

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

На правах рукописи

ЗРУБИН ДЕНИС СЕРГЕЕВИЧ

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КЕДРОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ
ЗАПОВЕДНИКА «ЦЕНТРАЛЬНОСИБИРСКИЙ»

06.03.02 - Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Буряк Людмила Викторовна

Красноярск - 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Состояние проблемы.....	7
2. Характеристика района, объекты, методы и методика исследований	30
2.1 Характеристика района	30
2.2 Объекты исследований	40
2.3 Методы и методика исследований	44
3. Характеристика лесного фонда и оценка нарушенности территории заповедника.....	49
4. Оценка состояния кедровых древостоев	58
5. Характеристики напочвенного покрова и почвы.....	77
6. Лесовосстановление и устойчивость кедровых насаждений	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
Рекомендации	109
Список литературы	122
ПРИЛОЖЕНИЕ А Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений	139

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Государственный природный биосферный заповедник «Центральносибирский» был организован 9 января 1985 г. в южной части Туруханского района Красноярского края и в прилегающей части Эвенкии. В 1986 г. ему присвоен статус международного биосферного резервата ЮНЕСКО. Это один из первых в стране заповедников, созданных в равнинной зональной тайге Сибири. В настоящее время его площадь составляет более 1 млн. га. В соответствии с Федеральным законом государственные природные заповедники созданы с целью сохранения естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем. Изменение климата, которое наблюдается в настоящее время, обуславливает динамику лесорастительных условий, при этом возможно нарушение устойчивости части лесных экосистем. Согласно глобальным климатическим моделям, в конце XXI века температура поверхности Земли увеличится на 0,3 ... 4,8 °C в сравнении с периодом 1986 – 2005 гг., самый большой рост ожидается на территории Северной Евразии [IPCC, 2013]. В условиях наблюдающегося потепления климата наблюдается процесс смещения границ зон и поясов растительности [Чебакова, 2006]. Возникает необходимость оценки последствий вероятных изменений, и, прежде всего, для наиболее ценных и менее устойчивых к изменению климатических и почвенных условий кедровых насаждений. Главным фактором, который нарушает состояние лесных экосистем Сибири в настоящий момент, являются пожары. Несмотря на небольшую доступность территории, горимость лесного фонда заповедника в отдельные годы достигает чрезвычайных показателей. Необходимо учесть тот факт, что ожидаемое изменение климатических условий будет сопровождаться дальнейшим увеличением количества и интенсивности пожаров, продолжительности пожароопасных сезонов и горимости лесов [Goldammer and Price, 1998; Flannigan et al. 2009]. В связи с этим предвидение последствий воздействия огня является необходимым элементом при обеспечении охраны и поддержания в естественном

состоянии природных комплексов и объектов. Оценка современного состояния и устойчивости кедровых насаждений послужит основой научно – обоснованного прогнозирования динамики лесного фонда заповедника, даст возможность определить дальнейшую судьбу лесных экосистем.

Степень разработанности проблемы. Большая работа по освещению лесообразовательного процесса кедровых насаждений в Западной Сибири была проведена В. Н. Седых, Б. П. Колесниковым, Е. П. Смолоноговым, В. Г. Мозалевским. Огромный вклад в изучение кедровых лесов внесли Э. Н. Фалалеев и И. В. Семечкин. Было отмечено, что лесные пожары выступают в роли своеобразного заслона на пути развития болото-, тундро- и лугообразовательного процессов и стимулятора лесообразования [Седых, 2009]. Биологическая устойчивость темнохвойных лесов на территории Западной Сибири была изучена И. А. Бехом [2008]. Но, несмотря на многочисленные исследования, не была дана оценка устойчивости кедровых насаждений с учетом складывающихся лесорастительных условий. Вследствие высокой горимости территории заповедника становится необходимым изучение особенностей формирования кедровых насаждений на нарушенных пожарами участках лесных земель.

Цели и задачи исследований. Целью работы являлась оценка состояния и устойчивости кедровых насаждений на территории заповедника «Центральносибирский». Для достижения поставленной цели ставились следующие задачи:

1. Проанализировать состояние лесного фонда;
2. Провести анализ нарушенности лесных земель;
3. Оценить состояние кедровых древостоев;
4. Изучить характеристики напочвенного покрова;
5. Установить закономерности лесовосстановления кедровых насаждений;
6. Дать оценку устойчивости кедровых насаждений

Научная новизна.

Впервые оценено состояние и устойчивость кедровых насаждений в современных условиях, изучена динамика лесных экосистем заповедника. Проанализировано состояние древостоев, дана оценка пожароустойчивости основных лесообразующих пород, изучен ход естественного возобновления в насаждениях и на нарушенных участках лесных земель. Выявлено, что оптимальным сроком оценки состояния кедровых древостоев на территории заповедника можно считать 4-5-ый год после воздействия огня. Показано, что естественное возобновление на нарушенных участках лесных земель протекает через смену пород, но под пологом производных березняков уже к 30-летнему возрасту начинается формирование коренных кедровых древостоев. Впервые дана оценка количества сгорающего при пожарах в кедровых лесах органического вещества и определена эмиссия углерода.

Теоретическая и практическая значимость работы. Оценка текущего состояния кедровых насаждений, их устойчивости, позволит оценить динамику лесного фонда заповедника и проектировать мероприятия по повышению устойчивости наиболее ценных хвойных насаждений заповедника. В целях оптимизации охраны кедровых насаждений и сохранения биологического разнообразия охраняемых природных комплексов заповедника разработаны и предложены к использованию: карты природной пожарной опасности для весеннего (с началом лета) и летнего периодов пожароопасного сезона; карты пожарного созревания участков лесных земель на территории ГПБЗ «Центральносибирский» в весенний (с началом лета) и летний периоды при различных классах пожарной опасности по условиям погоды.

Методология и методы исследования. Методологической основой исследований являлись работы отечественных и зарубежных авторов в области изучения состояния и биологической устойчивости лесных экосистем и процесса лесообразования, в том числе, на нарушенных пожарами участках лесных земель. В работе использовались базовые методы научно-технического познания и обработки данных. Методика представлена комплексом работ, которые

систематизировали данные наземных исследований, картографические и лесоустроительные материалы.

Положения, выносимые на защиту.

1. Ненарушенные кедровые насаждения заповедника характеризуются хорошим санитарным состоянием. Основным фактором, нарушающим кедровые насаждения заповедника «Центральносибирский», в настоящий период являются лесные пожары.

2. Низовые устойчивые пожары обуславливают значительные повреждения кедровых древостоев, отпад от запаса превышает 40 %, при этом оптимальным сроком для оценки состояния древостоев можно считать 4-5-ый годы после воздействия пожара.

3. Кедровые насаждения на территории заповедника устойчивы, в том числе за счет успешного естественного возобновления, в нарушенных насаждениях лесовозобновительный процесс протекает через смену пород, но под пологом производных березняков формируются коренные хвойные насаждения.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты исследований были представлены и докладывались на различных конференциях: Зарубежных (Vienna, Austria – 2016; Melbourne, Australia, 2016), Международных (Томск 2016; Санкт-Петербург, 2017; Новосибирск, 2017;) Всероссийских (Красноярск 2015), Всероссийской с международным участием (Красноярск 2015, 2016), Межрегиональных (Красноярск 2014, 2015).

Личный вклад автора. Автор лично участвовал в сборе полевых материалов, обработке, анализе, обобщении и трактовке полученных результатов.

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 1 научных работах, в том числе 3 в рецензируемых журналах (1 – WOS), 2 – в российских.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 138 страницах, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 182 источников, в т. ч. 31 иностранных и 1 приложения. Текст содержит 22 таблицы, 30 рисунков.

1. Состояние проблемы

В настоящее время в связи с возрастанием антропогенной нагрузки и изменением климатических условий отмечаются серьезные проблемы, связанные с разрушением природной среды. Решить проблему стабилизации экологического состояния природной среды планеты, по мнению исследователей, могут только леса, выполняющие климатообразующие, гидрологические, почвообразующие, санитарно-гигиенические и другие функции [Луганский, Залесов, 1996].

По данным Института мировых ресурсов на сегодняшний день около 70 % площади ненарушенных человеком крупных лесных массивов сосредоточено в 3 странах мира. Это тропические леса Бразилии и бореальные леса Канады и России. В 76 странах, включая все страны Европы, Северной Америки и Ближнего Востока, утрачены практически все естественные насаждения. В настоящее время сокращение площади лесов на планете составляет 1 % в год [Бузыкин, Пшеничникова, 2004].

Антропогенное вмешательство в окружающую среду привело человечество к осознанию необходимости создания особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Основу сети ООПТ составляют государственные природные заповедники.

В истории России в первую очередь следует отметить деятельность Петра I (1672-1725 гг.), при котором было издано большое количество природоохранных указов. Особое внимание уделялось сохранению лесов и почвы. С этой целью были изданы указы о запретах рубок в водоохранных лесах, об охране лесов от пожаров, о сохранении почвенного покрова при рубке лесов. В 1696 г. под Таганрогом был проведен первый опыт степного лесоразведения, а в 1706 г. основан первый ботанический сад, существующий до настоящего времени (филиал Ботанического сада МГУ). В 1714 г. в Санкт-Петербурге создан «Аптекарский огород», сегодня – это Ботанический институт РАН.

В 1892 году В.В. Докучаевым было выделено ряд принципов, которые явились основой развития заповедного дела России и сохранения плодородия

почвы. В 1909 году на Втором Всероссийском съезде охотников Г.А. Кожевников обосновал необходимость организации заповедников как природных эталонов с обязательным исключением всякой хозяйственной деятельности на их территории. В 1912 г. при Императорском географическом обществе была организована Постоянная природоохранительная комиссия. В состав природоохранительной комиссии вошло много известных ученых, в том числе Г. А. Кожевников, И. П. Бородин, Г. Ф. Морозов, В. Н. Сукачев и многие другие. Деятельность входящих в состав комиссии ученых стала толчком для развития особо охраняемых природных территорий. В 1914 году В. Н. Сукачевым была создана программа научных исследований в заповедниках. В 1916 г. был принят Закон о заповедниках. В эти годы появляются первые государственные заповедники, в том числе и Баргузинский заповедник на озере Байкал (11 января 1916 г.). Организуются научно-исследовательские экспедиции во многие регионы России, включая Сибирь и Дальний Восток. Примерно в то же время охотоведом Д.К. Соловьевым была предложена первая классификация особо охраняемых природных территорий. Предложенная классификация во многом соответствует современной классификации ООПТ, в нее входят: заповедники, биосферные резерваты, биологические и этнографические заказники, водно-болотные местности, памятники природы, ботанические сады и биологические станции [Реймерс, Штильмарк, 1978; Розенберг, Краснощеков, 2000]. В 1917 г. был создан «Союз охраны природы» и организовано Московское общество охраны природы. В это же время в Петрограде проведена первая конференция, посвященная вопросам охраны окружающей среды, на которой был представлен первый план сети заповедников, предложенный В.П. Семеновым-Тянь-Шанским, по которому на территории России предполагалась организовать 46 государственных природных заповедников. В 1919 г. Н.П. Подъяпольский создал проект декрета Совнаркома «О государственном заповедании с научной или художественной целью участков суши, вод и недр земли», положивший начало юридическим основам создания заповедников в России. В 1920 г. был организован Отдел охраны природы, в 1921 г. – Комитет по охране памятников природы, в 1923 г. -

Всероссийский комитет по охране природы, а в 1925 г. – Государственный межведомственный комитет по охране природы [Каленская, 2010]. На Первом Всероссийском съезде по охране природы, проведенном в 1929 г., отмечается переход от охраны природы - к природопользованию, включающему регулирование и использование природных ресурсов. В 1930 г. было выпущено Постановление «Об охране и развитии природных богатств в РСФСР», которое предлагало использовать заповедные территории для хозяйственной деятельности и отдыха населения. В начале 30-х годов в России было около 30 заповедников. В 1933 г. по рекомендациям I Всесоюзного съезда по охране природы при Президиуме ВЦИК РСФСР было создано Главное управление заповедников. В 50-60-е года наибольшая часть заповедников была передана Министерству сельского хозяйства России, что привело к негативным последствиям. В этот период многие заповедники закрыли, а в оставшихся значительные площади земли были изъяты для хозяйственного использования. Только в 70-80-х годах заповедное дело в СССР стало вновь развиваться. Один за другим организовывались новые заповедники – в Арктике, Сибири и на Дальнем Востоке, в том числе 9 января 1985 года был создан заповедник «Центральносибирский». Положительные подвижки в заповедном и природоохранном деле отмечались после создания в 1988 г. Министерства по охране окружающей среды, а также сети его комитетов в субъектах Российской Федерации. Со второй половины 2000 г. Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды был реорганизован в Государственную службу охраны природы в составе Министерства природных ресурсов Российской Федерации. Указом Президента РФ от 12.05.2008 N 724 «Министерство природных ресурсов Российской Федерации» было преобразовано в «Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации», чья компетенция заключается, в том числе в осуществлении правового регулирования, а также в разработке и представлении в Правительство России проектов федеральных конституционных законов, федеральных законов и актов Президента России и Правительства России по особо охраняемым природным территориям.

На данный момент на территории России имеется более 19 тысяч ООПТ – заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы и др. При этом количество ООПТ федерального значения – 482, ООПТ регионального значения – 16053, ООПТ местного значения – 2887. Часть российских заповедников, в том числе ГПБЗ «Центральносибирский» входят в международную сеть биосферных резерватов, представляющих природные экосистемы мира и выполняющие более широкий круг природоохранных, научно-исследовательских и просветительских задач. Несколько заповедников и национальных парков входят в состав природных объектов, которые включены в «Список всемирного культурного и природного наследия» [114].

На территории Красноярского края всего действуют 112 ООПТ:

- 14 ООПТ федерального значения:
 - 6 государственных природных заповедников,
 - 2 национальных парка,
 - 3 государственных природных заказника,
 - 2 дендрологических парка и ботанических сада,
 - 1 лечебно-оздоровительный курорт;
- 98 ООПТ регионального значения:
 - 1 природный парк,
 - 40 государственных природных заказников,
 - 56 памятников природы
 - 1 микрозаказник [130]

В 1990 г. был учрежден Региональный Ученый Совет заповедников Сибири, а в 1998 г. создан Региональный ученый совет енисейских заповедников и начата разработка «Плана совместных действий заповедников и национальных парков региона». В 1998 г. было принято решение реорганизовать Совет в Ассоциацию и 3 февраля 1999 г. на базе Регионального ученого совета енисейских заповедников учреждена и официально зарегистрирована Ассоциация енисейских заповедников и национальных парков. Учредительные документы подписали заповедники Азас, Убсунурская котловина, Саяно-Шушенский, Чазы, Малый Абакан, Столбы,

Кузнецкий Алатау, национальный парк Шушенский бор, Российское представительство WWF. Позднее в Ассоциацию вошли заповедники Тунгусский, Центральносибирский, Алтайский и Катунский. В 2002 г. Ассоциация была переименована в Ассоциацию заповедников и национальных парков Алтай-Саянского экорегиона.

В настоящее время заповедники и национальные парки России осуществляют свою деятельность в соответствии с Федеральным законом от 14.03.1995 №33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях». В действующем законе государственные природные заповедники определены как «природоохранные, научно-исследовательские и эколого-просветительские учреждения, имеющие целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем».

Сохранение ненарушенных природных систем является в настоящий период одной из приоритетных задач, направленных на сохранение экологического равновесия на планете Земля. Ненарушенные природные территории рассматриваются учеными как «экологический каркас». К таким ненарушенным участкам Земли согласно карте нарушенности природных систем, относится и территория заповедника «Центральносибирский».

Стоит отметить, что наблюдающееся в настоящее время изменение климата обуславливает динамику лесорастительных условий, при этом возможно нарушение устойчивости части лесных экосистем. В конце XXI века, согласно глобальным климатическим моделям, ожидается увеличение температуры поверхности Земли на 0,3 – 4,8 °С в сравнении с периодом 1986-2005 гг., наибольший рост ожидается на территории Северной Евразии [IPCC, 2013]. В условиях отмечаемого изменения климата возможно смещение границ зон и поясов растительности [Чебакова, 2006]. Появляется необходимость оценки последствий возможных изменений, и прежде всего для наиболее ценных и менее устойчивых к изменению климатических и почвенных условий кедровых

насаждений. Основным фактором, нарушающим состояние лесных экосистем Сибири, в том числе и на территории заповедника, в настоящий период являются пожары. Следует учесть, что по мнению ряда исследователей, ожидаемое изменение климатических условий будет сопровождаться дальнейшим возрастанием количества пожаров, их интенсивности и степени горимости лесов, увеличением продолжительности пожароопасных сезонов [Goldammer and Price, 1998; Flannigan et al. 2009]. Оценка современного состояния и устойчивости лесных комплексов на территориях ООПТ послужит основой научно-обоснованного прогнозирования и даст возможность прогнозировать дальнейшую судьбу лесных экосистем.

Устойчивость растительного организма есть его способность сохранять жизненно важные функции и процессы на определенном уровне при изменении условий произрастания [Словарь русского языка, 1978]. А.А. Рожков и В.Т. Козак [1989], цитируя Р. Риклефса [1979], предлагают рассматривать устойчивость как внутренне присущую системе способность выдерживать изменения, вызванные извне, или восстанавливаться после них. Под системой в данном случае подразумевается как отдельный организм с изменчивой средой обитания, так и совокупность организмов: популяция, сообщество, насаждение, лесной ландшафт.

По мнению ряда ученых, определение устойчивости биологических систем является одной из важнейших задач в современной экологии [Морозов, 1928; Арманд, 1983; Одум, 1986; Липаткин, 1996; Воронков, 1997; Коротков, 2000; Демаков, 2000; Дробышев, 2003]. Вместе с понятием «устойчивость» в работах используется и термин «стабильность». Ряд исследователей применяет их как синонимы, однако другие разделяют эти понятия. М.А. Голубец, И.В. Царик [1992] отличают устойчивость биологических систем относительно каких-нибудь конкретных воздействий, и рассматривают стабильность экосистем как сумму разнообразных устойчивостей во времени. Авторы считают, что стабильные системы не могут не быть устойчивыми. При этом системы, являющиеся устойчивыми к воздействию того или иного фактора, не обязательно стабильны. Стабильность характерна в основном для коренных экосистем. Устойчивость –

наиболее разностороннее и сложное понятие в лесной экологии. Это понятие можно рассматривать с различных точек зрения, в том числе: устойчивость к абиотическим, биотическим и антропогенным факторам [Морозов, 1928; Кулагин, 1974; Мелехов, 1980; Рожков, 1989]. Чаще отмечается наличие, или нарушение устойчивости, или приводится градация по классам устойчивости [Матюк, 1983]. У.Р. Эшби предложил принцип порогового реагирования. Исследователем было отмечено, что переход экосистемы из одного устойчивого состояния в другое сопровождается пороговым эффектом, вследствие понижения устойчивости системы при переходе [Эшби, 1959]. М.Г. Романовский при обсуждении проблемы устойчивости лесных экосистем считал необходимым, в первую очередь, определять временный масштаб процессов и явлений и уровень организации систем и подсистем [Романовский, 2002].

На данный момент предложено множество определений устойчивости природных экосистем. Большинство авторов устойчивость рассматривается как способность противостоять внешнему воздействию или восстанавливаться после него, возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки, способность сохранять структуру [Одум, 1986; Риклефс, 1979]. Другие рассматривают математические модели устойчивости абстрактных систем, в том числе: по Лагранжу, Ляпунову, Флейману, Холлингу [Матюк, 1983]. Значительное количество авторов констатируют факт «наличия – отсутствия» устойчивости или приводят несколько ее показателей, например, устойчивая, малоустойчивая и неустойчивая [Семечкин, 1999]. Р. Маргалеф [1968] выделяет два типа стабильности. Первая – стабильность при внутренних взаимодействиях. Вторая – стабильность к внешним воздействиям. В.Г. Суховольский [2008] обратной величиной устойчивости считает риск гибели экосистемы определенного типа. Устойчивость экологических систем зависит от комплекса факторов. Наиболее важным из них считают биоразнообразие и продуктивность. Предполагается, что устойчивость экосистемы повышается при увеличении разнообразия внутри нее [Воронков, 1997]. Авторы утверждают, что разнообразие рождает устойчивость. При этом к компонентам биоразнообразия относят состав экосистемы, ее

структуру и функции [Kimmings, 1997]. Исследователи выделяют следующие уровни биоразнообразия: генотипический, фенотипический, видовой, популяционный, экосистемный, биомный [Perry, 1994]. Однако существует и другая точка зрения. Предполагается, что по мере усложнения по видовому составу и структурным взаимозависимостям система динамически становится более уязвимой. Условия среды, характеризующиеся относительной стабильностью, дают возможность существовать сложным тонко отлаженным экосистемам, несмотря на то, что в нестабильной среде устойчивым состоянием характеризуются только структурно простые сообщества [Бион, 1989; Уиттекер, 1980]. Это утверждение относится к климаксовым ценозам, считающимися стабильными системами, однако, при активном вмешательстве антропогенного фактора такие системы часто замещаются производными сообществами и нередко не могут восстановиться. На основании этого С.А. Дыренков предположил, что нельзя в качестве прямого признака устойчивости использовать видовое разнообразие [Дыренков, 1984]. Ю. Одум [1986] отмечает, что между устойчивостью и видовым разнообразием не выявляется заметной корреляции. В.М. Роне [1980] предполагает, что вследствие эволюционных процессов сформировалось два типа популяций. Первый тип популяций сформировался в оптимальных условиях среды, где выживаемость генотипов определяет их конкурентоспособность. Если конкурентоспособность зависит от быстроты роста, то сообщество должно включать, прежде всего, быстрорастущие особи, приспособленные к данным условиям. Второй тип образуется в неблагоприятных условиях среды (северные районы, высокогорье и пр.), где могут выжить только особи, приспособленные к меняющимся условиям и обладающие высоким гомеостазом, при этом характеризующиеся необязательно повышенной продуктивностью. В действительности чаще встречаются различные сочетания обоих типов. По мнению В. Ф. Лебкова [1989] устойчивость лесных экосистем в значительной степени будет определяться структурой древесных сообществ. В случае превышения порогового уровня внешних воздействий на лесную экосистему происходит изменение структуры данного сообщества или смена его

другим. Н.В. Третьяков [1927] утверждал, что свойства дерева определяют суть функции его ранга в насаждении. При этом ранг дерева можно довольно точно определить через его диаметр. Таким образом, изучение строения древостоев по диаметрам формирует представление о свойствах исследуемых древостоев, в том числе и об их стабильности. Автор предполагает, что наиболее стабилен древостой, характеризующийся максимальным варьированием по диаметрам. Варьирование по диаметрам определяется, прежде всего, возрастным строением древостоя. Последующий анализ можно проводить на двух уровнях. Первый - изучение всей популяции, без деления на отдельные поколения. Второй – анализ элементов леса [Третьяков, 1927]. На первом уровне варьирование будет максимальным, и это подтверждает предположение о том, что лишь полноценная ценопопуляция характеризуется стабильностью, потому что она способна к самовозобновлению. На втором уровне причинами дифференциации элементов леса по диаметрам можно считать: отличия в темпах роста, обусловленные генетическим разнообразием; различные условия местопроизрастания; фитоценотические и антропогенные факторы. «Стрессовые» антропогенные нагрузки, например, рубки ухода или высокая рекреационная нагрузка, уменьшают степень изменчивости древостоев по диаметрам. Это обусловлено, прежде всего, гибелью отставших в росте экземпляров, или вследствие их вырубки. Соответственно, средний диаметр древостоя должен возрасти. В дальнейшем, из-за ослабления внутривидовой конкуренции, у оставшихся деревьев может увеличиться прирост и даже превзойти прирост в контрольном древостое. Однако в случае, когда антропогенные нагрузки становятся постоянными, изменчивость древостоев увеличивается, в том числе «растягивается» по диаметрам. В еловых древостоях отмечается дезинтеграция, распад древостоя на отдельные биогруппы. Такую дезинтеграцию можно рассматривать как адаптационный механизм [Коротков, 2000]. Одним из критериев стабильности лесных сообществ в условиях стресса считается количество деревьев IV–V классов Крафта. По мнению ряда исследователей, деревья низших классов Крафта играют в древостоях определенную

стабилизирующую роль [Маслаков, 1984]. Эта роль, по мнению авторов, проявляется в трех аспектах. Во-первых, удержание физического пространства, препятствующее изреживанию древостоев и образованию «окон» полога. Во-вторых, сдерживание развития наиболее перспективных деревьев, за счет чего древостой медленнее проходит возрастные этапы. Выявлено, что вырубка угнетенных деревьев ускоряет рост и старение древостоев, следовательно, увеличение продуктивности древостоя приводит к сокращению срока его жизни и падению стабильности [Дыренков, 1984]. Высокий темп роста в случае ухудшения условий экотопа приводит дерево к гибели. В этом случае более угнетенные деревья с замедленным темпом роста имеют больше шансов выжить. В-третьих, деревья низших классов Крафта являются генетическим резервом, и в случае их вырубки в целом обедняется генофонд популяции, снижается его гетерогенность, и уменьшаются перспективы дальнейшего развития. В результате воздействия человека гибнут не только угнетенные деревья, но и деревья высших классов Крафта. Такое воздействие приводит к выравниваю древостоев по диаметру и высоте. Исследователи отмечают, что наименьшим снижением прироста вследствие загрязнения воздуха характеризуются угнетенные деревья, а наибольшим – деревья высших классов Крафта [Барткявичус, 1990].

Отмечается необходимость оценки состояния лесных экосистем и их динамики на региональном уровне в границах ландшафтов. Выявлено, что местная растительность отличается большей устойчивостью, чем интродуцированная [Матюк, 1983].

В лесоведении биологическую устойчивость часто связывают с продуктивностью насаждений [Дюкарев, Розенберг, 1982; Ватковский, 1985; Карманова, 1985; Уткин, 1985], происхождением и современным состоянием насаждений [Ермоленко, Овчинникова, 1999; Данченко, Бех, 2000], сложностью строения и биоразнообразием [Бузыкин, Гавриков, Секретенко и др, 1985; Бех, Савчук, 1999], текущим приростом, конкурентными взаимоотношениями [Кузьмичев, 1985] и генетическим составом популяций [Авров, 1999; Милютин, 1999], выделяют нарушенные и устойчивые экосистемы.

При изучении межвидовых отношений и устойчивости древесных видов в смешанных одновозрастных насаждениях К.К. Высоцким [1962] был предложен показатель напряженности роста, который определяется как отношение высоты дерева к площади его поперечного сечения.

По утверждению Г. Ф. Морозова [1928], появившиеся и развившиеся без вмешательства человека леса биологически более устойчивы и потому наиболее продуктивны. Следовательно, поддержание биологической устойчивости насаждений оборачивается, в итоге, устойчивым выполнением лесами общественно-полезных функций – функциональной устойчивостью лесов (термин предложен профессором П.М. Матвеевым в 1992 г.). Предмет «Функциональная устойчивость лесов» выделен как отдельный раздел лесоводства, призванный, по мнению авторов, на основе создаваемых лесоведением представлений о биологической устойчивости лесообразующих пород и лесных насаждений, давать оценку взаимному влиянию леса и общества с целью разработки комплекса мер по поддержанию способности лесов устойчиво выполнять общественно-полезные функции в необходимых, все возрастающих объемах.

Е. М. Фильрозе [1981] предлагает в качестве оценки устойчивости насаждений использовать прирост деревьев по площади их поперечного сечения. Автор опирается на положение о том, что комплексное влияние факторов внешней среды на экосистему проявляется в приросте биомассы, а связь между биомассой и площадью поперечного сечения деревьев, и как следствие, их приростами, близка к линейной. Стабильность экосистем обуславливается степенью изменчивости показателей, в том числе, приростов.

П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинниковой [1999] оценку устойчивости темнохвойных лесов Западного Саяна было предложено определять по длительности восстановления основных функций лесных экосистем, нарушенных внешними возмущениями. Высокоустойчивые насаждения восстанавливаются без смены пород, устойчивые – через одно поколение лиственных пород, слабоустойчивые – через несколько лиственных поколений.

И. В. Семечкиным [1999] было предложено для определения устойчивости выделять объекты различной сложности. При этом для каждого выделенного объекта выявить устойчивые состояния, нормальные и предельные значения таксационных показателей; установить критерии устойчивости и возможности повышения устойчивости лесных экосистем. Им выделено пять групп устойчивости: высокая, нормальная, умеренная, слабая и группа с отсутствием устойчивости.

По мнению С. А. Дыренкова [1985], при определении устойчивости необходимо заранее условиться об определениях положений и понятий, о пространстве, времени и диапазонах их изменений. В. И. Василевич [1983] указывал на то, что в настоящее время еще рано давать устойчивости количественную оценку.

И. А. Бех [2008] предлагает устойчивость основных лесообразующих пород и насаждений изучать на участках лесных земель, расположенных в однородных лесорастительных условиях. В качестве природных нарушающих лесные экосистемы факторов он считает необходимым учитывать пожары растительности, заболачивание, засухи, ветровалы, снеголомы, эрозию почв, низкие и высокие температуры и вспышки энтомовредителей леса; в качестве антропогенных факторов – рубки, рекреационную и пасквальную нагрузки, загрязнение окружающей среды [Бех, 2008].

Устойчивыми являются виды растительности лесные экосистемы, обеспечивающие высокую жизнестойкость и конкурентную способность сообществ, создающих коренные типы леса. Самая высокая устойчивость отмечается у видов, произрастающих в центральной части ареала. Здесь явно выражены все признаки устойчивости. Для таких фитоценозов характерен полный цикл развития, для них характерно высокое биоразнообразие и продуктивность древостоев, стабилен состав насаждений и прирост биомассы. Периодические изменения окружающей среды не вызывают значительных изменений структуры и продуктивности насаждений. После нарушений фитоценозы достаточно быстро восстанавливают состояние, близкое к исходному.

Неустойчивыми И.А. Бех предлагает считать виды-лесообразователи и создаваемые ими сообщества, которые под воздействием внешних нарушений теряют эдификаторное положение, ухудшают состояние, деградируют и разрушаются. Чаще такие экосистемы приурочены к краевым зонам ареалов, но могут встречаться и в других частях ареалов, где занимают несвойственные им экотопы. Кроме того, предлагается в ряде случаев к неустойчивым относить породы, которые имеют высокий восстановительный потенциал, но при этом характеризуются слабыми конкурентными возможностями. Это породы-пионеры, которые селятся на участках лесных земель первыми, но в последующем будут уступать место другим породам, поселившимся под их пологом.

Виды-лесообразователи, лимитированные в своих экологических возможностях, под воздействием ограничивающих факторов среды и межвидовой конкуренции вытесняются на менее благоприятные места обитания, где проявляются их приспособительные реакции [Бех, 2008].

При этом ряд авторов отмечает, что имеется довольно большая группа лесных экосистем, которые занимают по устойчивости промежуточное положение. Их устойчивость в определенных условиях местопроизрастания обусловлена естественными или искусственными препятствиями для распространения и (или) невозможностью существования в данных условиях других видов. К таким сообществам можно отнести импульсно-стабильные С. Н. Санникова [1985] и субклимаксы Ф. Клементса [Clemends, 1973].

В целом проведенный анализ литературных источников показывает, что оценки устойчивости лесных насаждений разнообразны и окончательно не определены, проблема устойчивости остается весьма сложной и малоизученной.

Исследователями установлено, что кедровые насаждения являются наиболее сложной и динамичной из лесных формаций Сибири, в которой четко выражены процессы восстановительно-возрастной динамики, устойчивости, пространственно-временной структуры и биоразнообразия сибирских лесов [Семечкин, Поликарпов, 1985]. Площадь насаждений с преобладанием кедра в России составляет 37,1 млн. га, а запас древостоев превышает 6,7 млрд. м³. Вне

Сибири произрастает лишь 4,6 % кедровых насаждений, поэтому этот вид и называется сосна кедровая сибирская (*Pinns sibirica Du Tour.*). Отмечается значительная водоохранная, водорегулирующая, почвозащитная и санитарно-гигиеническая роль кедровых лесов [Семечкин, Поликарпов, 1985]. В горных лесных районах кедровые насаждения защищают почву от эрозии, а на территории Западно-Сибирской равнины кедрачи предотвращают заболачивание участков лесных земель [Данченко, Бех 2010].

По данным исследователей сосна кедровая сибирская может достигать 35 - 45 м в высоту и до 2 м в диаметре [Таланцев, 1881]. Предполагается, что кедр сибирский может жить до 800-850 лет [Таланцев, 1981]. При этом другие утверждают, что сосна кедровая сибирская «доживает до глубокой старости», но вряд ли - до 500 лет [Сукачёв, 1934]. Г.В. Крылов установил [1960], что в горных районах юга Сибири потенциальное долголетие кедра в значительной степени определяется высотой над уровнем моря. Так, на северных склонах Алтая и на склонах Западного Саяна продолжительность жизни кедра составляет: в пределах высот 300-600 м над уровнем моря – до 800 лет, 1000-1500 м - до 400 лет, 2000-2400 м – не более 80 лет. Оптимальными для кедровых насаждений являются дренированные свежие почвы. Характер строения корневых систем кедра находится в прямой связи с мощностью и водным режимом почв [Семечкин, Поликарпов, Ирошников и др., 1985]. Чаше она поверхностная, с расходящимися в стороны мощными боковыми корнями, но на хорошо дренированных супесчаных и суглинистых почвах может формироваться главный корень, углубляющийся на несколько десятков сантиметров. Якорные корни могут достигать глубины 160 см. При нарастающем заболачивании на стволе образуются придаточные корни. Пластичность корневой системы позволяет кедру расти в самых различных местообитаниях - вплоть до каменистых склонов и заболоченных низин [Рысин, 2011].

Кедр нетребователен к теплу, зимостоек, о чём свидетельствует его относительно успешный рост даже в высоких широтах и у верхней границы леса в горах. Переносит без повреждений очень низкую зимнюю температуру

(до -60°C), но поздними весенними заморозками у него часто повреждаются цветочные колоски [Данченко, Бех, 2010].

Хорошо растёт при полной освещенности, но вместе с тем теневынослив, уступая в этом отношении только пихте сибирской; в то же время с возрастом потребность в свете увеличивается. А. И. Ирошников [1985] утверждает, что кедр теневынослив в первые десятилетия своей жизни, что позволяет его подросту сохраняться под пологом темнохвойных пород до 10-15 лет при значительной сомкнутости и до 30-40 лет - при средней сомкнутости. Далее прирост и в высоту, и по диаметру резко снижается; для нормального роста становится необходимой полная освещенность кроны [Данченко, Бех, 2010]. Хвоя держится 3-5 лет, а в субальпийском поясе - до 11 лет [Лебединова, 1962].

Кедр более требователен к влажности воздуха, чем к влажности почвы; малое количество осадков может быть одной из причин его отсутствия. По мнению Н. К. Таланцева, самые благоприятные для него условия (годовое количество осадков - 800 мм, сумма активных температур - около 1700°C).

В распространении кедра исключительно велика роль животных, питающихся его семенами. Делая запасы, они прячут эти семена и не всегда к ним возвращаются. По подсчетам Н. Ф. Реймерса, кедровка способна за год занести на 1 га лесосеки до 16 тыс. орешков, гари – 18-38 тыс. и шелкопряда – до 48 тыс. орешков. И. А. Бех предполагает, что благодаря кедровкам, граница распространения кедра за год может быть продвинута на 2-4 км, разумеется, при благоприятных условиях среды. Питаются семенами кедра и тоже способствуют его расселению бурундуки (в каждой кладовой находится 1,5-3 кг кедровых орешков), мышевидные грызуны и другие животные (медведь, белка, соболь) [Рысин, 2011]

В. А. Поварницын [1934] указывал, что характерная особенность кедровых лесов – их разновозрастность. Он отмечал, что она типична для девственных лесов – по мере отмирания старшего поколения образуются окна, которые благоприятны для успешного развития подроста. Считается, что одновозрастные

кедровники имеют послепожарное происхождение, но и они со временем становятся разновозрастными.

