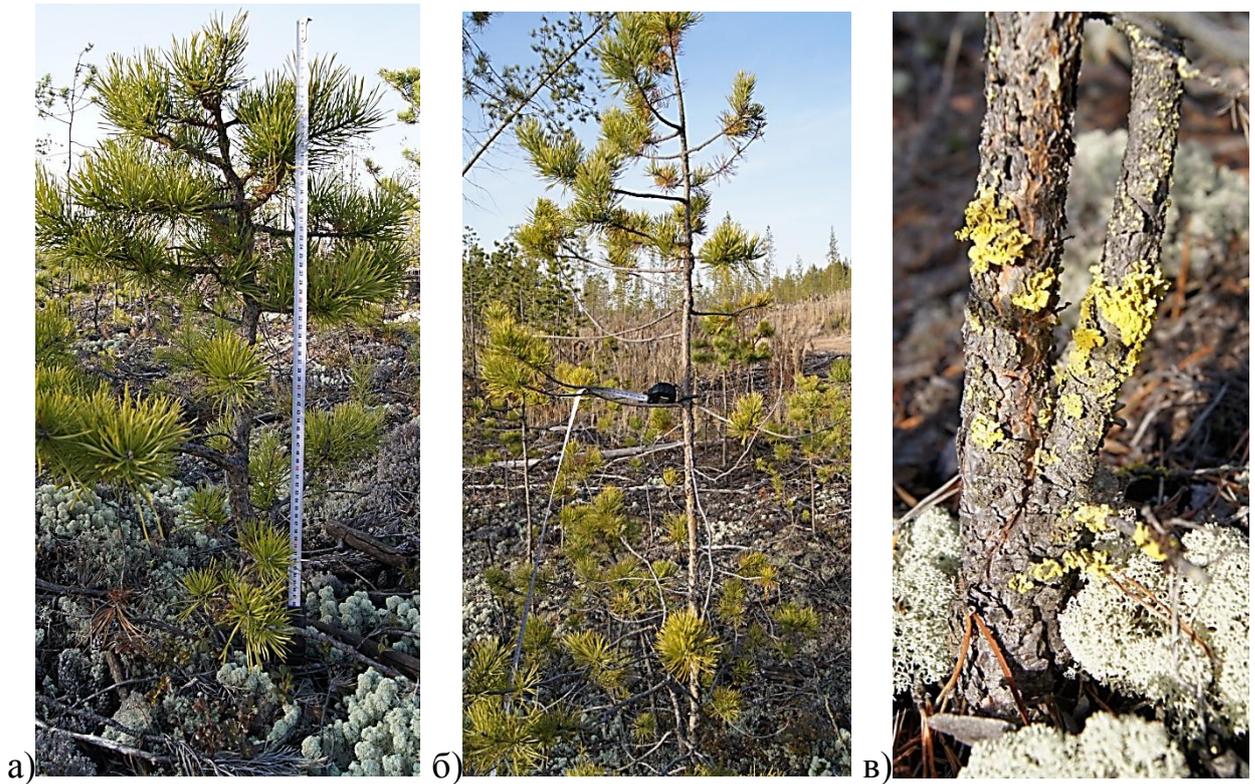


Рис. 5.15. Подрост сосны обыкновенной предварительной генерации

а) – пробная площадь ПП 7; б) – пробная площадь ПП 4;

в) – вильпицида сосновая (*Vulpicida pinastri*) на стволиках подростa

На рис. 5.15а показан сосновый подрост, отнесённый к категории сомнительного: в возрасте 24 лет при высоте 0,69 м и диаметре 2,1 см у него наблюдаются деформация ствола и кроны, а также потеря прироста. Однако, его хвоя не имеет признаков пожелтения, а верхушечная почка хорошо развита. На рис. 5.15б изображён усыхающий подрост: возраст 20 лет, высота 0,72 м, диаметр 1,3 см, флагообразная крона, хвоя только на концах ветвей, пожелтение и отмирание хвои верхней части подростa, отсутствие верхушечной почки. Наличие лишайников на стволиках великовозрастного подростa сосны предварительной генерации может говорить о том, что из-за замедленного роста кора на них плохо обновляется и практически не шелушится – лишайнику легко на них удержаться (рис. 5.15в).

На волоках и погрузочных площадках подрост предварительной генерации отсутствует полностью, довольно редко он встречается и в 5-метровой зоне вблизи волоков. Большая часть соснового подростa предварительной генерации

при первичном учёте была отнесена по высоте к категориям среднего и мелкого, а при повторном – к категории среднего. Крупные экземпляры встречались единично, и именно они чаще всего имели признаки механических повреждений, полученных во время рубки – слом вершины, обдир коры и веток, вертикальный наклон ствола. При этом была отмечена следующая особенность: точка слома ствола крупного подроста чаще располагалась в его нижней части, а сам он постепенно переходил в категорию сухого. Более мелкий подрост чаще получал повреждения в своей верхней части, что позволило ему со временем заменить сломанную вершину боковым побегом и перейти в категорию благонадёжного. Из-за естественного отпада к моменту повторного учёта численность подроста предварительной генерации снизилась в среднем на 20 %. Механические повреждения у подроста последующей генерации имеют иную природу происхождения: они, в основном, нанесены животными, питающимися молодыми побегами или корой.

Обнаружено, что в своём большинстве подрост, появившийся непосредственно на вырубке, относится к категории благонадёжного, он достаточно равномерно распределён по площади вырубок лишайниковых сосняков. И если при давности рубки 5-6 лет подрост последующей генерации высотой 1,5 м и выше на вырубках не наблюдалось, то к моменту повторного учёта его численность достигла 10-13 % от общего количества подроста.

Распределение на вырубках лишайниковых сосняков соснового подроста по категориям крупности показано на рис. 5.16, а на рис. 5.17 приведено его распределение по категориям жизненного состояния:

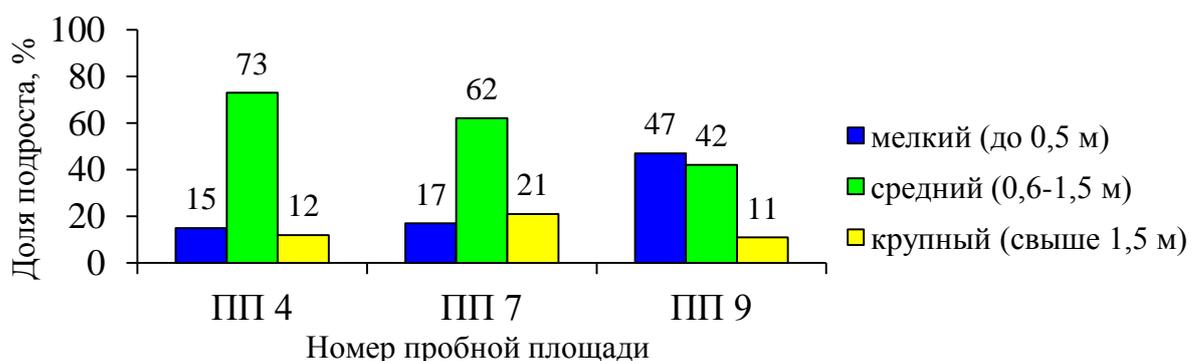


Рис. 5.16. Распределение соснового подроста по категориям крупности

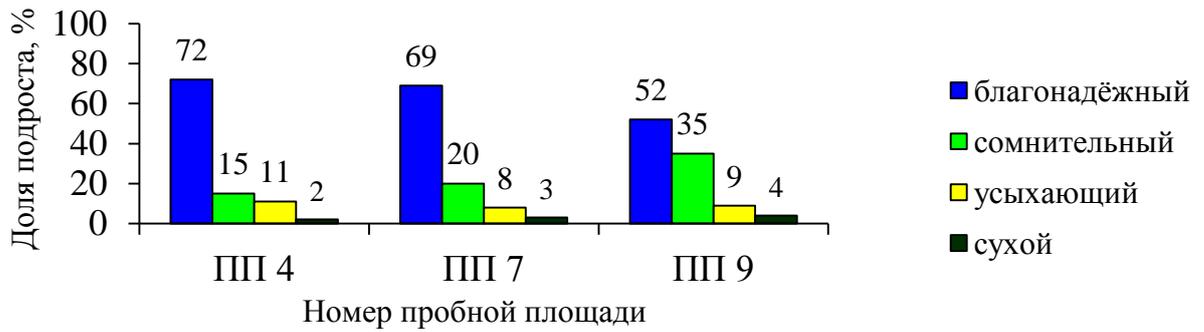


Рис. 5.17. Распределение соснового подроста по категориям состояния

Сосновый подрост на ПП 9 отличается от подроста на ПП 4 и ПП 7: только половину его представителей можно назвать благонадёжными. К тому же на данной пробной площади даже на 10 год после рубки преобладает мелкий подрост. Все это можно связать с тем, что во время обследования ПП 9 были выявлены серьёзные нарушения лесоводственных требований к проведению лесосечных работ, выполняемых с соблюдением мер содействия естественному возобновлению: сильная степень захламлённости вырубki (более 70 %), оставление деревьев IV-V классов Крафта в качестве семенных, многочисленные механические повреждения молодняка и подроста, а также при заведомом отсутствии благонадёжного подроста сохранение неблагонадёжного подроста в качестве основы для будущего поколения леса (рис. 5.18):



Рис. 5.18. Вырубка сосняка лишайникового (ПП 9)

Освидетельствование данной вырубki на предмет исполнения Правил рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири [120] повлекло за собой применение штрафных санкций к лесозаготовителю. Однако, несмотря на многочисленные неизмельчённые порубочные остатки, которые мешают развиваться всходам и подросту, и обсеменение вырубki исключительно от стен леса, естественное заращивание ПП 9 протекает вполне успешно – при повторном учёте на долю подроста последующей генерации приходилось 91,1 % от всего соснового подроста, что составило 5,22 тыс. шт./га при коэффициенте встречаемости 90 %.

Зависимость высоты подроста от его возраста под пологом и на вырубках лишайниковых сосняков приведена на рис. 5.19:

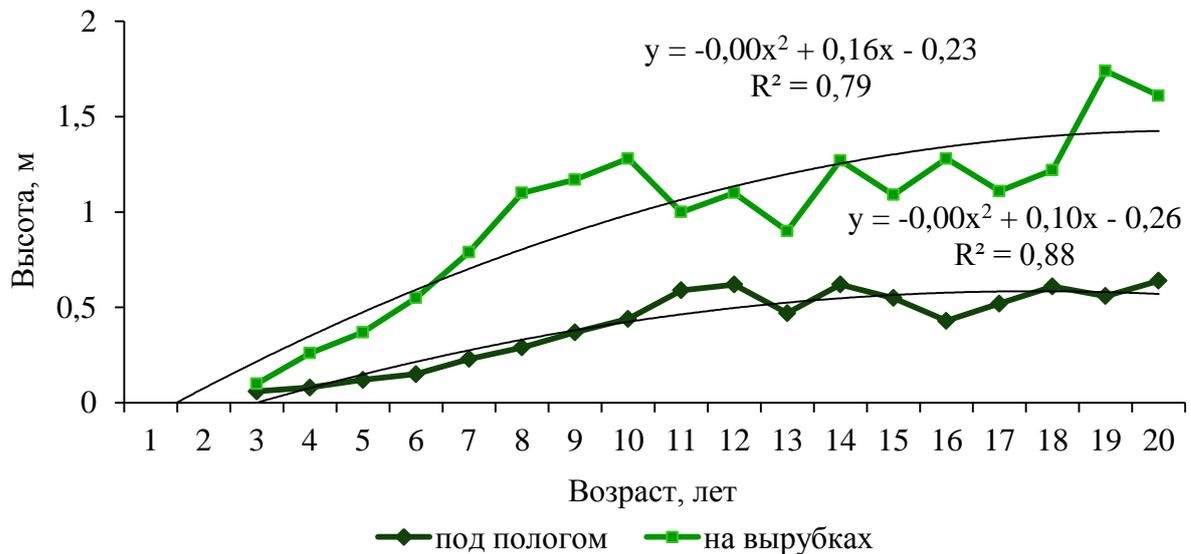
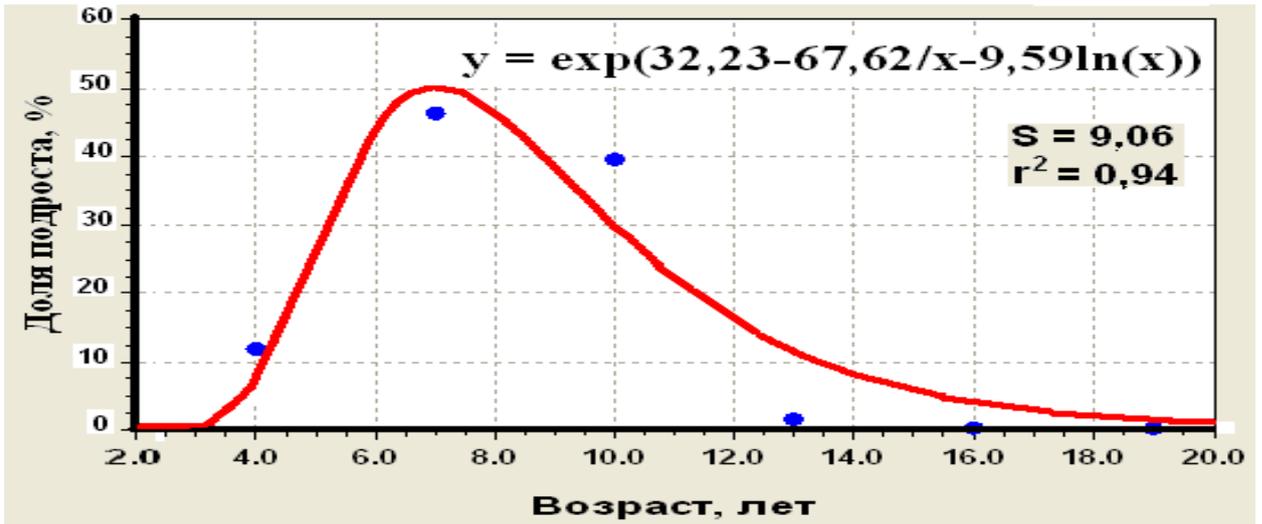