Рост кедров различного географического происхождения освещен в работах Н. А. Ларионовой [1968, 1970]; Н. А. Ларионовой, О. П. Олисовой [1970]. О росте кедров на болотах и заболоченных землях опубликованы работы А. А. Храмова, В. И. Валуцкого [1977], Ф. З. Глебова и других [1988], И. В. Семечкина и других [1983].

Современные представления о морфологической изменчивости кедров сибирского изложены в монографии А. М. Данченко и И. А. Беха [2010]. Экология кедров сибирского изучена в работах С. П. Ефремова [1987], П. М. Ермоленко [1975], Б. С. Спиридонова [1979]. Вопросам биологии посвящены исследования Р. Н. Ивановой [1958], Е. Г. Мининой [1971], Н. П. Мишукова [1976], В. А. Кирсанова [1981]. Проведены комплексные исследования по изучению биологических особенностей, систематики, экологии и характеристик лесоводственных свойств ареала кедров сибирского [Таланцев и другие, 1978]. Приведено описание характерных типов леса кедровых насаждений и лесообразовательного процесса, изучены проблемы селекции, семеноводства, разведения кедров, борьбы с вредителями и болезнями. Исследованы фитонцидные свойства и санитарно-гигиеническое значение кедровых насаждений. Разработаны рекомендации по воспроизводству кедровых лесов, увеличению их площади и повышению эффективности комплексного использования и экологического потенциала кедровой тайги. В монографии И. А. Беха [1974] приведены интересные сведения о распространении и устойчивости кедровых лесов на южном пределе ареала в Западной Сибири, изучен процесс естественного возобновления кедров под пологом материнских древостоев и в других лесных формациях. Приведены материалы о смене пород, динамике площади и таксационных характеристик кедровых лесов.

Предполагается, что на территории южной Сибири увеличение частоты пожаров приведет к исчезновению чистых кедровников [Седых, 2014]. По мнению исследователей, значительное воздействие на устойчивость

темнохвойных насаждений оказывают характеристики напочвенного покрова. Зеленые мхи и таежное мелкотравье способствуют поселению и развитию темнохвойных пород, а злаки и осоки задерживают почву и, кроме того, являются аллелопатическим препятствием для восстановления хвойных пород. Интенсивность разрастания травяного покрова зависит от района произрастания, состава полноты насаждений и сомкнутости полога древостоев. По мнению И.А. Беха, значительная доля кедра в составе насаждений крайне северной тайги скорее всего связана с несовершенством аэротаксации. При проведении наземного лесоустройства после хозяйственного освоения северных территорий площадь насаждений с преобладанием кедра резко сократилась [Бех, 2008].

С. П. Арефьев выявил, что кедровые насаждения отличаются наибольшей устойчивостью на севере ареала их распространения в условиях крайне северной тайги. Данное утверждение он обосновывает более широким распространением кедровых насаждений на севере, высоким возрастом кедрочей и их меньшим повреждением вследствие воздействия пожаров и энтомовредителей. Исследователем установлено, что по мере продвижения на юг, устойчивость кедровых насаждений снижается. Особенно низкие значения этого показателя характерны деревьям кедра, находящимся во втором ярусе и под пологом других лесообразующих пород [Арефьев, 1997]. Однако И. А. Бех [2008] указывает и на то, что меньшая нарушенность северных кедровников энтомовредителями и пожарами, и, как следствие, их больший возраст можно объяснить меньшей степенью их хозяйственного освоения и суровыми климатическими условиями, препятствующими массовым вспышкам вредителей леса [Бех, 2008].

В Западной Сибири на территории равнинной тайги большинство пород - лесообразователей в свойственных для них условиях местопроизрастания формируют высокопродуктивные и устойчивые насаждения. Экологические ареалы основных видов растительности перекрываются на значительной площади, а плавные климатические изменения в этих условиях благоприятствуют ее миграции. Кроме того, разнообразию растительного покрова и сукцессионных процессов способствует и многообразие лесорастительных условий [Бех, 2008].

В границах ареалов состояние и устойчивость лесных экосистем регулируется естественно-историческими причинами, экологическими требованиями лесообразующих пород и внешними факторами. Так, распространение и устойчивость темнохвойных насаждений с доминированием в составе древостоев кедра и участием других темнохвойных пород лимитируется климатическими и почвенными условиями, в их числе: продолжительность вегетационного периода, суммарная солнечная радиация, питательный и водно-воздушный режимы почв, количество осадков, температура и влажность воздуха [Бех, 2008]. При этом, по мнению автора, на севере Западной Сибири основными лимитирующими распространение кедровых насаждений факторами выступают климатические показатели (суммарная солнечная радиация, сумма положительных температур), в лесной зоне – почвенные характеристики (богатство, влажность, аэрация), а на границе с лесостепью – показатели влажности (почвенной, воздушной). Имеет значение и способность лесообразующих пород компенсировать недостаток одних экологических условий другими [Бех, 2008].

В целом по мнению исследователей, устойчивость кедровых насаждений и стабильность проходящих в них процессов определяются рядом топографических, исторических и типологических причин. Кроме того, устойчивость лесных экосистем зависит от экологических и биологических возможностей, средообразующей и конкурентной способности лесообразующих пород. Следует отметить, что в настоящее время количественные оценки устойчивости лесных экосистем слабо разработаны и содержат много допущений, поэтому на данный момент не находят широкого практического применения.

По мнению Д.Г. Замолодчикова [2018], современные изменения климата (увеличение температуры, неравномерный рост количества осадков и др.) оказывают все большее влияние на леса России. Это воздействие соответствует характерным климатическим лимитам, ограничивающим современное распространение типов леса. В соответствии с этим, площадь лесов расширяется на север на границе с тундрой, отмечается увеличение сомкнутости насаждений.

На юге, в непосредственной близости со степью, происходит усыхание лесов, увеличивается площадь хвойных лесов и широколиственных пород. Наблюдается внедрение темнохвойных пород на мерзлотные почвы в ареал распространения лиственничников. Во всех лесорастительных зонах увеличивается риск возникновения пожаров растительности, частые и продолжительные засухи ослабляют древостои, приводя к массовому размножению энтомофитов и болезней леса. Степень негативных климатических изменений более выявлена на юге европейской части России, в Приморье и Забайкальском регионе. В части регионов России, где вследствие повышения температуры отмечается значительное возрастание количества осадков (северо-восток европейской части России, северная часть Дальнего Востока и Сибирь), в случае хорошо организованной охраны лесов от пожаров могут доминировать позитивные последствия изменений климата. В последующем (на протяжении XXI века) климатические изменения, по мнению автора, будут развиваться в тех же направлениях. Предполагается, что повышение температуры за XXI век в России будет приблизительно в 2 раза больше, чем за XX. Соответственно и влияние изменения климатических условий станет еще более заметно. При более жестких сценариях изменения климата процесс естественного обезлесения может охватить до 2/3 территории европейской части России. Значительно возрастут риски возникновения лесных пожаров, а при отсутствии изменений в организации охраны лесов прогнозируется увеличение степени горимости в 2 раза к концу XXI века. Усиление изменений климата требует их обязательного учета в повседневной деятельности лесопользования. Разработка стратегии адаптации лесной отрасли к изменениям климатических условий становится острой необходимостью, а не только данью международным обязательствам Российской Федерации по РКИК ООН [Замолотчиков, 2018].

Известно, что главным видом естественных нарушений, приводящим к гибели лесов в России, являются пожары [Обзор санитарного..., 2006 год]. Пожарная опасность по погодным условиям, в соответствии с результатами анализа индексов пожарной опасности, рассчитанных по метеоданным [Groisman,

2007] и достоверно связанных с количеством и площадью пожаров [Коровин, Зукерт, 2003] в 1935–2000 годах в европейской части России снижалась, а в восточных от Урала районах увеличивалась в течение всего XX века. По данным официальной статистики, средняя площадь, пройденная пожарами на занятых лесными насаждениями землях, в 2000–2009 годах составляла $1,4 \cdot 10^6$ га/год, что превышает аналогичные показатели за 1947–1992 и 1990–1999 гг., соответственно, на 7 и 30 % [Korovin, 1996]. По мнению ряда исследователей, в годы, характеризующиеся средней продолжительностью пожароопасного сезона, доля участков лесных земель, пройденных верховыми пожарами от общей площади, пройденной огнем, увеличилась с 22 % в XX веке [Korovin, 1996] до 47–59 % в 1998–2006 годах [Soja, Tchebakova et al., 2007]. Эту закономерность связывают с увеличением пожарной опасности. Большая доля площади, пройденной огнем, в 1992–2011 годах приходится на азиатскую часть России – более 78 %. В период с 1997 до 2003 гг. установлена тенденция к ежегодному увеличению площади, пройденной пожарами, на $0,79 \cdot 10^6$ га [Sukhinin, French et al., 2004]. В Сибирском и Дальневосточном регионах наблюдается возрастание частоты пожаров. К примеру, на Среднесибирском плоскогорье в результате дендрохронологических исследований выявлено, что в лиственничниках средний межпожарный интервал сократился со 100 лет в XIX веке до 65 лет в XX веке [Харук, Двинская, 2005].

Многими исследователями отмечалась значительная роль пожаров растительности в происхождении и формировании лесных экосистем. Авторы отмечают, что пожары, как и другие экологические катастрофы, представляют собой вполне закономерный природный феномен, эволюционно-экологический фактор [Санников, Санникова, 2008]. Установлено, что под воздействием пожаров формируются бореальные леса Евразии [Фурьев, 1996]. По мнению В. Н. Седых, жизнь леса неотделима от огня. Автор указывал на то, что пожары являются наиболее разрушительным и распространенным в природе фактором, создающим в течение длительного эволюционного развития условия для возникновения и закрепления механизмов лесообразования такого типа, которое

обеспечивает успешное лесовосстановление и длительное процветание лесных экосистем [Седых, 2009]. Известно, что пожары по естественным причинам, чаще в результате грозовой деятельности, возникали в таежной зоне задолго до появления человека. По данным Н. П. Курбатского [1964], еще до появления человека каждый год от молний возникало несколько тысяч пожаров растительности, распространяющихся на значительную площадь. Результаты исследований показывают, что и в настоящее время на пожары, возникшие в результате грозовой деятельности, в Сибири приходится до 40 % от общего количества возникших пожаров [Иванов, Иванова, 2010]. Исследователи указывают, что бореальные леса являются более благоприятными для возникновения пожаров. При наблюдающихся изменениях климата ожидается увеличение частоты пожаров. Ожидается, что в бореальных лесах Сибири могут усугубиться и экологические последствия пожаров [Furyaev et al. 2001].

М. Е. Ткаченко [1911] отмечал, что пожары в лесу выполняют роль своеобразного севооборота и занимают важное место в многовековой истории формирования лесов. С одной стороны, насаждения гибнут после воздействия пожаров, но с другой – пожары способствуют обновлению состава насаждений. Благодаря послепожарной смене пород возможно многовековое существование лесных насаждений на одной и той же площади. Н. П. Курбатский указывал на то, что пожары являются мощным фактором не только гибели лесов, но и их восстановления и формирования [Курбатский, 1964]. Пожары являются основным естественным фактором, вызывающим закономерную смену пород и оказывающим значительное воздействие на структуру насаждений и их биомассу [Фурьев 1996; Harden *et al.* 2000]. В бореальных лесах Сибири пожары каждый год охватывают несколько миллионов гектар [Sukhinin et al. 2004; Kukavskaya et al. 2013a]. Отмечено, что в таежной зоне практически невозможно встретить участок леса, не пройденный пожаром [Фурьев, 1996]. Значительную нарушенность насаждений Средней Сибири пожарами отмечали А. И. Бузыкин и Л. С. Пшеничникова [1980], Л. В. Попов [1982], В. В. Фурьев [1974], Э. Н. Валендик, Г. А. Иванова, [1996]; Э. Н. Валендик, [2008], П. А. Цветков [2009] и

многие другие. П. А. Цветков [2007] указал на то, что в возникновении и динамике северотаежных лиственничников определяющую роль играют лесные пожары. В. Н. Седых [2009] предполагает, что лесные пожары в таежной зоне выступают в качестве стимулятора лесообразования и своеобразного заслона на пути развития болото-, тундро- и лугообразовательного процессов.

Изменения, которые происходят в лесах после воздействия огня, разнообразны и в основном зависят от характеристики пожаров: в одних случаях может происходить полная потеря лесом своей хозяйственной и биологической ценности, вплоть до необратимых процессов – эрозии почвы и образованию каменистых россыпей на крутых склонах; в других – длительные восстановительные смены пород, которые сопровождаются развитием дернового процесса, заболачиванием или разболачиванием; в-третьих – в лесных экосистемах не происходит каких-либо существенных изменений [Душа-Гудым, 1976; Шешуков, 1988]. При этом в различных лесорастительных зонах и лесных районах последствия пожаров будут различаться.

Темнохвойным насаждениям присуща меньшая опасность возникновения пожаров, чем светлохвойным лесам [Мелехов, 1947], но в периоды длительной засухи увеличивается вероятность распространения горения в темнохвойные насаждения, где последствия воздействия огня могут быть наиболее разрушительны. Предполагается, что темнохвойные леса являются более древними, и в прошлом они занимали большую площадь, но вследствие воздействия пожаров произошла их смена сосново-лиственничными и березово-осиновыми насаждениями [Фалалеев, 1985].

Исследования по оценке воздействия пожаров на насаждения темнохвойных пород малочисленны и не охватывают весь спектр требующих изучения вопросов. Помимо этого, с изменением климатических, лесорастительных условий, возрастанием горимости, изменяется и экологическое состояние лесов, прежде всего, темнохвойных, как более уязвимых к меняющимся условиям. Появляется необходимость оценки устойчивости темнохвойных насаждений, в первую очередь, наиболее ценных кедровых к воздействию пожаров, которая должна

быть проведена с учетом лесорастительных условий лесных районов.

Выбор в качестве района исследования территории Центральносибирского заповедника обусловлен статусом заповедника и труднодоступностью участков лесных земель на его территории, вследствие чего до настоящего времени возможно выявление естественных закономерностей в состоянии кедровых насаждений и их устойчивости с учетом складывающихся в настоящий период климатических и лесорастительных условий.

2. Характеристика района, объекты, методы и методика исследований

2.1 Характеристика района

Исследования проводились на территории государственного природного биосферного заповедника «Центральносибирский». Согласно Приказу Минприроды России от 18.08.2014 N 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации», территория заповедника находится в таёжной зоне, в среднесибирском плоскогорном таёжном районе. Климат района умеренно континентальный. Средняя температура января – -25 °С, июля – +16 °С. Количество осадков 400-580 мм. Средняя высота снежного покрова 94-114 см. Продолжительность безморозного периода 65-96 дней [Горшков и др., 2003]. Согласно лесорастительному районированию [Коротков, 1994], район находится в Приенисейской лесорастительной провинции в пределах Средне – Сибирской плоскогорной лесорастительной области, где расположены кедровые, пихтовые, еловые, лиственничные и берёзовые насаждения при доминировании темнохвойных лесов. Территориально заповедник расположен в двух муниципальных районах Красноярского края – Туруханском и Эвенкийском.

Большая часть заповедника располагается в Туруханском районе Красноярского края. Площадь района 209,31 тыс. км², его территория имеет вытянутую форму в меридиальном направлении почти на 1500 км вдоль Енисея с 60 до 66 градусов северной широты.

В Туруханском районе 34 населённых пункта. Административным центром района является село Туруханск, которое располагается от города Красноярска на расстоянии 1100 км, по Енисею – 1440 км.

В 15 из 34 поселений района живут представители коренных народностей Крайнего Севера – кеты, селькупы, эвенки (всего 1423 человека или 11,08 % населения района). Эвенки (188 человек) живут в северной части района. Кеты (866 человек из менее чем 1000 всего зарегистрированных по переписи) и

селькупы (369 человек), место их проживания расположено в центральной и южной частях района. Также живут 5-6 семей югов, всего их около 19 человек (по переписи 2002 года), это единственное место проживания данной народности в мире.

Самое крупное предприятие района – Курейская ГЭС, мощность которой составляет 600 мВт, а выработка примерно 2,5 млрд кВт ч электроэнергии.

В крайней северо-западной части района, в этнохозяйственном ареале совреченских эвенков сохранилось оленеводство. У кетов и селькупов в настоящий момент – оленеводство утрачено. В некоторой степени это было вызвано появлением относительно дешевого механического транспорта, отчасти с изменением системы промыслового использования охотничьих угодий после смены промысла белки промыслом соболя. Коренные народности в основном занимаются промыслом соболя, рыбной ловлей и собирательством.

Общая протяжённость водных судоходных путей до населенных пунктов – 1860 км, по боковым рекам – 1060 км. Длительность навигации по Енисею на территории района составляет 4 месяца, по притокам – 7 - 20 дней по причине мелей [136].

На территории заповедника населенных пунктов нет, самые ближайшие селения это Сумароково (25 км) и Бахта (50 км), также вблизи с границами заповедника, на расстоянии 25 км, расположена экологическая станция Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (ИПЭЭ РАН) Мирное.

В остальное время единственным средством доставки грузов и перевозки пассажиров является авиатранспорт, основную роль для дальних рейсов играют самолеты Як-40, Ан-24, Ан-12, а внутри района- самолет Ан-2, вертолеты Ми-8, Ми-2. Основные для района аэродромы построены в Туруханске и поселке Бор (аэропорт Подкаменная Тунгуска), постоянные площадки для самолетов имеются в Верхнеимбатске, Ворогово, Келлоге и некоторых других пунктах района.

Значительная часть восточного (Енеейско-Столбовского) участка заповедника располагается в Эвенкийском районе Красноярского края,

захватывая его юго-западные участки в пределах Суломайского сельсовета, ранее (до 1964 г.) относившегося к Туруханскому району.

Образован район 14 октября 2005 года на территории упразднённого Эвенкийского автономного округа. Посёлок Тура является административным центром. В Эвенкийском районе 23 сельских поселения. Площадь района 763,2 тыс. км². На территории расположен географический центр России (в районе озера Виви).

Населенность района ниже, чем в Туруханском районе, и по данным Росстата, составляет 15,4 тысячи человек [Оценка численности постоянного населения Красноярского края по городским округам и муниципальным районам на 1 января 2017 года.] Плотность населения – 0,02 чел./км². Территория района является одной из самых малонаселенных территорий России, а также мира.

Населенных пунктов на территории заповедника нет, близлежащие поселения Суломай (75 км) и Кузьмовка (45 км).

Основные пути сообщения водные и воздушные (навигация только по реке Подкаменная Тунгуска во время половодья), по реке Столбовой имеется возможность передвижения на мотолодках, но с большими трудностями [150].

Геология. Подавляющую часть территории Средней Сибири занимает Средне-Сибирское плоскогорье (в административных границах Красноярского края), которое в естественных границах простирается с запада на восток от берегов Енисея до Лены и Верхнеянского хребта, а с севера на юг – от Таймырской (Северо – Сибирской) низменности до предгорий Восточного Саяна, гор, окружающих с севера озеро Байкал, Патомского нагорья и Станового хребта.

Средне-Сибирское плоскогорье занимает площадь около 1500000 км². Характерной особенностью является широкое распространение трапповых и лавовых плато и останцовых гор со столовыми вершинами самых различных форм и размеров.

Часть Средне-Сибирского плоскогорья, которая называется Тунгусским трапповым плато, имеет высоту до 600 – 800 м и расчленено на изолированные

трапповые массивы – «камни», останцовые столовые и конусовидные горы и отдельные гряды и возвышенности.

Для всех речных долин здесь характерно чередование участков с пологими или террасированными склонами и ущельеобразных сужений, приуроченных к местам пересечения реками трапповых массивов [Герасимов, 1964].

Рельеф. Несмотря на значительную высоту рельефа Средне-Сибирского плоскогорья, как над уровнем моря, так и над местными базисами эрозии, он обладает большой сглаженностью широких водораздельных пространств. Они производят ощущение однообразно-плоской поверхности, в которую на большую глубину (до 200 – 300 м и более) врезались долины больших и малых рек, которые разделили её на ряд гряд и увалов. Неровность рельефа в большой степени маскируется густым облесением. Вершины столообразных и куполообразных сопок, возвышающихся над поверхностью водоразделов, только подчеркивают монотонную равнинность окружающих их пространств. В этом отношении Средне-Сибирское плоскогорье сходно с Русской равниной, представляющей сочетание плоскоувалистых, сильно размытых возвышенностей, плато и широковолнистых равнин. Однако Средне-Сибирское плоскогорье отличается от Русской равнины большей высотой и соответственно более глубокой расчлененностью, а также столообразной формой поверхности отдельных водоразделов, обусловленной широким распространением бронирующих рельеф трапповых покровов и плотных песчаников и известняков, обычно отсутствующих на Русской равнине [Герасимов, 1964].

Заповедник находится в пределах восточной окраины Западно-Сибирской низменности и западной части Средне-Сибирского плоскогорья.

В пределах территории заповедника представлено 5 ландшафтов и 30 видов местности, типичных для приенисейской средней тайги, и представляющих собой переход от Западно-Сибирской равнины к Средне-Сибирскому плоскогорью:

Дубчесская равнина со среднетаежными сосновыми лесами сложена валунными суглинками и супесями, гравелисто- и галечно-песчаными отложениями, которые подстилаются осадочными породами неогена и палеогена,

выходящими на поверхность лишь по долинам наиболее глубоко врезуемых рек. Фон ландшафта образуют березняки кустарничко-зеленомошные IV - V класса бонитета на месте коренных кедров, реже ельников (40 % площади), Кедрово-кустарничково-зеленомошные IV и долгомошные V класса бонитета (30 %). Сосняки в ландшафте представлены главным образом кедровыми, реже еловыми суборами, т.е. сосняками с примесью или вторым ярусом из темнохвойных древесных пород кустарничко-моховыми IV - V класса бонитета (20 %). Олиготрофные чистые боры бруснично-зеленомошные и кустарничко-сфагновые на песчаных отложениях аллювиальных террас рек занимают незначительную площадь. Ельники представлены преимущественно долинными и пойменными травяными и травяно-сфагновыми сообществами IV класса бонитета. В замкнутых и сточных котловинах ледникового рельефа формируются олиготрофные торфяники.

Аллювиальная, террасированная Енисейская равнина занята еловыми, кедровыми и сосновыми лесами повышенной производительности и полноты. Ландшафт включает современную и старую высокую пойму и три надпойменные террасы, которые сложены аллювиальными слоистыми песчано-супесчаными, песчаными, реже суглинисто-песчаными отложениями. Террасы заметно отличаются по составу лесов и структуре болот. Если на пойме доминируют ельники травяные и травяно-зеленомошные IV класса бонитета в сочетании с многочисленными старичными евтрофными болотами и озерами, то на надпойменных террасах распространены кедровые и сосновые леса в сочетании со значительными по площади массивами мезотрофных, чаще олиготрофных болот, примыкающим к тыловым швам террас.

Высокая (200 -300 м над у. м.) Кулинна-Тынепская равнина покрыта кедровыми и еловыми среднетаежными лесами. Сложена валунными суглинками, супесями, гравелистыми песчано-супесчаными и песчаными отложениями, подстилаемыми палеозойскими осадочными породами. Последние выходят на поверхность в бортах и днищах наиболее глубоко врезуемых долин. Леса ландшафта значительно различаются в зависимости от состава ледниковых

отложений и подстилающих их осадочных коренных пород. На выположенных междуречьях и увалах, сложенных моренными валунными суглинками, формируются сомкнутые ельники с примесью кедра и пихты долгомошные и производные осинники. На плоских равнинах, сложенных гравелисто-песчаными флювио-гляциальными отложениями леса из ели, кедра, березы сильно заболочены, имеют низкую производительность ($V - V_a$), сильно разрежены, в составе постоянна примесь сосны. Для камового рельефа характерны ельники-зеленомошники. В замкнутых и сточных котловинах ледникового рельефа формируются выпуклые олиготрофные болота. В различной степени, иногда сплошь, заболочены днища долин рек, ложбины в верховьях рек. Здесь наряду с олиготрофными встречаются мезотрофные болота типа согр.

Высокое, глубоко расчлененное Подкаменно-Тунгусское плато занято высоко производительными и сомкнутыми темнохвойными, лиственнично-темнохвойными, реже сосновыми лесами. Сложено с поверхности щебнистыми и каменисто-глыбистыми аллювиально-солифлюкционными суглинками на плакорах и деллювиально-солифлюкционными и коллювиальными щебнистыми отложениями различного гранулометрического состава на склонах. Местами крупноглыбистые отложения склонов в местах полей траппов носят характер курумов, безлесны и покрыты лишайниками. В северной части ландшафта коренные породы перекрыты с поверхности флювиогляциальными гравелисто-песчаными, реже ледниковыми валуно-суглинистыми отложениями. Относительно узкие днища долин рек и ручьев в верховьях заболочены. На доломитах, мергелях и известняках производительность сообществ увеличивается, в составе древостоя появляется пихта и лиственница, а в составе производных сообществ начинает доминировать осина. На песчаниках развиваются прореженные древостои с участием или преобладанием в составе лесов сосны.

Высокое Бахта-Тунгусское трапповое плато покрыто среднетаежными темнохвойными лесами, характеризующимися высокой полнотой. Сложено в основном долеритами траппов и верхнепалеозойскими осадочными породами,

покрытыми с поверхности четвертичным покровом из деллювиально-солифлюкционных, эллювиально-солофлюкционных щебнисто-обломочных суглинков, осыпей коренных пород (коллювия). В местах выхода на поверхность траппов широко распространены беслесные крупноглыбистые отложения – курумы, покрытые лишайниками, единичными низкорослыми деревьями и кустарниками. Водосборные понижения и западины выпуклых вершин плато часто перекрыты валунными моренными суглинками, а днища водотоков – водноледниковыми песчано-гравелисто-галечными и песчаными отложениями. На куполовидных вершинах и склонах траппового плато распространены кедрачи с елью и ельники с пихтой и кедром кустарничково-моховые. В понижениях рельефа, долинах и ложбинах, на флювиогляциальных отложениях – редкостойные низкой производительности ельники с кедром и березой кустарничково-долгомошные, кустарничково-сфагновые. На водосборных понижениях, сточных котловинах, днищах долин в верховьях рек формируются обширные болотные системы с грядово-мочажинным комплексом. Днища долин рек имеют четко видную форму. Расширенные части приурочены к полям распространения относительно менее стойких к денудации палеозойский известняков, песчаников, алевролитов и т.д. В местах выхода на поверхность интрузивных тел траппов, сложенных долеритами, в особенности секущих тел, долины резко сужаются, приобретают форму теснин, а русло образует порожистые ступени и бурные сливы со значительным уклоном [Летопись природы государственного заповедника «Центральносибирский», 1988].

Почвы. Особенности рельефа и почвообразующих пород определяют структуру почвенного покрова заповедника. Структура так же, зависит от сложной геологической истории района, расположенного на стыке Западно-Сибирской равнины и Средне-Сибирского плоскогорья. В западной части заповедника отмечается нередкое чередование мореных суглинков, супесей и песков, к тому же пески и супеси связаны с понижениями рельефа, а наиболее тяжелые отложения покрывают водораздельные пространства. Почвенный покров состоит из палево-глубокоподзолистых почв, альфегумусовых подзол,

подзолистых почв на двучленных отложениях, болотно-подзолистых и болотных почв. Палево-глубокоподзолистые почвы сформированы на дренированных суглинистых отложениях под темнохвойными лесами мохово-кустарничкового и травяно-мохово-кустарничкового типов. Содержание гумуса доходит до 7 % в гумусовом горизонте и резко падает с глубиной, реакция среды кислая (рН водный - 4–4,5). Автономные альфегумусовые подзолы формируются под сосновыми лесами на песчаных отложениях, редко подстилаемых глинами. Подзолы и болотно-подзолистые торфяные почвы крайне бедны гумусом (1 % и меньше) и имеют кислую реакцию (рН 4–4,5). В восточной части заповедника распространены буротаежные, глеевато-буротаежные, глее-таежные, дерново-карбонатные, дерново-подзолистые почвы и альфегумусовые подзолы. Буротаежные почвы формируются под темнохвойными насаждениями. Почвы сильнокислые, содержат мало обменных оснований, содержание гумуса в верхнем горизонте может составлять 7–8 %. Глее-таежные почвы преобладают на плоских поверхностях водоразделов. Почвенный профиль слабо дифференцирован на горизонты. Лесная подстилка мощностью 8–20 см оторфована, минеральные горизонты оглеены. Почвы очень кислые, содержание гумуса, достигает 7 % в верхнем горизонте, и резко снижается по профилю. Дерново-карбонатные почвы формируются на карбонатных породах. Эти почвы характеризуются слабокислой реакцией, насыщены основаниями, распределение гумуса по профилю имеет аккумулятивный характер. Дерново-подзолистые почвы формируются на склонах южной экспозиции под травяными лесами и в результате лесовосстановительных сукцессий под мелколиственными насаждениями [Сыроечковский и другие, 1988; Летопись природы государственного заповедника «Центральносибирский», 1988].

Климат. Климат резко континентальный. В зимний период преобладает Сибирский антициклон, в связи с этим температура воздуха на всей территории намного ниже средних широтных значений последней. Если средняя месячная январская температура воздуха на 70й параллели равна -24,8°, на 60й -15,6°, и на 50й -6,8, то в действительности на этих широтах в Средней Сибири наблюдается значительно более низкие температуры (на 6 – 12° ниже). В летний период над

материковыми районами, из-за интенсивного поглощения солнечной радиации, температуры воздуха оказываются выше среднеширотных значений последних. В связи с этим, если средняя месячная июльская температура воздуха на 70й параллели составляет $7,4^{\circ}$, на 60й $13,4^{\circ}$, и на 50й $17,0^{\circ}$, то в Средней Сибири она оказывается на $4 - 6^{\circ}$ выше.

Указанные особенности в распределении температур воздуха (а также других элементов климата), которые фактически наблюдаются на территории страны, определяются, с одной стороны, воздействием подстилающей поверхности (ее характером и сезонными изменениями в течении года), с другой – переносами воздушных масс (между океаном и сушей), то есть циркуляционными условиями атмосферы [Герасимов, 1964].

Территория Средней Сибири согласно Герасимову И.П. [1964] делится на 4 ландшафтные зоны. Суммарная радиация в средней и южной тайге (57-64 северной широты) составляет $80 - 92$ ккал/см², отраженная радиация $27-25$ ккал/см², эффективное излучение $26 - 33$ ккал/см², радиационный баланс $27-34$ ккал/см².

Территория заповедника находится на $60^{\circ}-63^{\circ}$ северной широты. Для нее характерны следующие средние годовые величины радиационных показателей: суммарная радиация – около 80 ккал/см²; отраженная радиация – около 27 ккал/см²; эффективное излучение – около 28 ккал/см²; радиационный баланс – около 27 ккал/см². В течении года радиационные показатели значительно меняются. Если величина суммарной радиации в различные сезоны определяется в первую очередь астрономическими причинами, то величина отраженной радиации и радиационный баланс зависят от отражательной способности подстилающей поверхности. Наибольшие величины отраженной радиации наблюдаются при наличии сплошного покрова, альбедо которого к северу от 60° северной широты достигает 80% . Во время снеготаяния оно снижается до 45% , а после исчезновения снега – до $15-17\%$. По сравнению с теми же широтами в Европейской части России и Средней Сибири годовые значения радиационного баланса оказываются меньше на $3 - 5$ ккал/см² большей продолжительности

залегания снежного покрова. По сравнению с северной тайгой и лесотундрой в средней тайге расход тепла на нагревание воздуха увеличивается на немного в связи с выпадением довольно большого количества осадков (500 – 600 мм в год), что вызывает значительные затраты тепла на испарение. Средние годовые величины компонентов теплового баланса составляют радиационный баланс – 27 ккал/см², расход тепла на испарение – 16 ккал/см², расход тепла на турбулентный обмен – 11 ккал/см².

Гидрология. На территории заповедника представлено все многообразие размеров рек, встречающихся в Средней Сибири. Это самая крупная река Красноярского края – Енисей, один из основных его притоков – Подкаменная Тунгуска, сравнительно крупная река Столбовая и значительное количество более мелких рек и ручьев. Густота речной сети на территории заповедника – 0,5 – 0,6 км/км². Гидрологический режим рек заповедника в целом сходен, что объясняется общностью климатических условий. Лишь Енисей несколько выделяется из общей картины. Мощность реки, её огромная протяженность, обилие притоков, впадающих в неё в разных климатических зонах, а также каскад электростанций делают её режим более ровным и сбалансированным. Реки Енисей (60 км), Подкаменная Тунгуска (12 км), Столбовая (45 км), Дулькума, Кулинна, Биробчана, Танимакит, Усас, Рыбная, Осиновка, Верхняя Лебедянка, Нижняя Лебедянка, Большая Варламовка, Инзыревка, Комса. Озера Сосновое (63 га), Лебединое (21 га), Безымянное (14 га).

Площадь болот на территории заповедника составляет 57664 га (5,7 % всей площади заповедника).

Все реки в заповеднике имеют смешанный режим питания, в основном снеговой. У Енисея снеговое питание обеспечивает около 50 % годового стока, дождевое – 35 %, подземное – 15 %. У остальных же рек питание более неравномерное – снегового 70 % и даже более, а подземного — 5 % и менее. Широкое распространение мерзлых грунтов объясняет небольшую роль подземного питания. Именно из-за данного характера питания возникает неравномерное распределение стока по сезонам. Так, на время весеннего

половодья приходится около 60 % годового стока рек, на летнее-осеннее время – около 25 %, а на зимнее – около 15 %.

Для всех рек характерно мощное весеннее половодье и значительно меньший подъем воды в период ледостава, разделенные двумя меженными периодами: летнее-осенним и зимним. Так же на реках отмечаются и летние дождевые паводки. Случаются они 2 – 3 раза в год, и на таких реках как Елогуй и Подкаменная Тунгуска подъем воды может достигать 2 и более метров. На Енисее значительные дождевые паводки наблюдаются редко.

Практически все реки заповедника берут начало на водораздельных болотах, играющих заметную роль в аккумуляции снеговой и дождевой влаги и регуляции стока рек. Промерзание зимой части болот приводит к тому, что русло многих небольших речек и ручьев, лишившихся практически единственного зимнего источника питания, также полностью промерзает. В целом, чем меньше река, тем раньше на ней устанавливается и позже сходит ледяной покров. Как правило, последним замерзает и первым вскрывается Енисей. Продолжительность ледостава на нем несколько меньше, чем на других реках заповедника, но продолжительность периода с ледовыми явлениями такая же, что связано с удлинением продолжительности ледохода, вызванным выносом льда и шуги из притоков. Характерно для рек заповедника (особенно восточной его части) образование зимой наледей, застрогов, многослойного льда и др. Обычно это бывает вызвано колебаниями уровня реки и забиванием их русел шугой [Летопись природы государственного заповедника «Центральносибирский», 1988]

2.2 Объекты исследований

Как уже было сказано ранее, выбор в качестве района исследования территории Центральносибирского заповедника обусловлен тем, что вследствие статуса и труднодоступности участков лесных земель, на территории заповедника до настоящего времени, возможно изучение естественного процесса формирования лесов и оценки их устойчивости с учетом складывающихся в настоящий период климатических и лесорастительных условий. В качестве

объектов исследования выбраны кедровые насаждения, насаждения с участием кедра и производные березовые насаждения, что позволило изучить устойчивость и особенности формирования кедровых лесов. Основная часть исследований проведена в насаждениях, расположенных на енисейских террасах, как наиболее доступной части заповедника. Часть пробных площадей заложена в центральной и юго-восточной части заповедника

Всего за период полевых работ 2013-2017 гг. заложено 53 пробных площади в смешанных хвойных насаждениях с преобладанием кедра и в производных березняках. В том числе были заложены 3 постоянные пробные площади. В составе нарушенных пожарами древостоев увеличивается доля лиственницы, вследствие этого на части пробных площадей, пройденных огнем, в составе древостоев преобладала лиственница. Пример лесоводственно-таксационной характеристики насаждений приведен в таблице 1 и в приложении А. Изучены не нарушенные насаждения, и насаждения, пройденные низовыми пожарами 2009, 2012, 2013 и 2014 гг.

В ненарушенных насаждениях было заложено 29 пробных площадей. Пробные площади были заложены в зеленомошных, в том числе, с участием в моховом покрове долгомошника (кукушкина льна) и сфагновых мхов, разнотравно-зеленомошных, хвощево-зеленомошных и вейниково-зеленомошных типах леса. Древостои, смешанные по составу, с преобладанием кедра и участием в составе, пихты, березы и осины спелые или перестойные, высоко- и среднеполнотные. Класс бонитета III - IV. Также исследовались насаждения с преобладанием березы и производные березняки. Типы леса на пожарищах, – мертвопокровные (в год пожара), вейниковые, кипрейные, разнотравно-хвощевые, вейниково-разнотравные. Нарушенные участки лесных земель представлены пройденными пожарами насаждениями. Пожары в кедровых насаждениях заповедника развивались, в основном, в летний период (чаще - в июле-августе), вследствие чего пожары развивали устойчивую форму, а их сила варьировала от слабой до средней и сильной, в зависимости от времени суток, рельефа, характеристик насаждений и степени увлажненности напочвенного

Таблица 1 – Лесоводственно таксационная характеристика насаждений

Координаты пробной площади (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, м, класс бонитета	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров, покрытие, %	Год, вид, форма, сила
1	2	3	4	5	6	7	8
62°01,277 89°14,768	91м СЗ 3°	Кедрач ртрзм, IV бонитет, Полнота 0,8 4К4Е1Б+Л Ед.П Н _{ср} =22 м D _{ср} =27 см А=250 лет Отпад составил 3 %	Суглинки средние влажные	Ольховник кустарниковый (Duschekia fruticosa (Rupr.) Pouzar)	Опад – не сплошной, подстилка – очес мха до 20 см	мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.), кукушкин лён обыкновенный (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.); сфагнум (<i>Sphagnum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), багульник болотный (<i>Lédum palustre</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.) – 50 %	Не горело более 50 лет
62°01`18.3 89°14`29.7	74 м	К хвощевый 6К3Е1П ед.Лц Полнота 0,52 Н=19 D _{ср} = 25 А=220 III бонитет Отпад 71,31 %	Влажный суглинок	Шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	Опад не сплошной 9-10 см	багульник болотный (<i>Lédum palustre</i> L.) – 90-100 %, хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) – 90 %, вейник тупокословый (<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), иван чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.), кровохлёбка (<i>Sanguisorba officinális</i> L.),	2013 Низовой от слабой до средней силы

покрова. После воздействия устойчивых пожаров часть насаждений представлена лиственничными рединами с полнотой 0,3 и гарями. В насаждениях с доминированием в составе живого напочвенного покрова долгомошника (кукушкина льна) и сфагновых мхов огнем был пройден только верхний слой напочвенного покрова. В случае развития сильных устойчивых пожаров напочвенный покров прогорал полностью, независимо от видового состава мхов и травяно-кустарничкового яруса. При закладке пробных площадей во время выбора участков старались охватить все разнообразие условий местопроизрастания и типов кедровых насаждений, а также форм и сил низовых пожаров. Основная часть исследований проведена в насаждениях, расположенных на енисейских террасах, как наиболее доступной части заповедника. Часть пробных площадей заложена в центральной и юго-восточной части заповедника (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение пробных площадей на территории заповедника

2.3 Методы и методика исследований

Методологической основой исследований выступили работы отечественных и зарубежных авторов в области изучения состояния, оценки устойчивости лесных экосистем и процесса лесообразования, включая нарушенные участки лесных земель. В работе были использованы базовые методы научно-технического познания и обработки данных. Методика представлена комплексом работ, которые позволили систематизировать данные наземных исследований, картографические и лесоустроительные материалы.

Проведя анализ территории на нарушенность различными факторами, было установлено, что наиболее разрушительным фактором являются пожары. В связи с этим в исследования включены участки лесных земель, пройденные пожарами.

При наземных исследованиях участки для закладки пробных площадей подбирались в ненарушенных насаждениях и на участках лесных земель, пройденных низовыми пожарами различной формы и силы. Контрольные насаждения к пройденным огнем участкам подбирались в соответствующих этому участку условиях местопроизрастания, с аналогичным мезо- и микрорельефом и почвами, сходным допожарным породным составом, полнотой и возрастом древостоев.

Места закладки пробных площадей выбирались в однородных по лесорастительным условиям и характеристикам древостоев участках насаждений. На пробных площадях определялось местоположение (долгота, широта, высота над уровнем моря (ВНУМ)). Для определения таксационных показателей закладывались круговые площадки радиусом 10 м (по 3 – 5 площадок на каждой пробной площади).

Лесотипологическое описание участков проводили по общепринятым методикам В.Н. Сукачева, С.В. Зонна [1961], для таксации древостоев применялся метод сплошного перечета всех деревьев на круговых площадках. На каждой круговой площадке измерялись все деревья с диаметром на высоте груди (1,3 м) более 4 см. Измерения включали: диаметр, максимальную и минимальную высоту нагара, долю усыхшей кроны в результате воздействия пожаров (в %), долю

поврежденной кроны (сгоревшая часть кроны, (в %)). Для оценки санитарного состояния древостоев для каждого дерева отмечалось наличие пожарных подсушин и выгаров, механических повреждений, заболеваний, заселенность энтомовредителями. Отдельно была учтена захламленность, посредством перечета вывалившихся деревьев, валеж классифицировали на допожарный и послепожарный, приземленный и полуприземленный, отмечали степень его разложения.

Дерево включалось в перечень, если его центр на уровне земли находился в границах круговой площадки.

Форму и силу пожаров определяли по состоянию деревьев в древостоях, в том числе, по состоянию кроны, степени ее повреждения или усыхания, высоте максимального нагара на стволах, степени прогорания корки в нижней части стволов и корневых лап деревьев, а также по степени и глубине прогорания мохового покрова и подстилки, старых пней и валежа в соответствии с рекомендациями С.М. Вонского [1957], Н.П. Курбатского, [1962], Г.А.Амосова [1964], М.А. Шешукова [1988].

При камеральной обработке к жизнеспособным относились деревья с долей усохшей и (или) поврежденной кроны, составляющей менее 25 %, к сомнительным – с долей погибшей кроны, находящейся в пределах от 25 до 75 %, к погибшим – деревья с долей усохшей и (или) поврежденной кроны) составляющей более 75 %.

Оценка успешности естественного возобновления проводилась на каждой круговой площадке и пробной площади. Учет подроста и всходов проводили по методике, описанной А.И. Бузыкиным и А.В Побединским [1965]. Для перечета закладывались учетные площадки. Количество учетных площадок составляло не менее десяти (около 0,25 – 2 % площади), форма площадок квадратная, размер 2 x 2 метра. Возобновление учитывали по пяти группам высот: до 0,10 м; 0,11–0,25 м; 0,26–0,50 м; 0,51–2,0 м; более 2 м. Средний возраст подроста определяли по группам высот. Оценивали качественное состояние подроста. Отмечалась приуроченность естественного возобновления к видовому составу и степени

проективного покрытия живого напочвенного покрова, глубине прогорания напочвенного покрова, сомкнутости полога древостоя, элементам нано- и микрорельефа.

На каждой пробной площади проводили описание подлеска, определяли его густоту (единичный, редкий, средней густоты, густой).

Характеристика живого напочвенного покрова оценивалась в целом для пробной площади с указанием видового состава трав, кустарничков и мхов, степени покрытия в процентах всего напочвенного покрова и каждого вида по шкале Друде [Ярошенко, 1961], приуроченности видов к элементам рельефа, окнам полога древостоев, глубины прогорания напочвенного покрова. На каждой площадке по учету подроста также описывались характеристики напочвенного покрова. При описании живого напочвенного покрова определялся его видовой состав травяно-кустарничкового и мохового покрова, степень проективного покрытия мхами, кустарничками и травами, а также степень проективного покрытия каждого вида. Давалась характеристика опада и подстилки, их мощности, состава, состояния, сложения, типа подстилки, а также степени, глубины и характера прогорания, отмечалась доля прогорания каждого слоя напочвенного покрова. Глубина прогорания напочвенного покрова оценивалась визуально, с последующим сравнением с мощностью оцениваемого слоя напочвенного покрова с типичным на ближайшем негоревшем участке.

Для определения запасов трав, кустарничков, мхов, опада и подстилки на пробных площадях было отобрано не менее 10 площадок 0,20×0,25 метров, где снимался напочвенный покров по видам и по слоям, после определялся абсолютно сухой вес каждого образца [Курбатский, 1974]. На отдельных участках для определения накопления массы различных видов мхов по слоям и запаса всего слоя мохового покрова с отмершей частью (подстилкой) и для сравнительной характеристики запаса и плотности преобладающих видов мхов запасы напочвенного покрова брались по 2-х сантиметровых слоям.

По методике, предложенной сотрудниками Канадской лесной службы, учитывался запас упавших древесных горючих материалов (УДГМ),

представленных ветвями и валежом разной степени деструкции. Учет запаса УДГМ проводился методом пересеченных линий на пятиметровых трансектах. На каждой пробной площади было заложено 20 трансект [Van Wagner, 1968; McRae et al., 2006]. Учет древесных элементов на участках вели по породам, категориям крупности, степени разложения (неразложившиеся, разложившиеся) древесных остатков на участках, пройденных огнем, с указанием горевший или упавший после пожара, категории крупности, см: 0 - 0.49; 0,5 - 0.9; 1.0 – 2.9; 3,0-4,9; 5.0 – 6.9; более 7см.

Количество сгорающего органического вещества было рассчитано по разнице запасов на участках, пройденных пожаром, и на контрольных участках, не подверженных пирогенному воздействию. В качестве контрольных участков рассмотрены ненарушенные пожарами насаждения, которые располагаются в непосредственной близости от пробных площадей, нарушенных пожарами, в одинаковых лесорастительных условиях и характеризующиеся одинаковыми лесоводственно-таксационными показателями. При определении сгоревшего запаса горючих материалов свежий опад, а также травы и кустарнички, которые появились после воздействия пожаров, не были учтены. Для более точного определения сгорающей органики подбирались участки, нарушенные пожаром в год проведения измерений. Эмиссия углерода принималась равной 50 % от сгорающего запаса органического вещества [Levin, Cofer, 2000].

Для изучения характеристик почвенных условий закладывались почвенные разрезы и проводилось описание морфологических признаков каждого почвенного горизонта, для лабораторных анализов были взяты образцы по горизонтам, на основе проведенных исследований устанавливалась классификационная принадлежность почв [Волкова 1987].

Характеристика горимости территории заповедника приведена с применением общепринятых шкал и оценок [Мокеев, 1965; Софронов, 1998]. Оценка природной пожарной опасности, карты природной пожарной опасности и пожарной зрелости участков лесных земель для весеннего (включая начало лета)

и летнего периодов пожароопасного сезона составлены на основе рекомендаций И.С. Мелехова [1947], дополненных собственными исследованиями.

Устойчивость кедровых насаждений заповедника «Центральносибирский» оценивалась в соответствии с предложением Р. Риклефса [1979], А.А. Рожкова и В.Т. Козак [1989] как способность системы выдерживать изменения, вызванные извне, или восстанавливаться после них. Под системой подразумевались как отдельные компоненты лесных насаждений, так и в целом кедровые насаждения или лесные ландшафты.

Методические разработки, изложенные в главе, позволили обеспечить объективное решение программных вопросов при изучении избранных объектов в регионе исследований.

3. Характеристика лесного фонда и оценка нарушенности территории заповедника

Сохраняя на данный момент времени 1 019 899 га земель, заповедник «Центральносибирский» является одним из крупнейших лесных резерватов мира. По данным лесоустройства 1991 года лесные земли занимают 93,5 % от территории заповедника, из них покрытые лесом составляют 86 %, оставшиеся 6,8 % занимают непродуктивные покрытые лесом земли и 0,7 % – редины. Оставшиеся 6,5 % площади заповедника приходятся на нелесные земли, из которых большую часть занимают болота – 5,7 %, а также 0,5 % воды и 0,2 % луга (таблица 2). В настоящее время не наблюдается увеличения доли незанятых лесными насаждениями земель, на территории заповедника сохраняется высокий процент лесистости.

В породном соотношении наибольшее распространение на территории заповедника имеют насаждения березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), которые занимают 37,7 % покрытой лесом площади, средний класс бонитета 4,2, средняя полнота 0,69. Следует отметить, что березовые насаждения на территории заповедника производные, произрастающие на старых гарях или вырубках, расположенных, как правило, вдоль Енисея и Подкаменной Тунгуски. Из коренных хвойных насаждений большая доля площади приходится на древостои с преобладанием сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), которые занимают 26,7 % покрытой лесом площади (рисунок 2). Средний класс бонитета, по данным лесоустройства, составляет 4,7 (таблица 3), средняя полнота 0,48 (таблица 4). Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) занимает 21,2 % покрытой лесом площади. Еловые насаждения приурочены к переувлажненным почвам и характеризуются низкой производительностью – средний бонитет 4,9, и полнотой – средняя полнота 0,49. Наиболее распространена зеленомошная группа типов леса (42 % покрытой лесом площади) (таблица 5).

Таблица 2 – Распределение площади заповедника по основным категориям земель

Категория земель	Площадь, га	%
1. Общая площадь лесного фонда	1018849	100
2. Лесные земли, всего	952646	93,5
2.1 Покрытые лесом земли, всего в том числе: лесные культуры	876242 -	86 -
2.1.1 Непродуктивные покрытые лесом земли	68905	6,8
2.2 Редины естественные	6936	0,7
2.3 Непокрытые лесом лесные земли, всего	563	-
Гари и погибшие насаждения	415	-
Прогалины, пустыри	148	-
3. Нелесные земли, всего	66203	6,5
Сенокосы	10	-
Луга	2070	0,2
Воды	5079	0,5
Дороги, просеки	62	-
Усадьбы	21	-
Болота	57672	5,7
Пески	299	-
Прочие земли	990	0,1

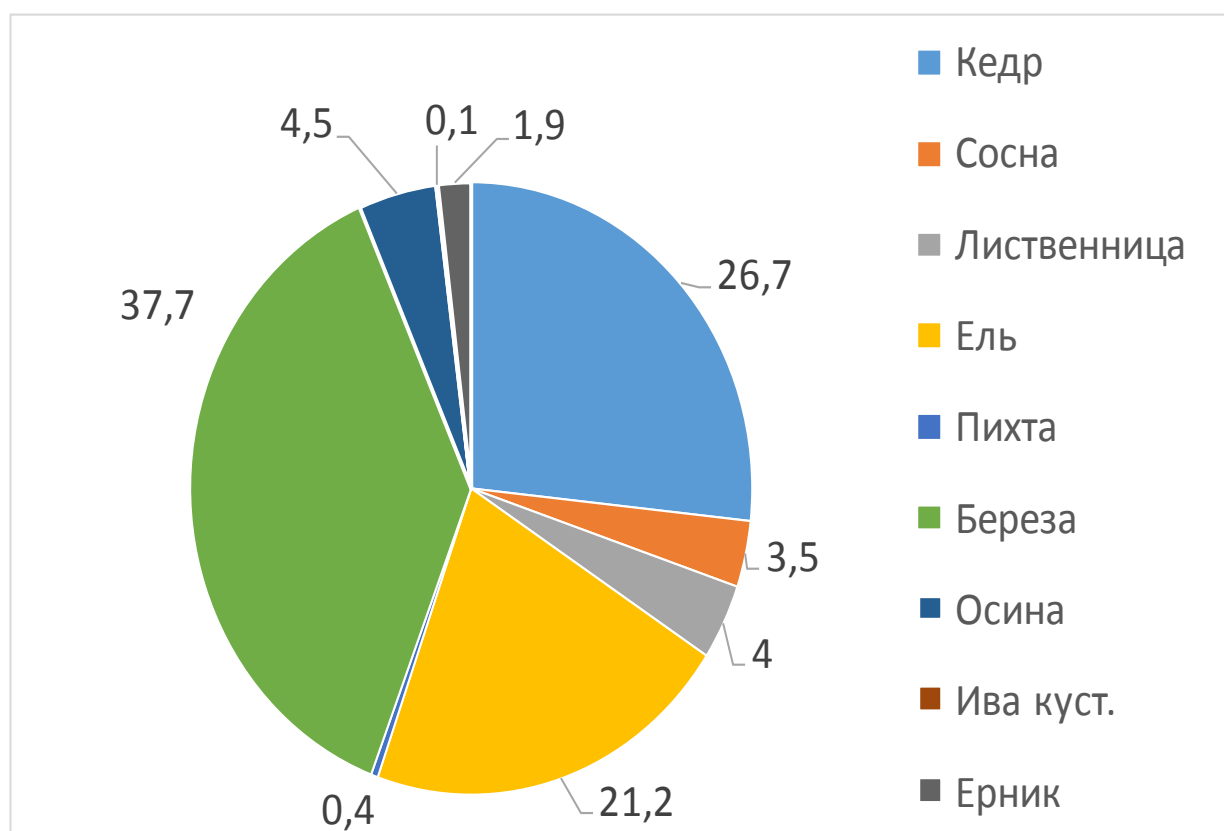


Рисунок 2 - Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам

Таблица 3 - Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам и классам бонитета

Преобладающая порода	Классы бонитета							Итого		Средний класс бонитета
	I	II	III	IV	V	Va	Vб	га	%	
Кедр	-	-	3477	67015	177004	5165	14	252675	26,7	4,7
Сосна	-	-	434	5088	15043	10448	1992	33005	3,5	5,3
Лиственница	27	5	13971	20839	2350	189	-	37381	4,0	3,7
Ель	-	-	4133	47554	122494	21504	4462	200147	21,2	4,9
Пихта	-	-	40	1767	1354	686	-	3847	0,4	4,7
Береза	-	2414	50651	188338	10633	8561	365	356660	37,7	4,2
Осина	-	385	16525	22073	3458	-	-	42441	4,5	3,7
Ива кустарниковая	-	-	30	105	640	-	-	775	0,1	4,8
Ерник	-	-	-	628	1967	12915	2604	18114	1,9	5а,0
Итого	27	2804	89261	353407	430743	59468	9437	945147	100	
В %	-	0,3	9,4	37,4	45,6	6,3	1,0	100		

Таблица 4 – Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам и полнотам

Порода	Полноты								Итого	Средняя полнота
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0		
Кедр	38631	72169	83777	38308	9362	5045	3613	1770	252675	0,48
Сосна	6075	8478	6006	5454	1825	1901	1384	1882	33005	0,53
Лиственница	2208	4661	8304	7942	6190	3593	2916	1567	37381	0,61
Ель	31240	47761	60322	38377	12291	5692	2623	1881	200147	0,49
Пихта	210	536	934	771	502	812	-	82	3847	0,6
Береза	7403	20057	48781	71453	73789	67290	37701	30186	356660	0,69
Осина	139	731	2953	10189	14944	10215	1647	1623	42441	0,7
Ива кустарниковая	-	21	381	166	24	119	-	64	775	0,61
Ерник	25	113	2018	2265	4977	6552	406	1758	18114	0,73
Итого	35931	154527	213476	174939	123952	101219	50290	40813	945147	0,59
В %	9,1	16,3	22,6	18,5	13,1	10,7	5,3	4,4	100,0	

Таблица 5 – Распределение насаждений преобладающих пород по группам типов леса

Порода	Коренные группы типов и условий местопроизрастания, га							Всего	В %
	Лишайниковая	Травяно- суходольная	Зеленомошная	Долгомошная	Мшистая	Сфаговая	Травяно- болотная		
Кедр	18323	8173	112646	73478	14421	19457	6177	252675	26,7
Сосна	809	384	6610	2521	1872	20369	440	33005	3,5
Лиственница	1454	9702	19123	4761	55	912	1374	37381	4,0
Ель	13011	12277	64945	57199	583	16700	35432	200147	21,2
Пихта	336	424	2511	414	-	70	92	3847	0,4
Береза	37466	40547	159648	75411	2947	7460	33181	356660	37,7
Осина	1350	5165	32357	3167	247	-	155	42441	4,5
Ива кустарниковая	-	144	-	-	-	96	535	775	0,1
Ерник	21	-	-	-	7991	8833	1269	18114	1,9
Ольховник	-	-	82	20	-	-	-	102	-
Итого	72770	76816	397922	216971	28116	73897	78655	945147	100
В %	7,7	8,1	42,1	23,0	3,0	7,8	8,3	100	

По результатам проведенных исследований выявлено, что в заповеднике «Центральносибирский» в настоящий период все нарушенные кедровники представлены поврежденными пожарами насаждениями. Это обусловлено тем, что территория заповедника находится вдали от поселений, объектов инфраструктуры и крупных промышленных объектов, здесь практически отсутствует тропиная сеть, передвижение осуществляется в основном по речной сети и по воздуху, что сводит антропогенное влияние практически к нулю. С момента образования заповедника до настоящего времени на его территории ни разу не были зафиксированы массовые вспышки энтомофитов и других болезней леса.

Для характеристики динамики горимости, по данным официальной статистики, были проанализированы количество пожаров и пройденная ими площадь за период с 2000 по 2017 гг.

За период с 2000 по 2017 гг. на территории заповедника «Центральносибирский» возникло 35 пожаров на общей площади 16000 га (рисунок 3). Показатели частоты пожаров и фактической горимости лесов в отдельные годы варьируют в значительных пределах. В 2000, 2001, 2006, 2009, 2010 и 2015 гг. пожаров не было зарегистрировано. В 2013 г. возникло 17 пожаров, что по данным статистики, за период с 2000 по 2017 гг., является наибольшим количеством зарегистрированных за пожароопасный сезон пожаров. В большее количество проанализированных лет площадь, пройденная огнем, в течение пожароопасного сезона не превышала 500 га. Наибольшая площадь, пройденная пожарами, отмечается в 2012 г., когда огнем было пройдено 10335 га, что составило 65 % от общей площади, пройденной пожарами, за весь наблюдаемый период. Вследствие распространения крупных пожаров степень горимости в 2012 г. превысила 1,01 %, что характеризует показатель горимости как чрезвычайный, а в 2013 г. степень горимости составила более 0,50 %, что соответствует высокой степени горимости по шкале Г.А. Мокеева [1965].

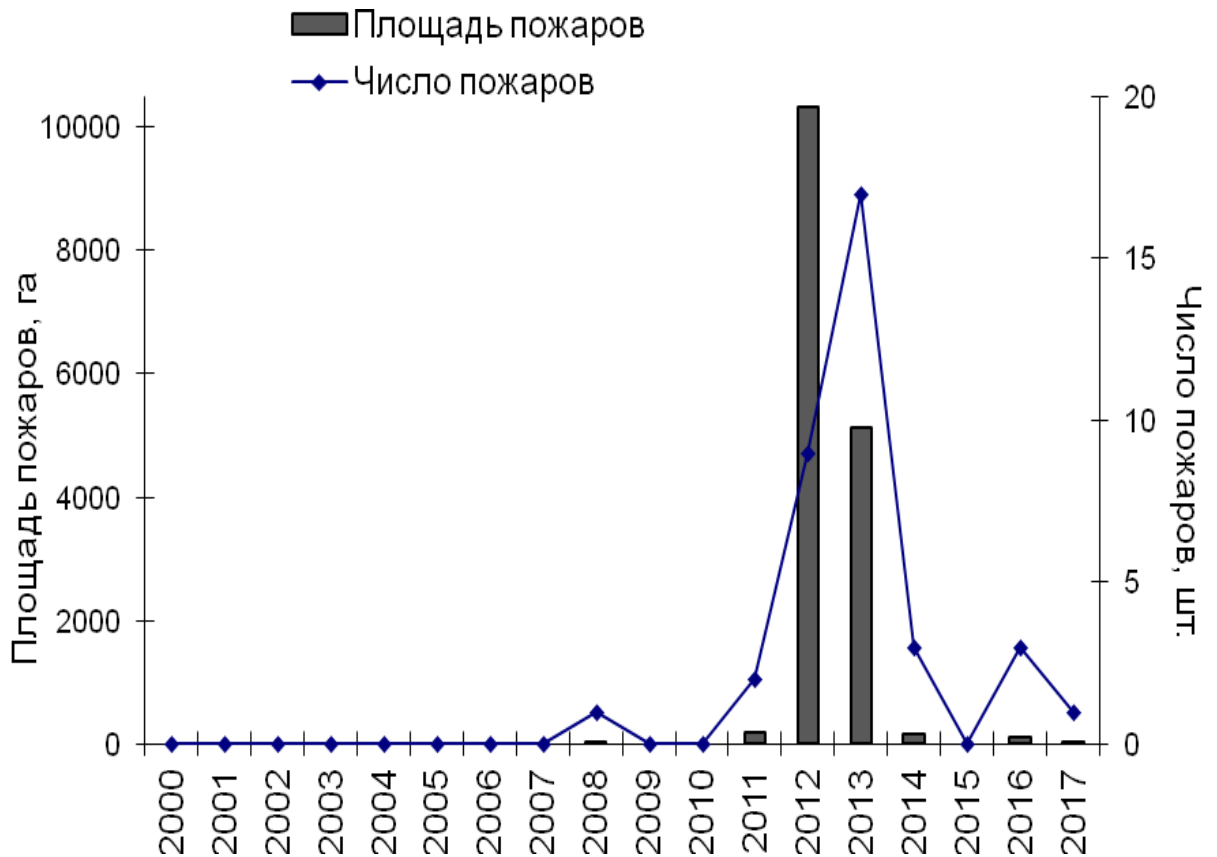


Рисунок 3 – Динамика пожаров на территории заповедника за период в 2000 по 2017 гг.

Наибольшее количество возникших пожаров регистрировалось в августе (39 %) и июле (35 %), однако наибольшая площадь, пройденная огнем, приходится на июнь (88 %) (рисунок 4). Возникновение пожаров в летний период обусловлено достаточно поздним сходом снегового покрова на территории заповедника и доминированием темнохвойных насаждений, приуроченных к влажным и сырым почвам и характеризующихся сомкнутой структурой древостоев. Вследствие этих факторов значительная доля участков лесных земель заповедника имеет высокое влагосодержание напочвенных горючих материалов, что обуславливает их более позднее пожарное созревание [Мелехов, 1947]. Пик частоты пожаров, приходящийся на июль и август, можно объяснить повышенной грозовой активностью в этот период.

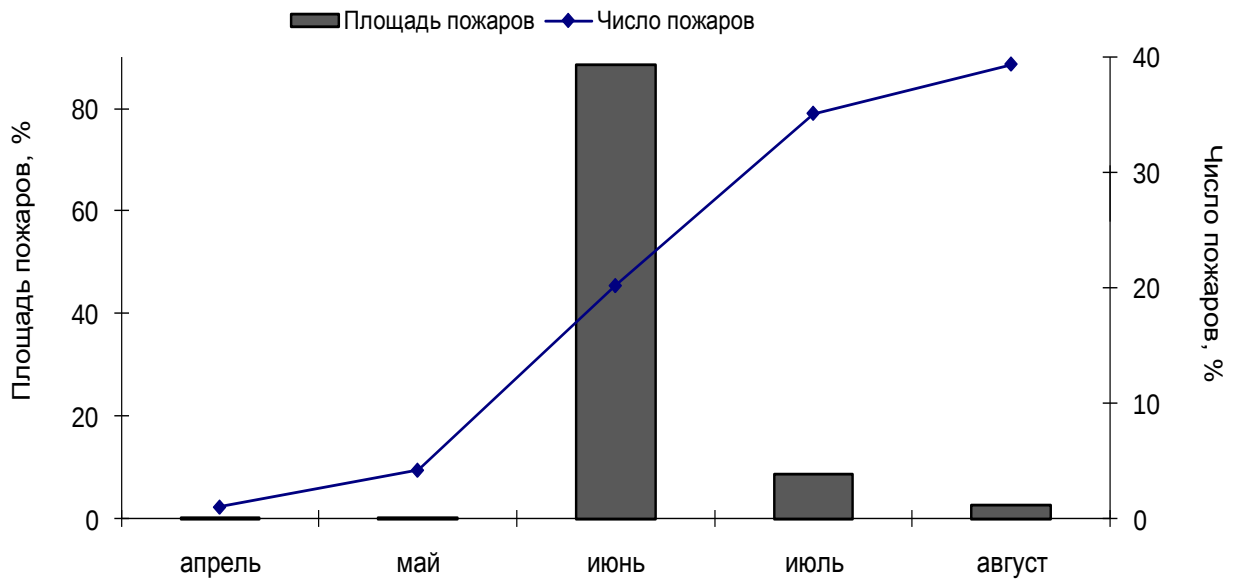


Рисунок 4 - Распределение количества и площади пожаров по месяцам в заповеднике «Центральносибирский»

Не смотря на большее количество июльских и августовских пожаров, площадь, пройденная ими незначительна, что обусловлено более низкой природной пожарной опасностью травяных и травяно-зеленомошных типов леса и участков лесных земель в этот период пожароопасного сезона, соответственно, ограниченностью участков лесного фонда, находящихся в пожароопасном состоянии. Распространение пожаров на большую площадь в июне можно объяснить тем, что в этот период пожароопасного сезона на территории заповедника участки лесных земель с травяным покровом характеризуются повышенной пожарной опасностью вследствие наличия травяной ветоши, кроме того, к этому периоду пожароопасного сезона насаждения моховых групп типов леса также достигают пожарной зрелости.

В дополнение к официальной статистике при анализе горимости территории заповедника использовались базы данных площадей пожаров, полученные на основе данных дистанционного зондирования Земли из независимых источников. Для периода с 1996 по 1999 гг. использовали базу данных Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, где площади пожаров рассчитаны по данным AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer* – усовершенствованный радиометр

очень высокого разрешения), базирующегося на спутниках NOAA [Sukhinin et al. 2004], а с 2000 г. – базу данных, разработанную в Лесной службе США для территории Северной Евразии, где площади пожаров получены с использованием данных MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer – спектрорадиометр среднего разрешения) путем пространственно-временной агрегации результатов детектирования действующих пожаров с данными по выявлению участков поврежденного огнем растительного покрова на основе анализа изменения его спектральных характеристик [Petkov et al. 2012].

Согласно данным спутникового мониторинга за период с 1996 по 2017 гг. на территории Центральносибирского заповедника пожары были зафиксированы в 1999, 2006, 2011-2014, 2016 и 2017 гг., общая площадь, пройденная пожарами за этот период, составила 16 тыс. га (рисунок 5). В отдельные годы отмечается распространение пожаров на значительную площадь, что обусловлено засушливыми погодными условиями, сложившимися в регионе в 2012-2014 гг. и, кроме того, труднодоступностью участков и сложностью своевременного обнаружения и тушения пожаров.



Рисунок 5 - Распределение пожаров за период с 1996 по 2017 гг по данным дистанционного зондирования

На исследованных участках лесных земель пожары действовали в летний период (июль-август) и характеризовались устойчивой формой, площадь, пройденная огнем, варьировала от 25 до 106 га. Горение на каждом из пожаров распространялось в среднем 9-11 дней, в течение которых ПВ-1 (показатель влажности напочвенного покрова) [Вонский и др., 1975], рассчитанный по данным ближайшей к участкам метеостанции в п. Бор, составил в среднем 3919 ± 482 (при максимуме в 7576) (пожары вблизи кордона Лебедь) и 1167 ± 386 (при максимуме в 3933), что характеризует пожарную опасность как высокую и среднюю, соответственно. Следует отметить, что прекращение горения было связано с выпадением осадков и снижением общей пожарной опасности по погоде ПВ-1 до 260-910 единиц.

Проведенная оценка нарушенности территории заповедника позволяет сказать, что основным фактором, вызывающим нарушение устойчивости насаждений, являются лесные пожары.

Соответственно устойчивость кедровых насаждений заповедника будет определяться состоянием древостоев и других компонентов ненарушенных лесов, устойчивостью кедровых насаждений к воздействию пожаров и успешностью лесовосстановления в насаждениях и на нарушенных участках лесных земель.

4. Оценка состояния кедровых древостоев

Состояние древостоев в условиях изменяющегося климата и воздействия внешних факторов является одним из основных показателей устойчивости системы, поскольку одним из показателей, характеризующих устойчивость, является способность системы выдерживать изменения, вызванные извне [Риклефс, 1979; Рожков, Козак, 1989]. И. В. Семечкиным [1999] при оценке устойчивости насаждений рекомендуется выделить объекты различной сложности. Далее, при анализе устойчивости, для каждого объекта выявлять устойчивые состояния, нормальные и предельные значения таксационных показателей. Исследуя кедровые насаждения, С. П. Арефьев [1997] пришел к выводу о том, что они более устойчивы в пределах крайней северной тайги, а по мере продвижения к югу ареала их устойчивость снижается. Кроме того, низкой устойчивостью характеризуются деревья кедра, находящиеся во втором ярусе и под пологом других пород. Т. А. Работнов [1978; 1985] указывал, что в различных местообитаниях растения ведут себя неодинаково. В тех или иных частях ареала, а также в разные периоды онтогенеза растения проявляют различные стратегические качества, которые могут переходить одно в другое. Он указывал на прямую связь между типом стратегии и устойчивостью растений к неблагоприятным факторам. В связи с этим оценку устойчивости насаждений необходимо проводить в зонально-географическом аспекте с учетом лесорастительных условий.

В. Н. Седых установил, что разрушение пожарами древостоя и напочвенного покрова или только напочвенного покрова в лесах Севера, с одной стороны, благоприятствует поселению лесообразующих пород, а с другой – создает теплофизическое состояние участков лесных земель, содействующее развитию лесообразовательного процесса и увеличению его продуктивности. В этом и заключается теплофизический эффект в лесообразовательном процессе, созидание через разрушение, что является основным условием жизни лесного покрова в районах планеты с холодным и влажным климатом [Седых, 2009]. По

его мнению, распад послепожарных древостоев – это первая фаза пирогенной сукцессии.

Кедровые насаждения заповедника представлены смешанными хвойными древостоями с преобладанием сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) и участием в составе древостоев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) (таблица 6). Часть исследованных участков представлена насаждениями, пройденными пожарами более 50 лет назад, и потому характеризующимися в настоящее время преобладанием лиственницы, и производными березняками, которые образовались на месте темнохвойных насаждений в результате воздействия пожаров. Средний диаметр древостоев в темнохвойных и лиственничных насаждениях составил 27-37 см, высота – 25-31 м, возраст – 200-250 лет. Класс бонитета изученных насаждений – III-IV. Производные березняки представлены средневозрастными и спелыми древостоями с полнотой 0,8, средний диаметр древостоя – 20 см, высота – 18 м, возраст – 50-60 лет. Периодичность пожаров на пробных площадях, определенная методом перекрестного датирования, варьировала от 100 до 200 лет.