Рис. 5.19. Зависимость высоты соснового подроста от его возраста

Из графика, показанного на рис. 5.19, видно, что наиболее гармоничное развитие подроста под пологом идёт до 12-летнего возраста. Затем его рост в высоту практически прекращается, а большая часть особей выпадает из категории благонадёжного. На вырубках подрост последующей генерации (возраст до 10 лет) отличается прогрессирующим приростом по высоте, чего нельзя сказать о подросте предварительной генерации, который из-за длительного угнетения под пологом материнского древостоя развивается по высоте неравномерно.

На рис. 5.20 показано распределение соснового подроста по возрасту:



### 5.20. Возрастная структура соснового подростка на вырубке

Анализ возрастной структуры соснового подростка (рис. 5.20) показал, что при 10-летней давности рубки его распределение по возрасту неоднородно. Наибольшая численность наблюдается у 7-9-летнего подростка, который появился в течение первых трёх лет после проведения сплошной рубки. При этом отмечено, что с увеличением давности рубки накопление подростка снизилось, но не прекратилось. Низкое качество подростка предварительной генерации не позволило какой-либо из его возрастных категорий занять лидирующее положение: количество подростка всех возрастов стабильно низкое – до 70 шт./га.

На основании количественных данных распределения подростка по категориям состояния по данным повторного учёта был произведён расчёт индексов жизненного состояния ценопопуляций соснового подростка на исследуемых вырубках лишайниковых сосняков (табл. 5.9):

Таблица 5.9

Оценка жизненного состояния ценопопуляций соснового подростка на вырубках

Номер ПП	Расчет индекса жизненного состояния ценопопуляции соснового подростка (L), %	Оценка ценопопуляции
ПП 4	$L = (100 \cdot 7,81 + 70 \cdot 1,63 + 10 \cdot 1,19) / 10,85 = 83,5$	здоровая
ПП 7	$L = (100 \cdot 8,36 + 70 \cdot 2,43 + 10 \cdot 0,97) / 12,12 = 83,8$	здоровая
ПП 9	$L = (100 \cdot 2,98 + 70 \cdot 2,0 + 10 \cdot 0,52) / 5,73 = 59,0$	ослабленная

#### 5.4. Естественное возобновление сосны обыкновенной в лесных культурах

Недостаточное исходное количество или низкая сохранность подроста во время рубки на пробных площадях ПП 2к, ПП 3к, ПП 8к и ПП 11к определили вид лесовосстановления вырубок путём создания лесных культур сосны обыкновенной. Лесные культуры, исследованные в данной работе, были созданы по единой технологии: сплошная расчистка площади вырубки от валежника и нежелательной древесной растительности; корчёвка пней или их спиливание заподлицо с землей; проведение борозд установленным на тракторе лесным плугом ПКЛ-70Д с одновременным посевом семян на дно плужных борозд и заделкой их в почву. По отчётам лесничества всхожесть семян в посевные годы составила 80-85 %.

При первичном осмотре (I) лесных культур в 2011 году их возраст составлял 5 лет, при повторном (II) в 2016 году – 10 лет. Было установлено, что лесные культуры, заложенные на вырубках сосняка бруснично-зеленомошного (ПП 2к, ПП 3к), отличаются по количественным и качественным характеристикам от культур, заложенных на вырубках сосняка разнотравного (ПП 8к, ПП 11к). Данные учётов приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10

№ пробной площади	Количество экземпляров подроста, тыс. шт./га (в числителе – всего, в знаменателе – в том числе благонадёжного)							
	Культуры сосны		Естественное возобновление					
			сосна		берёза		осина	
	I	II	I	II	I	II	I	II
2к	28,4/5,4	12,0/5,1	3,2/2,9	3,4/3,1	0,7/0,65	0,9/0,9	—/—	—/—
3к	18,2/9,7	11,1/5,2	1,1/0,8	1,2/0,9	3,2/2,7	3,0/2,8	—/—	—/—
8к	21,8/7,2	1,5/1,3	0,3/0,3	0,2/0,2	—/—	—/—	16,0/12,8	23,7/22,6
11к	6,4/4,9	—/—	—/—	—/—	1,2/1,1	0,1/0,1	—/—	—/—

Предварительное возобновление на площадях, отведенных под лесные культуры, отсутствовало полностью. Однако ко времени учёта на вырубках помимо посевов сосны обыкновенной был обнаружен и подрост естественного

происхождения, появившийся в год создания лесных культур либо несколько позже. На рис. 5.21. показано соотношение численности сосны обыкновенной, созданной посевом, и соснового подроста естественного происхождения:

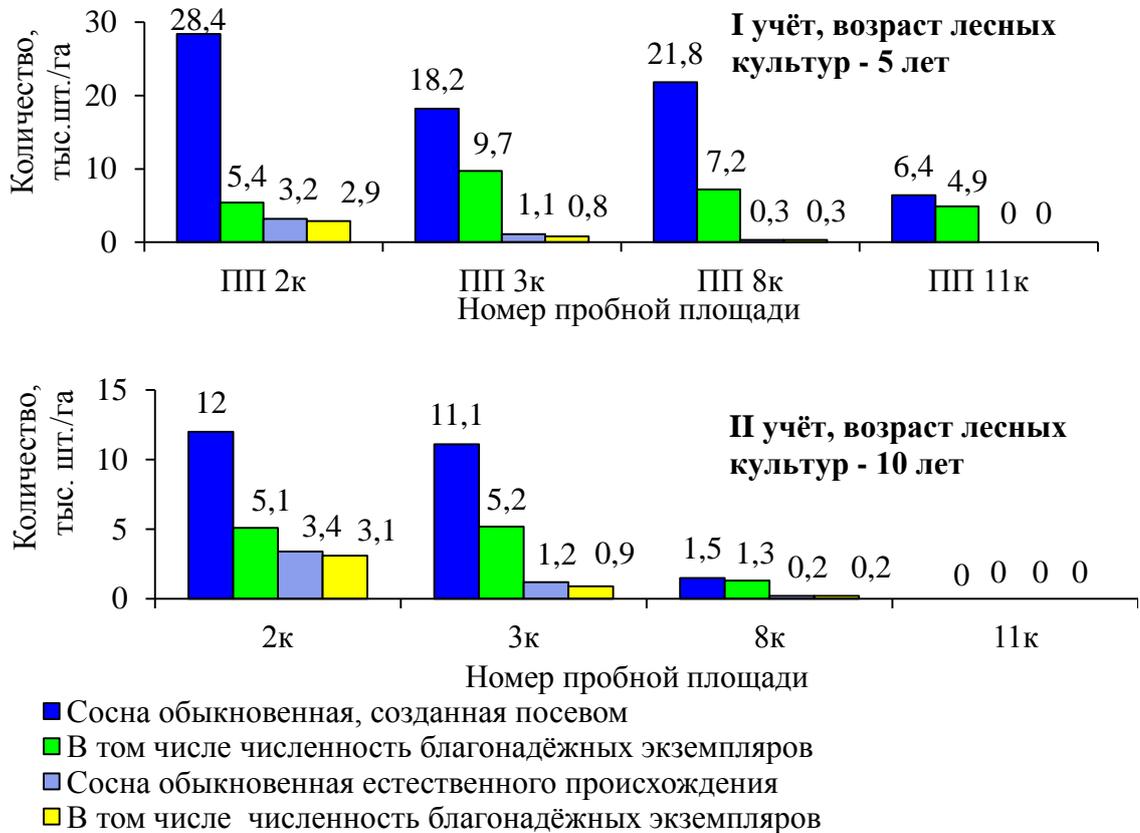


Рис. 5.21. Соотношение численности сосны обыкновенной, созданной посевом, и соснового подроста естественного происхождения

Подрост естественного происхождения появился из семян, накопленных в почве ещё под пологом материнских древостоев или занесённых на вырубку от стен леса, а также путём порослевого размножения. При этом следует отметить, что подрост лиственницы и ели в культурах встречался в очень незначительном количестве или единично, поэтому при описании естественного возобновления им было решено пренебречь.

Повторный учёт появившегося естественным путём соснового подроста показал, что в лесных культурах, созданных на рубках бруснично-зеленомошных сосняков, средний возраст подроста составляет 9 лет, а его численность была довольно велика: на ПП 3к – 3,4 тыс. шт./га при коэффициенте встречаемости 100 %; на ПП 2к – 1,2 тыс. шт./га при

встречаемости 65 %. Большая часть этого подроста появилась в год создания лесных культур и в последующий за ним год. Этому во многом способствовали минерализация поверхности вырубки во время создания лесных культур. Численность соснового подроста естественного происхождения, его довольно равномерное размещение, а так же то, что доля благонадёжного на ПП 2к составляет 91 %, а на ПП 3к – 75 % (рис. 5.21), говорят о том, что в лесных культурах, созданных на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, возобновление можно признать комбинированным.

Если говорить о лесных культурах на данных пробных площадях, то следует отметить их высокую густоту, которая обеспечила к возрасту пяти лет смыкание отдельных особей в рядах путём соприкосновения крон или проникновения одной кроны в другую. При этом средняя высота посевов превысила среднюю высоту негустого травяного яруса, что на тот момент позволило сделать вывод о хороших перспективах их роста в будущем.

Лесные культуры сосны обыкновенной на ПП 8к и ПП 11к были созданы на вырубках сосняка разнотравного. Здесь к пятилетнему возрасту заселившие территорию вырубок вейники плотно задернили почву. Выжимание травами посевов привело не только к снижению их общей численности, но и к образованию довольно ощутимых прорех в рядах. Смыкание крон произошло лишь частично, а средняя высота посевов была близка к средней высоте травяного яруса. Естественное возобновление сосны обыкновенной либо очень редкое (ПП 8к – 200 шт./га), либо отсутствует полностью (ПП 11к).