Таблица 6 – Характеристика длительно негоревших насаждений

Тип леса	Состав	Полнота	Класс бонитета	Высота, м	Возраст, лет	Запас, м3/га	Отпад, %
К ртр зм	4,7K1,8E1,7Лц 1,3Ос0,5П ед. Б	1,02±0,04	III – IV	18,5±0,2	220±20	468±32,0	5,4±0,4
К бр зм	3,6K2Лц1,6Е 1,4Б 1Ос0,4П ед.С	0,78±0,16	IV	22,2±0,2	200±20	364±20,0	1,6±0,2
К вейн ртр	4,9K2,1Ос1,4Е 0,9Лц0,7Б	0,82±0,02	IV	20,1±0,1	220±20	352±8,5	6,4±0,3
Б ртр	8Б1С1Лц+Е ед.К	1,02±0,03	IV	13,7±0,6	60±10	125±4,7	2,4±0,3
Лц зм.	6Лц1,5K1Е1,5Б	0,95±0,16	III	29,6±0,2	250-270	468±30,1	4,0±0,3

Изученные кедровые насаждения и хвойные насаждения с участием кедра на территории заповедника характеризуются хорошим санитарным состоянием. Согласно постановлению Правительства РФ от 20.05.2017 № 607 «О Правилах

санитарной безопасности в лесах», по шкале категорий состояния деревьев большая часть изученных насаждений относится к 1 категории. В ненарушенных насаждениях естественный отпад чаще не превышает 6 %, причем лучшее состояние отмечается у кедровой части древостоев. На отдельных участках доля усохших и усыхающих деревьев достигает 16 % от запаса, при этом большая часть отмирающих деревьев приходится на лиственницу. Это обусловлено тем, что лиственничные деревья представлены, как правило, более старшими поколениями, деревья имеют глубокие пожарные подсушины из-за воздействия предыдущих пожаров. Отмечается гибель отставших в росте пихтовых и еловых деревьев. В смешанных хвойно-мелколиственных древостоях отпадает перестойная березовая часть древостоев. За время исследований в ненарушенных древостоях не было отмечено ни болезней леса, ни энтомовредителей. Согласно шкале, предложенной П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинниковым [1999], ненарушенные кедровые насаждения заповедника «Центральносибирский» можно характеризовать как высокоустойчивые.

В настоящее время единственным фактором, в значительной степени нарушающим кедровые насаждения на территории заповедника, являются пожары. Было выявлено, что на состояние древостоев после воздействия пожаров влияет ряд факторов: вид и интенсивность пожаров, степень пожарной опасности по условиям погоды, крутизна склона, тип леса, породный состав древостоев, их возраст, полнота, густота и т.д. [Мелехов, 1947; 1948, 1965; Софронов, 1967, 1979; Иванова, 2005; Валендик и др., 2006; Цветков, 2005, 2007; и др.]. Установлено, что на величину отпада деревьев одной породы наибольшее влияние оказывают два параметра: высота нагара и диаметр ствола [Мелехов, 1948; Молчанов, 1954; Софронов, Волокитина, 1990]. По данным Г. И. Гирс [1973; 1982], устойчивость дерева к огню находится в обратной зависимости от площади повреждения флоэмы ствола. Отмирание клеток начинается при температуре, едва превышающей 50 °С. После частичного повреждения камбиальных тканей образуется пожарная подсушина, но дерево сохраняет жизнеспособность. При более значительном по интенсивности огневом воздействии происходит

кольцевая гибель камбия и отмирание дерева. Установлено, что ущерб, наносимый лесными пожарами, выражается не только в гибели деревьев непосредственно от воздействия огня, но и в ослаблении деревьев, что дает толчок массовому развитию стволовых вредителей, приводя их к полной гибели [Исаев, 1961, 1966; Исаев и др., 1963, 1968, 1975].

Пожары в кедровых насаждениях заповедника развивались в основном в летний период (июль-август) и характеризовались устойчивой формой, часть насаждений – беглыми пожарами. Давность пожаров составляла от 1 до 9 лет. Часть пробных площадей была заложена на свежих горях, пройденных пожарами в год исследования. Сила пожара варьировала от слабой до сильной. Различия в силе даже при развитии одного пожара были обусловлены различной увлажненностью напочвенного покрова, связанной с характеристиками насаждений, рельефом, временем суток и различными погодными условиями.

Данные по оценке влияния пожаров на кедровые древостои по части исследованных насаждений заповедника приведены в таблице 7.

Полученные материалы по послепожарному состоянию древостоев кедровых насаждений были обобщены в зависимости от характеристики пожаров. При оценке послепожарного отпада от запаса древостоев было установлено, что устойчивые низовые пожары вызывают достоверно большую степень повреждения древостоев, по сравнению с беглыми низовыми пожарами (таблица 8).

Таблица 8 – Отпад по запасу в кедровых древостоях после низовых пожаров

Сила пожара	Форма пожара	Статистические показатели			
		X	$\pm m_x$	V, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,09$
Слабая	беглая	5,0	0,50	61	8,95
	устойчивая	41,8	4,08	28	
Средняя	беглая	22,4	1,58	62	6,36
	устойчивая	54,8	4,84	28	
Сильная	беглая	40,8	3,94	36	3,87
	устойчивая	66,2	5,24	34	

Отпад в элементах древостоев закономерно увеличивается и с возрастанием силы пожаров. Однако следует отметить, что после устойчивых сильных пожаров и пожаров средней силы степень повреждения древостоев практически не различается. Различия в показателях отпада по запасу недостоверны, так в кедрках зеленомошных $t_{\phi}=1,54$ при $t_{05}=2,09$. Как отмечалось ранее, для хвойных насаждений заповедника более характерно развитие устойчивых пожаров, в том числе вследствие преобладания моховых типов леса, характеризующихся в летний период повышенной пожарной опасностью.

Установлено, что отпад после устойчивых пожаров даже слабой силы уже в первый-второй год после пожара варьирует от 6 до 15 % по запасу древостоев, а на четвертый год он превышает 40 %. После воздействия устойчивых пожаров средней силы и сильных общий отпад по запасу в год пожара составил 23-39 %, а через четыре года – от 60 до 100 %. Это обусловлено тем, что при устойчивых пожарах повреждается луб и прогорают поверхностные корневые системы темнохвойных пород. Устойчивые пожары в кедрках и лиственничниках зеленомошных Центральносибирского заповедника, где мощность мохового слоя совместно с подстилкой может превышать 30-40 см можно отнести к подстилочно-гумусовым, по классификации И.С. Мелехова [1947]. Лиственница, имеющая толстую корку (до 30 см в нижней части ствола), повреждается в меньшей степени, что подтверждают статистические данные по состоянию однопородных частей древостоев после воздействия низовых пожаров (таблица 9).

Таблица 7 – Влияние низовых устойчивых пожаров на хвойные насаждения Центральсибирского заповедника

№ п.п.	Местоположение	Тип леса, Бонитет	Год, сила пожара. Отпад по запасу, %	Характеристика древостоя до/после пожара			Порода, диаметр, см	% отпада по породам	
				состав	полнота	запас м ³ /га		по количеству деревьев	по запасу
1	2	3	4	5	6	7		9	10
1/13	ВНУМ 82м	<u>Кедрач мрт</u> III	2013 г от слабой до средней 15 %	<u>5К4Л1Е+Пед.Б</u> 4К5Л1Е+П	<u>1,0</u> 0,8	<u>512</u> 437	К – 29 Л – 41 Е – 23 П – 14	К – 35 Л – 44 Е – 23 П – 42	К – 19 Л – 1 Е – 20 П – 21
2/13	ВНУМ 91м СЗ 3°	<u>Кедрач ртрзм</u> IV	Не горело более 50 лет 3 %	<u>6К3Е1Л+П</u> 6К3Е1Л+П	<u>0,8</u> 0,8	<u>370</u> 360	К – 17 Л – 28 Е – 16 П – 15	К – 12 Л – 50 Е – 0 П – 0	К – 1 Л – 31 Е – 0 П – 0
3/13	ВНУМ 73м ЮЗ 3°	<u>Кедрач мрт</u> IV	2013 г от слабой до средней 10 %	<u>8К2Л+Е ед.П.</u> <u>Б</u> 8К2Л+Е ед.П, Б	<u>1,2</u> 1,1	<u>560</u> 506	Б – 5 Е – 20 К – 25 Л – 22 П – 16	Б – 27 Е – 29 К – 34 Л – 0 П – 40	Б – 35 Е – 3 К – 12 Л – 0 П – 16
4/13	ВНУМ 83м	<u>Кедрач ртр зм</u> III	Длительно не горело 6 %	<u>5К3Л2Е ед.П</u> 5К3Л2Е ед.П	<u>1,2</u> 1,1	<u>660</u> 618	Е – 22 К – 26 Л – 40 П – 12	Е – 0 К – 17 Л – 20 П – 0	Е – 0 К – 2 Л – 18 П – 0
5/13	ВНУМ 54м ЮЗ 10°	<u>Лиственичник</u> <u>мрт</u> III	2013 г устойчивый сильный 39 %	<u>4К4Л2Е+Б</u> 5Л3К2Е+Б	<u>1,3</u> 0,8	<u>472</u> 287	Б – 7 Е – 12 К – 26 Л – 28	Б – 33 Е – 50 К – 70 Л – 42	Б – 22 Е – 31 К – 64 Л – 16
6/13	ВНУМ 56м	<u>Кедрач мрт</u> III	2013 г от слабой до средней, 8 %	<u>7К3Е ед.П</u> 7К3Е ед.П	<u>1,1</u> 1,0	<u>641</u> 591	Б – 4 Е – 28 К – 29 П – 22	Б – 0 Е – 5 К – 31 П – 0	Б – 0 Е – 3 К – 10 П – 0

Таблица 9 – Пожароустойчивость однопородных частей древостоев к воздействию низовых пожаров

Порода	Форма пожара	Сила пожара	Отпад по породам в %, $x \pm m_x/V$	
			по количеству	по запасу
1	2	3	4	5
К	беглая	от слабой до средней	18,5±0,09/84	8,5±0,04/80
		от средняя до сильной	45±2,25	34±1,7
		сильная	48±2,40/13	35±1,75/0
	устойчивая	от слабой до средней	29,6±1,00/58	51,4±2,12/31
		от средняя до сильной	66,7±2,25/36	59,7±2,12/45
		сильная	79,5±3,83/17	82±4,10/16
Е	беглая	от слабой до средней	20,3±0,08/69	10,7±0,05/90
		от средняя до сильной	58,5±2,93	39,5±1,98
		сильная	60,5±3,03/52	40,5±2,03/77
	устойчивая	от слабой до средней	46,2±2,00/27	58,4±2,2/24
		от средняя до сильной	76,8±3,52/33	68,8±3,20/46
		сильная	77,25±3,98/31	75,75±4,30/38
Лц	беглая	от слабой до средней	17,25±0,21/110	3,75±0,07/162
		от средняя до сильной	12,5±1,25	5±0,5
	устойчивая	от слабой до средней	13,25±0,70/71	16,25±0,60/99
		от средняя до сильной	51,2±1,76/39	51,5±2,48/24
		сильная	41,3±2,80/33	52,0±8,87/47
П	беглая	от слабой до средней	16,4±0,16/125	7,4±0,08/127
		от средняя до сильной	50±5	50±5
	устойчивая	от слабой до средней	57±3,00/55	48,4±2,00/68
		от средняя до сильной	83,2±3,84/25	84,6±3,64/19
		сильная	91,5±9,15/10	97,5±9,75/3
Б	беглая	от слабой до средней	6,75±0,013/178	8,75±0,17/178
		от средней до сильной	70±7	47±4,7
		сильная	74±3,70/8	60,5±3,03/33
	устойчивая	от слабой до средней	36,5±3,65/51	40,5±4,05/48
		от средняя до сильной	59±2,00/45	56±2,00/56
		сильная	61±3,33/48	56±3,07/60

С увеличением силы пожаров отпад в однопородных частях древостоев также закономерно возрастает. При этом повреждение древостоев после устойчивых пожаров для всех лесообразующих пород значительно больше, чем после пожаров беглой формы.

Отпад в березовой части древостоев происходит в основном за счет гибели перестойных деревьев.

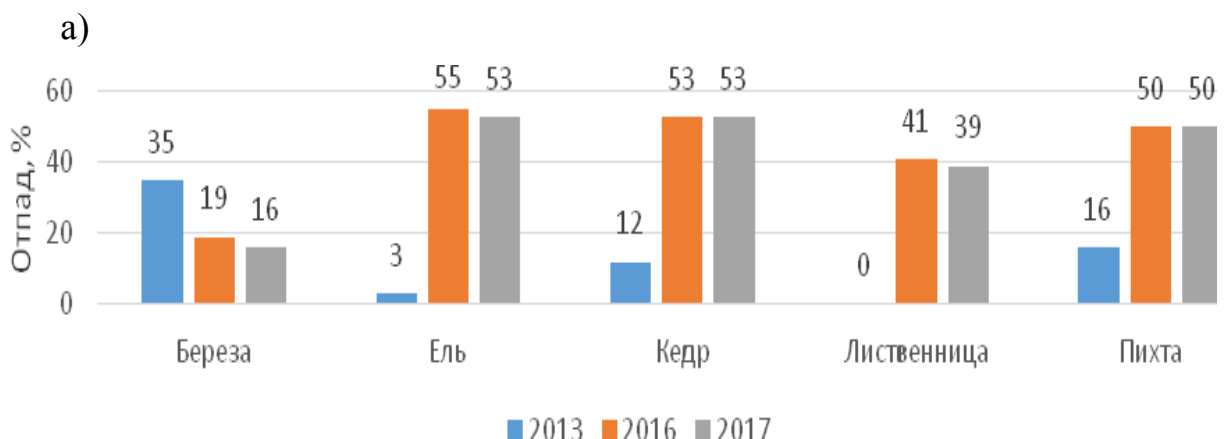
При сравнительной оценке пожароустойчивости пород нарушенных насаждений отмечается большая степень повреждения темнохвойных пород, прежде всего, пихты и ели, и меньшая степень повреждения лиственницы, что согласуется с данными других исследователей [Балбышев, 1963; Софронов, 1973; Буряк, 2015]. В древостоях, пройденных устойчивыми пожарами от средней силы до сильных, отмечается полная гибель еловой, пихтовой и березовой частей древостоев. При этом отпад в лиственничной части насаждения составил от 51 до 66 % от запаса, а кедровой – от 73 до 100 %. После воздействия таких пожаров насаждения представлены лиственничными, возможно с участием кедра, низкополнотными насаждениями, редианами или гарями. Большая пожароустойчивость лиственницы, по сравнению с темнохвойными породами, обусловлена высокоподнятой и менее смолистой кроной, а также нарастанием толстой корки в нижней части ствола. Некоторое разногласие с данными, приведенными в таблице 7, можно объяснить тем, что данные по пожароустойчивости пород рассчитаны по совокупности всех площадей, где встречаются не только перестойные, поврежденные предыдущими пожарами, деревья, как в насаждениях с преобладанием лиственницы, но и устойчивые к пожарам деревья лиственницы приспевающего и спелого возраста. Незначительные, по сравнению с другими темнохвойными породами, повреждения еловой части древостоев можно объяснить тем, что куртины ели часто приурочены к понижениям рельефа или произрастают вблизи ручьев, где условия отличаются повышенной влажностью и доминированием в составе живого напочвенного покрова мха кукушкин лен. Эти факторы препятствует распространению огня, и такие участки либо не подвергаются горению, либо в значительной степени снижается его сила.

Нами отслежена динамика отпада деревьев на части пробных площадей. Необходимо отметить, что к отпаду, следуя методике, относят не только погибшие деревья, но и 50 % сомнительных деревьев, с долей погибшей и (или) усохшей кроны от 25 до 75 %, данные этой динамики представлены в таблице 8.

Сразу после воздействия огня (в год пожара) отмечается большая степень

повреждения березовой и пихтовой частей древостоев, также в значительной степени повреждается кедровая часть древостоев (рисунки 6 – 8).

Лиственница и ель в год пожара реагируют на повреждения в меньшей степени. На четвертый год после воздействия пожаров степень повреждения значительно возрастает во всех хвойных частях древостоев, а показатели отпада в темнохвойных частях древостоев выравниваются. Следует отметить, что деревья реагируют быстрее на воздействие сильных устойчивых пожаров, чем на воздействие пожаров меньшей силы. Так, в насаждении, пройденном устойчивым пожаром средней силы, на 4 год после воздействия огня степень повреждения практически во всех хвойных элементах леса возросла в 4-5 раз. После воздействия устойчивого сильного пожара уже в год пожара степень повреждения во всех однопородных частях древостоев превышала 30 %, составляя 70 % в пихтовом элементе леса, а на 4 год после пожара отпад увеличился, в основном, за счет кедровой и еловой частей древостоев (рисунок 6). В березовой части древостоев снижение отпада можно объяснить тем, что часть сомнительных деревьев перешла в категорию жизнеспособных за счет восстановления кроны из спящих почек.



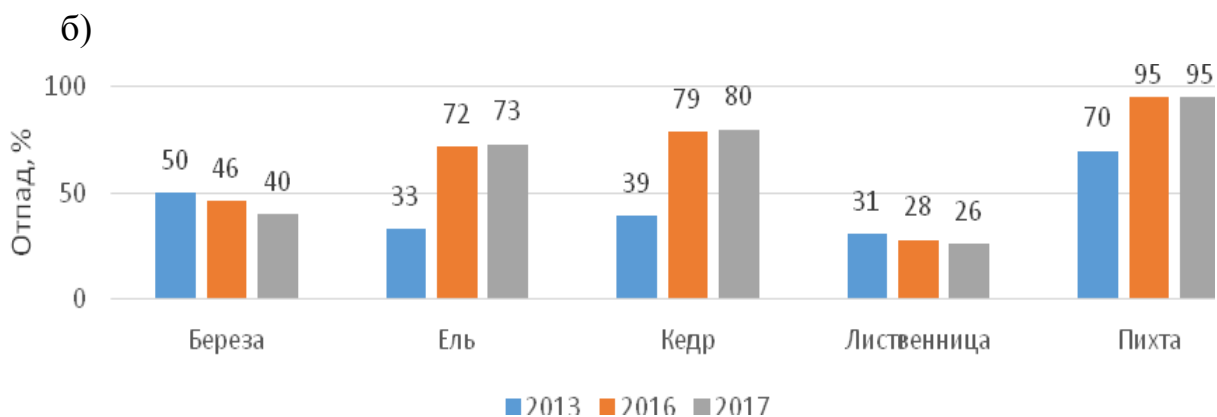
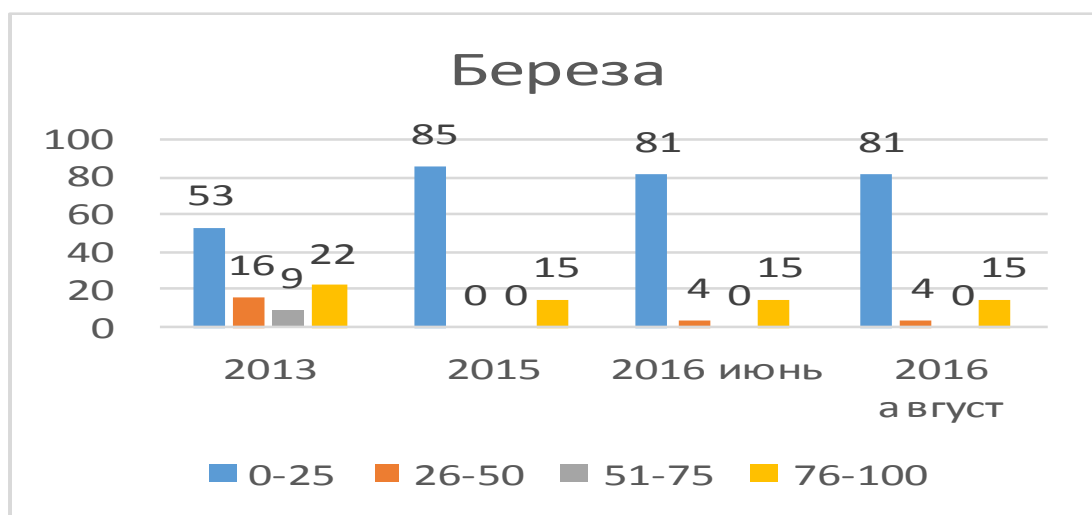
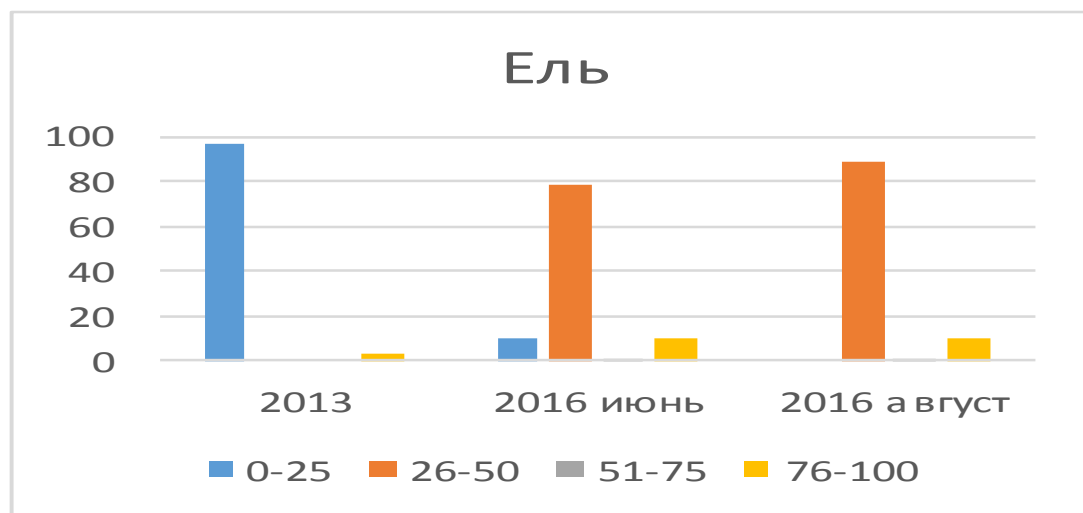


Рисунок 6 – Отпад однопородных частей древостоев в процентах от запаса после воздействия устойчивых низовых пожаров различной силы: а) средней; б) сильной

а)



б)



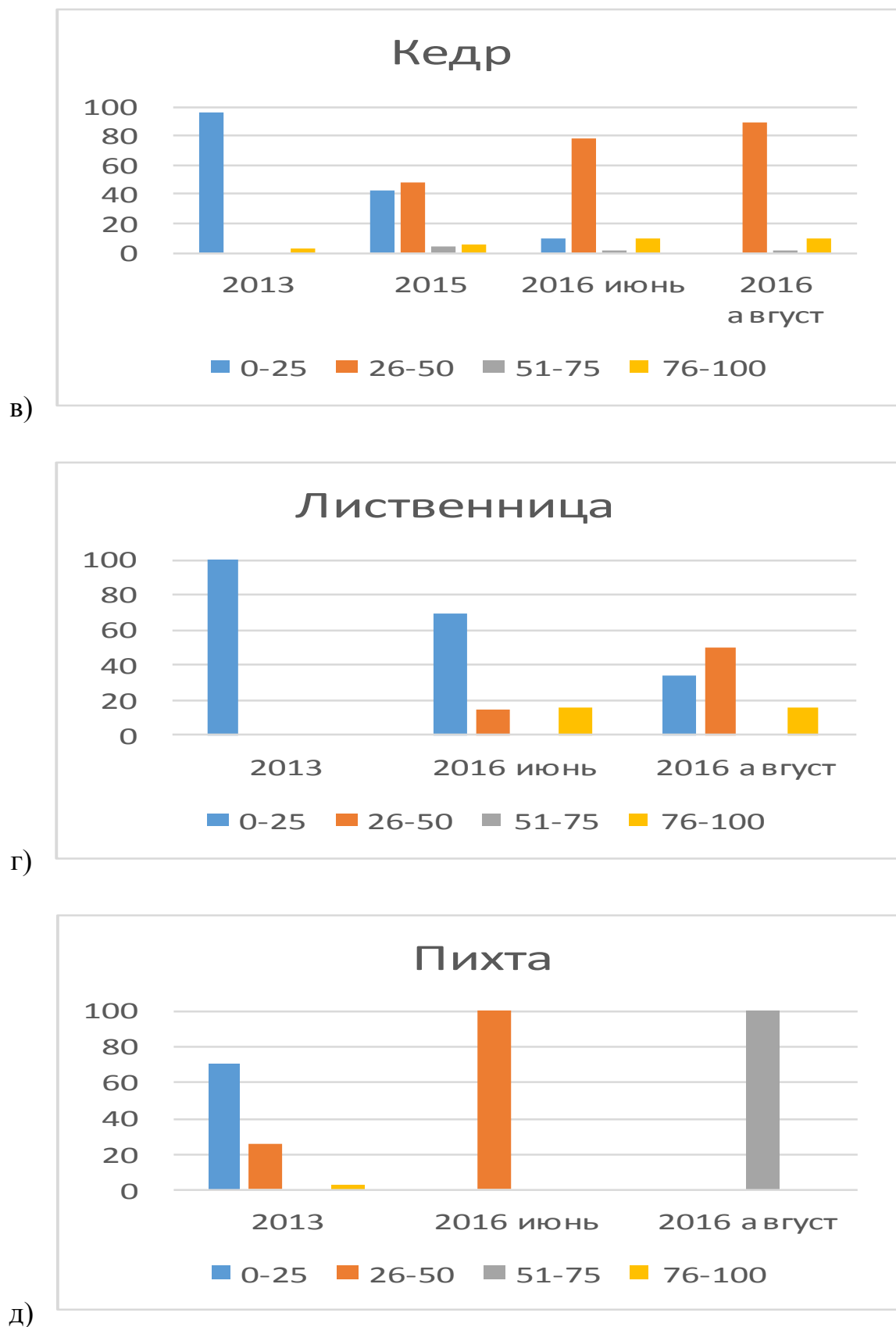
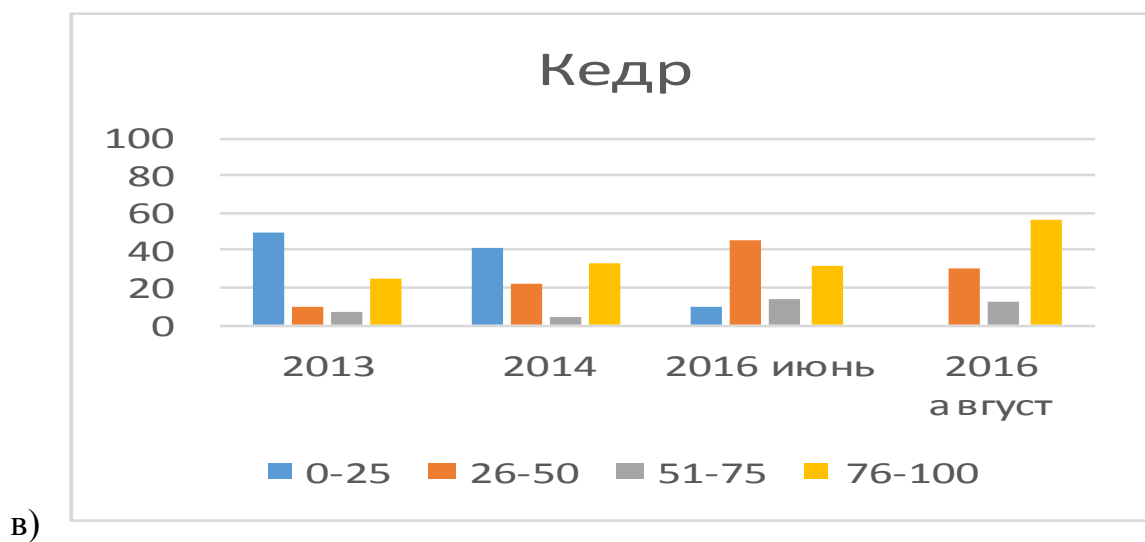
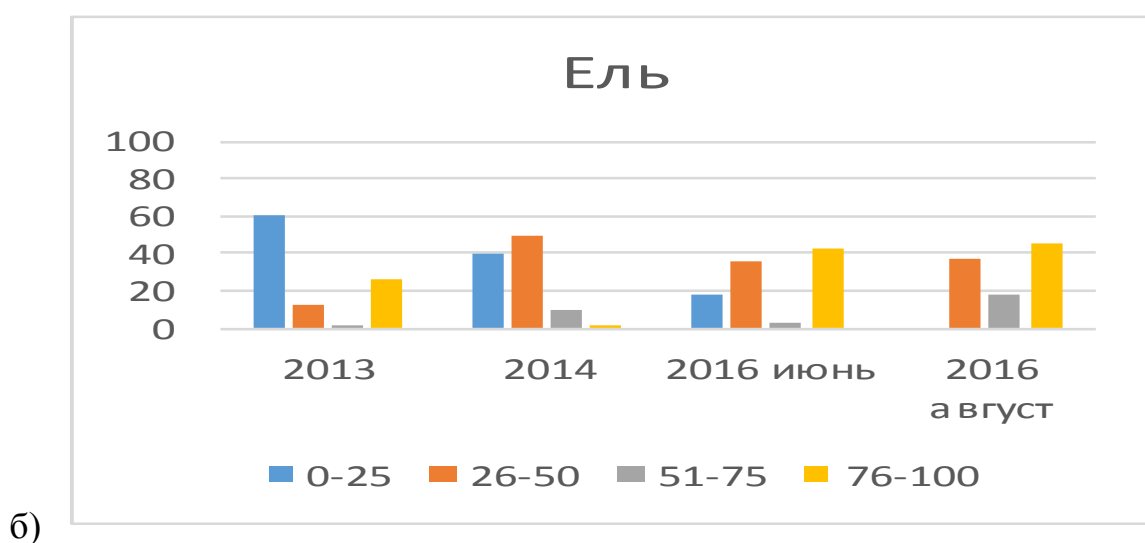
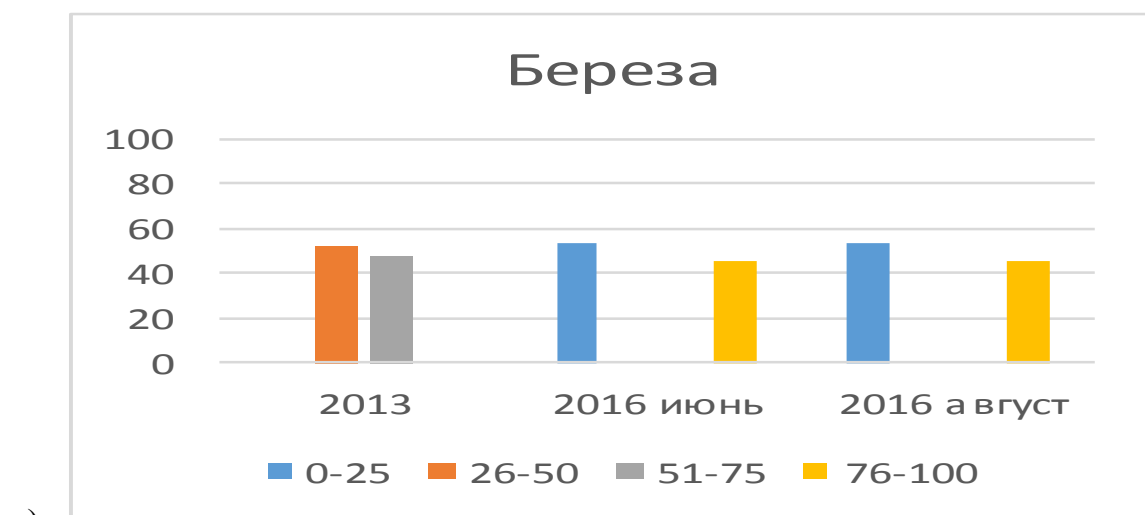


Рисунок 7 – Динамика отпада однопородных частей древостоя на постоянной пробной площади № 3



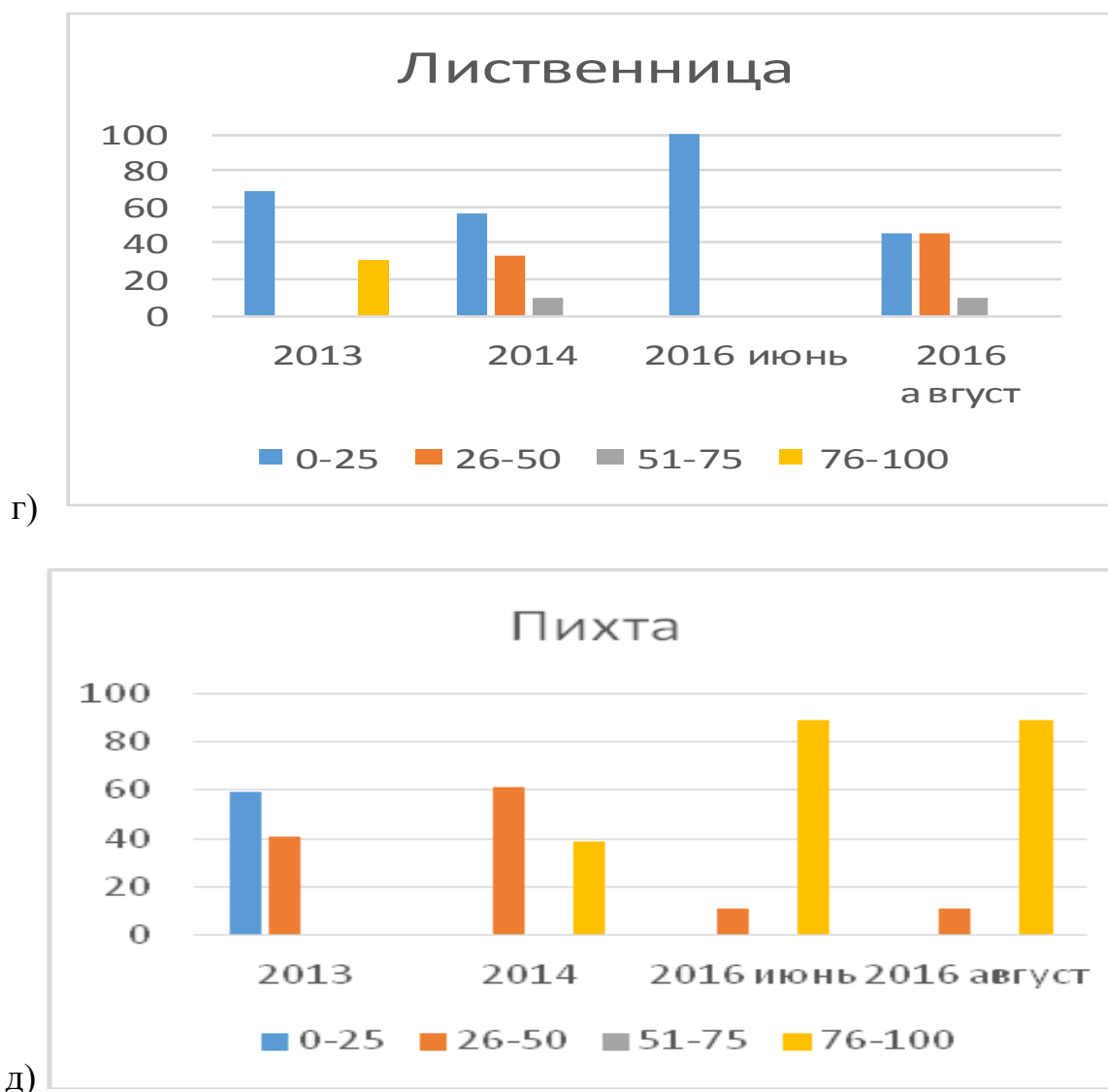


Рисунок 8 – Динамика отпада однопородных частей древостоя на постоянной пробной площади № 7

Полное усыхание деревьев на четвертый год после воздействия пожара произошло, прежде всего, из-за заселения ослабленных деревьев энтомовредителями, что вызвало их дальнейшее ослабление и привело большую часть поврежденных огнем деревьев к гибели (рисунок 9).

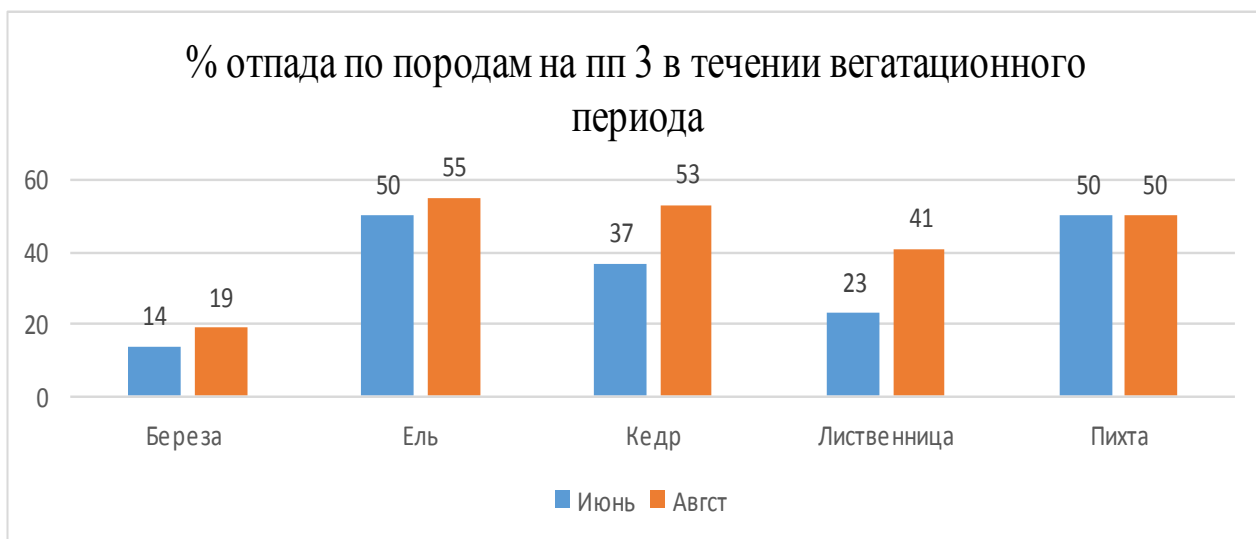
В том числе исследовалось состояние древостоев в течение вегетационного сезона 2016 года (таблица 10, рисунок 10).



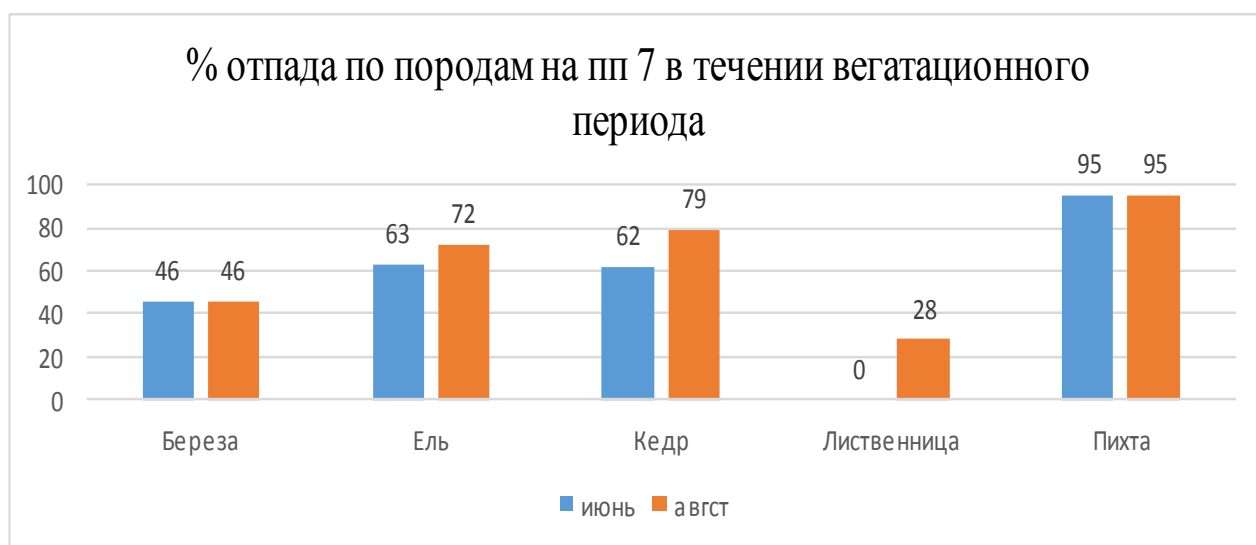
Рисунок 9 – Повреждение ослабленных деревьев энтомовредителями на 4 год после пожара

Таблица 10 – Динамика отпада древостоя в течение вегетационного периода 2018 года

Номер пробной площади	Порода	2016	
		Июнь	Август
3	Б	14	19
	Е	50	55
	К	37	53
	Лц	23	41
	П	50	50
7	Б	46	46
	Е	63	72
	К	62	79
	Лц	0	28
	П	95	95



а)



б)

Рисунок 10 – Динамика отпада древостоя в течение вегетационного периода

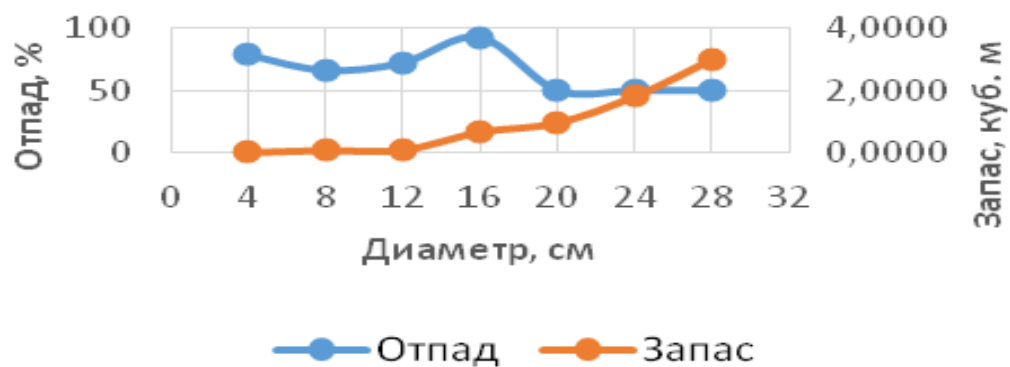
На следующий год и в течение последующих пяти лет отмечается стабилизация состояния древостоев. Интенсивный отпад прекращается (рисунок 6).

Нами дана характеристика распределения отпада в однопородных частях древостоев по ступеням толщины на 1 год после воздействия пожара. Зависимость отпада от диаметра при различной силе пожара представлены на рисунках 11 – 12.

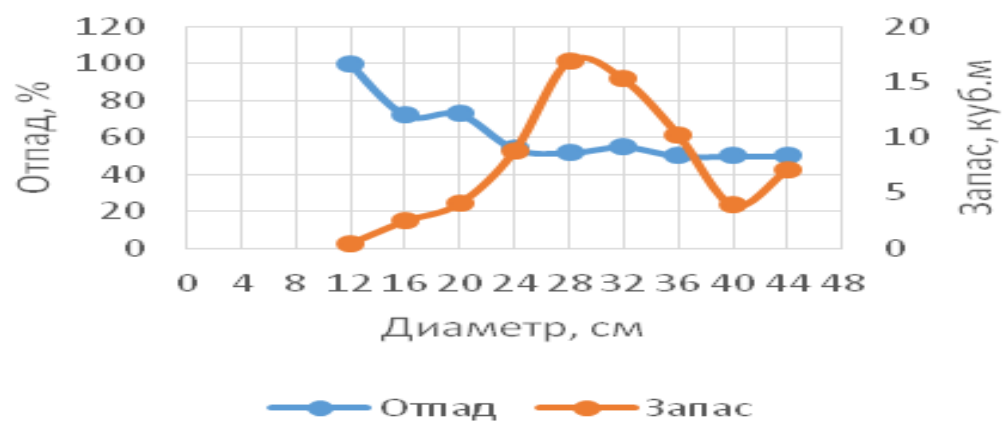
БЕРЕЗА



ЕЛЬ



КЕДР



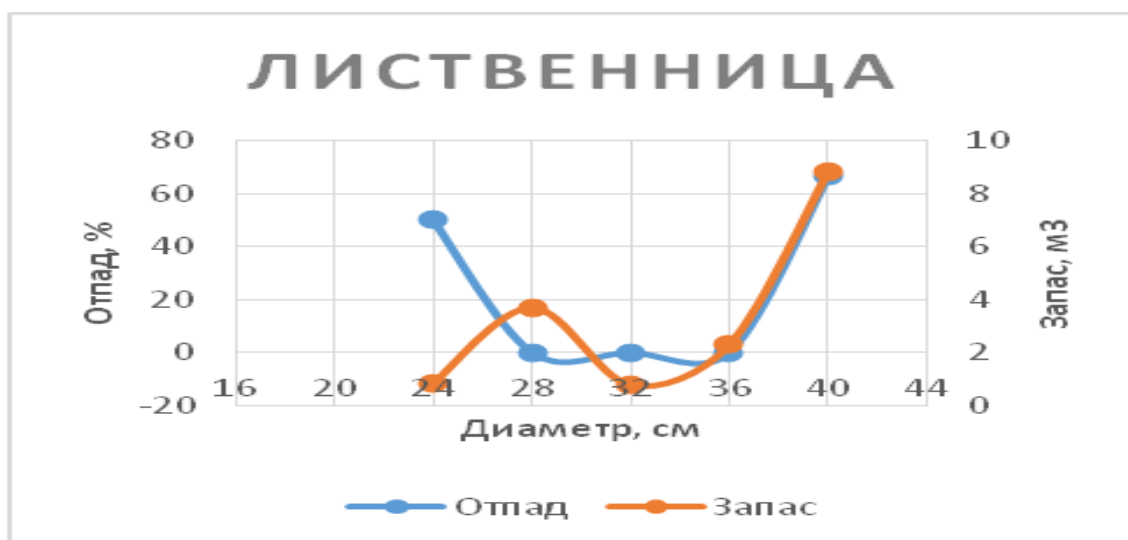
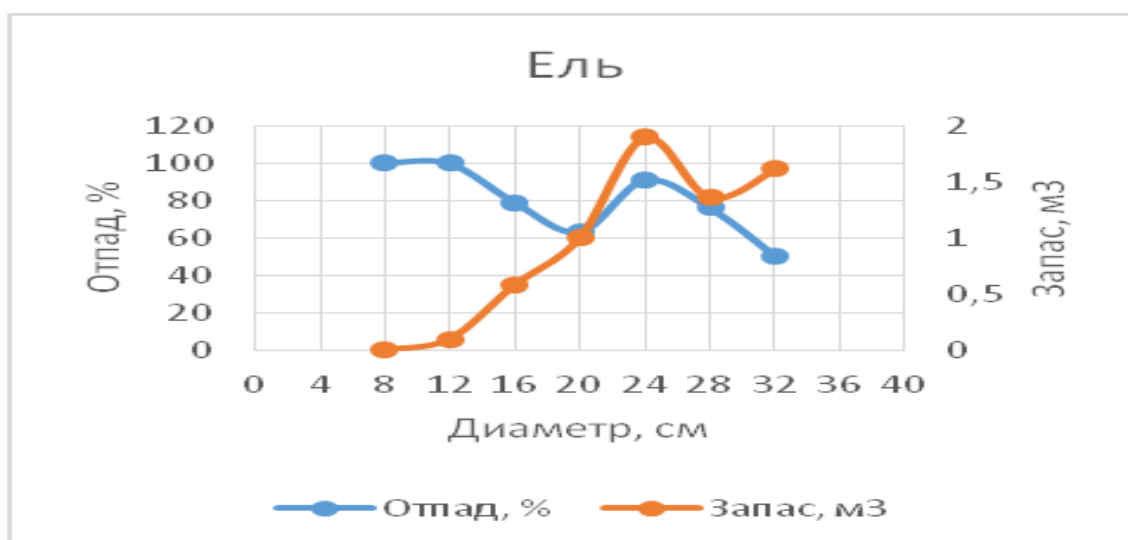


Рисунок 11 - График отпада запаса в зависимости от диаметра при среднем низовом пожаре



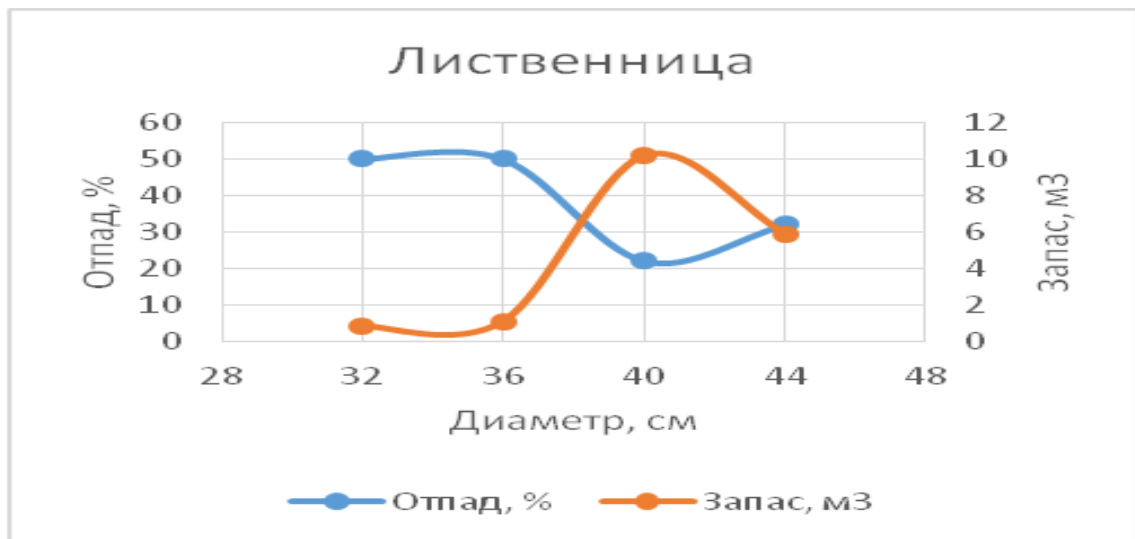


Рисунок 12 - График отпада по запасу в зависимости от диаметра при сильном низовом пожаре

Установлено, что наибольшая доля отпада в однопорodных частях древостоев приходится на деревья низших классов Крафта (наименьших диаметров), наименее устойчивых к воздействию пожаров. Данное утверждение не противоречит мнению многих исследователей [Софронов, Волокитина, 1990; Матвеев, 1999; Буряк 2015 и др.]. Уменьшение доли погибших деревьев в однопорodных частях древостоев наблюдается с возрастанием диаметра. Большая степень повреждения деревьев низших классов Крафта и, соответственно, увеличение среднего диаметра древостоев, соответствует мнению исследователей, отмечающих, что «стрессовые» нагрузки на ценопопуляцию древесных растений из-за гибели угнетенных экземпляров (IV–V классов Крафта) уменьшают варьирование древостоев по диаметрам [Хайретдинов, 1997; Юсупов, 1996]. Это может рассматриваться как адаптационный механизм [Коротков, 1999], но есть мнение, что деревья низших классов Крафта выполняют в древостоях определенную стабилизирующую роль, препятствуя изреживанию древостоя и развитию более перспективных крупных деревьев, отчего насаждение в целом более медленно проходит возрастные этапы, и, кроме того, обедняется генофонд популяции [Нестеров, 1949; Маслаков, 1984]. Установлено, что высокий темп роста оставшихся жизнеспособными деревьев чреват их гибелью в случае ухудшения условий экотопа [Дыренков, 1984]. Гибель большей доли оставшихся

жизнеспособными частей древостоев на 4- год после пожаров подтверждают данные предположения.

Выводы. Ненарушенные кедровые насаждения и насаждения с участием кедра на территории заповедника характеризуются хорошим санитарным состоянием и естественной для среднетаежной зоны периодичностью пожаров. Согласно шкале П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинникова, ненарушенные кедровые насаждения можно характеризовать как высокоустойчивые.

Низовые устойчивые пожары даже слабой силы наносят значительный ущерб кедровым насаждениям заповедника «Центральносибирский», отпад по запасу древостоев после воздействия устойчивых пожаров всегда превышает 40 %.

На 4-ый год после воздействия низовых пожаров наблюдается массовая гибель ослабленных деревьев, отпад по запасу древостоев после устойчивых пожаров слабой и средней силы возрастает в 4-5 раз. В последующие годы отмечается стабилизация состояния древостоев. Интенсивный отпад прекращается. Следовательно, для объективной оценки состояния древостоев после воздействия пожаров необходимо проводить долготлетние наблюдения или оценивать состояние древостоев через 4-5 лет после воздействия огня.

В составе нарушенных пожарами древостоев увеличивается доля лиственницы за счет ее большей устойчивости к воздействию огня. В дальнейшем нарушенные насаждения представлены лиственничными древостоями с участием кедра и других темнохвойных пород низкополнотными насаждениями, редианами или гарями.

Установлено, что наибольшая доля отпада в первый год после пожара приходится на деревья из наименьших ступеней толщины (низшим классам по Крафту), с увеличением диаметра отпад в однопородных частях древостоев уменьшается, соответственно, после пожаров увеличивается средний диаметр древостоев.

Нарушенные насаждения оцениваются как устойчивые, так как восстанавливаются через одно поколение лиственных пород.

5. Характеристики напочвенного покрова и почвы

Значительное влияние на устойчивость лесных экосистем оказывают: характеристика почвенно-грунтовых условий, состав и обилие живого напочвенного покрова. Установлено, что таежное мелкотравье и зеленые мхи способствуют поселению и развитию темнохвойных пород, а разрастание злаков и осок вследствие механического и аллопатического воздействия препятствуют их успешному восстановлению. Интенсивность развития травяного покрова зависит от состава, полноты и местоположения древостоев. Выявлено, что взаимосвязь между сомкнутостью древостоя и запасом травянистой растительности близка к линейной [Бех, 2008]. По мнению исследователей, в почвообразовании и лесообразовательном процессе большую роль играет лесная подстилка. Подстилки поставляют в почву разнообразные водорастворимые минеральные и органические соединения, определяют пищевой режим почв и направленность почвенных процессов, регулируют гидротермический режим почв и выполняют большую почвозащитную роль [Карпачевский, 1981; Краснощеков, 2004]. Отмечается высокое варьирование запасов напочвенного покрова и их внутренняя неоднородность, установлено, что высокая точность определения запасов ничем не оправдана [Фурьев, 1996; Софронов, Волокитина, 1990]. Н. П. Курбатский, Г. А. Иванова [1987] указали на увеличение ошибок в точности учета запаса с уменьшением доли компонента.

На территории заповедника в кедровых и лиственничных насаждениях зеленомошных и разнотравно-зеленомошных типов леса почвы представлены подзолистыми иллювиально-железистыми среднесуглинистыми с микропрофилем подзола [Шишов и др., 2004]. Строение почвенного профиля имеет следующий вид: O-EL[e-hf]-BEL-BT-C. Почва кедровника лишайниково-зеленомошного - подзолисто-глеевая среднесуглинистая (O-EL-BELg-G-CG), в производном березовом насаждении – литозем темногумусовый (O-AU-C-M).

В ненарушенных насаждениях в живом напочвенном покрове доминируют мхи: мох Шребера (*Pleurozium shreberi* (Brid.) Mitt.), этажный (*Hylocomium*

splendens (Hedw.) Bruch et al.); долгомошники - кукушкин лен (*Polytrichum commune* Hedw.) и сфагновые мхи (*Sphagnum* L.), проективное покрытие составляет до 100 %. В травяном и кустарничковом покрове встречаются вейник тупокососовый (*Calamagrostis obtusata* Trin.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), подмаренник северный (*Galium boreale* L.), Иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), княжек сибирский (*Atragene sibirica* L.), линнея северная (*Linnaea borealis* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и багульник болотный (*Lédum palústre* L.) (таблица 11).

Таблица 11 – Обилие видов живого напочвенного покрова по шкале Друде

Живой напочвенный покров	К ртр зм	К бр зм	К вейн ртр	Б ртр	Лц зм
Мхи					
Плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.)	Soc.	Cop.	Sp.	Cop.3	Soc
Кукушкин лён (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.)	Cop.	-	-	Cop.3	-
Перистый мох (<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel)	-	Cop.1	-	-	-
Сфагнум (<i>Sphagnum</i> L.)	Cop.1	Cop.1	-	-	Cop.1
Кустарнички					
Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	Cop	Cop	-	-	Sp
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Sp.	Sp	Cop.1	-	-
Травы					
Багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.)	Cop.2	Sp	-	-	-
Василисник малый (<i>Thalictrum minus</i> L.)	-	-	-	Sol	-
Вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.)	Sp.	Sp	Cop.	Cop	Sp
Герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.)	-	-	-	Sp	-
Горошек заборный (<i>Vicia sepium</i> L.)	-	-	Sol	-	-
круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	Sp.	Sp	Cop.1	-	Cop
Звездчатка Бунге (<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl)	-	-	Sol	-	-
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	-	-	-	Cop	-
Кисличник двустолбиковый (<i>Oxýria digyna</i> (L.) Hill)	Sp.	-	Sol	-	-
Княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i> L.)	Sp.	-	-	-	Un

Живой напочвенный покров	К ртр зм	К бр зм	К вейн ртр	Б ртр	Лц зм
Костяника (<i>Rubus saxatilis</i> L.)	Sp.	-	Sp.	-	-
(<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	-	-	-	Sol	-
Линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.)	Cop.1	-	Cop.1	-	Sp
Майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt)	Cop.1	Sp	Cop.1	-	Cop.2
Осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.)	Cop.1	Sp	Sp.	-	-
Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.)	-	-	-	-	Sp
Седмичник арктический (<i>Trientalis arctica</i> Fisch. ex Hook.)	Sp.	-	-	-	Sol
Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	Sol	Cop.3	-	Cop	Cop.1

Запасы напочвенного покрова в ненарушенных насаждениях составляют от 23,54 до 54,3 т/га (таблица 12, рисунок 13). Причем подстилка составляет большую долю от общего запаса напочвенного покрова (более 50 %). Запасы опада минимальны за счет его быстрого разложения на влажном субстрате. Следует отметить, что при той же мощности мохового покрова в национальном парке «Шушенский бор» запас зеленых мхов превышает 55 т/га, а на отдельных участках достигает 80 т/га. Это говорит о меньшей плотности мхов в насаждениях заповедника «Центральносибирский» вследствие их более рыхлой структуры и насыщенности влагой.

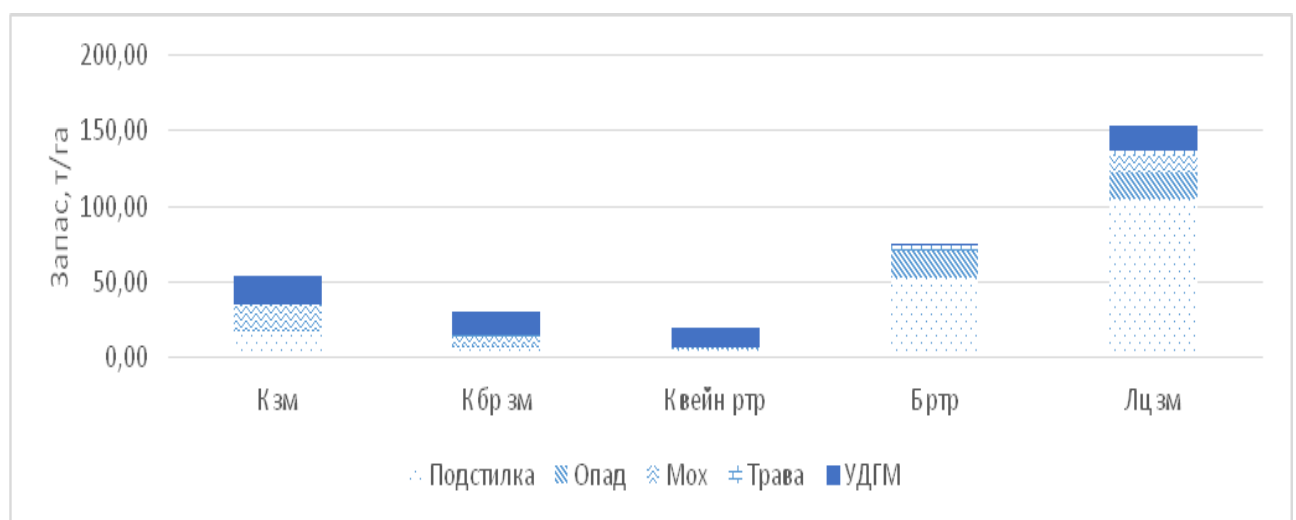


Рисунок 13 – Сравнение запасов напочвенного покрова в длительно негоревших участках леса

Нами были взяты запасы зеленых мхов (мха Шребера, этажного), долгомошника (кукушкин лен) и сфагнома и их очеса по 2-х сантиметровым слоям и определены их запасы. Полученные результаты позволили проследить накопление массы по слоям и запас всего слоя мохового покрова с отмершей частью (подстилкой) и провести сравнительную характеристику по запасу и плотности мхов. Установлено, что наибольшими запасами при одинаковой мощности слоя, соответственно, и большей плотностью характеризуется этажный мох, наименьшими – кукушкин лен (рисунок 14). При этом кукушкин лен отличается и большей устойчивостью к пожарам.

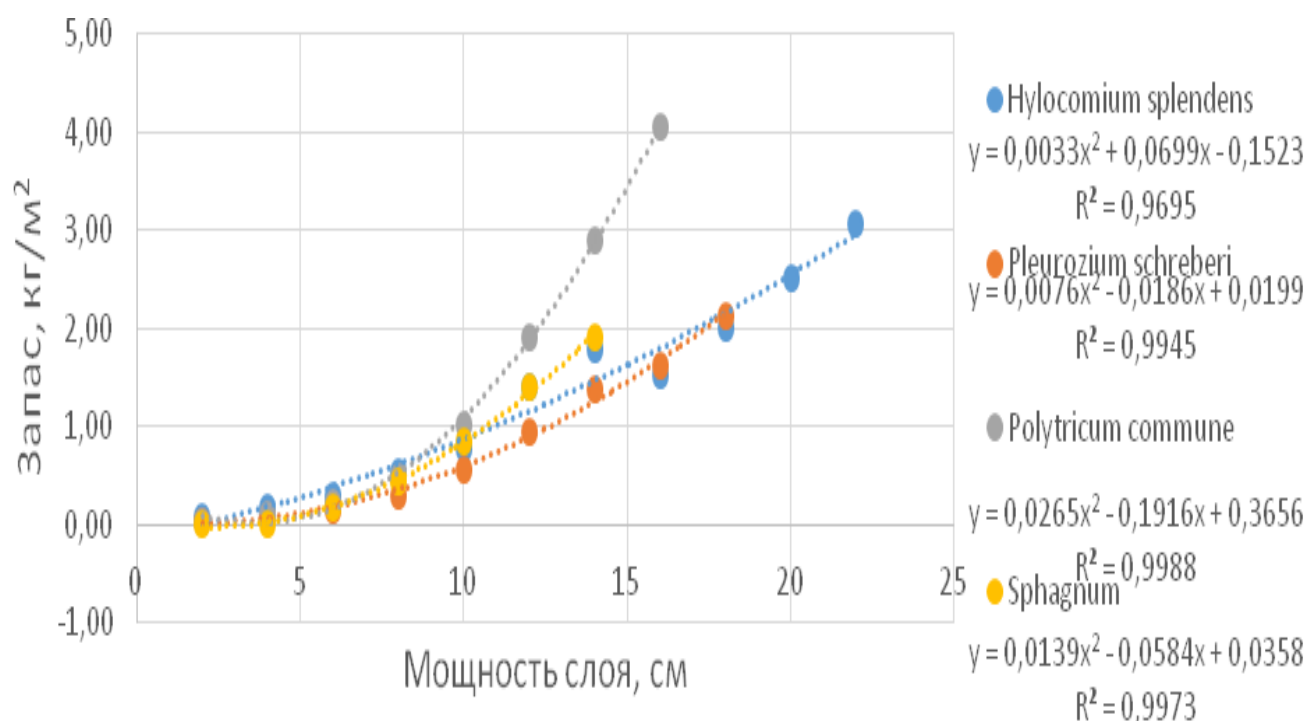


Рисунок 14 – Запасы мхов послойно

Обилие видов живого напочвенного покрова и степень проективного покрытия на участках, пройденных огнем, зависит от категории участка, типа леса, состояния древостоя, степени прогорания и давности последнего пожара. При пожарах слабой силы напочвенный покров прогорает мозаично, участки со

Таблица 12 – Запасы напочвенного покрова в хвойных насаждениях Центральносибирского заповедника, т/га/V, %

№ пробной площади, тип леса, сила пожара	Запасы т/га; варьирование запасов, %					
	подстилка	опад	ЖНП			итого
			травы	мох	мох послепожарный	
1	2	3	4	5	6	7
ПП 1.13 Кедрач мрт, до средней, 2013г	20,27±1,93 30,19	0,1±0,05 164,48		5,55±1,04 59,00		25,92±1,52 18,48
ПП 2.13 Кедрач ртрзм, не горело более 50 лет	27,06	0,53	0,064	15,86		43,51
ПП 3.13 Кедрач мрт., от слабой до средней, 2013	19,54±1,64 26,57	0,20±0,08 126,76	0,04±0,03 96,76	6,75±1,16 54,50		26,50±2,22 26,52
ПП 5.13 Лц мрт, сильный, август 2013	15,31±3,4 70,18	0,61±0,21 99,93			0,85±0,66 246,88	16,82±3,47 65,28
ПП 6.13 К мрт; от слабой до средней	16,83±6,81 90,55	0,56±0,25 100,86	0,35±0,1 63,36	2,30±0,7 42,97		20,96±7,7 66,34
ПП 7.13 Лмрт; Средняя июль-август 2013	17,06±4,47 58,62	0,92±0,27 66,77	0,032±0			17,98±4,65 57,77

сфагновыми мхами и кукушкиным льном огонь обходит стороной, либо спекается только верхний слой мхов (рисунок 15). После воздействия сильных устойчивых пожаров из состава живого напочвенного покрова практически полностью исчезают зеленые мхи: перисто-этажный и Шребера; кукушкин лен (*Polytrichum commune*) и сфагновые мхи (*Sphagnum*). Выжившие мхи отмечаются только по пониженным элементам нанорельефа. В год пожара участки насаждений, пройденных огнем, представлены мертвопокровным типом. Проективное покрытие живого травяного покрова не превышает 5-10 %. В первый год начинают всходить вейник тупоколосковый, майник двулистный, осока шароплодная, хвощ, линнея, подмаренник северный. На 2-4 год после пожара проективное покрытие травяно-кустарничковым покровом может превышать 80 %. В его составе встречаются вейник тупоколосковый, хвощ лесной, грушанка круглолистная, майник двулистный, мартензия сибирская, костяника каменистая, осока шароплодная, подмаренник северный, ортилия, кочедыжник женский, из кустарничков – линнея северная, брусника обыкновенная, черника обыкновенная и багульник болотный (таблица 13).



Рисунок 15 – Мозаичное прогорание напочвенного покрова

Таблица 13 – Динамика обилия видов живого напочвенного покрова на нарушенных участках по шкале Друде

Живой напочвенный покров	К ртр зм	1 год	2 год	3 год	4 год
Мхи					
Плевроциум Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.)	Soc.	Sol	Sp.	Sp.	Sp.
Кукушкин лён (<i>Polýtrichum commune</i> Hedw.)	Cop.	Sol	Sp.	Sp.	Sp.
Перистый мох (<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel)	-	Sol	Sp.	Sp.	Sp.
Сфагнум (<i>Sphagnum</i> L.)	Cop.1	Sol	Sol	Sol	Sol
Кустарнички					
Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	Cop	-	Sp.	Sp.	Sp.
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.)	Sp.	-	Sp.	Sp.	Sp.
Травы					
Багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.)	Cop.2				Sp.
Василисник малый (<i>Thalictrum minus</i> L.)	Sp.	Cop 1	Cop 2	Soc	Soc
Вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i> Trin.)	-			Sp.	Sp.
Герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.)	Sp.				
Горошек заборный (<i>Vicia sepium</i> L.)	-	Cop 1	Cop 2	Soc	Soc
(<i>Pýrola rotundifolia</i> L.)	Sp.				
Звездчатка Бунге (<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl)	Sp.				
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.)	Sp.	-	-	Sp.	Sp.
Кисличник двустолбиковый (<i>Oxýria digyna</i> (L.) Hill)	Cop.1				
Княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i> L.)	Cop.1				
Костяника (<i>Rúbus saxátilis</i> L.)	Cop.1				
(<i>Sanguisorba officinális</i> L.)	-	Cop. 1	Cop. 1	Cop. 2	Cop. 2
Линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.)	Sp.	Cop 1	Cop 1	Cop 2	Cop 2
Майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> (L.) F.W. Schmidt)	Sol	Cop 1	Cop 2	Cop 2	Cop 3

В первый год после воздействия устойчивых пожаров наблюдалось уменьшение запасов напочвенного покрова, прежде всего, вследствие прогорания мха и подстилки. Причем с увеличением силы пожара запасы напочвенного покрова закономерно уменьшались (рисунок 16). Так, на участках насаждений, пройденных пожарами до средней силы запас напочвенного покрова составлял 20-26 т/га, а после воздействия пожаров от средней силы до сильных запасы

напочвенного покрова снижались до 17-20 т/га. На этой же гари через 4 года после воздействия пожара наблюдается обратная закономерность. На участках, пройденных сильным пожаром, отмечается наиболее высокий запас напочвенного покрова – 83,5 т/га, после пожаров средней силы – 46,8 т/га, а в насаждениях, пройденных пожаром слабой силы – 29,1 т/га. Увеличение запасов напочвенного покрова за 4 года более чем в 4 раза на участках, пройденных низовыми сильными пожарами, происходит, в основном, за счет накопления подстилки. Запас подстилки нарастает за счет опада хвои с поврежденных и усыхающих деревьев. Соответственно, чем больше поврежден древостой, тем больше и запас накопленной после пожара подстилки. Кроме того, увеличения запасов напочвенного покрова происходит и за счет разрастания трав, причем на участках, пройденных сильным пожаром, запас трав составляет 6,95 т/га, что более чем в 10 раз превышает запасы трав на других участках. На участках, пройденных огнем, запас ветвей и валежа составил 16,8 – 78,7 т/га, при этом на деревья, вывалившиеся после воздействия пожара, приходится 16 – 81 % общего запаса УДГМ. Пример данных по упавшим древесным горючим материалам представлен в таблице 14.