Выявлено, что на всех исследуемых площадях, занятых лесными культурами, ни агротехнический, ни лесоводственный уход не проводились, начиная с момента их посева до повторного обследования. Одним из явных признаков отсутствия должного ухода является размещение посевов «гнездами», когда из одного посевного места произрастает до 30 экземпляров подроста. С возрастом такая загущенность резко повышает внутривидовую конкуренцию между отдельными особями подроста и приводит к ухудшению их биометрических показателей. Так, если в пятилетнем возрасте большинство

экземпляров в «гнезде» можно было отнести к благонадёжным, то уже к десятилетнему возрасту, напротив, их большая часть была причислена к сомнительным, усыхающим или сухим. При этом следует отметить, что при проведении количественной оценки посевов в данном исследовании сплошному перечёту подлежали все экземпляры подроста в «гнезде», но к благонадёжным относили только одного представителя «гнезда», так называемого лидера. На рис. 5.22 показано размещение посевов «гнездами», а на рис. 5.23 приведено изображение стволиков в «гнезде»:

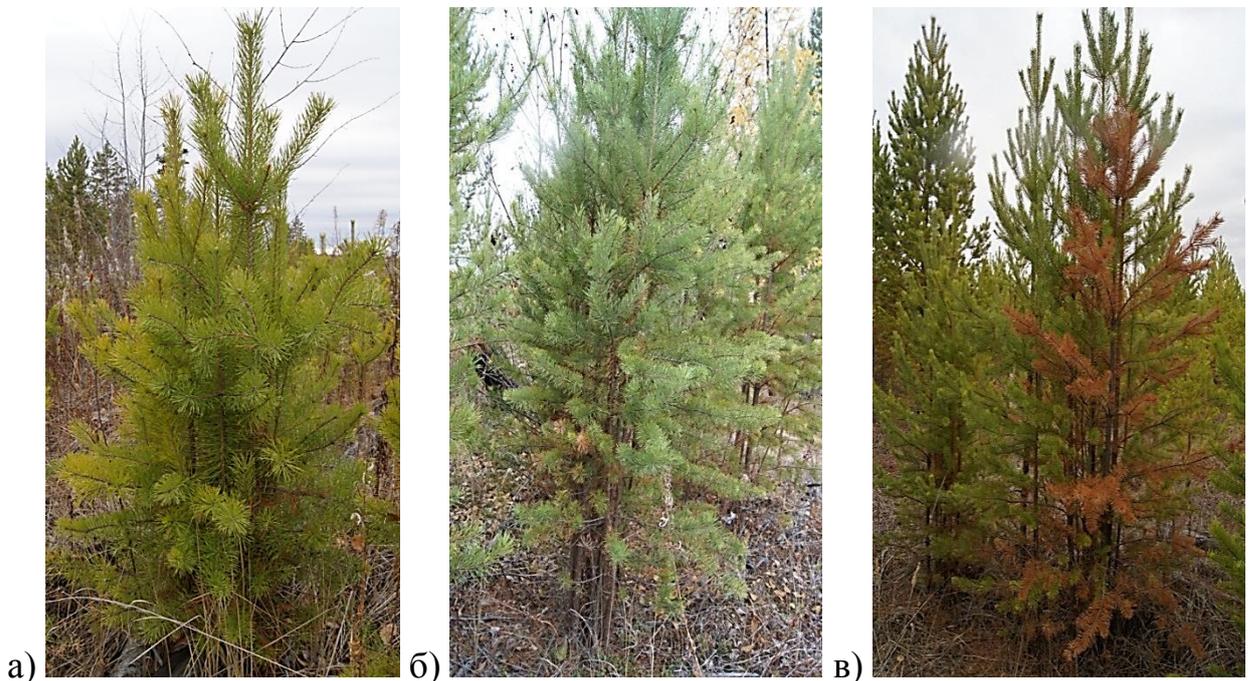


Рис. 5.22. Посевы сосны обыкновенной в «гнездах» на ПП 2к в возрасте:

а) – 6 лет; б), в) – 11 лет



Рис. 5.23. Стволики сосны обыкновенной в «гнезде»

У размещённых «гнездами» посевов сосны обыкновенной отмечены однобокость кроны, искривление ствола, раннее отмирание нижних ветвей, пожелтение хвои. Выявлено, что за 5-летний период между учётами лесных культур произошло существенное самоизреживание «гнезд»: до 50 % особей в них погибло, а около половины от выживших из-за длительного угнетения оказались сильно ослабленными. Следует отметить, что даже особи-лидеры в каждом отдельном «гнезде» существенно отстают в росте от отдельно стоящих экземпляров, что в целом снижает суммарный прирост лесных культур, а, следовательно, и их продуктивность. В табл. 5.11. приведены значения биометрических показателей 10-летних благонадёжных моделей сосны:

Таблица 5.11

Показатели жизненного состояния 10-летних моделей сосны обыкновенной

	Отдельно стоящие экземпляры, созданные посевом	Естественное возобновление	Особь-лидеры в «гнезде»
Высота, м	2,3±0,2	2,1±0,2	1,6±0,3
Диаметр, см	7,3±0,05	6,1±0,04	2,2±0,05
Текущий прирост, см	39,1±0,6	35,2±0,5	24,4±0,7
Средний прирост за три года, см	32,6±0,5	29,7±0,4	20,3±0,5
Средний прирост за пять лет, см	28,3±0,5	24,9±0,4	18,7±0,3
Отношение кроны к высоте подроста, %	>80	>80	50-70
Число ветвей в верхней мутовке, шт.	5,8±0,3	5,1±0,3	3,9±0,2
Число верхушечных почек осевого побега, шт.	5,8±0,2	5,2±0,2	4,3±0,2
Длина центральной верхушечной почки, мм	17,2±0,4	16,9±0,3	12,1±0,2
Число хвоинок на 1 см длины боковых побегов, шт.	11,1±0,3	10,2±0,2	9,8±0,2
Длина хвоинок на боковых побегах, см	6,6±0,2	6,4±0,2	4,8±0,1
Масса 100 абсолютно сухих хвоинок боковых побегов, г	0,159±0,016	0,152±0,014	0,116±0,011

Примечание: в таблице  $M \pm m$  – среднее значение показателя и его стандартное отклонение.

По данным табл. 5.11 видно, что среди одновозрастных благонадёжных моделей наиболее активным ростом и развитием отличаются отдельно стоящие экземпляры сосны обыкновенной, созданные посевом: по высоте они на 10-15 % опережают сосновый подрост естественного происхождения, а по диаметру – на 15-20 %. Лидирующие особи в «гнезде», отнесённые к категории благонадёжных, отстают в развитии по высоте от отдельно стоящих экземпляров, созданных посевом, на 25-30 %, а по диаметру – на 35-45 %.

Повторное изучение десятилетних моделей сосны обыкновенной, созданных посевом, показало, что выбранное при посеве среднее расстояние между рядами в 2-2,5 м обеспечило хорошее освещение и, соответственно, высокую энергию их роста. К этому времени на ПП 2к и ПП 3к посевы в рядах сомкнулись полностью, ряды уплотнились, слой подстилки под ними стал довольно мощным (до 4 см). Из-за усилившегося затенения началось отмирание нижних ветвей, и продолжился естественный отпад угнетённого подроста в «гнездах». Проективное покрытие живого напочвенного покрова снизилось с 90 % до 70 % за счёт появления мертвопокровных участков вблизи стволов крупного подроста, видовой состав трав обеднел, стали появляться подпологовые представители растительности. Выросшие при одиночном размещении отдельные экземпляры сосны стали касаться своими кронами посевов в соседних рядах; у самых развитых из них началось семеношение (рис 5.24):



Рис. 5.24. Ряды лесных культур на ПП 3к

Изучение лесных культур, созданных на месте сосняков разнотравных, показало, что относительно плодородные почвы данного типа леса способствовали не только обильному заселению вырубок вейниками, но и распространению лиственных пород, способных размножаться как семенами, так и корневыми отпрысками. При первичном обследовании пятилетних культур на ПП 8к было установлено, что они находились в удовлетворительном состоянии, а ряды посевов чётко прослеживались. При этом на вырубке была отмечена многочисленная осиновая поросль, отдельные экземпляры которой в шесть раз превосходили по высоте посеvy сосны обыкновенной. На рис. 5.25. представлены лесные культуры на ПП 8к в возрасте 5 лет и 10 лет:



Рис. 5.25. Лесные культуры сосны обыкновенной на ПП 8к в возрасте:

а) – 5 лет; б) – 10 лет

Повторное обследование десятилетних культур на ПП 8к показало, что сильно разветвленная корневая система осины, её способность размножаться порослью и быстрый рост позволили этой породе занять господствующее положение на всей площади вырубki (рис. 5.25б). Осиновый подрост по численности превзошёл сосновый в 17 раз – 23,7 тыс. шт./га против 1,4 тыс. шт./га. Межвидовая конкуренция с осинкой привела к существенному ухудшению качества лесных культур и значительному их изреживанию. Средняя высота осинового подростка составила 4,3 м при средней высоте посевов 1,2 м. При этом высота осиновых «лидеров» в 10-летнем возрасте доходила до 5,5 м, а диаметр – до 10,5 см (рис. 5.26):



Рис. 5.26. Осина в лесных культурах в возрасте 10 лет

Согласно Лесоустроительной инструкции [71] лесотаксационный выдел можно отнести к лесным культурам только в том случае, если в составе лесонасаждения насчитывается не менее пяти единиц древесных пород искусственного происхождения. При первичном учёте лесных культур на ПП 8к это условие соблюдалось: видовой состав подростка описывался формулой 6С4Ос (21,8 тыс. шт./га или 57,2 % – посе́вы, 0,3 тыс. шт./га или 0,8 % – подрост сосны естественного происхождения, 16,0 тыс. шт./га или 42,0 % – подрост осины). Отсутствие ухода привело к тому, что к моменту повторного учёта формула состава насаждения изменилась – 9Ос1С

(1,2 тыс. шт./га или 4,8 % – посевы, 0,2 тыс. шт./га или 0,8 % – подрост сосны естественного происхождения, 23,7 тыс. шт./га или 94,4 % – подрост осины). Для сохранения статуса «лесные культуры», предотвращения гибели оставшихся экземпляров сосны обыкновенной и повышения жизненного состояния ценопопуляции соснового подростка на ПП 8к рекомендуется полное удаление осины.

Весной, за год до проведения повторного обследования лесных культур на ПП 11к было обнаружено, что пожар, перекинувшийся от прилегающего лесного массива, полностью их уничтожил. Следует отметить, что распространению огня во многом способствовали сухая ветреная погода и наличие высокого травяного сухостоя. Уже на следующий год вырубка оказалась полностью задернена быстро распространяющейся травянистой и кустарниковой растительностью, а подрост и всходы хвойных пород на ней полностью отсутствовали (рис. 5.27):

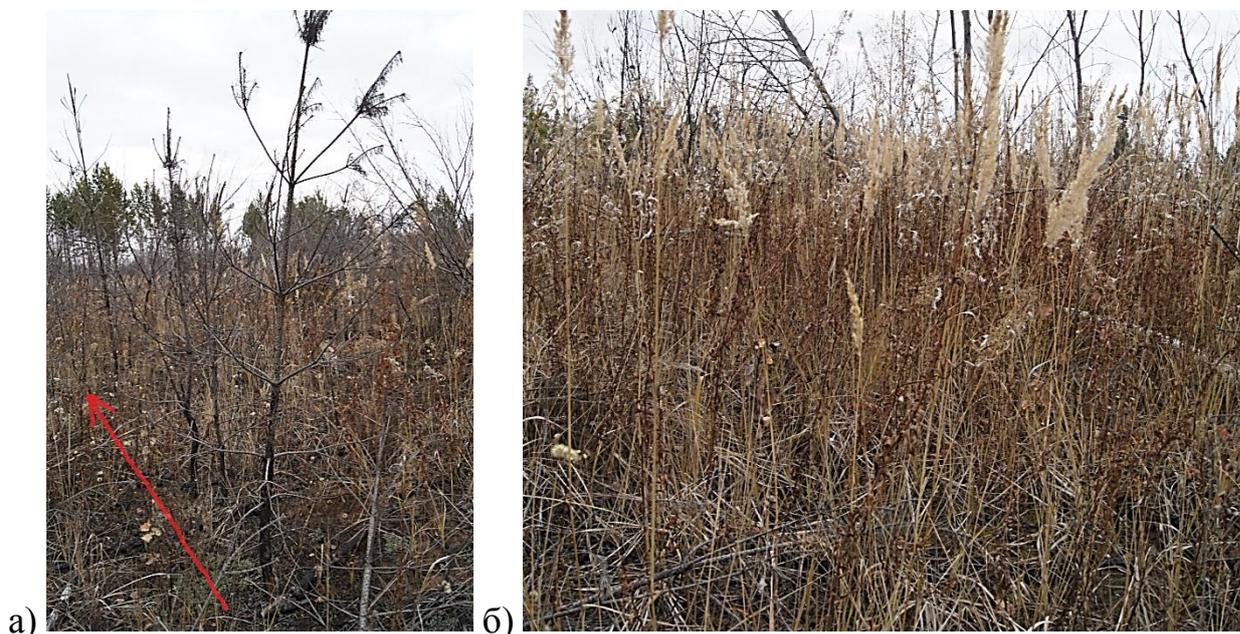


Рис. 5.27. Последствия пожара на ПП 11к:

а) – ряд погибших посевов; б) – задернение вырубке травами

Для того чтобы получить на данной вырубке хозяйственно ценное лесонасаждение и не допустить её перехода в категорию непокрытых лесом

земель, рекомендуется проведение повторных мероприятий по созданию лесных культур [72].