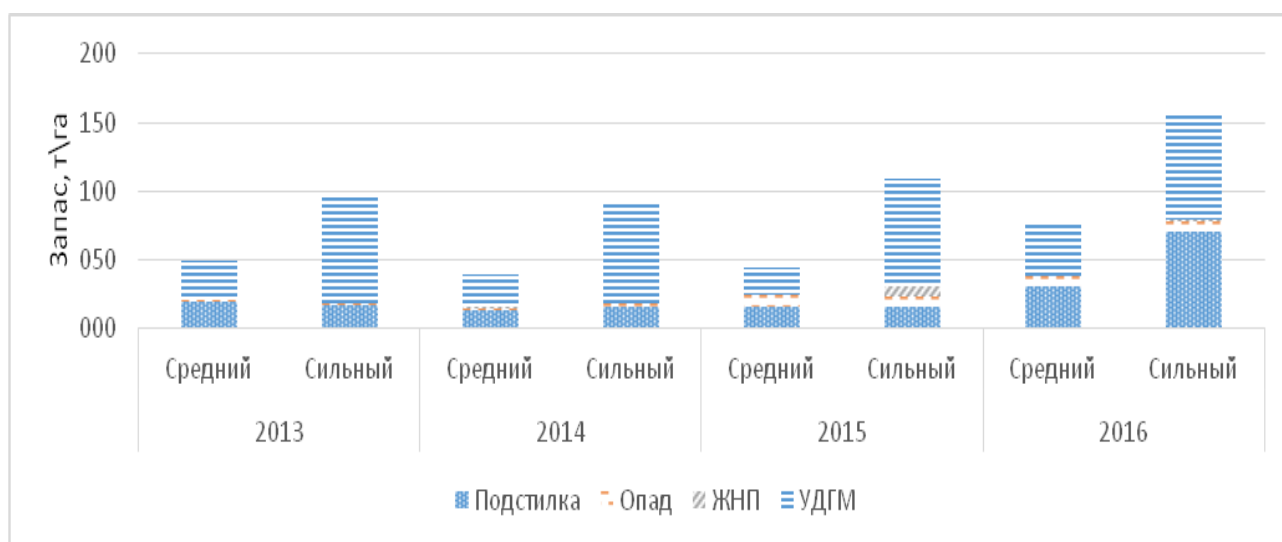


Рисунок 16 - Динамика запасов напочвенного покрова на участках, пройденных пожарами

Таблица 14 – Запасы упавших древесных горючих материалов по категориям крупности, кг/м²

№ п.п.	Период отпада	Запас УДГМ с диаметрами менее 7 см по размерным классам, кг\м ²					Диаметр более 7 см, кг\м ²	
		0 - 0.49	0.5 - 0.99	1.0 - 2.99	3.0 - 4.99	5.0 - 6.99	неразложившиеся	разложившиеся
1.13	до пожара	0,0012	0,0158	0,1061	0,0664	0,2376	0,2058	0,4357
	после пожара	0,0035	0,0032	0,0410	0,0249	0,0198	0,5162	0
2.13	до пожара	0,0107	0,0211	0,0633	0,0104	0,0792	0,2949	1,1687
	после пожара	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0
3.13	до пожара	0,0010	0,0105	0,0932	0,0576	0,0595	0,3395	1,3537
	после пожара	0,0052	0,0012	0,0661	0,0165	0,0595	0,8775	0,0012
4.13	до пожара	0,0215	0,0176	0,1242	0,0390	0,1481	0,2696	2,4411
	после пожара	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0
5.13	до пожара	0,0006	0,0065	0,0984	0,0777	0,1628	0,8480	1,3805
	после пожара	0,0035	0,0094	0,0640	0,0173	0,0204	0,3409	0,0173
6.13	до пожара	0,0005	0,0155	0,1440	0,0944	0,1734	0,2173	1,6288
	после пожара	0,0037	0,0030	0,0660	0,0419	0,0495	0,4923	0,1287
7.13	до пожара	0,0005	0,0095	0,1265	0,0593	0,1190	1,5172	1,3571
	после пожара	0,0078	0,0021	0,0764	0,0048	0,0024	4,2983	0,1687
8.13	до пожара	0,0089	0,0277	0,1313	0,0762	0,2380	0,7600	2,0249
	после пожара	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0467	0,4729
9.13	до пожара	0,0197	0,0317	0,2281	0,2011	0,2850	0,9109	0,9998
	после пожара	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0

Трансформация почв после пожаров изучалась многими авторами в зоне распространения умеренных и бореальных лесов России, Северной Америки и Европы [Попова, 1997; Безкоровайная, и др., 2005; Thiffault et al., 2008; Богородская, 2006; Ginzburg, Steinberger, 2012; Heydari et al., 2017; Sharma et al., 2017]. Однако исследования влияния пожаров на почвы темнохвойных лесов немногочисленны. Так, изучено послепожарное формирование почв кустарничково-зеленомошных кедровников в южном Прибайкалье [Краснощеков, Чередникова, 2012; Краснощеков и др., 2013]. Авторы отмечают, что низовые пожары подстилично-гумусового вида приводят к формированию маломощных пирогенных горизонтов, химические, физико-химические свойства и биологический круговорот зольных элементов которых существенно отличаются от природных аналогов. Установлено, что нарушенные пожарами почвы кедровых лесов имеют длительный период восстановления.

Послепожарная трансформация физико-химических свойств почвы на территории заповедника «Центральносибирский» рассматривалась для кедровника разнотравно-зеленомошного. В длительно негоревшем кедровнике реакция почвы кислая (рН водной вытяжки не превышает 4,0), что обусловлено доминированием в напочвенном покрове мхов и хвойного опада, содержание гумуса в горизонте EL не превышает 0,83%, и оно снижается с глубиной. После пожаров в результате резкого изменения экологических условий, а также поступления большого количества золы на поверхность почвы, наблюдается изменение физико-химических свойств верхних горизонтов почвы. Кислотность почвенных горизонтов заметно снижается после высокоинтенсивного пожара: до 5,3 рН водной вытяжки, до 4,4 – солевой, тогда как после низкоинтенсивного – снижение кислотности незначительное. Через год после высокоинтенсивного пожара кислотность постепенно нарастает (таблица 15), что объясняется вымыванием кислых продуктов разложения опада хвои с поврежденных деревьев – фульвокислот в верхние горизонты почвы. Содержание валового азота после пожаров снижается, но, несмотря на потери валового азота, пожары способствуют повышению содержания в почве доступных форм азота и скорости его

минерализации [Попова, 1997; Sharma et al., 2017]. Содержание подвижных форм калия и фосфора в не горевшем насаждении в 1,5–2 раза выше, чем на участках, пройденных огнем, что, вероятнее всего, обусловлено сгоранием органики и легким гранулометрическим составом элювиального горизонта почвы [Мякина, 1979].

Таблица 15 – Изменение физико-химических свойств почв кедровника разнотравно-зеленомошного после устойчивых низовых пожаров разной силы

Тип леса, сила пожара	Период после пожара, лет	Горизонт	Глубина, см	pH водный	pH солевой	Валовые		K ₂ O, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг
						гумус, %	азот, %		
К ртрзм	-	EL	11-13	4.0	3.7	0.8	0.04	419	230
		BEL	13-31	3.3	2.8	0.6	0.007	80	265
К ртр, пожар слабой силы	0	EL	5-7	4.1	3.3	4.9	0.03	288	155
		BEL	7-14	4.3	3.4	3.4	0.004	93	156
	1	EL	6-10	3.9	2.9	2.7	0.02	201	142
		BEL	11-18	3.3	3.2	2.3	0.005	59	188
Гарь, пожар сильный	0	Opir	1-3	5.3	4.4	5.0	0.02	194	57
		EL	3-12	5.3	4.5	4.6	0.01	100	36
		BEL	12-27	5.5	4.5	1.2	0.006	105	121
	1	Opir	0.5-3	5.1	3.9	5.4	0.02	126	99
		EL	3-13	4.2	3.9	5.0	0.01	95	70
		BEL	13-35	4.5	4.1	1.6	0.005	73	122

EL – Элювиальный горизонт

BEL – Субэлювиальный горизонт

Opir – Органогенный пирогенный горизонт

Органическое вещество, которое не сгорело до минеральной части, переходит в «пироморфный гумус», который устойчив к окислению и вовлечению в биологический круговорот [Harvey et al., 1980]. Скорее всего, в почве в год пожара происходит не гумификация, а накопление углерода, входящего в состав угля, который вымывается в верхние горизонты почвы после пожара.

Депонируемый в почве стабильный пирогенный углерод приводит к деградации гумуса [Wardle et al., 2003]. Уголь, по данным [Harvey et al., 1980], имеет практически неограниченное время жизни в почве; достоверно датированные образцы оцениваются максимум в 360 млн. лет. Присутствие различных количеств относительно инертного угля в почве влияет и на почвообитающие организмы. Уголь активизирует развитие и активность микоризы [Harvey et al., 1980].

В целом после воздействия пожаров за счет частичного прогорания лесной подстилки, процесс минерализации органического вещества ускоряется, увеличивается содержание гумуса в верхней части почвенного профиля до 5,4 % – в гумусовом горизонте почвы на следующий год после пожара. В насаждении, пройденном низкоинтенсивным пожаром, содержание гумуса в гумусовом горизонте увеличивается от 2,7 до 3,3 %, тогда как в насаждении, пройденном сильным низовым пожаром содержание гумуса наиболее высокое – до 5,0-5,4 %. По мере зарастания гарей разнотравьем уже через год доля гумуса в аккумулятивном пирогенном горизонте составляла 5,4 %. Послепожарное поселение травяного покрова вместо мохового активизирует дерновый процесс, что проявляется в накоплении в почве азота и гумуса [Попова, 1997]. Содержание гумуса в поверхностном горизонте почвы, а главное, распределение его по почвенному профилю, является характерным показателем почвообразовательного процесса. Смена мохового покрова травяным на нарушенных пожарами участках лесных земель позитивно сказывается на накоплении гумуса и азота, увеличении содержания обменного кальция и магния, снижении кислотности.

В результате сгорания органических веществ при пожарах происходит потеря азота почвами. При высокоинтенсивном пожаре содержание азота снижается от 0,224 до 0,180 мг/кг, при низкоинтенсивном пожаре – от 0,260 до 0,190 мг/кг, тогда как на контроле в подзолистом горизонте содержание валового азота составляет 0,414 мг/кг. В минеральных же горизонтах действие высоких температур сказывается незначительно.

По мнению ряда авторов, на несколько лет после пожара в почве увеличивается содержание калия, кальция, магния и фосфора, которых много в золе сгоревших растений [Hernandez et. al., 1997; Neary et. al., 1999]. Дальнейшее снижение их содержания зависит от выщелачиваемости ионов и их взаимодействия с минеральной частью почвы [De Marco et. al., 2005].

Однако проводимые исследования показали, что содержание подвижных форм калия и фосфора на контрольном участке в 2 и 1,5 раза выше его содержания на участках, пройденных огнем. Вероятно, содержание подвижных форм фосфора связано с низкой щелочностью, которая повышает растворимость соединений и переход их в доступные формы. Небольшое содержание калия (большая часть его сосредоточена во вторичных глинистых минералах) скорее всего обусловлено легким гранулометрическим составом почвы [Мякина, Аринушкина, 1997].

Содержание подвижного калия на участках, пройденных огнем, варьирует от 100 (это горизонт EL) до 288 мг/кг в зависимости от силы пожара, тогда как в ненарушенном насаждении составляет 419 мг/кг. Содержание фосфора в аккумулятивном горизонте почвы на участках, пройденных пожарами, также в 2-4 раза ниже, чем на контроле, и составляет 57-99 мг/кг. Так, после низкоинтенсивного пожара в слое почвы 7-14 см снижение фосфора почти на 40 % в год пожара и через год (два) до 88 %. Такое снижение содержания калия и фосфора в верхних горизонтах почв после пожаров можно объяснить тем, что из-за увеличения зольности почвы и уменьшения ее кислотности создаются условия, благоприятствующие поселению микроорганизмов, которые перехватывают элементы питания и вовлекают их в малый биологический круговорот веществ.

В целом можно отметить, что существенных негативных пирогенных изменений почвенных условий не выявлено, при этом отмечается некоторое снижение кислотности и увеличение содержания гумуса. Увеличение плодородия почв в дальнейшем будет способствовать лесовосстановлению и произрастанию продуктивных насаждений на пройденных пожарами участках лесных земель.

В настоящее время мировое научное сообщество проявляет все больший интерес к точным количественным оценкам эмиссий от лесных пожаров. Высокая значимость лесных насаждений в качестве потенциальных стоков углекислого газа атмосферы неоднократно признавалась на международном уровне. В том числе, значимость бореальных лесов была отмечена Киотским протоколом [1997] и Рамочной конвенцией ООН об изменениях климата [1992]. Формируемые на территории Сибири запасы и потоки углерода вносят значительный вклад в глобальный баланс углерода [Ваганов и др. 2005]. Эмиссия углерода, которая является результатом физико-химического процесса горения органического вещества, аккумулированного в напочвенном покрове и других компонентах экосистем, определяется прямым воздействием пожара. Объем углерода, высвобождающегося при пожарах, может существенно варьировать в зависимости от характера растительности, возраста насаждения, сезона года, погоды, и времени пожара. На территории России оценки эмиссии углерода при пожарах по различным источникам варьируют от 5 до 500 МтС/год [Dixon and Krankina 1993; Conard and Ivanova 1997; Исаев, Коровин 1999; Shvidenko and Nilsson 2000; Kajii et al. 2002; Conard et al. 2002; Kasischke and Bruhwiler 2003; Soja et al. 2004; Иванова и др. 2007; Vivchar et al. 2010; Shvidenko et al. 2011]. Высокая изменчивость оценок при расчете эмиссии углерода обусловлена целым рядом факторов. В их числе: применение разных баз данных, методик, алгоритмов, использование допущений и косвенных признаков [Kukavskaya et al. 2013]. Одним из основных источников ошибок при этом остается недостаточность данных по запасам ЛГМ и по полноте их сгорания в различных метеорологических и лесорастительных условиях [Ваганов и др. 2005]. В целях более точного определения количества сгорающего органического вещества и выхода углерода при пожарах требуется проведение дополнительных исследований [Harden et al. 2000; French et al. 2004].

Для бореальных лесов Северной Америки к настоящему времени накоплено большое количество данных по полноте сгорания и эмиссии углерода при пожарах для различных типов леса и участков лесных земель разных категорий,

разработаны модели их связи с метеорологическими показателями [Ottmar, Baker, 2007; Stocks et al., 2004, deGroot et al., 2009 и др.], в то время как для лесов России такие данные единичны и, прежде всего, относятся к светлохвойным насаждениям (в основном, сосновым) [FIRESCAN, 1996; Кукавская, Иванова, 2006; McRae et al., 2006; Ivanova et al., 2011]. Выявлены некоторые особенности количества сгорающего вещества и выхода углерода при пожарах на участках лесных земель, пройденных рубками, с учетом региональных особенностей рубок, их вида и интенсивности, способов очистки лесосек от порубочных остатков [Kukavskaya et al., 2013a]. Тем не менее все имеющиеся сведения по эмиссии углерода для территории России крайне ограничены, не покрывают всего разнообразия лесорастительных условий и обуславливают необходимость проведения исследований в данной области.

Оценка количества сгоревших во время пожаров лесных горючих материалов (ЛГМ) также важна в связи с тем, что это предопределяет другие последствия пожаров. Сгорающие горючие материалы являются источником теплоты, образующейся при горении. Чем больше сгорает ЛГМ, таких как опад, лишайники, мхи, подстилка, древесные веточки, тем больше выделяется тепла. Следовательно, оказывается большее тепловое воздействие на древостой, другие компоненты насаждений и почву. Интенсивность пожаров в значительной степени определяется погодными условиями, влияющими на влагосодержание напочвенных горючих материалов [Вонский 1957; Курбатский 1962]. В одном и том же типе леса интенсивность может существенно варьировать. Соответственно, варьирует и количество сгорающего материала, и эмиссия углерода.

Количество сгорающего органического вещества рассчитывалось по разнице запасов на участках, пройденных пожаром, и контрольных к ним участках, не подверженных пирогенному воздействию. Эмиссия углерода принималась равной 50 % от сгорающего запаса [Levin and Cofer 2000].

Низовые пожары на пробных площадях характеризовались мозаичностью прогорания участков в связи с варьированием влагосодержания напочвенного

покрова (мхов) в различных элементах нанорельефа. В зависимости от интенсивности горения и влагосодержания напочвенного покрова при пожарах может сгорать от 0 до 100 % горючих материалов [Kasischke et al. 1995]. На исследуемых пробных площадях в кедровых насаждениях полнота сгорания по отдельным видам напочвенных ЛГМ составила от 34 до 100 % от их допожарного запаса.

Так как пожары являлись низовыми, кроновые горючие материалы в процессе горения не принимали участия. Полностью сгорели опад, травы и кустарнички, упавшие древесные материалы небольших размеров. Крупные древесные материалы, как правило, только обгорают. Исключение составляют древесные элементы большей степени разложения, которые продолжают тлеть длительное время после прохождения кромки пожара. Подстилка и очес мха сгорели частично в зависимости от интенсивности пожара и влагосодержания горючих материалов.

При развитии низовых пожаров в исследованных насаждениях, характеризующихся высоким влагосодержанием долгомошников и сфагоновых мхов, приуроченных к пониженным элементам нанорельефа, отмечается мозаичность прогорания напочвенного покрова. Количество сгоревшего при пожарах органического вещества на пробных площадях в исследуемых кедровых насаждениях варьировало от 20,2 до 58,0 т/га (таблица 16). На опад и подстилку приходится основной сгоревший запас (34-66 %). Вклад ветвей и валежа составил от 14 до 49 %, живого напочвенного покрова – 6-29 %. Наблюдается хорошая зависимость между запасами ветвей и валежа, сгоревшими при пожаре, и их допожарными значениями ($R=0,90$). Средняя корреляция ($R=0,45$) установлена для напочвенных горючих материалов, что, с одной стороны, вероятно, связано с влиянием вариабельности влагосодержания разных видов мхов и подстилки в различных элементах нанорельефа, а с другой стороны, с устойчивой формой пожара, которая нивелирует влияние изменчивости запасов горючих материалов на количество сгоревшего органического вещества.

Таблица 16 - Полнота сгорания органического вещества на поверхности почвы и эмиссия углерода при низовых пожарах разной формы и силы в кедровых насаждениях

ПП	Характеристика пожаров		Сгоревший запас напочвенных ЛГМ, т/га % от допожарного значения				Эмиссия углерода, тС/га
	форма	сила	живой напочвенный покров	опад, подстилка	ветви, валеж	итого	
ПП1	устойчивая	от слабой до средней	<u>2,11</u> 28	<u>15,58</u> 43	<u>5,79</u> 35	<u>23,48</u> 39	11,75
ПП3			<u>2,01</u> 35	<u>21,02</u> 48	<u>11,42</u> 37	<u>34,45</u> 43	17,22
ПП6			<u>6,94</u> 78	<u>11,06</u> 31	<u>7,87</u> 26	<u>25,87</u> 34	12,95
ПП7		от средней до сильной	<u>7,66</u> 100	<u>18,79</u> 52	<u>13,89</u> 30	<u>40,34</u> 44	20,18
ПП5			<u>9,68</u> 92	<u>19,72</u> 56	<u>28,60</u> 53	<u>58,00</u> 65	29,00
ПП6	беглая		<u>5,87</u> 100	<u>11,58</u> 40	<u>2,73</u> 13	<u>20,18</u> 31	10,08

Эмиссия углерода на участках варьировала от 10,1 до 29,0 тС/га, что в 2 и более раз превышает эмиссию углерода при пожарах в светлехвойных зеленомошных насаждениях в среднетаежной и южнотаежной зоне Средней Сибири [Кукавская, Иванова, 2006; McRae et al., 2006; Ivanova et al., 2011; Kukavskaya et al., 2013a]. Это связано с тем, что кедровые насаждения характеризуются большим запасом напочвенных горючих материалов, включая УДГМ, превышающий таковой в светлехвойных насаждениях. Кроме того, пожары на большинстве исследованных участков носили устойчивый характер, при котором огонь заглубляется в подстилку, и горение может продолжаться длительное время после прохождения кромки пожара, что приводит к большему количеству сгорающей биомассы и, соответственно, увеличению эмиссии углерода. В среднем эмиссия углерода составила 14,0 тС/га при устойчивых низовых пожарах от слабой силы до средней и 24,6 тС/га - от средней силы до сильных. Минимальная эмиссия углерода (10,1 тС/га) зарегистрирована на

пробной площади № 6 при беглом пожаре, который распространялся при среднем показателе пожарной опасности по погоде ПВ-1, равном 1167 ± 386 .

Разовый выход углерода при горении вносит значительный вклад в общий углеродный баланс и превосходит ежегодный минерализационный поток от разложения органического вещества в данном типе леса [Плешиков и др. 2002] в 10-15 раз.

Полученные данные необходимы для точного определения выхода углерода. Прогнозируемое увеличение горимости, вызванное климатическими изменениями, будет все больше воздействовать на глобальное качество атмосферы и здоровье людей. Корректные оценки эмиссии углерода при пожарах и воздействие пирогенного фактора на лесные экосистемы необходимы для проектирования стратегий пожароуправления и могут быть использованы для разработки моделей изменения климата [Кукавская и др., 2015].

Выводы.

В ненарушенных кедровых насаждениях Центральносибирского заповедника в составе живого напочвенного покрова доминируют мхи, а после воздействия пожаров отмечается увеличение доли травяных лесов и нарушенных участков лесных земель, прежде всего, за счет прогорания мхов и их длительного восстановления, а также вследствие разреживания древостоев и изменения светового режима на участках лесных земель.

Запасы напочвенного покрова в ненарушенных насаждениях составляют от 23,54 до 54,3 т/га. Причем большую долю от запаса напочвенного покрова составляет подстилка (более 50 %). Запасы опада минимальны за счет его быстрого разложения на влажном субстрате.

Наибольшими запасами при одинаковой мощности слоя, соответственно, и большей плотностью характеризуется этажный мох, наименьшими – кукушкин лен, отличающийся и большей устойчивостью к пожарам.

В ненарушенных насаждениях заповедника отмечена слабая захламленность и отсутствие крупного неразложившегося валежа.

В первый год после воздействия пожаров наблюдалось снижение запасов напочвенного покрова, причем с увеличением силы пожара запасы напочвенного покрова закономерно уменьшаются, но через 4 года наблюдается обратная закономерность. Увеличение запасов после сильных низовых пожаров происходит в основном за счет опада хвои с поврежденных деревьев. На нарушенных участках отмечается значительный запас УДГМ, при этом большая часть запаса приходится на деревья, вывалившиеся после воздействия пожаров.

После пожаров отмечается увеличение содержания гумуса в верхних горизонтах почвы и уменьшение кислотности почв, в том числе, за счет разрастания травяной растительности.

Вследствие больших запасов напочвенного покрова и высокой полноты сгорания наблюдаются значительные эмиссии углерода при развитии устойчивых пожаров в кедровых насаждениях моховых типов леса заповедника.

6. Лесовосстановление и устойчивость кедровых насаждений

Восстановление системы после внешних воздействий – это один из важнейших показателей, позволяющих оценивать устойчивость насаждений. П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинникова [1999] рекомендуют давать оценку устойчивости темнохвойных лесов по продолжительности восстановления основных функций насаждений, нарушенных внешними возмущениями. Высокоустойчивые насаждения восстанавливаются без смены пород, устойчивые – через одно поколение лиственных пород, слабоустойчивые – через несколько лиственных поколений. А. А. Рожков и В. Т. Козак [1989], основываясь на трудах Р. Риклефса [1979], утверждают, что устойчивость – это внутренне присущая системе способность не только выдерживать изменения, вызванные извне, но и восстанавливаться после них.

Биологическая устойчивость разновозрастных сосновых лесов Сибири была отмечена многими исследователями [Семечкин, 1963; Седых, 2009 и др.]. При этом широкое распространение разновозрастных лесов в Сибири многие исследователи связывают с пожарами. По мнению авторов, под изреженным вследствие воздействия огня материнским пологом древостоев, в образовавшихся «окнах» полога создаются условия для поселения и развития подроста. При неоднократном повторении пожаров формируются разновозрастные древостои [Побединский, 1965].

А. И. Бузыкин и Л. С. Пшеничникова [1980] отмечают, что в лесообразовательном процессе формирование молодняков — это важный этап становления древостоев. Ход естественного возобновления в лесных экосистемах во многом определяет лесоводственные программы формирования древостоев [Санников, Санникова, 1985]. Естественному возобновлению посвящены работы многих исследователей. Данной проблемой в различных регионах страны занимались Г. Ф. Морозов [1900]; М. Е. Ткаченко [1911]; И. С. Мелехов [1948]; А. И. Артемьев, В. Г. Чертовской [1976]; П. А. Цветков [2007], Л. В. Буряк [2015] и другие. Л. В. Попов [1982] считал, что в Средней Сибири естественное

лесовосстановление, прежде всего, связано с лесными пожарами. Он заостряет внимание на том, что особенности лесовосстановительного процесса зависят в основном от повторяемости наиболее распространенных низовых беглых пожаров. При частой повторяемости пожаров происходят дигрессивные изменения лесов.

Успешность естественного возобновления в ненарушенных насаждениях и на участках лесных земель, нарушенных лесными пожарами, исследована нами на всех пробных площадях. Пример характеристик подроста в ненарушенных насаждениях Центральносибирского заповедника и в насаждениях, нарушенных пожарами, по части пробных площадей представлена в таблицах 17 и 18.

В результате проведенных исследований установлено, что в кедровых и кедрово-лиственничных насаждениях заповедника естественное возобновление чаще успешное. Количество подроста в ненарушенных хвойных насаждениях часто превышает 30 тыс. экз./га, а количество благонадежных экземпляров составляет 12 тыс. экз./га и более (таблица 19). В составе подроста преобладают темнохвойные породы, большая доля приходится на кедр, отмечается участие в составе подроста ели, пихты и мелколиственных пород. Средний возраст подроста в ненарушенных хвойных насаждениях чаще превышает 20 лет, а его высота варьирует от 0,25 м до 2-х метров. Доля благонадежных экземпляров в среднем составляет 68 %, при этом на некоторых участках превышает 80 %. Лучшие качественные характеристики отмечаются у кедрового подроста. Соответственно, доля кедра в составе благонадежного подроста увеличивается. В высокополнотном насаждении с преобладанием ели благонадежного подроста недостаточно для успешного лесовозобновления, что обусловлено, вероятнее всего, сильным притенением материнским древостоем. Худшие качественные характеристики у подроста наблюдаются в низкополнотных насаждениях. В таких лесах пихтовый и мелколиственный подрост является кормовой базой лося, и большая его часть имеет механические повреждения, обгрызена лосем. Вследствие неоднократных повреждений вершин на территории заповедника очень распространена стланцевая форма пихты.

Таблица 17 – Характеристика лесовосстановления в насаждениях

Номер пр.пл., тип леса, сила и год пожара	Характеристика подростa всего / в т.ч. благонадежного				
	Размещение	Состав всего\ благонадежного	Количество, всего \ благонадежного экз./га	Встречаемость, %	Варьирование, %
ПП 1.13 К мрт, слабая, 2013г	равномерно	8Е2К Ед. П \ -	15208±2655 \ 0	100\0	60,48 \ 0
ПП 2.13 К ртрзм, Длит. не горел	равномерно	4К5Е1Б \ 5К4Е1Б	28750±4461 \ 7083±2364	100 \ 24,6	38 \ 81,76
ПП 3.13 К мрт., о средней, 2013	равномерно	2К6Е2Б Ед. П \ 10Б	22333±4671 \ 3167±1850	100\14,8	80,99\226
ПП 4.13 К ртрзм Длит. не горел	равномерно	6Е1Б2К1П \ 5К5Е Ед. П	22000±5990 \ 5500±2894	100\25	60,88 \ 117,66
ПП 5.13 Лц мрт, сильный, 2013	равномерно	3Е1К6Б \ 10Б	32000±8214 \ 10500±7649	100 \ 32,81	81,17 \ 184,36
ПП 6.13 Кмрт, слабый 2013, местами не горел	равномерно	7Е1К2Б ед. П \ 9Б1К	28833±5192 \ 4167±2349	100 \ 14,45	69,74 \ 218,30
ПП 7.13 Лмрт; средний 2013	равномерно	5Е2К2Б Ед. П \ 10Б	30227±5388 \ 5227±2869	100 \ 17,3	59,1 \ 182,1
ПП 8.13 К войн- зм, Длит. не горел	равномерно	3К6Е1Б \ 4К3ЕЗБ	27250±4632 \ 8750±2181	100 \ 32,11	53,75 \ 78,82

Таблица 18 – Характеристика естественного лесовосстановления

Тип леса, состав, полнота древостоя	Сила, форма и год пожара	Состав подроста, всего\ благонадежного	Количество подроста, всего\ благонадежного, тыс. экз./га	Доля благона- дежного, %	Высота подроста, м	Средний возраст подроста, лет
К зм, 4К4Е1Б+Л – 0,4	не горел	4К5Е1Б\ 5К4Е1Б	28,8±4,5\ 7,0±2,4	25	0,51-1,00	15
К бр.зм 3К2Е2Лц2П1Б+С 0,6	не горел	8К2Е+П\ 10К+Е	12,5±0,8\ 7,7±0,7	62	0,11-0,25	10
К бр.зм. 4К2П1Е3Ос – 0,5	не горел	6К2П1Е1Ос \ 10К+П	54,0±3,00\ 30,8±2,2	57	0,11-0,25	10
К бр.зм. 3К2Е1Лц3Ос1Б 0,6	не горел	6К2Ос1Е1П\ 10К	16,8±1,2\ 9,8±1,2	58	0,26-0,50	15
К ртр зм 5К3Л2Е ед.П – 0,8	не горел	6Е1Б2К1П \ 5К5Е Ед. П	22,0±2,2\ 5,5±1,1	25	1,01-2,00	25
К хв.зм 3К2Е3Ос2Б+Лц ед.П – 0,5	не горел	5К2П2Ос+Е\ 7К3Ос	24,3±3,0\ 13,3±3,1	55	0,25-0,50	15
К зм.хв. 3К1Е1Лц3Ос2Б+П – 0,7	не горел	7К2Ос1П+Е\ 9К1П+Ос	29,0±2,3\ 16,3±1,4	56	0,26-0,50	10
К зм ртр 4К5Л1Е+П – 1,3	не горел	7К1Е2П ед. Лц \ 9К1Е Ед. П	18,3±0,9\ 9,2±0,6	50	0,26-0,50	15
К зм войн 7К2Л1Е ед.Б – 0,8	не горел	3К6Е1Б \ 4К3Е3Б	27,3±2,6 8,8±1,2	32	1,01-2,00	25
К войн 5К4Ос1Б+С – 0,5	не горел	4К4Ос1Е1П\ 10К	11,0±1,4\ 2,8±1,0	25	0,26-0,5	15
Е .хв. войн. 5Е1К4Б ед.Ос – 0,8	не горел	4К6Е\ 10К	7,5±0,9\ 1,5±0,4	20	1,01-2,00	20

Следует отметить, что в производных березовых насаждениях лесовосстановление чаще успешное. В составе подроста в березняках преобладают темнохвойные породы, причем доминирует кедр (таблица 19, рисунок 17).



Рисунок 17 – Кедровый подрост в производном березняке

Таблица 19 – Характеристика благонадежного подроста в ненарушенных насаждениях

Тип леса	Состав подроста	Количество, тыс.экз./га	V, %	Встречаемость, %	Благонадежного, %	A ср, лет	H ср, м
К зм	7К1Е1П1Б	12,1±1,64	93	53	40	25	1-2
К ртр	7К1Е1П1Ос+Б	15,8±1,36	87	63	51	15	0,5-1
Лц зм	7К2Е1Б	12,5±0,60	38	71	77	15	0,26-0,5
Б ртр	9К1Е	27,0±1,18	32	85	89	20	1-2

Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что вследствие хорошего состояния древостоев, а также других компонентов насаждений и успешного естественного возобновления, в том числе в производных березовых насаждениях, кедровые насаждения заповедника в настоящий период устойчивы. При этом в соответствии с предложением П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинниковой [1999] ненарушенные кедровые насаждения можно отнести к высокоустойчивым темнохвойным лесам. Наличие густого подроста в производных березняках указывает на восстановление кедрочей через одно поколение лиственных пород, что позволяет отнести нарушенные насаждения к устойчивым лесам. В. Н. Седых [2009] указывает на то, что возникновение и развитие равнинных кедровых лесов в Западной Сибири осуществляется только под пологом древостоев березы, осины, сосны, возникших после пожаров. Поселение кедра под пологом этих лесных пород, образование второго яруса из кедра и смена в дальнейшем лиственных и светлохвойных древостоев на кедр осуществляется только в процессе послепожарных сукцессий. В средней тайге на суходолах, по мнению автора, нет лиственных насаждений без присутствия кедра в виде подроста или второго яруса. Кедр, поселяясь под пологом лиственных пород, а также сосны и лиственницы и постепенно накапливаясь под ними в процессе возрастного развития, через 150-250 лет сменяет эти породы. Такая особенность формирования кедровых насаждений, от минимального участия в составе смешанных насаждений до преобладания в них, является естественной закономерностью формирования кедровых лесов.

После огневого воздействия большинство подроста погибает. Остаются лишь экземпляры, приуроченные к негоревшим участкам напочвенного покрова, и то, только в случае его мозаичного прогорания (рисунок 18). В составе послепожарного подроста преобладает береза порослевого и семенного происхождения, на части участков присутствуют кедр и осина. Количество поселившегося березового подроста уже в год пожара составляет от 3 до 9,5 тыс.экз./га (таблица 20). Большее количество поселившегося подроста отмечается на участках, пройденных сильными низовыми пожарами.



Рисунок 18 – Подрост на негоревших участках

Таблица 20 – Характеристика благонадежного подроста в год пожара

Тип леса, гари	Сила пожара, давность	Характеристика подроста		
		состав	количество, тыс. экз./га	встречаемость, %
К мрт	слабая, 1 год	9Б1К	2,1±0,5	9
К мрт	средняя, 1 год	10Б	3,2±0,8	22
Гарь мрт	сильная, 1 год	10Б ед. Ос	9,5±1,3	42

Дальнейший ход естественного возобновления на участках, пройденных пожарами, в значительной степени определяется категорией участка и напочвенным покровом (таблица 21).

Таблица 21 – Характеристика благонадежного подроста через 4 года после пожаров

Тип леса, гари	Состав	Количество, тыс. экз./га	Встречаемость, %	Благонадежного, %	H ср, м
Гарь хвртр	8Б2Ос	12,5±2,7	50	45	1,01 - 2,0
Гарь хв	8Б2К	2,9±0,7	38	35	1,01 - 2,0
Гарь вейн	10Б+К	3,3±0,6	50	48	1,01 - 2,0
К вейн	10Б	2,1±0,4	17	31	1,01 - 2,0
К хв ртр	10Б ед. Ос	11,0±1,8	46	43	1,01 - 2,0
Л вейн	8Б1Ос1К	5,4±1,2	23	33	1,01 - 2,0
Лц кипр	7Ос3Б+К,Л	84,0 ± 19,6	74	81	1,01 - 2,0

Успешное лесовосстановление наблюдается на пожарищах с сохранившейся частью жизнеспособных древостоев. Наименьшее количество подроста наблюдается в насаждении разнотравного типа леса, пройденного пожаром наименьшей силы. На участках лесных земель с полностью прогоревшим напочвенным покровом количество поселившегося послепожарного подроста может превышать 80-120 тыс.экз./га. Следует отметить, что в лиственничных редирах и низкополнотных насаждениях, заросших по кипрейному типу, количество подроста значительно большее, чем на пожарищах вейникового типа. Такая же закономерность отмечается и на гарях с полностью погибшими древостоями. Так, на участке кипрейной гари количество поселившегося послепожарного подроста превысило 130 тыс.экз./га.

Проведенная качественная оценка возобновления показала следующие закономерности. В среднем по всем нарушенным пожарами участкам доля благонадежного подроста составила 37 %. Вместе с тем на благонадежный подрост в кедровых насаждениях приходится менее 66 %, а в лиственничных доля благонадежного подроста составляет до 79 %. Лучшее жизненное состояние подроста под пологом лиственничных насаждений связано, в первую очередь, с лучшим световым режимом под их пологом. При этом наблюдается угнетение

подроста в березняке и лиственничнике с вейниковым покровом, доля благонадежного составляет 23 - 35 %.

Более затруднено возобновление на вейниковых и хвощевых гарях. Наиболее вероятно, что это обусловлено задержанием почвы корневищными растениями и аллелопатическим воздействием. Отмечается, что отрицательное воздействие этих видов начинает сказываться в том случае, если проективное покрытие этими видами трав превышает 40 %, стоит отметить, что существует высокая обратная зависимость степени проективного покрытия с количеством поселившегося подроста (рисунок 19).