Обнаружено, что ещё одним негативным последствием отсутствия своевременных уходов за лесными культурами является развитие на их площади снежного шютте (возбудитель – сумчатый гриб *Phacidium infestans* Karst.), распространению которого способствуют загущенность рядов и ослабленное состояние особей, оказавшихся в «гнездах». На рис. 5.28 показан сосновый подрост, серо-пепельная хвоя нижних ветвей которого с выраженными тёмными точками апотециев говорит о его заражении:



Рис. 5.28 – Поражение соснового подроста снежным шютте

Выявлено, что размещение очагов заражения носит групповой характер. С целью предотвращения дальнейшего распространения грибка рекомендуется полное удаление повреждённого подроста.

Также, учитывая высокую всхожесть семян и достаточную жизнестойкость культур сосны обыкновенной в условиях района исследований во избежание загущенности, можно рекомендовать соблюдать нормы расхода семян в одно посевное место. Это позволит снизить не только затраты на их приобретение, но и количество уходов за лесными культурами сосны обыкновенной.

### 5.5. Рост и развитие модельного подростка сосны обыкновенной на вырубках

Результаты замеров показателей роста и развития десятилетних моделей сосны обыкновенной были систематизированы с учётом исходного типа леса и категории жизненного состояния моделей, статистически обработаны и сведены в таблицы 5.12 и 5.13, где  $M \pm m$  – среднее значение показателя и его стандартное отклонение:

Таблица 5.12

Средние значения показателей роста десятилетних моделей сосны

Высота, м	Диаметр, см	Текущий прирост, см	Средний прирост за последние три года, см	Средний прирост за последние пять лет, см	Отношение протяжённости кроны к высоте подроста, %
<b>сосняк бруснично-зеленомошный</b>					
благонадёжный подрост					
1,75±0,19	3,3±0,02	33,2±0,5	28,4±0,4	23,8±0,3	> 80
сомнительный подрост					
1,34±0,12	2,4±0,02	21,6±0,3	17,8±0,2	15,2±0,2	45-75
неблагонадёжный подрост					
1,12±0,25	1,8±0,01	8,8±0,1	10,2±0,1	11,7±0,2	< 40
<b>сосняк разнотравный</b>					
благонадёжный подрост					
1,59±0,13	3,8±0,03	27,4±0,5	23,5±0,4	20,6±0,2	> 80
сомнительный подрост					
1,22±0,14	2,6±0,02	18,1±0,3	17,8±0,2	13,0±0,2	55-70
неблагонадёжный подрост					
0,87±0,11	2,0±0,01	8,5±0,1	8,6±0,1	8,2±0,1	< 45
<b>сосняк лишайниковый</b>					
благонадёжный подрост					
1,28±0,13	2,6±0,02	19,2±0,2	17,9±0,2	16,2±0,2	> 80
сомнительный подрост					
0,97±0,11	1,9±0,02	11,3±0,1	10,6±0,1	9,8±0,1	45-65
неблагонадёжный подрост					
0,79±0,08	0,8±0,01	5,4±0,1	5,7±0,1	6,6±0,1	< 35

Анализ данных табл. 5.12 показал, что значения показателей роста моделей находятся в прямой зависимости от исходного типа

лесорастительных условий и категории жизненного состояния отдельных особей.

При этом среди десятилетних моделей всех категорий состояния наибольшими значениями показателей по высоте и приросту характеризуется подрост на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков. В данных лесорастительных условиях высота благонадёжного подроста в среднем на 15-20 % больше, чем у благонадёжного подроста на вырубках разнотравных сосняков, и на 35-45 % больше, чем на вырубках лишайниковых сосняков. При этом, если провести сравнение высот модельного подроста сосны обыкновенной отдельных категорий жизненного состояния, то во всех исследуемых типах леса высота благонадёжного подроста будет на 20-25 % больше, чем у сомнительного подроста, и на 40-45% больше, чем у усыхающего подроста.

Наименьшими значениями показателей роста характеризуется сосновый подрост на вырубках лишайниковых сосняков.

Обнаружено, при не самой большой высоте наибольший диаметр стволика и протяжённость кроны имеют модели сосны обыкновенной на вырубках разнотравных сосняков. Это можно связать с тем, что здесь более активному приросту по диаметру, а также развитию боковых ветвей кроны и хорошей охвоённости способствует относительно низкая численность подроста, в результате чего он оказывается в лучших световых и почвенно-питательных условиях и не вытягивается по высоте.

Следует также отметить, что на всех исследуемых вырубках только у усыхающего подроста пролеживается негативная тенденция развития: текущий прирост меньше прироста за последние три года, а тот, в свою очередь, меньше прироста за последние пять лет.

В табл. 5.13. приведены усредненные значения показателей, которые были выбраны для оценки жизненного состояния модельных экземпляров подроста сосны обыкновенной:

Таблица 5.13

Средние значения показателей оценки жизненного состояния подростка

Число ветвей в верхней мутовке, шт.	Длина верхнего осевого побега, см	Число верхушечных почек осевого побега, шт.	Длина центральной верхушечной почки, мм	Число хвоинок на 1 см длины боковых побегов, шт.	Длина хвоинок на боковых побегах, см	Масса 100 абсолютно сухих хвоинок боковых побегов, г
<b>сосняк бруснично-зеленомошный</b>						
благонадёжный подрост						
5,7±0,3	33,2±0,5	5,9±0,2	15,2±0,3	12,8±0,2	5,2±0,2	0,112±0,013
сомнительный подрост						
3,9±0,2	21,6±0,3	3,8±0,2	10,9±0,2	10,2±0,2	4,6±0,2	0,086±0,013
неблагонадёжный подрост						
2,1±0,1	11,7±0,2	2,5±0,1	6,4±0,1	8,7±0,1	3,0±0,1	0,061±0,012
<b>сосняк разнотравный</b>						
благонадёжный подрост						
6,5±0,2	27,4±0,5	6,9±0,3	17,3±0,4	13,4±0,3	5,9±0,2	0,144±0,014
сомнительный подрост						
4,4±0,2	18,1±0,3	4,3±0,2	11,8±0,3	11,7±0,2	4,7±0,2	0,092±0,012
неблагонадёжный подрост						
2,3±0,1	8,5±0,1	2,1±0,1	7,4±0,3	9,3±0,1	2,8±0,1	0,081±0,011
<b>сосняк лишайниковый</b>						
благонадёжный подрост						
4,9±0,2	19,2±0,2	5,2±0,2	13,5±0,3	12,1±0,2	4,7±0,2	0,102±0,012
сомнительный подрост						
3,1±0,1	11,3±0,1	3,2±0,1	9,4±0,2	10,5±0,1	3,9±0,1	0,091±0,011
неблагонадёжный подрост						
1,9±0,1	5,4±0,1	1,7±0,1	4,9±0,1	13,6±0,2	2,1±0,1	0,068±0,011

Анализ данных табл. 5.13 указывает на то, что самые высокие значения показателей относятся к вырубкам разнотравных сосняков (кроме средней длины верхнего осевого побега). Это ещё раз подтверждает более выгодные условия развития соснового подростка в данных лесорастительных условиях. Так средняя длина центральной верхушечной почки у благонадёжного подростка в среднем на 10-15 % больше, чем у подростка аналогичной категории на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, и на 20-30 % больше, чем на вырубках лишайниковых сосняков. Самые крупные почки были отмечены у

моделей благонадёжного подростка на вырубках разнотравных сосняков (до 20,2 мм), а самые мелкие – у неблагонадёжного на вырубках лишайниковых сосняков (около 3,5 мм).

Средняя длина верхнего осевого побега (средний текущий прирост) у благонадёжного подростка варьируется от 18 см в условиях вырубок сосняка лишайникового до 36,5 см сосняка бруснично-зеленомошного.

Выявлено, что между длиной верхнего осевого побега и длиной центральной верхушечной почки существует прямая зависимость. Коэффициент корреляции между этими показателями составляет 0,79, а коэффициент эффективности полученной регрессионной модели равен 25,3, что может свидетельствовать о высокой достоверности выводов.

Среднее число верхушечных почек осевого побега и среднее число ветвей в верхней мутовке увеличиваются не только от усыхающего подростка к благонадёжному, но и от более сухих бедных условий вырубок лишайниковых сосняков к более благоприятным условиям разнотравных сосняков. Это говорит о том, что между указанными показателями, типом леса и жизненным состоянием подростка есть прямая зависимость: коэффициент корреляции по числу ветвей составляет 0,85, по числу почек – 0,73.

Протяжённость кроны у благонадёжного подростка на всех исследуемых вырубках независимо от исходного типа леса составляет 80-100 %, у сомнительного – 45-75 %, у усыхающего – менее 45 %. Данным показателем легко оперировать при глазомерной оценке жизненного состояния подростка.

Установлено, что среднее число хвоинок на 1 см боковых побегов и средняя длина хвоинок также зависят от жизненного состояния подростка и исходного типа леса. У благонадёжного модельного подростка сосны обыкновенной хвоя на 40-50 % длиннее, чем у усыхающего, и живет она на 2-3 года дольше – 4-5 лет (рис. 5.29):



Рис. 5.29. Боковые побеги и хвоя соснового подростка слева направо:  
 благонадёжный, сомнительный, усыхающий

Из-за трудоёмкости определения массы 100 абсолютно сухих хвоинок (сбор, сушка, взвешивание) значения данного показателя очень сложно получить непосредственно на вырубке. Вычислив массу в камеральных условиях, можно прийти к выводу, что данный показатель также зависит от жизненного состояния подростка и исходного типа леса. Ассимиляционный аппарат оказался наиболее развит у благонадёжного подростка на вырубках разнотравных сосняков – масса 100 абсолютно сухих хвоинок составляет  $0,144 \pm 0,014$  г при том, что у сомнительного подростка она на 30-40 % ниже, а у усыхающего – на 45-55 %. Вычисление массы 100 абсолютно сухих хвоинок может служить контролем при интерпретации полученных значений показателей состояния подростка.

## Выводы

1. Естественное возобновление сосны обыкновенной на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков протекает успешно (5,4-15,2 тыс. шт./га), преимущественно за счёт подроста последующей генерации. Предпосылок для коренной смены пород на вырубках недостаточно, однако в будущем на месте вырубок возможно образование смешанных хвойно-лиственных насаждений.

2. На вырубках разнотравных сосняков численность соснового подроста довольно низка (1,3-3,7 тыс. шт./га). Успешное возобновление вырубок невозможно без сохранения достаточного количества жизнеспособного подроста сосны обыкновенной. При отсутствии ухода возобновление идёт со сменой на лиственные породы.

3. Численность подроста сосны обыкновенной на вырубках лишайниковых сосняков достаточна для успешного лесовосстановления (5,7-12,1 тыс. шт./га), которое идёт за счёт соснового подроста последующей генерации. Оснований для нежелательной смены пород на вырубках лишайниковых сосняков нет.

4. Лесные культуры сосны обыкновенной нуждаются в проведении мероприятий ухода. Возобновление в лесных культурах, созданных на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, можно признать комбинированным.

5. Наибольший прирост по высоте имеют модели соснового подроста на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, а по диаметру – разнотравных сосняков. Самые низкие значения показателей роста принадлежат модельному подросту сосны обыкновенной на вырубках лишайниковых сосняков.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендуется оставлять на вырубках семенные куртины площадью 0,25 га, а при густоте подроста более 5 тыс. шт./га проводить мероприятия ухода (осветление, прочистка).

2. Для повышения успешности лесовосстановления необходимо максимально сохранять подпологовый подрост ценных древесных пород во время рубки, удалять с вырубок всходы и поросль лиственных пород, создавать частичные лесные культуры на оголённых участках вырубок площадью от 0,25 га и выше.

3. На вырубках бруснично-зеленомошных сосняков возможно применение комбинированного способа лесовосстановления с созданием частичных культур сосны обыкновенной в количестве 4-5 тыс. шт./га.

4. Во избежание загущенности рядов культур сосны обыкновенной рекомендуется соблюдать установленные нормативы расхода семян в одно посадочное место, а также своевременно проводить мероприятия ухода.

5. При недостаточном количестве сохранённого подроста на вырубках разнотравных сосняков рекомендуется создание лесных культур сосны обыкновенной посадкой 2-3-летних сеянцев с высотой стволика не менее 10 см.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в Приангарском таёжном районе отмечается постепенное увеличение площади вырубок насаждений сосны обыкновенной. Это в полной мере относится и к его отдельной неотъемлемой части – Братскому району Иркутской области, где преимущественным способом восстановления вырубок является естественное возобновление. В связи с этим большой интерес вызывает изучение особенностей появления всходов и развития подроста сосны обыкновенной под пологом материнских древостоях, на вырубках и в лесных культурах.

При достаточно высокой численности соснового подроста под пологом бруснично-зеленомошных сосняков (5,5-24,7 тыс. шт./га, коэффициент встречаемости – 50-80 %) жизненное состояние его ценопопуляций ослаблено. Под пологом разнотравных сосняков возобновление сосны обыкновенной по численности можно охарактеризовать как средней густоты (2,4-4,5 тыс. шт./га), по характеру размещения – как неравномерное (встречаемость 30-50 %); ценопопуляции подроста относятся к здоровым и ослабленным. Неблагоприятные для накопления и развития соснового подроста условия, складывающиеся под пологом лишайниковых сосняков, ограничивают его численность (1,1-2,4 тыс. шт./га) и сильно ослабляют.

Протекание процессов естественного возобновления на вырубках во многом определяется исходным типом леса. При давности рубки 10-11 лет количество соснового подроста на вырубках варьируется в следующих пределах: бруснично-зеленомошные сосняки – 5,4-15,2 тыс. шт./га, разнотравные сосняки – 1,3-3,7 тыс. шт./га, лишайниковые сосняки – 5,7-12,1 тыс. шт./га. Естественное возобновление сосны обыкновенной на вырубках бруснично-зеленомошных и лишайниковых сосняков протекает успешно, преимущественно за счёт подроста последующей генерации.

Предпосылок для коренной смены пород на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков недостаточно, однако в будущем на месте вырубок возможно образование смешанных хвойно-лиственных насаждений. Оснований

для смены пород на вырубках лишайниковых сосняков нет. Успешное возобновление на вырубках разнотравных сосняков невозможно без сохранения достаточного количества соснового подроста. При отсутствии мероприятий ухода возобновление идёт со сменой на лиственные породы. Наибольший прирост по высоте имеют модели сосны обыкновенной на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, а по диаметру – разнотравных сосняков. Самые низкие значения показателей роста принадлежат моделям на вырубках лишайниковых сосняков.

Лесные культуры сосны обыкновенной, созданные посевом на вырубках бруснично-зеленомошных сосняков, нуждаются в проведении мероприятий ухода – к 10-летнему возрасту при численности 11,1-12,0 тыс. шт./га, только половину из них можно отнести к благонадёжным. Возобновление на данных площадях было признано комбинированным, так как численность соснового подроста естественного происхождения составила 1,2-3,4 тыс. шт./га. Созданные посевом на вырубках разнотравных сосняков лесные культуры оказались в жёстких конкурентных отношениях с мощно развитым живым напочвенным покровом и быстрорастущим лиственным подростом. Отсутствие ухода привело к существенному снижению их численности (до 1,3 тыс. шт./га). Естественное возобновление сосны обыкновенной либо очень редкое (200 шт./га), либо отсутствует полностью. Среди одновозрастных благонадёжных 10-летних моделей наиболее активным ростом и развитием отличаются одиночно стоящие экземпляры сосны обыкновенной, созданные посевом.

В будущем возможно применение разработанной в данном исследовании методики для оценки естественного возобновления древесных пород под пологом, на вырубках и в лесных культурах всех типов леса с целью определения перспективности мероприятий по содействию естественному лесовосстановлению и созданию лесных культур. Кроме этого, автором запланировано провести ещё один этап учёта на постоянных пробных площадях, описанных в данной работе, для выявления динамики естественного возобновления.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абаимов, А.П. Леса мерзлотной зоны Сибири: особенности, природная и антропогенная динамика / А.П. Абаимов // Мат. Всерос. конф. 1-3 сентября – Красноярск, 2004. – С. 244-246.
2. Абаимов, А.П. Мерзлотное лесоводство / А.П. Абаимов, П.М. Матвеев. – Красноярск, 1999. – 249 с.
3. Алексеев, А.С. Мониторинг лесных экосистем / А.С. Алексеев. – СПб.: ЛТА, 1997. – 116 с.
4. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.
5. Алексеев, В.А. О пропускании солнечной радиации пологом древостоев / В.А. Алексеев // Световой режим, фотосинтез и продуктивность леса. – М.: Наука, 1967. – С. 15-35.
6. Алексеев, С.В. Рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1948. – 63 с.
7. Ангиуллин, Ф.В. Продуктивность сосновых древостоев, сформировавшихся в процессе постепенных рубок / Ф.В. Ангиуллин // Лесной журнал. – 1994. – № 5-6. – С. 156-157.
8. Артемьев, А.И. О предварительном лесовозобновлении в северо-таёжных сосняках-брусничниках / А.И. Артемьев, В.Г. Чертовский // Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельский институт леса и лесохимии. – Архангельск, 1976. – С. 10-19.
9. Артемьев, А.И. О проектировании лесовосстановительных мероприятий при лесоустройстве на Севере. / А.И. Артемьев // Вопросы лесоустройства и таксации лесов европейского Севера. Вып. 2 – Архангельск, Северо-Западное кн. изд-во, 1997. – С. 38-48.
10. Аткин, А.С. Численность и размещение подроста под пологом южно-таёжных лесов Нижнего Приангарья и Енисейского Кряжа / А.С. Аткин, В.Н. Ретюнский, Л.И. Аткина // Проблемы лесовосстановления в таёжной зоне СССР. – Красноярск, 1988. – С. 8-10.

11. Атрохин, В.Г. Лесоводство и дендрология / В.Г. Атрохин. – М.: Лесная пром-ть, 1982. – 376 с.
12. Атрохин, В.Г. Основы лесоводства и лесной таксации / В.Г. Атрохин. – М.: Лесн. пром-ть, 1971. – 321 с.
13. Бабинцева, Р.М. Формирование лесных экосистем в условиях интенсивной лесоэксплуатации / Р.М. Бабинцева и др. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 184 с.
14. Бебия, С.М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев / С.М. Бебия // Лесоведение. – 2000. – № 4. – С. 35-43.
15. Белов, С.В. Лесоведение / С.В. Белов – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 350 с.
16. Беньков, А.В. Оценка и моделирование динамики южно-таёжных сосняков Средней Сибири / А.В. Беньков, В.А. Рыжова // Лесоведение. – 2001. – № 1. – С. 8-13.
17. Болотов, А.Т. О рублении, поправлении и заведении лесов / А.Т. Болотов // Избр. соч. по агрономии, плодоводству, лесоводству, ботанике. – М., 1952.
18. Бондарев, А.И. Динамика лесовосстановления в условиях Среднего Приангарья / А.И. Бондарев // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СТИ, 1990. – С. 94-100.
19. Бузыкин, А.И. Возобновление сосны в зависимости от развития травяного покрова / А.И. Бузыкин // Лесное хозяйство. – 1965. – № 2. – С. 15-16.
20. Бузыкин, А.И. К методике учёта подроста / А.И. Бузыкин // Возобновление и формирование лесов Сибири. – Красноярск, изд. института Леса и древесины СО АН РАН СССР, 1969. – С. 165-168.
21. Бузыкин, А.И. Лесообразование в системе динамики лесных биогеоценозов / А.И. Бузыкин, Т.М. Овчинникова, Л.С. Пшеничникова, В.Г. Суховольский // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: сб. ст. – Красноярск, 2009. – С. 42-45.
22. Бузыкин, А.И. Формирование сосново-лиственных молодняков / А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова. – Новосибирск, 1980. – 175 с.

23. Вайс, А.А. Классификация деревьев и горизонтальная структура ценозов / А.А. Вайс // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 31(7). – С. 1-13.
24. Валендик, Э.Н. Научная концепция охраны бореальных лесов от пожаров / Э.Н. Валендик // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. – Красноярск, СО РАН, 2004. – С. 21-23.
25. Валендик, Э.Н. Управляемый огонь в лесном хозяйстве Сибири / Э.Н. Валендик // Лесное хозяйство. – 1998. – № 1. – С. 51-52.
26. Вальков, В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Москва – Ростов-на-Дону, 2006. – 495 с.
27. Васильев, Я.Я. Леса и лесовозобновление в районах Братска, Усть-Илимска и Усть-Кута / Я.Я. Васильев // Тр. СОПС АН СССР. Серия Сибирская, вып. 2. – 1993. – 111 с.
28. Ващук, Л.Н. Динамика лесных пространств Иркутской области / Л.Н. Ващук, А.З. Швиденко. – Иркутск: ОАО «Иркутская областная типография № 1», 2006. – 392 с.
29. Верхунов, П.М. Возрастное строение сосновых и лиственничных лесов бассейна озера Байкал / П.М. Верхунов // Лесной журнал. – 1974. – № 5. – С. 30-34.
30. Верхунов, П.М. Генезис и возрастное строение современных сосновых лесов Сибири / П.М. Верхунов // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. – Красноярск, вып. 2. – 1970. – С. 7-58.
31. Воропанов, П.В. Ельники Севера / П.В. Воропанов. – Л.: Гослесбумиздат, 1950. – 180 с.
32. Габдрахимов, К.М. Воспроизводство сосняков Южного Урала / К.М. Габдрахимов. – М.: МГУЛ, 2012. – 104 с.
33. Габдрахимов, К.М. Экологическая продуктивность лесов / К.М. Габдрахимов. – М.: МГУЛ, 2002. – 33 с.
34. Гаврилин, И.И. Особенности эпифитотий болезней молодняков сосны обыкновенной на вырубках в условиях естественного возобновления леса в Среднем Приангарье / И.И. Гаврилин, А.А. Маркатюк // Материалы VIII международной конференции «Проблемы лесной фитопатологии и микологии»:

- сборник материалов VIII международной конференции./ Под редакцией В.Г. Стороженко, Б.П. Чуракова. – Ульяновск: УлГУ, 2012. – С. 124-129.
35. Галахов, Н.Н. Микроклиматические наблюдения в районах Среднего Приангарья и бассейна Верхней Лены / Н.Н. Галахов // Ботанический журнал. – 1955. – № 64. – С. 160-172.
36. Галахов, Н.Н. Почвы / Н.Н. Галахов // Средняя Сибирь. М.: Наука, 1964. – С. 83-132.
37. Головихин, И.В. Влияние изменения возрастов рубок на возрастную структуру и эксплуатационный фонд насаждений / И.В. Головихин // Лесное хоз-во. – 1993. – № 3. – С. 41-44.
38. Голято, Г.О. Рубки леса и лесовосстановление в Иркутской области / Г.О. Голято // Труды по лесному хозяйству. Вып. 2. Западно-Сибирское отделение «ВНИТОЛЕС». – Новосибирск, 1955.
39. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году». – Иркутск: Форвард, 2016. – 328 с.
40. Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.
41. Гуман, В.В. Лесоводство / В.В. Гуман. – М.-Л.: Госсельхозиздат, 1931. – 159 с.
42. Гусев, И.И. Продуктивность ельников Севера / И.И. Гусев. – Л., 1978. – 232 с.
43. Денисов, С.А. Естественное возобновление сосны в Пензенской области / С.А. Денисов, В.М. Егоров. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 168 с.
44. Ермоленко, П.М. Сосновые леса Восточного Саяна и лесовозобновление в них (Иркутская область) / П.М. Ермоленко // Возобновление леса в Сибири. – Красноярск, 1965. – С. 3-17.
45. Зайцев, Г.И. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.И. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
46. Залесов, С.В. Возобновление сосны / С.В. Залесов, Е.П. Платонов, К.Н. Лопатин, Т.А. Годовалов // Лесное хозяйство. – 1994. – № 6. – С. 7-16.
47. Зворыкина, К.В. Влияние растительности нижних ярусов сосняка-черничника и корневой конкуренции древостоя на развитие подроста сосны /