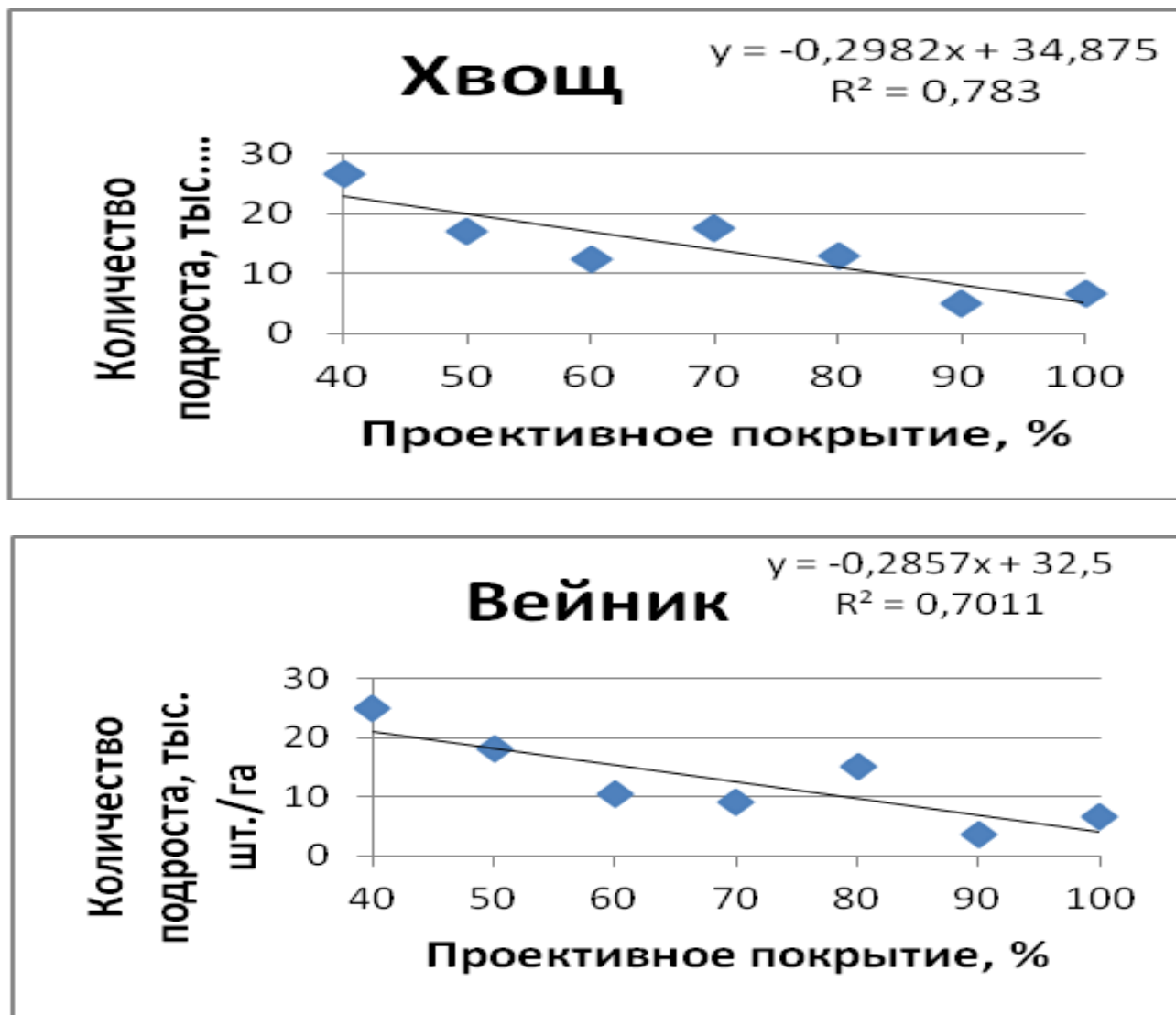


Рисунок 19 – Зависимость успешности лесовосстановления от разрастания хвоща и вейника

В целом можно сказать, что процесс лесовосстановления кедровых насаждений после пожаров пойдет через смену пород. Следует отметить, что смена пород и зарастание нарушенных пожарами участков лесных земель травяным покровом – является положительным фактором формирования темнохвойных насаждений, потому как травы способствуют дерновому почвообразовательному процессу, а береза является почвоулучшающей породой. Согласно заключению ряда исследователей, именно обусловленные пожарами смены пород создали условия для существования продуктивных лесов на одних и тех же участках лесных земель [Ткаченко, 1911]. В производных березовых насаждениях отмечается успешное лесовосстановление, а в его составе доминирует кедровый подрост, следовательно, под пологом производных березняков образуются коренные кедровые насаждения. В целом лесовосстановление в ненарушенных лесах и на нарушенных участках лесных земель создает условия устойчивости кедровых насаждений заповедника. Согласно предложению П. М. Ермоленко и Н. Ф. Овчинниковой [1999], ненарушенные кедровые насаждения можно отнести к высокоустойчивым, нарушенные пожарами насаждения к устойчивым темнохвойным лесам.

Выводы

В ненарушенных кедровых и кедрово-лиственничных насаждениях заповедника «Центральносибирский» естественное лесовосстановление чаще успешное, в составе подроста доминируют темнохвойные породы, при этом большая доля приходится на кедр.

В производных березовых насаждениях лесовосстановление протекает чаще успешно, в составе подроста преобладают темнохвойные породы, причем доминирует кедр.

Подрост в ненарушенных насаждениях характеризуется хорошими качественными характеристиками, доля благонадежного подроста в среднем составляет 68 %. Лучшие качественные характеристики отмечаются у кедрового подроста.

Лесовосстановление нарушенных пожарами кедровых насаждений чаще успешное, но идет через смену пород. В составе подроста преобладает береза семенного и вегетативного происхождения.

На нарушенных участках лесных земель наиболее успешным лесовосстановлением характеризуются пожарища с сохранившейся частью жизнеспособных древостоев. Затруднение естественного возобновления отмечается на вейниковых и хвощевых гарях.

Успешное естественное возобновление в ненарушенных кедровых насаждениях позволяет отнести их к высокоустойчивым темнохвойным лесам. А успешное послепожарное восстановление через смену пород и наличие густого подроста в производных березняках указывает на восстановление кедрачей через одно поколение лиственных пород, что позволяет отнести нарушенные насаждения к устойчивым лесам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кедровые насаждения и насаждения с участием кедра, ненарушенные пожарами, на территории заповедника характеризуются хорошим санитарным состоянием и естественной для среднетаежной зоны периодичностью пожаров.

В настоящий период на территории заповедника все нарушенные участки лесных земель приходятся на поврежденные пожарами насаждения. В последнее десятилетие в отдельные годы степень горимости заповедника характеризовалась как высокая и чрезвычайная. Все зарегистрированные пожары возникли от гроз в летний период, что способствовало их развитию в устойчивую форму.

Низовые устойчивые пожары даже слабой силы наносят значительный ущерб кедровым насаждениям Центральносибирского заповедника, отпад по запасу древостоев после воздействия устойчивых пожаров всегда превышает 40 %.

На 4-ый год после воздействия низовых пожаров наблюдается массовая гибель ослабленных деревьев, отпад по запасу древостоев после устойчивых пожаров слабой и средней силы возрастает в 4-5 раз. В последующие годы отмечается стабилизация состояния древостоев. Вследствие этого оценку состояния древостоев и их элементов необходимо проводить на 4-5 год после воздействия низовых пожаров.

В составе нарушенных древостоев увеличивается доля лиственницы за счет ее большей устойчивости к воздействию огня. В дальнейшем нарушенные насаждения представлены лиственничными древостоями с участием кедра и других темнохвойных пород, рединами или гарями.

Вследствие больших запасов напочвенного покрова и высокой полноты сгорания наблюдаются значительные эмиссии углерода при развитии устойчивых пожаров в кедровых насаждениях моховых типов леса заповедника.

В результате воздействия пожаров в среднесибирском плоскогорном таёжном районе увеличивается доля травяных серий типов леса, прежде всего, за счет прогорания мхов и их длительного восстановления, а также вследствие

разреживания древостоев и изменения светового режима на участках лесных земель.

После пожаров отмечается увеличение содержания гумуса в верхних горизонтах почвы и уменьшение кислотности почв, среди прочего, за счет разрастания травяной растительности.

Кедровые насаждения на территории заповедника устойчивы, в том числе за счет успешного естественного возобновления. В кедровых и кедрово-лиственничных насаждениях в составе подроста преобладает кедр. В нарушенных пожарами насаждениях и на горях лесовозобновительный процесс протекает через смену пород, но под пологом производных березняков формируются коренные кедровые насаждения.

В целом хорошее санитарное состояние ненарушенных древостоев и ход лесовосстановительных процессов обеспечивает устойчивость кедровых насаждений заповедника в ненарушенных лесах и на нарушенных пожарами участках лесных земель, а обусловленная пожарами смена пород обеспечивает возможность существования продуктивных кедровых насаждений на одних и тех же участках лесных земель.

Рекомендации

Результаты проведенных исследований позволили составить таблицу, позволяющую прогнозировать отпад по однопородным частям древостоев от запаса в зависимости от формы и силы пожара.

Таблица 22 – Отпад в однопородных частях древостоев после воздействия пожаров от запаса древостоев

Форма пожара	Сила пожара	Отпад по породам от запаса в %				
		К	Е	Лц	П	Б
беглая	слабая	8	11	4	7	9
	средняя	34	40	5	50	47
	сильная	35	55	30	95	60
устойчивая	слабая	51	58	16	48	40
	средняя	60	69	50	85	55
	сильная	82	76	52	98	56

Учитывая характеристики горимости, для территории заповедника «Центральносибирский», где пожары возникают с апреля по август месяц, была разработана классификация природной пожарной опасности для двух периодов (весна – начало лета и лето). На основе разработанных классификаций были предложены две карты природной пожарной опасности для весеннего, включая начало лета, и летнего периодов (рисунки 20, 21). На основании полученных карт составлены карты пожарного созревания участков лесных земель при различных классах пожарной опасности по погодным условиям для весеннего (с началом лета) и летнего периодов пожароопасного сезона (рисунки 22 – 30).

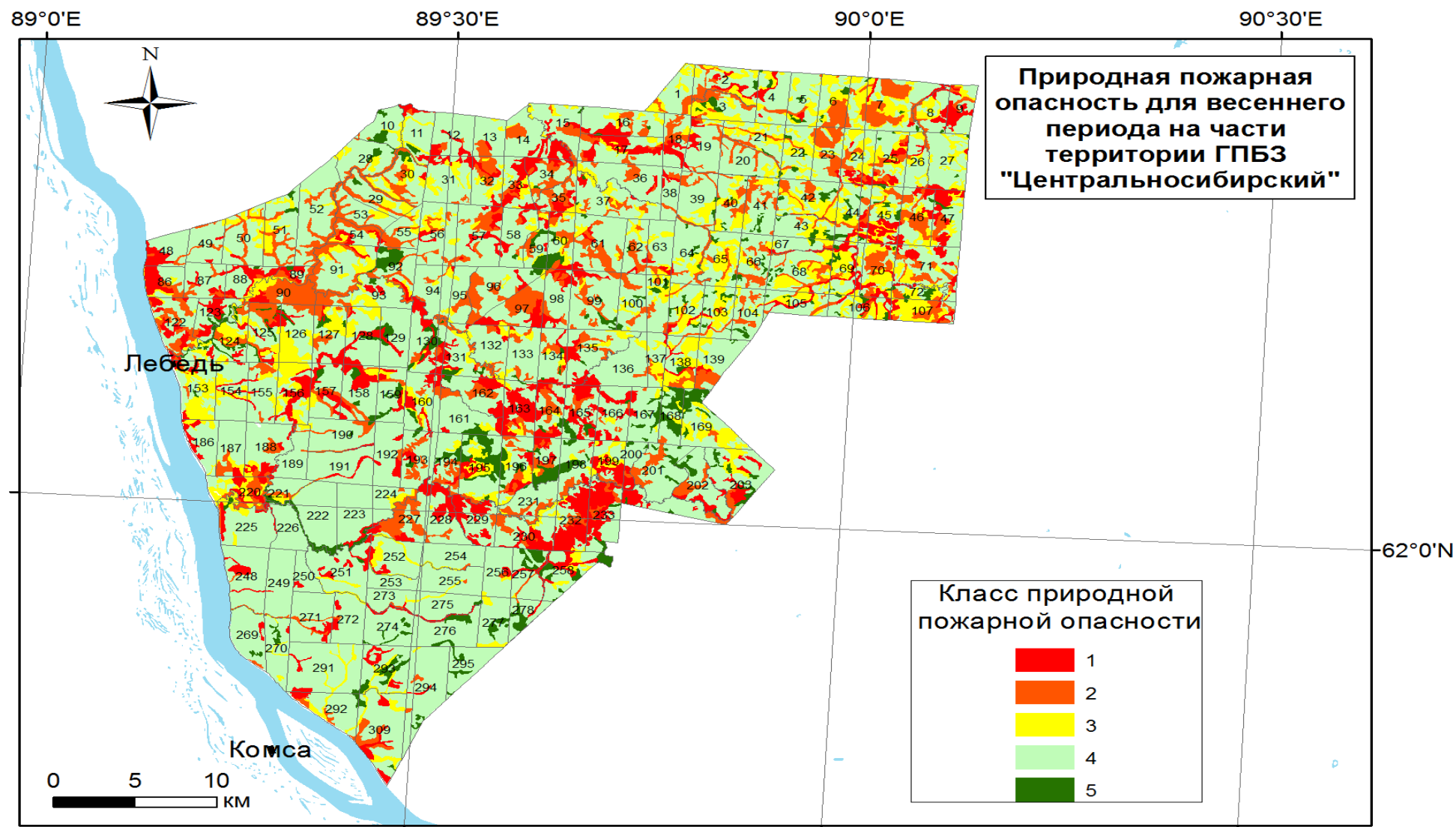


Рисунок 20 – Карта природной пожарной опасности для весеннего (с началом лета) периода для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

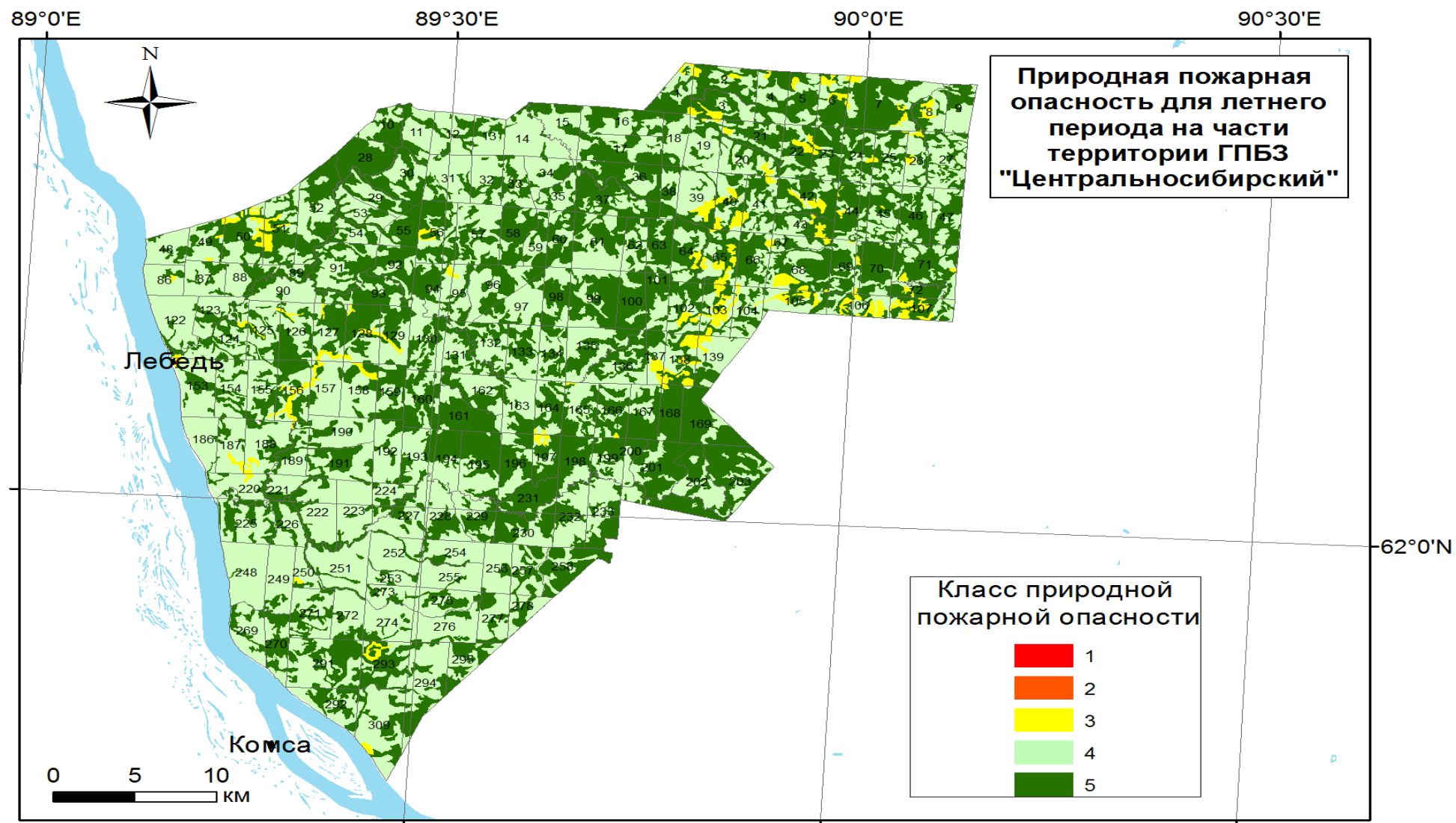


Рисунок 21 – Карта природной пожарной опасности для летнего периода для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

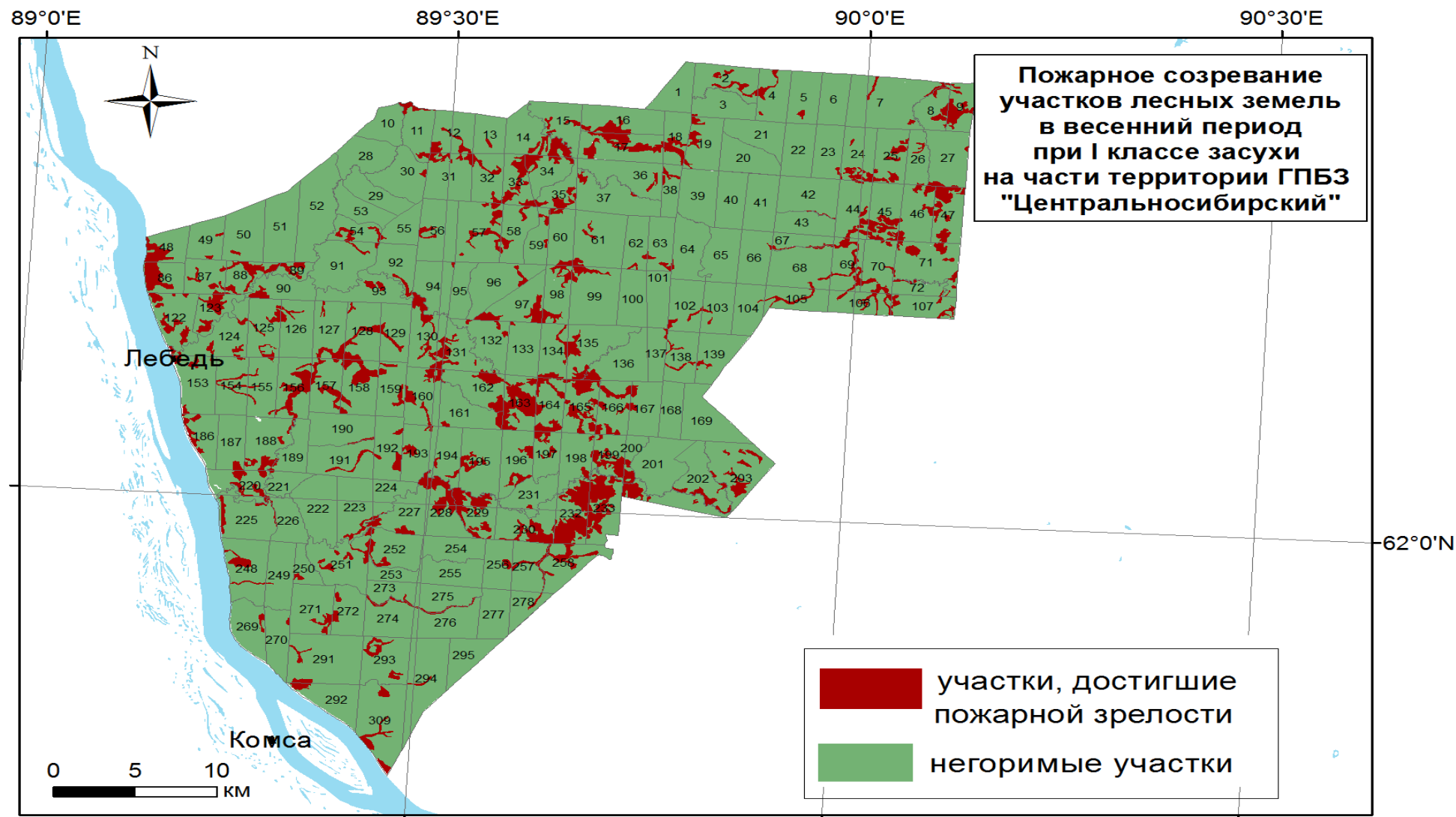


Рисунок 22 – Пожарное созревание участков лесных земель в весенний (с началом лета) период при I классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

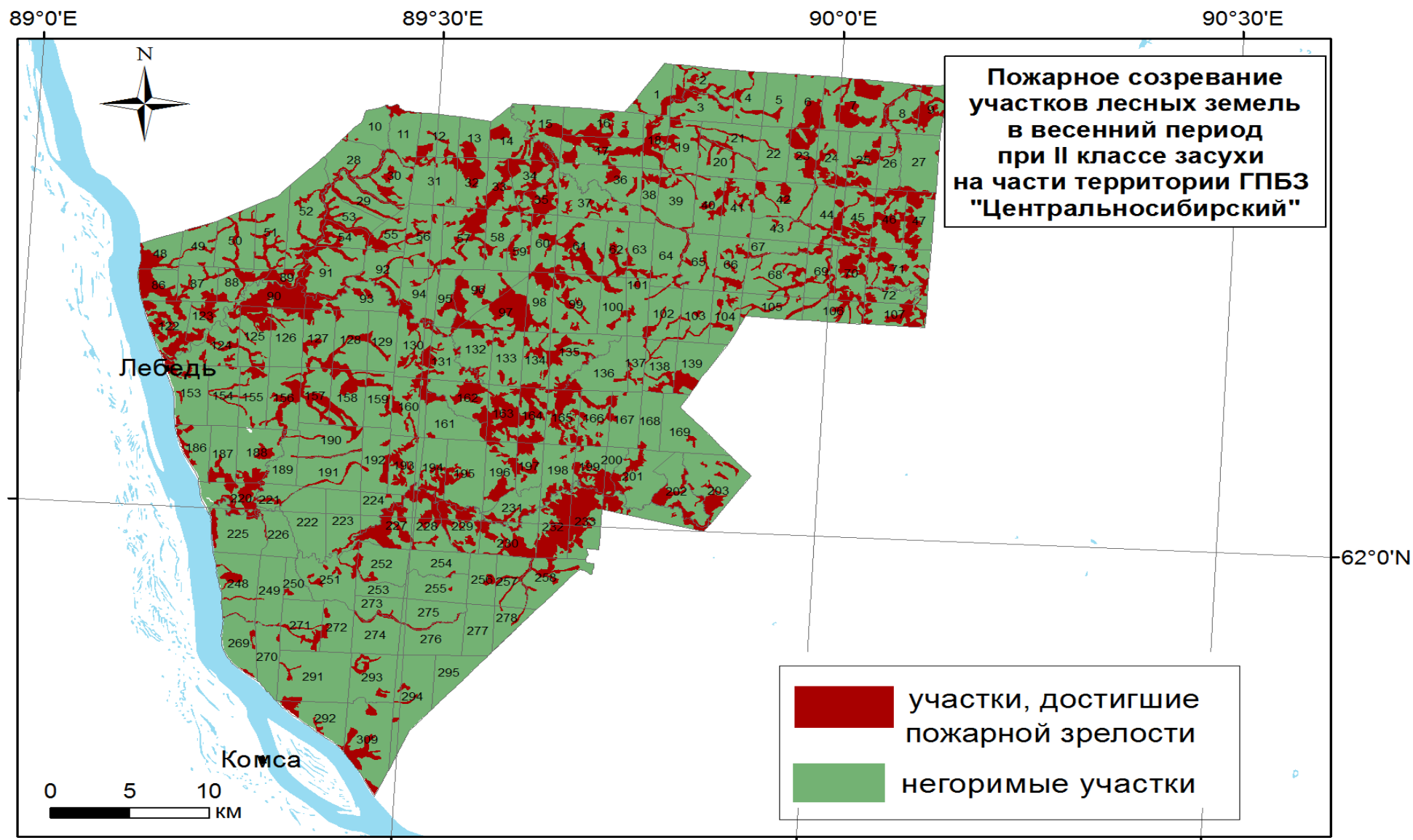


Рисунок 23 – Пожарное созревание участков лесных земель в весенний (с началом лета) период при II классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

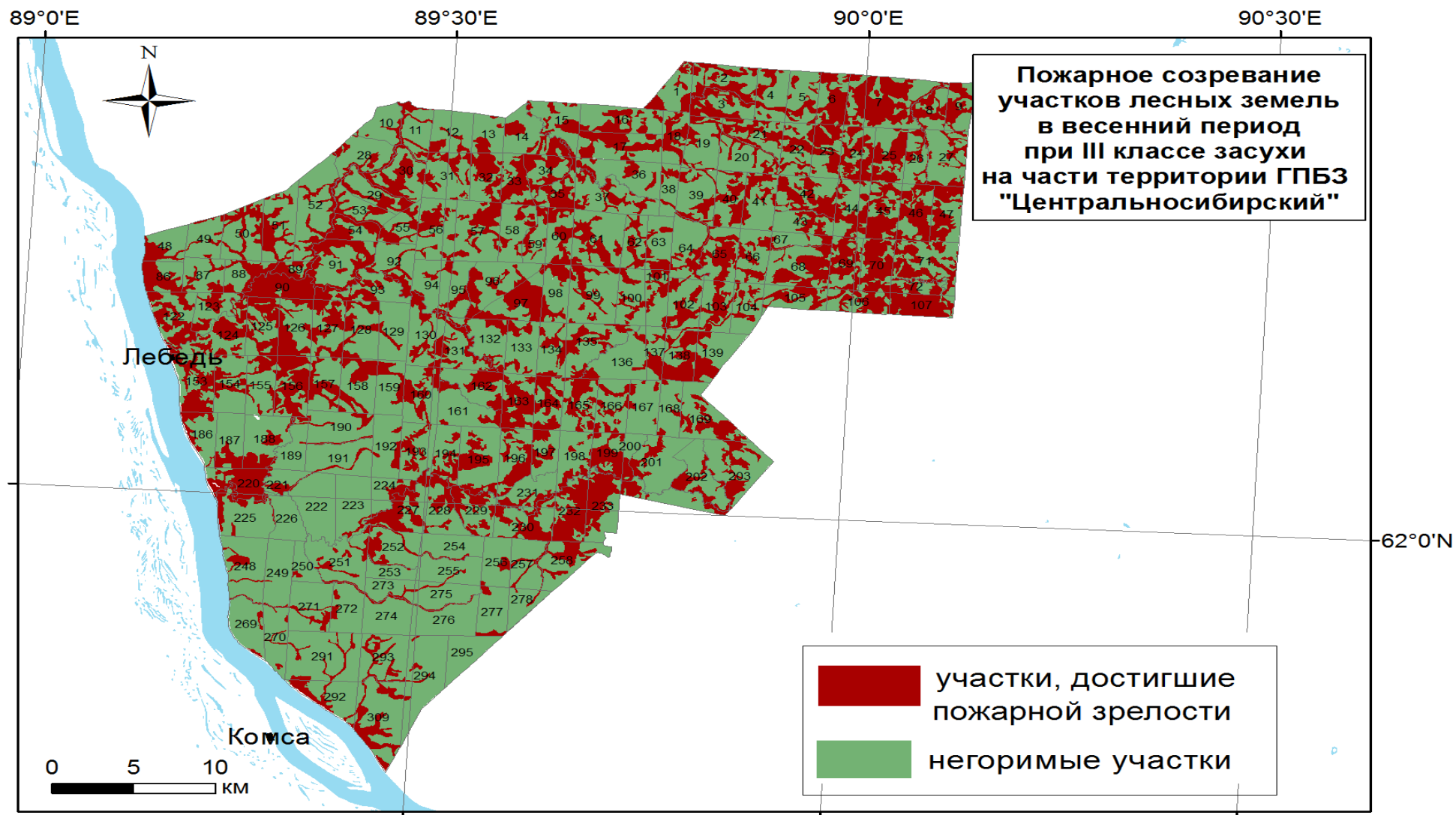


Рисунок 24 – Пожарное созревание участков лесных земель в весенний (с началом лета) период при III классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

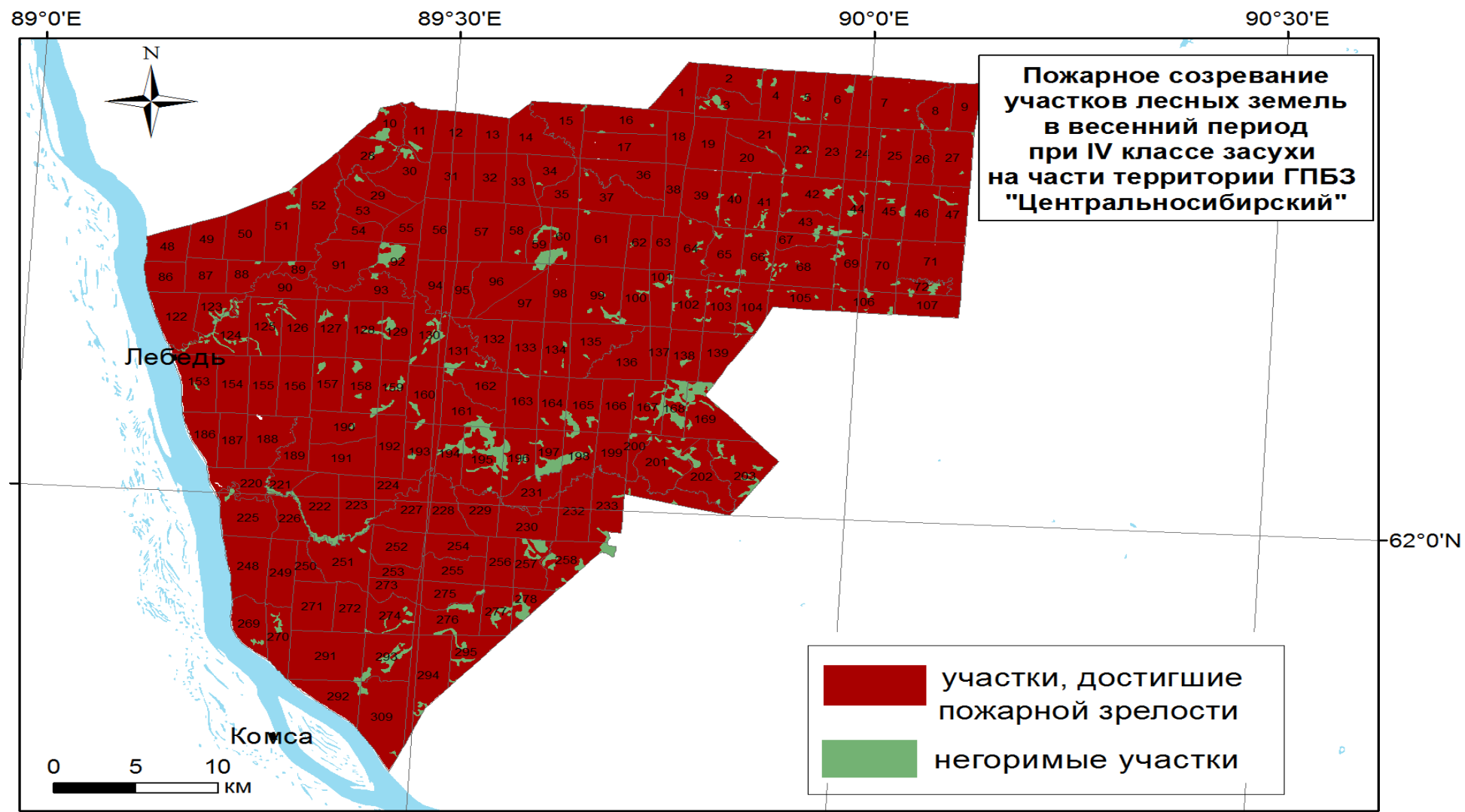


Рисунок 25 – Пожарное созревание участков лесных земель в весенний (с началом лета) период при IV классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

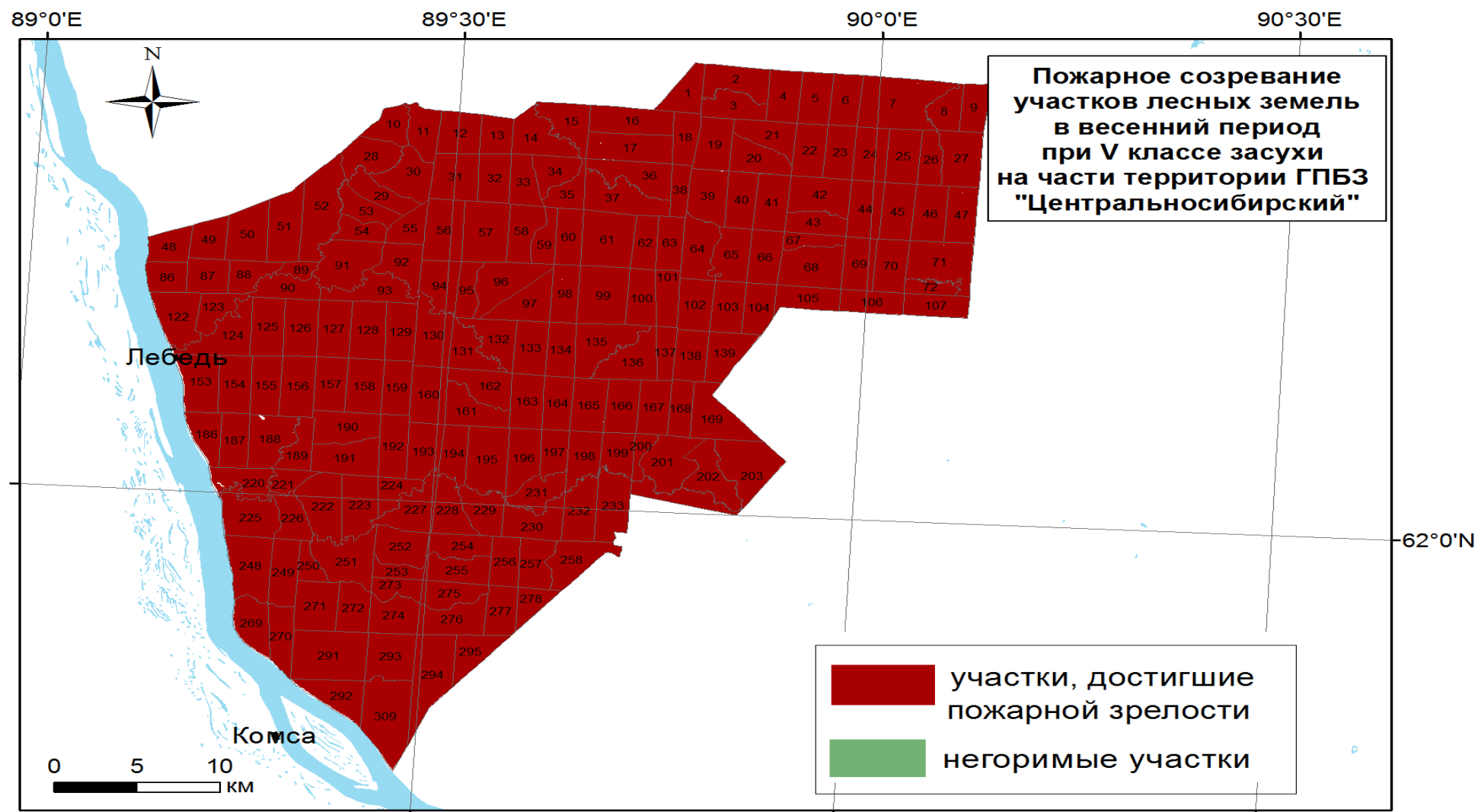


Рисунок 26 – Пожарное созревание участков лесных земель в весенний (с началом лета) период при V классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