- К.В. Зворыкина // Сосновые боры подзоны южной тайги и пути ведения в них лесного хозяйства. – М.: Наука, 1969. – С. 181-204.
48. Злобин, Ю.А. Об уровнях жизнеспособности растений / Ю.А. Злобин // Общая биология. – 1981. – № 4. – С. 492-505.
49. Иванов, Н.И. Огневая очистка лесосек и основные вопросы её лесохозяйственного значения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.И. Иванов. – Свердловск: УЛИ, 1965. – 24 с.
50. Ильичев Ю.Н. Естественное лесовосстановление на гарях Среднеобских боров / Ю.Н. Ильичев, Н.Т. Бушков, В.В. Тараканов – Новосибирск: Наука, 2003. – 196 с.
51. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приёмке от лесозаготовителей вырубков с проведёнными мероприятиями по восстановлению леса. – М.: Гослесхоз СССР, 1984. – 16 с.
52. Исаев, А.И. Лесоводственная оценка лесосечных работ при механизированных способах производства сплошных вырубков в Красноярском крае: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1981. – 24 с.
53. Каменецкая, И.В. Сосновые леса Юго-Западного Приангарья / И.В. Каменецкая, М.М. Михайленко, Е.И. Савин // Типы лесов Сибири. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 52-108.
54. Карманова, И.В. Экспериментальное изучение роста и развития подроста ели, сосны и клёна при разных режимах питания и освещённости / И.В. Карманова // Естественное возобновление древесных пород и количественный анализ его роста. – М.: Наука, 1970. – С. 54-84.
55. Карпачевский, Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский – М.: Лесная пром-ность, 1981. – 264 с.
56. Карпов В.Г. Взаимоотношения между растениями и их значение в жизни лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. – М.-Л., 1964. – С. 35-61.
57. Карпов, В.Г. Строение и динамика темнохвойных лесов / В.Г. Карпов. – Л., 1965. – 154 с.

58. Киреев, Д.М. Эколого-географические термины в лесоведении / Д.М. Киреев. – Новосибирск: Наука, 1984. – 181 с.
59. Кишенков, Ф.В. Насаждение – система организованного разнообразия деревьев / Ф.В. Кишенков // Лесная геоботаника и биология древесных растений. – Брянск, 1983. – С. 45-52.
60. Ковылин, Н.В. Лесокультурное районирование таёжной зоны Иркутской области / Н.В. Ковылин // Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы: Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – Том 1. – С. 54-58.
61. Ковылин, Н.В. Формирование вырубок и гарей из-под сосновой группы типов леса в Сибири / Н.В. Ковылин, О.П. Ковылина // Вестник КрасГАУ. – 2003. – № 3. – С. 138-141.
62. Колесников, Б.П. О генетической классификации типов леса и задачах лесной науки в восточных районах страны / Б.П. Колесников // Известия СО АН СССР. Сер. биол.-мед. наук. – 1958. – № 4. – С. 3-15.
63. Коневина, К.С. Методика оценки роли подроста и последующего возобновления в восстановлении лесов после сплошнолесосечных рубок в Приангарье / К.С. Коневина, С.К. Фарбер, Н.С. Кузьмик. – ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2010. – № 2. – Т. 3. – С. 230-232.
64. Корсунов, В.М. Почвенный покров таёжных ландшафтов Сибири / В.М. Корсунов, Э.Ф. Ведрова, Е.Н. Красеха. – Новосибирск: Наука, 1988. – 167 с.
65. Крамер, П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 627 с.
66. Крылов, Г.В. Леса Сибири и Дальнего Востока / Г.В. Крылов. – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.
67. Крюденер, А.А. Сплошные и семенно-лесосечные рубки в типах насаждений приволжских губерний лесостепной области с преимущественно сосновым древостоем (в Симбирской, Пензенской, Саратовской и Самарской губерниях) / А.А. Крюденер // Отдельный оттиск Лесного журнала. – С.-Петербург, 1910. – 72 с.

68. Кулаков, В.Н. Физико-географическое районирование / В.Н. Кулаков // Энциклопедия Забайкалья. I том. – Новосибирск: Наука, 2000. – С. 55-64
69. Кутафьев, В.П. Лесорастительное районирование Средней Сибири / В.П. Кутафьев // Вопросы лесоведения. – Красноярск, 1970. – С. 165-180.
70. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин // Учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
71. Лесоустроительная инструкция. Утверждена приказом Минприроды России от 29.03.2018 г. № 122. Зарегистрирована в Минюсте России 20.04.2018 г. № 50859.
72. Луганская, В.Д. Некоторые экологические особенности возобновления сосны под пологом насаждений / В.Д. Луганская, Н.А. Луганский // Леса Урала и хозяйство в них. – Вып. 11. – Свердловск, 1978. – С. 31-54.
73. Луганская, В.Д. Развитие хвои и прирост подроста сосны обыкновенной в зависимости от освещённости / В.Д. Луганская, Н.А. Луганский // Сборник трудов УЛТИ. – Свердловск, 1968. – С. 88-95.
74. Луганский, Н.А. Главные природные факторы возобновления леса / Н.А. Луганский // Теория образовательного процесса. – Красноярск, 1991. – С. 85-87.
75. Любимова, Е.Л. О некоторых особенностях лесов юга Центральной Сибири / Е.Л. Любимова, Н.А. Хотинский // Лесное хозяйство. – 1960. – № 9. – С. 5-9.
76. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 283 с.
77. Маркатюк, А.А. Особенности лесовосстановления хозяйственно-ценных сосновых лесов Приангарья / А.А. Маркатюк, А.А. Маркатюк // Актуальные проблемы мониторинга экосистем антропогенного нарушенных территорий: Сб. материалов Научно-практич. конф. с междунар. Участием (г. Ульяновск, 20-23 октября 2011г.) / отв. Ред. Б.П. Чураков. - Ульяновск: УлГУ, 2011. - С. 55-56.
78. Маркатюк, А.А. Произрастание сосны обыкновенной в бореальных лесах Восточной Сибири / А.А. Маркатюк, А.А. Маркатюк // Молодая мысль: Наука. Технологии. Инновации : материалы IV (X) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск : Изд-во БрГУ, 2012. – С. 121-123.

79. Мартынов, А.Н. Оценка успешности естественного возобновления ели / А.Н. Мартынов // Лесное хозяйство. – 1991. – № 10. – С. 21-23.
80. Мелехов, И.С. К типологии концентрированных вырубок в связи с изменениями в напочвенном покрове / И.С. Мелехов // Концентрированные рубки в лесах Севера. – М., 1954. – С. 42-47
81. Мелехов, И.С. Концентрированные рубки на Севере и борьба за восстановление лесного фонда / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть. – 1944. – № 9. – С. 3-8.
82. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-ть, 1980. – 407 с.
83. Мелехов, И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. – М.: Изд-во МГУЛ, 2001. – 312 с.
84. Мелехов, И.С. Научные основы лесовосстановления / И.С. Мелехов // Проблемы лесовосстановления. – М., 1974. – С. 15-19.
85. Мелехов, И.С. Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 374 с.
86. Мелехов, И.С. Связь типов вырубок с типами леса / И.С. Мелехов // Ботанический журнал. – АН СССР, т. 44, вып. 3, 1959. – С. 349-352.
87. Методы изучения лесных сообществ. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
88. Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова / Отв. ред. Е.Ф. Марковская. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. – 320 с.
89. Моисеев, Н.А. Воспроизводство лесных ресурсов / Н.А. Моисеев. – М.: Лесная промышленность. 1980. – 264 с.
90. Молчанов, А.А. Влияние леса на окружающую среду / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1973. – 360 с.
91. Молчанов, А.А. Сосновый лес и влага / А.А. Молчанов. – М.: СССР, 1953. – 138 с.
92. Морозов, Г.Ф. Избранные труды / Г.Ф. Морозов. – М.: Лесн. пр-сть, 1971. – 559 с.
93. Морозов, Г.Ф. О лесоводственных устоях / Г.Ф. Морозов. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 23 с.
94. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л., 1928. – 368 с.
95. Морозов, Г.Ф. Учение о типах насаждений / Г.Ф. Морозов. – СПб, 1914. – 184 с.
96. Мульдьяров, Е.Я. Определитель листостебельных мхов Томской области / Е.Я. Мульдьяров // Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1990. – 208 с.

97. Наставления по рубкам ухода в лесах Восточной Сибири. М.: ВНИИЦлесресурс, 1996. – 30 с.
98. Некрасова, Т.Н. Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири / Т.Н. Некрасова. – Новосибирск: Наука, 1974. – 201 с.
99. Некрасова, Т.Н. Плодоношение сосны в Западной Сибири / Т.Н. Некрасова. – Новосибирск, 1960. – 131 с.
100. Николаенко, В.Т. Воспроизводство лесных ресурсов и научно-технический процесс / В.Т. Николаенко // Лесное хозяйство. – 1987. – № 5. – С. 37-42.
101. Обыденников В.И. Образование типов вырубок и начальных этапов формирования леса в связи с применением агрегатной техники / В.И. Обыденников // Динамическая типология леса. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 116-129.
102. Обыденников, В.И. Исследование и оценка возобновления леса в связи с главными рубками: Методическое руководство для студентов / В.И. Обыденников. – М.: МГУЛ, 1995. – 56 с.
103. Обыденников, В.И. Лесоводственно-географические аспекты последствий сплошных рубок / В.И. Обыденников // Лесохозяйственная информация. – 2002. – № 4. – С. 28-53.
104. Обыденников, В.И. Оценка естественного возобновления леса в связи с рубками главного пользования (на базе агрегатной техники)/ В.И. Обыденников. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 306 с.
105. Обыденников, В.И. Типы вырубок и возобновление леса / В.И. Обыденников, Н.И. Кожухов. – М.: Лесн. пром-ть, 1977. – 174 с.
106. Орлов, А.Я. Почвенная экология сосны / А.Я. Орлов, С.П. Кошельков. – М.: Наука, 1971. – 324 с.
107. ОСТ 56–69–83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР. – 1984. – 60 с.
108. Официальный сайт Братского района [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.bratsk-raion/raion/данные-о-районе](http://www.bratsk-raion/raion/данные-о-районе). Дата обращения: 10.06.2016 г.

109. Пастухов, В.И. Почвенно-физические условия возобновления сосны на горях ленточных боров Алтайского Приобья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.И. Пастухов. – Барнаул, 2010. – 18 с.
110. Писаренко, А.И. Лесовосстановление / А.И. Писаренко. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 250 с.
111. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1966. – 64 с.
112. Побединский, А.В. Рубки главного пользования / А.В. Побединский // Изд. 3-е. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 192 с.
113. Побединский, А.В. Рубки и возобновление в таёжных лесах СССР / А.В. Побединский. – М.: Лесная пром-ть, 1973. – 199 с.
114. Поликарпов, Н.П. Лесоводственные процессы в темнохвойных лесах северной части Западного Саяна / Н.П. Поликарпов, Р.М. Бабинцева // Лесоводственные исследования в лесах Сибири. – Красноярск, 1963. – С. 149-183.
115. Попов, В.В. Состояние естественного возобновления леса на концентрированных вырубках в сосняках Красноярского Края / В.В. Попов, Л.А. Марцинковский // Развитие производительных сил Восточной Сибири. – изд-во АН СССР, 1960. – С. 31-36.
116. Попов, Л.В. Южно-таёжные леса Сибири / Л.В. Попов. – Иркутск, 1982. – 330 с.
117. Попов, М.Г. Основы типологии лесов Восточной Сибири / М.Г. Попов // Тр. ВСФ АН СССР. Сер. биол., 1957. – Вып. 5. – С. 5-21.
118. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964 – 191 с.
119. Правила лесовосстановления. Утверждены приказом Минприроды России от 29.06.2016 г. № 375. Зарегистрированы в Минюсте России 15.11.2016 г. № 44342.
120. Правила рубок главного пользования в лесах Восточной Сибири. – М.: Рослесхоз, 1994. – 33 с.
121. Прокопьев, М.Н. Культуры сосны в таёжной зоне / М.Н. Прокопьев. – М.: Лесная пром-ть, 1981. – 137 с.

122. Пшеничникова, Л.С. Сохранность подроста и его выживаемость. Вырубки светлохвойных лесов / Л.С. Пшеничникова, В.В. Иванов // Формирование лесных экосистем в условиях интенсивной лесозаготовки. – Новосибирск: Наука; Сиб. предприятие РАН, 1998. – С. 74-84.
123. Рожков, А.А. Оценка устойчивости и состояния лесов / А.А. Рожков // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 66-72.
124. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в лесах Восточной Сибири. - М., 1997. – 95 с.
125. Русов, А.А. Особенности естественного возобновления сосны. – Сборник статей по лесовосстановлению. – М.: Лесная пром-ть, 1991. – С. 76-83.
126. Рунова, Е.М. Влияние вырубок на особенности микроклимата в условиях Среднего Приангарья / Е.М. Рунова, В.А. Савченкова // Лесной вестник. – 2009. – № 4(67). – С. 34-37.
127. Рунова, Е.М. Исследование влияния живого напочвенного покрова на характер возобновления вырубок в Среднем Приангарье / Е.М. Рунова, В.А. Савченкова // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 5. – С. 65-67.
128. Рунова, Е.М. Особенности естественного возобновления при различных технологиях рубок / Е.М. Рунова, В.А. Савченкова // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 4 (19) – С. 163-169.
129. Рунова, Е.М. Особенности естественного возобновления леса на основных типах вырубок Приангарья / Е.М. Рунова, В.А. Савченкова // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 21. – Брянск: БГИТА, 2008. – 306 с.
130. Рунова, Е.М. Оценка изменений в растительных ассоциациях при сплошных рубках / Е.М. Рунова, В.А. Савченкова // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – № 1-2. – С. 141-146.

131. Рунова, Е.М. Факторы устойчивости хвойных бореальных лесов Среднего Приангарья к сукцессионным процессам / Е.М. Рунова, И.Б. Ведерников // Лесной вестник. – 2012. – № 1 (84) – С. 127-131.
132. Рылков, В.Ф. Отказ от сохранности подроста на вырубках в светлохвойных лесах Забайкалья / В.Ф. Рылков // Проблемы лесовосстановления в таёжной зоне СССР. – Красноярск, 1988. – С. 202-204.
133. Рысин, Л.П. Влияние лесной растительности на естественное возобновление древесных пород под пологом леса / Л.П. Рысин // Естественное возобновление древесных пород и количественный анализ его роста. – М.: Наука, 1970. – С. 7-53.
134. Сабан, Я.А. Методы изучения точности учета подроста под пологом леса и на вырубках // Лесн. хоз-во, лесная, бум. и деревообработ. пром-сть, вып. 3. – Киев: Будивельник, 1974. – С. 46-48.
135. Савин, Е.Н. Естественное возобновление в сосняках Красноярского Приангарья / Е.Н. Савин // Материалы по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. – Красноярск, 1963. – С. 169-177.
136. Савинов, А.И. Стратегия развития лесного комплекса России до 2020 года (лесное хозяйство) / А.И. Савинов // Лесная газета. – 2008. – № 61. – С. 52-61.
137. Санитарные правила в лесах РФ. М.: ВНИИЦлесресурс, 1998. – 25 с.
138. Санников, С.Н. К проблеме содействия естественному возобновлению хвойных древесных пород в таёжной зоне / С.Н. Санников // Интенсификация лесного хозяйства на Урале: Тр. ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. – Вып. 118. – Свердловск, 1978. – С. 36-45.
139. Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / С.Н. Санников, Н.С. Санникова. – М., 1985. – 149 с.
140. Санников, С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С.Н. Санников. – М., 1992. – 264 с.
141. Сеннов, С.Н. Лесоведение и лесоводство / С.Н. Сеннов. – 2-е изд., стер. – М: Академия, 2008. – 256 с.
142. Смагин, В.Н. Актуальные аспекты лесной типологии / В.Н. Смагин // Вопросы лесоведения. – Красноярск, 1973. – Т.2. – С. 15-26.

143. Смагин, В.Н. Принципы лесорастительного районирования и классификации типов леса / В.Н. Смагин // Современные проблемы лесной типологии. – М.: Наука. – 1985. – С. 44-51.
144. Смит, У.Х. Лес и атмосфера / У.Х. Смит. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.
145. Смолоногов, Е.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках в сосновых лесах восточного склона Урала и Зауралья / Е.П. Смолоногов // Вопросы развития лесного хозяйства на Урале: Тр. ин-та биологии УФ АН СССР. – Вып.16. – Свердловск, 1960. – С. 53-70.
146. Смолоногов, Е.П. О лесообразовательном процессе / Е.П. Смолоногов // Лесоведение. – 1999. – № 1. – С. 3-9.
147. Соколов, В.А. Возобновление в лесах Восточной Сибири / В.А. Соколов, С.К. Фарбер. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 219 с.
148. Соколов, В.А. Проблемы устойчивого лесопользования / В.А. Соколов и др. – Красноярск, из-во СО РАН, 1998. – 225 с.
149. Соколов, В.А. Структура и динамика таёжных лесов / В.А. Соколов, А.С. Аткин, С.К. Фарбер и др. – Новосибирск: Наука, 1994. – 168 с.
150. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 г. – М.: Минсельхоз России, 2008 – 55 с.
151. Страхов, В.В. Леса России в современном мире / В.В. Страхов, А.И. Писаренко // Лесное хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 5-7
152. Страхов, В.В. Устойчивое развитие лесного хозяйства России и стратегия лесочётных работ / В.В. Страхов, А.Н. Филипчук, А.З. Швиденко // Лесное хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 7-10.
153. Судачкова, Н.Е. Физиология сосны обыкновенной / Н.Е. Судачкова, Г.И. Гирс, С.Г. Прокушин и др. – Новосибирск: Наука, 1990. – 248 с.
154. Сукачев, В.Н. Динамика лесных биогеоценозов / В.Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. – М., 1964. – С. 458-486.
155. Сукачев, В.Н. Идея развития в фитоценологии / В.Н. Сукачев // Сов. ботан., 1942. – № 1-2. – С. 5-17.
156. Сукачёв, В.Н. Методические указания по изучению типов леса /

В.Н. Сукачёв, С.В. Зонн. – М.: МГПУ, 1961. – 144 с.

157. Сукачев, В.Н. Об изучении лесных сообществ / В.Н. Сукачев // Лесной журнал. – 1918. – № 3-5. – С. 57-77.

158. Сукачев, В.Н. Растительные сообщества / В.Н. Сукачев. – М.; Л., 1928. – Изд. 4. – 232 с.

159. Таран, И.В. Сосновые леса Западной Сибири / И.В. Таран. – Новосибирск: Наука, 1973. – 295 с.

160. Телятьев, В.В. Полезные растения Центральной Сибири / В.В. Телятьев. – Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1987. – 400 с.

161. Тимофеев, В.П. Закономерности формирования сосновых насаждений естественного и искусственного происхождения / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1965. – № 8. – С. 5-12.

162. Тимофеев, В.П. Об оставлении сосновых семенников / В.П. Тимофеев // Лесное хозяйство. – 1940. – № 1. – С. 16-20.

163. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1962. – 600 с.

164. Ткаченко, М.Е. Леса Севера / М.Е. Ткаченко. – СПб, 1911. – 91 с.

165. Товкач, Л.Н. Определение жизнеспособности подроста хвойных пород / Л.Н. Товкач // Лесное хозяйство. – 1982. – № 10. – С. 21-23.

166. Тощёва, Г.П. Изменение почвенного покрова на вырубках ельников южной тайги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М, 1988. – 24 с.

167. Турский, М.К. О способности угнетённой сосны поправляться после её освобождения / М.К. Турский // Лесной журнал. – 1984. – № 4. – С. 139-144.

168. Турский, М.К. Смена хвойных лиственными и, наоборот, лиственных – хвойными / М.К. Турский // Лесной журнал. – 1886. – № 4. – С. 384-390.

169. Тюрин, А.В. Основы хозяйства в сосновых лесах / А.В. Тюрин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 112 с.

170. Успенский, Е.И. Особенности возобновления ельников Среднего Приволжья / Е.И. Успенский // Лесоведение. – 1973. – № 4. – С. 23-32.

171. Уткин, А.И. «Лесообразовательный процесс» – концепция российского лесоведения / А.И. Уткин // Лесоведение. – 1999. – № 3. – С. 13-23.
172. Уткин, А.И. Лесообразовательный процесс с позиции экологии / А.И. Уткин // Теория лесообразовательного процесса. – Красноярск, 1991. – С. 161-162.
173. Ушаков, Я.Д. Состояние лесовосстановительных работ в РСФСР / Я.Д. Ушаков // Сборник статей по лесовосстановлению. – М.: Лесная промышленность, 1971. – С. 3-9.
174. Фарбер, С.К. Определение способов лесовосстановления на вырубках и горях / С.К. Фарбер, В.А. Соколов // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СТО, 1994. – С. 157-165.
175. Фарбер, С.К. Оценка участия подроста в послерубочном восстановлении светлохвойных южно-таежных насаждений Приангарья / С.К. Фарбер, К.С. Коневина // Лесная таксация и лесоустройство. – 2009. – № 1(41). – С. 47-55.
176. Фуряев, В.В. Пожароустойчивость сосновых лесов / В.В. Фуряев, В.И. Заболоцкий, В.А. Черных. – Новосибирск, 2005. – 160 с.
177. Фуряев, В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования / В.В. Фуряев. – Новосибирск: Наука, 1996. – 253 с.
178. Цветков, П.А. Лесная экология / П.А. Цветков // Учебное пособие для студентов. – Красноярск: Сибирский гос. технологический ун-т, 2008. – 218 с.
179. Чепик, Ф.А. Определитель деревьев и кустарников / Ф.А. Чепик // Учебное пособие для техникумов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 232 с.
180. Чертовской, В.Г. Таёжное лесоводство / В.Г. Чертовской и др. – Лесная промышленность, 1974. – 232 с.
181. Шарый, М.А. Закономерности выживания вышедшего из-под полога древостоя подроста / М.А. Шарый // Проблемы лесовосстановления в таёжной зоне СССР. – Красноярск: КГУ, 1988. – С. 255-257.
182. Шарый, М.А. Хвойные породы в молодом возрасте / М.А. Шарый. – Красноярск: КГУ, 1994. – 205 с.
183. Швиденко, А.З. Биосферная роль лесов России на старте третьего тысячелетия: углеродный бюджет и Протокол Киото / А.З. Швиденко, Е.А. Ваганов,

- С. Нильсон // Сибирский экологический журнал. – 2003. – № 6. – С. 649-658.
184. Швиденко, А.З. Система модели роста и динамики продуктивности лесов России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильсон, Ю.Н. Булуй // Лесное хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 49-55.
185. Шебалов, А.М. Результаты лесовосстановительных рубок в горных сосновых лесах южной части Среднего Урала / А.М. Шебалов // Сборник трудов по лесному хозяйству УЛТИ. – Вып.5. – Свердловск: Свердловское кн. изд-во, 1959. – С. 51-60.
186. Шевелёв, С.Л. Справочник таксатора / С.Л. Шевелёв, В.В. Кузьмичёв, Н.В. Павлов, А.С. Смольянов. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 172 с.
187. Шмидт, В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт // Учебное пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
188. Шульгин, А.М. Климат почвы и его регулирование / А.М. Шульгин. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 300 с.
189. Шумилова, Л.В. Ботаническая география Сибири / Л.В. Шумилова. – Томск: Том. ун-т, 1962. – 440 с.
190. Эйтинген, Г.Р. Лесоводство / Г.Р. Эйтинген. – Москва.: Сельхозгиз, 1949. – 246 с.
191. Ястребов, А.Б. Анализ влияние древостоя на подрост в сосновых борах Карелии / А.Б. Ястребов, А.А. Познанская // Ботанический журнал. – 1993. – Т. 78. – № 4. – С. 123-132.
192. Andersson, E. Pinus contorta. The properties of trees and wood / E. Andersson. – The Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Products. – 1992. – Report № 186. – 33 p.
193. Ballard T.M. Impact of forest management on northern forest soil / T.M. Ballard // Forest Ecology and Management. 2000. – Vol. 133. – P. 37-42.
194. Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde / J. Braun-Blanquet. – 3 Anfl. – Wien- NewYork: Springer – Verlag, 1964. – 865 s.
195. Busgen, M. Bau und Leben unserer Waldbaume / M. Busgen. – 3 neubearb. Und verm. Aufl. von E. Munch. Jena, 1927. – 426 p.

196. Danell, O. Possible Gains in Initial Stages of a National Tree Improvement Programme Using different Techniques / O. Danell // Proceedings from the Nordic tree breeders meeting. Denmark, 1990. – P. 11-30.
197. Engelmark O. Early post-fire tree regeneration in a *Picea-Vaccinium* forest in northern Sweden // *J. Veg. Sci.* 1993. – Vol. 4. – P. 791-794.
198. Haapanen, M. Forest Tree Breeding 2050 – Finland's New Tree Breeding Plan // Proceedings of the meeting of Nordic tree breeders and forest genetics. Syktyvkar. 2005. – 102 p.
199. Hanners, M. Timing of Seed Dispersal in *Pinus sylvestris* Stands in Central Sweden / M. Hanners, C. Almqvist, R. Hörnfeldt // *Silva Fennica*, 2002. – № 36(4). – P. 757-764.
200. Harper, I. L. Population biology of plants / I.L. Harper. - London; New York; San Francisco, 1977. – 892 p.
201. Jalkanen, R. Development of needle retention in Scots pine (*Pinus sylvestris*) in 1957-1991 in northern and southern Finland / R. Jalkanen, T. Aalto, T. Kurkela // *Trees*. – 1995. – № 10. – P. 125-133.
202. Jalkanen, R. Revealing past needle density in *Pinus* spp./ R. Jalkanen, T.Aalto, T. Kurkela // *Scand. J. Forest Res.* – 1998. – № 13. – P. 292-296.
203. Jukola-Sulonen, E-L. Vitality of Conifers in Finland / E-L. Jukola-Sulonen, K. Mikola, M. Salema // *Ibid*, 1995. – P. 523-560.
204. Kellomaki S. Forests of the boreal region: gaps in knowledge and research needs // *Forests ecology and management*, 132, 2000. – P. 63-71.
205. Kielland-Lund, J. Die Waldgesellschaften SO-Norwegens / J. Kielland-Lund // *Phytocoenologia*, 1981. – 9 (1-2). – P. 53-250.
206. Koistinen, E. 1993. Models for high development of Norway spruce and Scot pine advance growth after release in souther Finland / E. Koistinen, S. Valkonen // *Silva Fenn.*3., 1993. – P. 179-194.
207. Kurkela, T. Reveling past needle retention in *Pinus* spp. / T. Kurkela, R. Jalkanen // *Scand. J. Forest Res.* – 1999. – № 5. – P. 481-485.

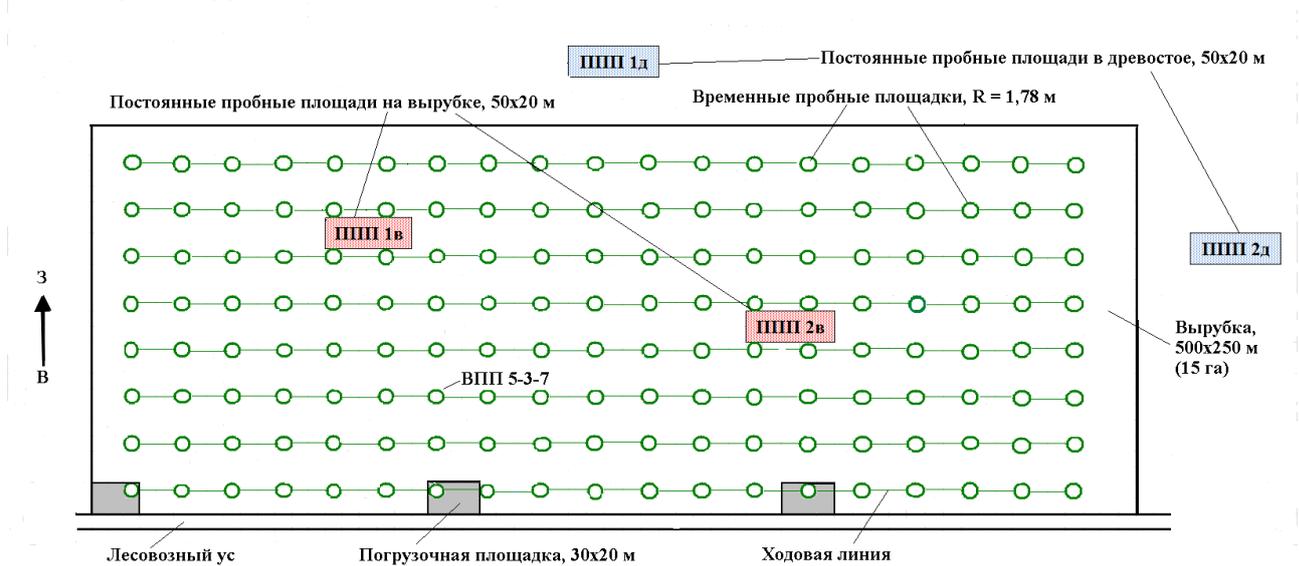
208. Kuuluvainen T., Pukkala T. Effect of crown shape and tree distribution on the spatial distribution of shade // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 1987. – V. 40. – P. 215-231.
209. Lur, H. Anthropogene Klimaveränderungen – Auswirkungen auf Pflanzenwachstum und Entwicklung / H. Lur, H. Wersenger // *Diol. Rdsch.* – 2005. – № 4. – P. 185-194.
210. Markert, B. *Plants as Biomonitors* / B. Markert. – Weinheim.VCH, 1993. – 644 p.
211. McElhanney, T.A. *Canadian woods, their properties and uses* / T.A. McElhanney. The King's Printer. Ottawa, 1995. – 154 p.
212. Norgen, O. Growth differences between *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. Dissertation. Swedish University of agricultural Sciences / O. Norgen. – Umea, 1995. – 58 p.
213. Olsson, P. et al 2005: Fertilization of boreal forest reduces both autotrophic and heterotrophic soil respiration. *Global Change Biology*, vol. 11:10, pp. 1745-1753.
214. Pukkala T., Kolstöm T. Competition indices and the prediction of radial growth in Scots pine // *Silva Fennica*. 1997. – V. 21. – № 1. – P. 55-67.
215. Rubner K. *Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues* // Aufl. Radebeul, 1960. – 620 p.
216. Salemaa, M. Forest condition in Finland, 1986-1990 / M. Salemaa, E.-L. Jukola-Sulonen, M. Lindgren // *Silva Fenn.* – 1990. – № 25. – P. 147-175.
217. Shutayev, A.M. Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genetica* / A.M. Shutayev, M. Giertych. – 1997. – 46(6). – P. 332-348.
218. Spurr, S.H. *Forestry ecology* / S.H. Spurr, B.V. Barnes – New York, 1980. – 687 p.
219. Trabaud, L. Experimental study of the effect of prescribed burning on *Quercus coccifera* L. garrigue / L. Trabaud // *Proc. ann. tall timbers fire ecol. conf. Tallahassee*. – 1974. – Vol. 13. – P. 97-129.
220. Ylli-Vakkuri, P. Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands / P. Ylli Vakkuri // *Acta forest. Fenn.*, 1991. - Vol. 75. – P. 1-122.

## Учётная карта вырубki № 5

**Время составления:** июль 2011 г., повторное обследование – июль 2016 г.

**Расположение вырубki:** Братский район, Падунское лесничество, Боровское участковое лесничество, Сурупцевская дача, квартал № 42, выдел № 9.

**Абрис вырубki:**



**Рельеф:** ровный, с небольшим понижением на юг.

**Исходный тип леса:** сосняк бруснично-зеленомошный.

**Состав материнского древостоя:** 8С2Б.

**Таксационные характеристики древостоя до рубки:** средний возраст – 160 лет, средняя высота – 22 м, средний диаметр – 26 см, класс бонитета – IV, полнота – 0,7.

**Сезон, год вырубki:** зима, 2003 год.

**Площадь вырубki:** 15 га.

**Технология сплошной рубки:** разработка лесосеки методом узких пасек с сохранением подроста.

**Система машин:** валка – бензопила + ТТ-4.

**Очистка вырубki:** укатка сучьев на трелёвочных волоках, сбор порубочных остатков в кучи.

**Захламлённость:** слабая (около 30 %).

**Степень нарушенности почвы:** малоизменённый почвенный покров.

**Тип почвы:** подзолистая.

**Строение горизонтов почвы на вырубке:**

A<sub>01</sub> – 0-2 см. Опад хвои и травы.

A<sub>02</sub> – 2-5 см. Тёмно-серая полуразложившаяся рыхлая подстилка, переход заметен.

A<sub>1</sub> – 5-9 см. Бурый рыхлый супесчано-гумусовый густо переплетённый корнями, переход выражен.

A<sub>2</sub> – 9-20 см. Светло-серо-бурый подзолистый слабо уплотнённый с вкраплениями мелкого щебня, переходы резко выражены.

B<sub>1</sub> – 20-35 см. Песчаный светло-оранжевый непрочной структуры.

B<sub>2</sub> – > 35 см. Песчаный оранжево-коричневый, бесструктурная супесь.

**Количество временных пробных площадей R = 1,78 м (10 м<sup>2</sup>):** 152 шт. (общая площадь: 0,152 га или 1 % от площади вырубki).

**Количество семенных деревьев:** 15 шт./га.

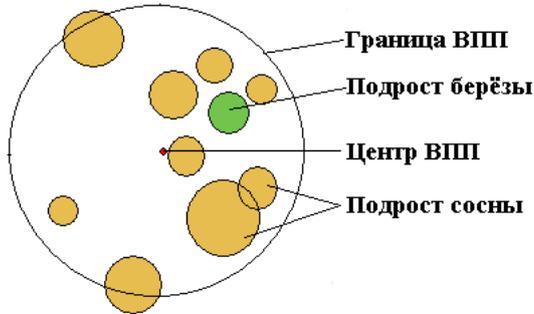
## Учётная карта временной пробной площадки № 5-3-7

Дата составления – 3 июля 2010 г.

Размеры временной пробной площадки (ВПП) – круговая R = 1,78 м (S = 10 м<sup>2</sup>).

Место размещения – пасека.

Схема размещения подроста на ВПП:



Давность рубки – 7 лет (зима 2003 г.).

Всходы на ВПП отсутствуют. Описание подроста:

№ п/п	Порода	Возраст, лет	Диаметр, см	Высота, см	Средний прирост в высоту, см	Прирост за последний год, см	Диаметр кроны, см		Категория состояния
							max	min	
1	С	12	3,4	103	8,58	27	64	58	благонадежный
2	С	5	0,8	47	9,40	13	28	26	благонадежный
3	С	7	1,1	61	8,71	12	37	24	благонадежный
4	С	7	1,3	69	9,86	15	45	38	благонадежный
5	С	4	0,8	40	10,00	15	27	25	благонадежный
6	С	13	4,2	125	9,62	29	73	61	благонадежный
7	С	6	0,7	48	8,00	6	23	6	усыхающий
8	С	16	2,1	86	7,17	9	54	42	сомнительный
9	С	4	0,5	16	4,00	7	19	10	благонадежный
10	Б	–	1,7	140	–	–	–	–	благонадежный

Живой напочвенный покров:

Вид растения	Обилие вида по шкале О. Друде	Проективное покрытие, %
Политрихум обыкновенный ( <i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	Soc	85
Брусника ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	Sp	12
Вейник лесной ( <i>Calamagrostis arundinacea</i> )	Sol	+
Вейник наземный ( <i>Calamagrostis epigeios</i> Roth.)	Sol	+
Иван-чай ( <i>Chamerion angustifolium</i> )	Sol	+
Горлюха даурская ( <i>Picris davurica</i> Fisch.)	Un	+

## Примечание:

В номере ВПП 5-3-7: 5 – номер вырубki, 3 – номер ходовой линии (с востока на запад), 7 – порядковый номер площадки по ходу (с юга на север).