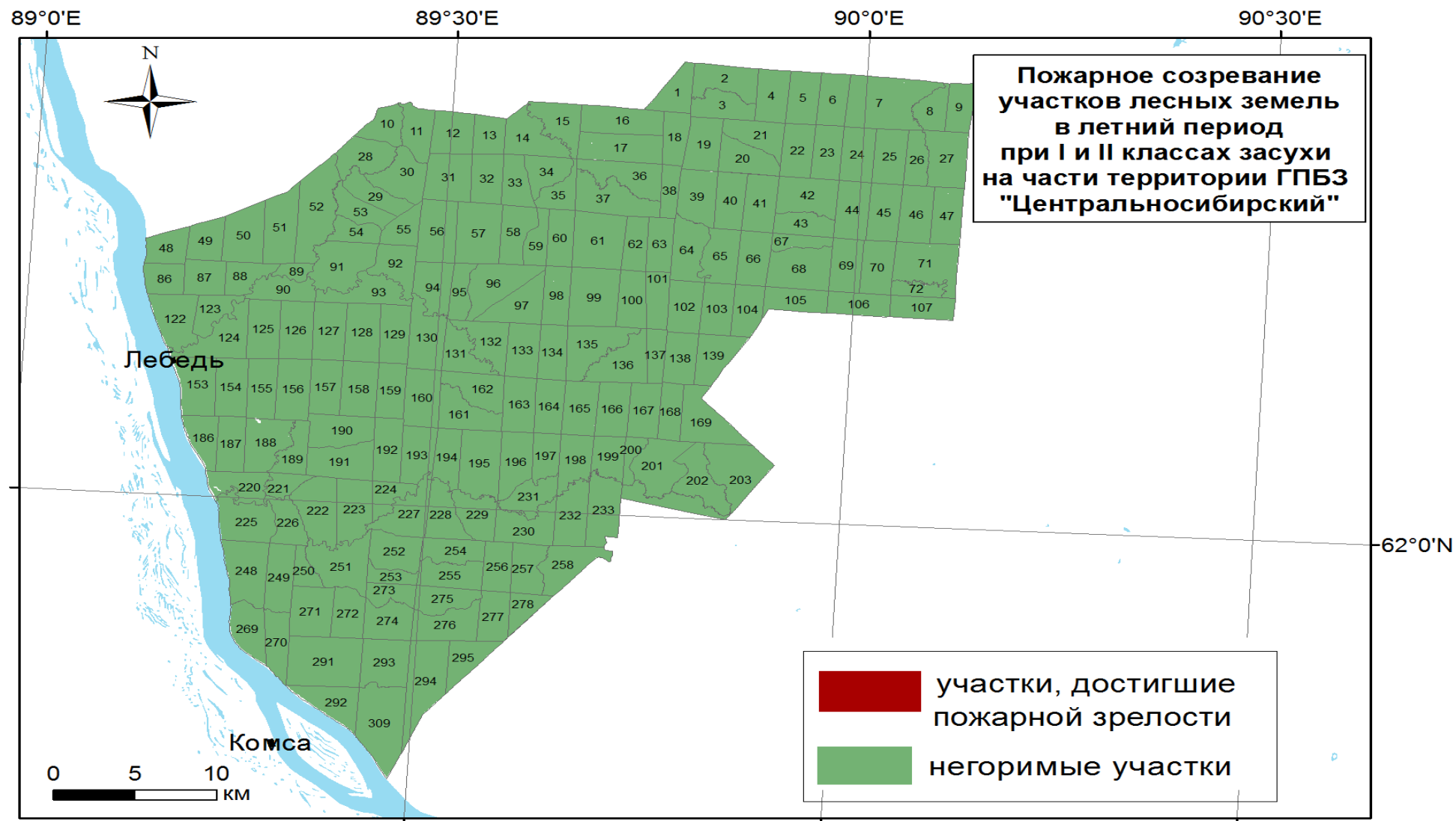


Рисунок 27 – Пожарное созревание участков лесных земель в летний период при I-II классах пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

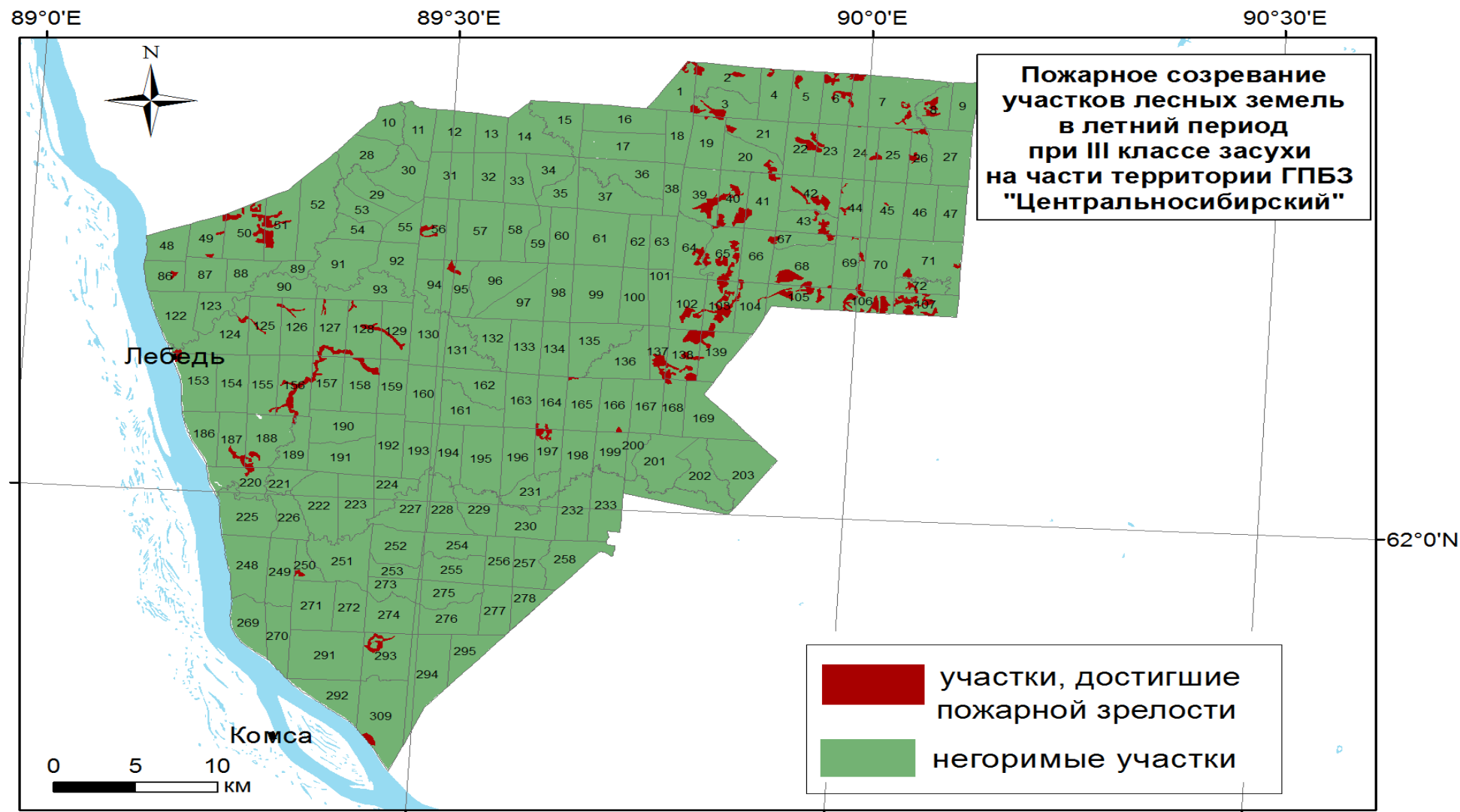


Рисунок 28 – Пожарное созревание участков лесных земель в летний период при III классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

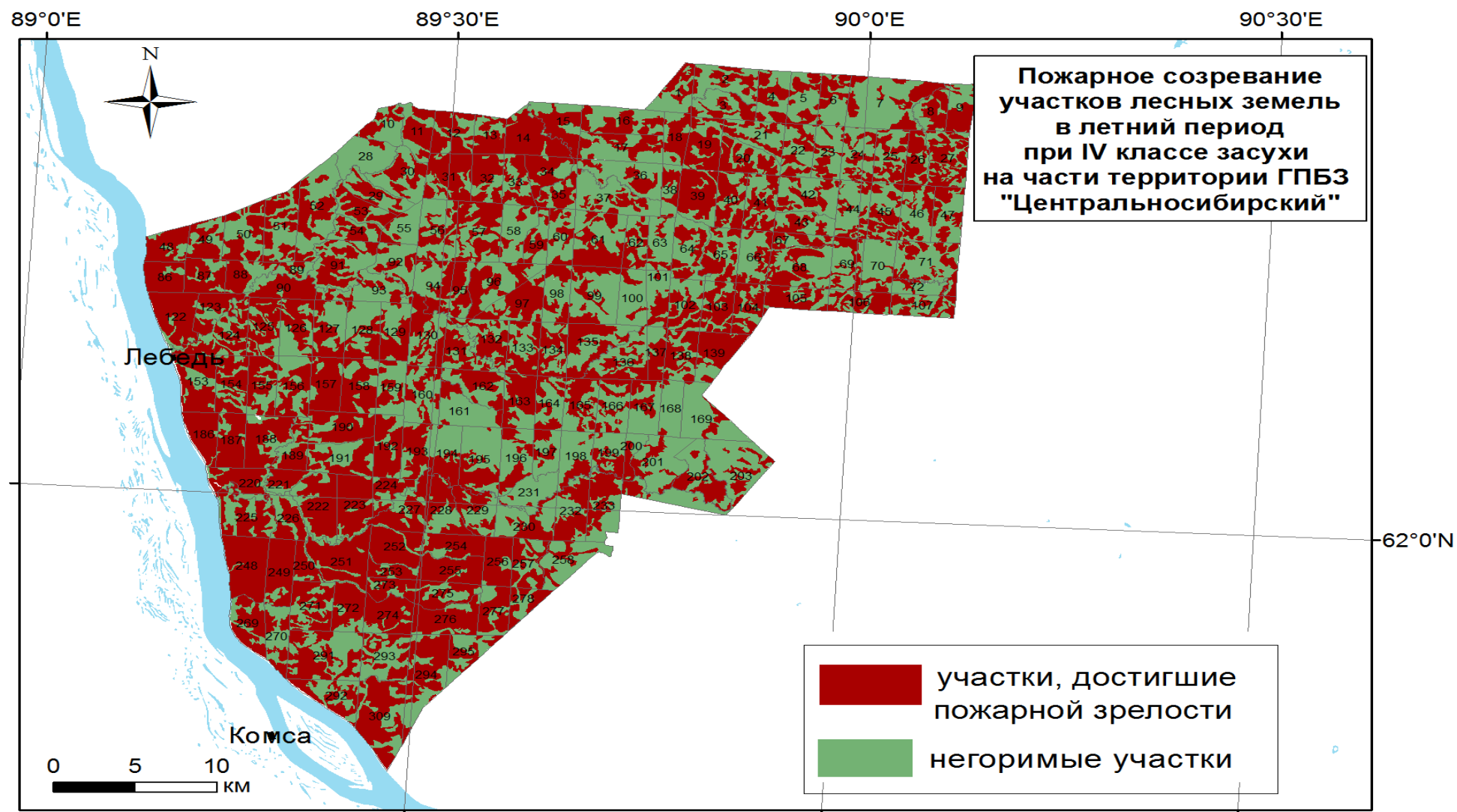


Рисунок 29 – Пожарное созревание участков лесных земель в летний период при IV классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

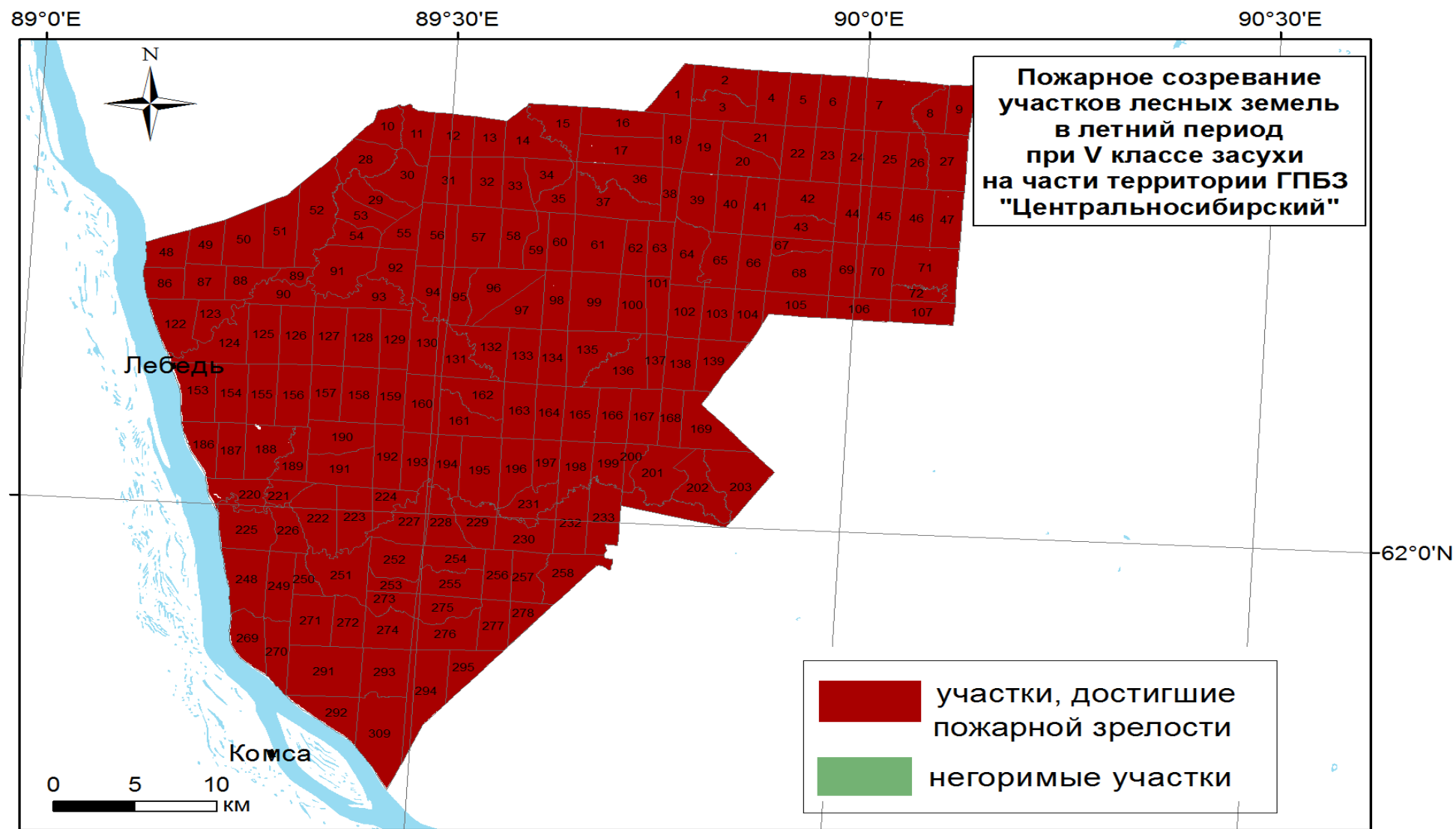


Рисунок 30 – Пожарное созревание участков лесных земель в летний период при V классе пожарной опасности по условиям погоды для части территории ГПБЗ «Центральносибирский»

При составлении прогнозов возможности возникновения пожаров стоит принимать во внимание вероятность появления источников возгорания. Как показал анализ горимости в заповеднике, это, в первую очередь, грозовая деятельность, но не исключено и возникновение пожаров по вине человека. Прежде всего – это нарушители режима особой охраны заповедника (туристы, рыбаки, охотники), помимо этого возможен переход пожаров с граничащих с заповедником территорий (Туруханского заказника, Байкитского и Борского лесничеств), кроме этого, возможно возникновение пожаров вблизи с крупными судоходными реками (Енисей, Подкаменная Тунгуска).

Предложенные карты и выявленные закономерности уже в настоящее время используются при организации охраны лесов на территории заповедника «Центральносибирский». Использование предложенных разработок и прогнозов позволяет более оперативно обнаруживать возгорания и минимизировать затраты на тушение пожаров растительности, в целом снизить степень горимости лесов. Это способствует предотвращению повреждений кедровых насаждений на значительной площади и, соответственно, снижению эмиссий углерода и сохранению биоразнообразия.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в расширении региона исследований и выявлении закономерностей устойчивости кедровых насаждений на участках лесных земель, нарушенных биогенными факторами.

Список литературы

1. Авров, Ф. Д. Генетические основы устойчивости деревьев и насаждений / Ф. Д. Авров // Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем. – Красноярск, 1999. – С. 26.
2. Амосов, Г. А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров / Г. А. Амосов // Возникновение лесных пожаров. – М.: Наука, 1964. – С. 152-183.
3. Арефьев, С. П. Оценка устойчивости кедровых лесов Западно-Сибирской равнины / С. П. Арефьев // Экология. – 1997. - № 3. – С. 175-183.
4. Арманд, А.Д. «Сильные» и «слабые» системы в географии и экологии / А.Д. Арманд // Устойчивость геосистем. – М.: Наука, 1983. – С. 50-61.
5. Арманд, А. Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий / А. Д. Арманд // Устойчивость геосистем. - М. : Наука, 1983. – С. 14-32.
6. Артемьев, А.И. О предварительном лесовозобновлении в северотаежных сосняках-брусничниках / А.И. Артемьев, В.Г. Чертовской // Современные исследования типологии и пирологии леса. – Архангельск, 1976. – С. 10-19.
7. Балбышев, И. Н. Сравнительная пожароустойчивость древесных пород таежной зоны / И. Н. Балбышев // Лесные пожары и борьба с ними. – М., 1963. – С. 114-136.
8. Баранов Н. М., О методике определения запаса лесных горючих материалов / Н. М. Баранов, М. Д. Евдокименко, Н. П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск, 1974. – С.149-166.
9. Барткявичус, Э. Древесно-кольцевой анализ сосновых древостоев, поврежденных промышленными выбросами / Э. Барткявичус, А. Аугустайтис // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии: Тезисы докладов. – Свердловск, 1990. – С. 13-14.
10. Бех, И. А., Параметры устойчивости темнохвойно-кедровых лесов равнинной тайги Западной Сибири / И. А. Бех, А. М. Данченко // Вестник

Томского государственного университета. Биология. – 2008. - №1 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-ustoychivosti-temnohvoyno-kedrovyyh-lesov-ravninnoy-taygi-zapadnoy-sibiri> (дата обращения: 17.09.2018).

11. Бех, И. А. Устойчивость и антропогенная динамика бореальных лесов Западной Сибири / И.А. Бех, Д. А. Савчук // Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем. – Красноярск, 1999. – С. 34-35.

12. Бех, И. А. Антропогенная трансформация таежных лесов / И. А. Бех. – Новосибирск: Наука, 1992. – 200 с.

13. Бузыкин, А. И. Влияние низовых пожаров на сосновые леса Среднего Приангарья / А. И. Бузыкин // Охрана лесных ресурсов Сибири : сб.ст. – Красноярск. –1975. –С.141-153.

14. Анализ структуры древесных ценозов / А. И. Бузыкин [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 86 с.

15. Бузыкин, А. И. Формирование смешанных молодняков из сосны и лиственных пород / А. И. Бузыкин, Л. С. Пшеничникова // Процессы формирования насаждений в Сибири. – Красноярск. –1975. – С.84-105

16. Бузыкин, А. И. Влияние пожаров на лесные фитоценозы и свойства почв / А.И. Бузыкин, Э.П. Попова // Продуктивность сосновых лесов. –М, 1978. – С.5-44.

17. Бузыкин, А. И. К вопросу учета подроста и самосева / А. И. Бузыкин, А.В. Побединский//Тр. ИЛИД СО АН СССР: Т.57 – Красноярск, 1963. – С. 185-191.

18. Бузыкин, А. И. Лесовыращивание и лесопользование - ресурсно-экологическая основа лесного комплекса / А. И. Бузыкин, М. Д. Евдокименко, Л. С. Пшеничникова // Структурно-функциональная организация и динамика лесов. – Красноярск : Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2004. – С. 18-20.

19. Бузыкин, А. И. Лесообразование в системе динамики лесных биогеоценозов / А.И. Бузыкин [и др.] // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: сб. ст. – Красноярск, 2009. – С. 42-45.

20. Бузыкин, А. И. Формирование сосново – лиственных молодняков / А.

И. Бузыкин, Л. С. Пшеничникова. – Новосибирск, 1980. – 175 с.

21. Буряк, Л. В. Актуальные типологические аспекты лесопожарной профилактики /Л. В.Буряк, А. Г. Лузганов, П. М. Матвеев// Профилактика и тушение лесных пожаров. – Красноярск, 1998. – С. 65-72.

22. Влияние низовых пожаров на формирование светлохвойных насаждений юга Средней Сибири : монография / Л. В. Буряк [и др.]. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – 195 с.

23. Буряк, Л. В. Влияние пожаров на возобновление светлохвойных насаждений юга Средней Сибири / Л. В. Буряк, О. П. Каленская // Охрана лесов от пожаров в современных условиях. – Хабаровск, 2002. – С. 174-178.

24. Буряк, Л. В. Роль лесных пожаров в формировании лиственничных и сосновых популяций на юге Средней Сибири / Л. В. Буряк, А. Г. Лузганов, К. Г. Петрухина // Профилактика и тушение лесных пожаров. – Красноярск, 1998. – С. 208-213.

25. Буряк, Л.В. Роль низовых пожаров в формировании светлохвойных насаждений юга Средней Сибири автореф. дис. ... канд. с. х. наук / Л.В. Буряк. – Красноярск, 1999. – 26 с.

26. Ваганов, Е. А. Леса и болота Сибири в глобальном цикле углерода / Е.А. Ваганов [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2005. -№?? – С. 631-649.

27. Валендик, Э. Н. Экстремальные пожароопасные сезоны в бореальных лесах Средней Сибири / Э. Н. Валендик, Г. А. Иванова // Лесоведение. – 1996. - № 4. - С. 12-19.

28. Валендик, Э.Н. Влияние низовых пожаров на устойчивость хвойных пород / Э.Н. Валендик, А.И. Сухинин, И.В. Косов. – Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2006. – 95 с.

29. Валендик, Э.Н. Пожары как постоянно действующий природный фактор в бореальных лесах Евразии / Э.Н. Валендик // Пожары в лесных экосистемах Сибири. – Красноярск: СО РАН, 2008. – С. 15-18

30. Ватковский О. С. Оценка продуктивности и стабильности лесных

насаждений / О. С. Ватковский // Стабильность и продуктивность лесных экосистем. – Тарту, 1985. – С. 17-18.

31. Определение природной пожарной опасности в лесу: методические рекомендации / С.М. Вонский [и др.]. – Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1975. – 39 с.

32. Вонский, С. М. Интенсивность огня низовых лесных пожаров и ее практическое значение / С.М. Вонский. - Л.: ЛенНИИЛХ, 1957. – 52 с.

33. Воронков, Н. А. Основы общей экологии / Н.А. Воронков. – М. : Агар, 1997. – 87 с.

34. Высоцкий, К. К. Закономерности строения смешанных древостоев. / К. К. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 178 с.

35. Гирс, Г. И. Физиология ослабленного дерева / Г. И. Гирс. – Новосибирск: Наука СО РАН, 1982. – 255 с.

36. Гирс, Г. И. Проблема устойчивости хвойных растений к воздействию высокой температуры / Г. И. Гирс // Горение и пожары в лесу. – Красноярск, 1973. – С. 197-206.

37. Климат, мерзлота и ландшафты Среднеенисейского региона / С. П. Горшков [и др.]. – М.: МГУ, 2003. – 81 с.

38. Данченко А. М., Кедровые леса Западной Сибири / А. М. Данченко, И. А. Бех.— Томск: Томский государственный университет, 2010. — 424 с.

39. Данченко А. М. Устойчивость темнохвойно-кедровых лесов к природным и антропогенным нарушениям среды / А. М. Данченко, И. А. Бех.// Экология и рациональное природопользование на рубеже веков: Итоги и перспективы. – Томск, 2000. – С. 78-80.

40. Демаков, Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты) / Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола, 2000. – 416 с.

41. Дробышев, Ю. И. Устойчивость древостоев: структурные аспекты / Ю. И. Дробышев, С. А. Коротков, Д. Е. Румянцев // Лесохозяйственная информация. – 2003. - № 7. – С. 2-11.

42. Душа-Гудым, С. И. О противопожарном устройстве лесов СССР / С.И.

Душа-Гудым // Современные исследования типологии и пирологии леса. – Архангельск, 1976 – С. 108-115.

43. Дыренков, С. А. Структура и динамика таежных ельников / С. А. Дыренков. – Ленинград : Наука, 1984. – 173 с.

44. Дюкарев, В. Н., Розенберг В.А. Продуктивность и стабильность разновозрастных темнохвойных лесов Сихотэ-Алиня / В. Н. Дюкарев, В. А. Розенберг // Продуктивность и стабильность лесных экосистем. – Красноярск : ИЛИД СО АН, 1982. – С. 2-4.

45. Ермоленко, П. М. Сезонный рост кедра сибирского в Западном Саяне // Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов. – Красноярск, 1975. – С. 174-189.

46. Ермоленко, П. М. Устойчивость темнохвойных лесов Западного Саяна / П. М. Ермоленко, Н. Ф. Овчинникова. // Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем. – Красноярск, 1999. – С. 57-58.

47. Ефремов, С. П. Влияние осушения низинных болот на рост кедра сибирского / С. П. Ефремов // Лесоведение. – 1967. - № 5. – С. 20-27.

48. Замолодчиков, Д. Г. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки / Д. Г. Замолодчиков, Г. Н. Краев // Устойчивое лесопользование. – 2018. - №4. – С. 23-31.

49. Иванов, В. А. Методологические основы классификации лесов Средней Сибири по степени пожарной опасности от гроз: автореф. дис.... докт. с.-х. наук: 06.03.03/ В. А.Иванов. – Красноярск.: 2006. –42 с.

50. Иванов, В. А. Механизм возникновения лесного пожара от молнии / В. А. Иванов // Сиб. экол. журн. – 1996. - № 1. – С. 103 - 107.

51. Иванов, В.А. Оценка возможности возникновения пожаров от гроз / В.А. Иванов, П.М. Матвеев, Н.А. Коршунов // Материалы международной научно-практической конференции. – Хабаровск, 2002. – С.58-62.

52. Иванов, В.А. Пожары от гроз в лесах Сибири / В.А. Иванов, Г.А. Иванова. – Новосибирск: Наука, 2010. – 164 с.

53. Иванова, Г. А. Влияние пожаров на эмиссии углерода в сосновых

лесах Средней Сибири / Г. А. Иванова [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2007. - №6. – С. 885-895.

54. Иванова, Р. Н. Кедр сибирский / Р. Н. Иванова. – Иркутск : Иркутское книжное издательство, 1958. – 95 с.

55. Иванова, Г. А. Зонально – экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири: автореф. дис. док-ра биолог. наук: 06.03.03 / Г. А. Иванова. – Красноярск, 2005. – 40 с.

56. Иванова, Г. А. Пожарные режимы в лесах Средней Сибири / Г. А. Иванова, В. А. Иванов // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне: сб. ст. – Хабаровск, 2004. – С. 147 - 150.

57. Иванова, Г. А. Зонально-географические особенности пожаров в сосновых лесах Средней Сибири / Г.А. Иванова, А.В. Иванов // Пожары в лесных экосистемах Сибири. – Красноярск: СО РАН, 2008. – С. 132-133.

58. Иванова, Г. А. Лесопожарная роль доминантов напочвенного покрова в сосняках разнотравно-брусничных: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.А. Иванова. – Красноярск, 1985. – 21 с.

59. Иванова, Г.А. Экстремальные пожароопасные сезоны в лесах Эвенкии // Сибирский экологический журнал. – 1996. – Т.3. - № 1. – С.29-34.

60. Исаев А. С., Коровин Г. Н. Углерод в лесах Северной Евразии / А. С. Исаев, Г. Н. Коровин // Круговорот углерода на территории России – М. : Изд-во Миннауки РФ, 1999. – С. 63-95.

61. Исаев, А.С Оценка запасов и депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России / А.С. Исаев [и др.] // Лесоведение. –1993. - №6. – С.3-10.

62. Каленская, О. П. Влияние низовых пожаров на состояние сосновых насаждений в равнинной части национального парка «Шушенский бор»: монография / О.П. Каленская, Л.В. Буряк, А.В. Толмачев. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 132 с.

63. Карманова, И. В. Взаимосвязь между организованностью, стабильностью и годичной продукцией / И.В. Карманова // Стабильность и

продуктивность лесных экосистем – Тарту, 1985. – С. 58-60.

64. Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Женева: ООН. – 1997. – <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kprus.pdf>.

65. Кирсанов, В. А. Биолого-экологическая характеристика кедрового сибирского как главного лесообразователя кедровых лесов / В. А. Кирсанов // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. – Свердловск, 1981. – С. 3-12.

66. Колесников, Б. П. Влияние низового пожара на структуру древостоя и возобновление древесных пород в сосняке-черничнике и бруснично-черничном / Б.П. Колесников, Н.С. Санникова, С.Н. Санников // Горение и пожары в лесу. – Красноярск, 1973. – С. 301-321.

67. Коровин, Г. Н., Зуксрт Н.В. 2003. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России / Г. Н. Коровин, Н. В Зуксрт // Климатические изменения: взгляд из России: под ред. В.И. Данилова-Данильяна. – М: ТЕИС. – С. 63-98.

68. Коротков, С. А. К вопросу о регулировании лесопользования в лесах, подверженных интенсивному воздействию человека (на примере ельников Подмосковья) / С. А. Коротков, Л. В. Стоноженко // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: Научные труды. – М.: МГУЛ, 2000. – Вып. 303. – С. 132-135.

69. Крылов, Г. В. Леса Сибири и Дальнего Востока / Г. В. Крылов. – М.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.

70. Кузьмичев, В. В. Оценка антропогенного воздействия на лесные экосистемы / В. В. Кузьмичев // Лесоведение. – 1985. - № 6. – С. 3-16.

71. Кукавская, Е. А. Воздействие лесных пожаров на биомассу сосновых насаждений Средней Сибири / Е. А., Кукавская, Г.А Иванова // Вестник КрасГАУ, вып. 12. – Красноярск. 2006 – С. 156 -162.

72. Курбатский, Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов / Н. П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1970. – С. 5 -58.

73. Курбатский, Н. П. Методические указания для опытной разработки шкал пожарной опасности / Н. П. Курбатский. – Л.: ЦНИИЛХ, 1954. – 33 с.
74. Курбатский, Н. П. Пирологические особенности лесов / Н. П. Курбатский // Вопросы лесоведения. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1976. – С. 5-11.
75. Курбатский, Н. П. Проблема лесных пожаров / Н.П. Курбатский // Возникновение лесных пожаров. – М.: Наука, 1964. – С. 5-60.
76. Лебединова, Н. С. Кедровые леса Северо-Восточного Алтая / Н. С. Лебединова. – Иркутск: книжное издательство, 1962. – 102 с.
77. Луганский, Н. А. Лесоведение: учеб. пособие для вузов / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. Н. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2010. – 432 с.
78. Летопись природы государственного заповедника «Центральносибирский», Бор. – 1988.
79. Липаткин, В. А. Устойчивость экосистем: обсуждение понятий / В. А. Липаткин // Науч. тр. – М. : МГУЛ, 1996. – Вып. 283. – С. 24-37.
80. Маслаков, Е. Л. Формирование сосновых молодняков / Е. Л. Маслаков. – М. : Лесная пром-сть, 1984. – 168 с.
81. Матвеев, П. М. Последствия лесных пожаров / П. М. Матвеев, А. М. Матвеев, Н. Т. Спицына. – Красноярск, 1999. – 36 с.
82. Матюк, И. С. Устойчивость лесонасаждений / И. С. Матюк. – М. : Лесная пром-сть, 1983. – 136 с.
83. Мелехов, И. С. Влияние пожаров на лес / И. С. Мелехов. - М.; Л.: Гослесбумиздат, 1948. – 126 с.
84. Мелехов, И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов. – М. : Лесная промышленность, 1980. – 406 с.
85. Мелехов, И. С. Природа леса и лесные пожары / И.С. Мелехов – Архангельск: ОГИЗ, 1947. – 60 с.
86. Милютин Л. И. Генетико-эволюционные основы устойчивости лесных экосистем / Л. И. Милютин // Методы оценки состояния и устойчивости лесных

экосистем. – Красноярск, 1999. С. 114-116.

87. Минина, Е. Г. О морфогенезе кедра сибирского / Е. Г. Минина // Лесоведение. – 1971. - № 4. – С. 27-36.

88. Мишуков, Н. П. Эколого-лесоводственные основы создания кедровых насаждений высокой продуктивности / Н. П. Мишуков // Повышение эффективности лесного хозяйства в Западной Сибири. – Новосибирск, 1976. – С. 3-11.

89. Мокеев, Г. А. Влияние природных и экономических условий на горимость лесов и охрану их от пожаров / Г. А. Мокеев // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними: сб. ст. (ред. И.С. Мелехов). – М: Лесная промышленность, 1965. – С. 26-37.

90. Морозов, Г. Ф. К вопросу о возобновлении сосны / Г. Ф. Морозов // Лесной журнал. – 1900. - № 2. – С. 227-277; № 4. – С. 1-30.

91. Морозов, Г. Ф. Учение о лесе / Г. Ф. Морозов. – М.-Л.: ГИЗ, 1928. – 365 с

92. Мякина, Н. Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв / Н. Б. Мякина. Е. В. Аргагуппеина. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1979. – 62 с.

93. Нестеров, В. Г. Горимость леса и методы ее определения / В. Г. Нестеров. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 74 с.

94. Одум, Ю. Экология. В 2-х тт. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с., Т. 2 – 376 с.

95. Лесные экосистемы Енисейского меридиана / Ф. И. Плешиков [и др.]. – Новосибирск : Наука СО РАН, 2002. – 356 с.

96. Побединский, А.В. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья / А.В. Побединский. – М.: Наука, 1965. – 268 с.

97. Поварницын, В. А. Кедровые леса СССР / В. А. Поварницын – Красноярск: Изд. СибЛТИ, 1994. – 220 с.

98. Попов, Л. В. Южно-таежные леса Средней Сибири / Л.В. Попов. – Иркутск, 1982. – 330 с.

99. Попова, Э. П. Пирогенная трансформация свойств почв Среднего Приангарья / Э. П. Попова // Сибирский экологический журнал. – 1997. - №4. – С.413-418.
100. Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 N 607 "О Правилах санитарной безопасности в лесах".
101. Работнов, Т. А. О значении пирогенного фактора для формирования растительного покрова / Т.А. Работнов // Бот. журн. – 1978. - Т.63, № 11. – С. 160.
102. Работнов, Т.А. О типах стратегий растений / Т.А. Работнов // Экология. – 1985. - №3. – С.3-12.
103. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. Женева: ООН, 1992. – <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>
104. Реймерс, Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории / Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк. – Москва: Мысль, 1978. — 298 с.
105. Риклефс, Р. Основы общей экологии / Р. Риклефс. – М. : Мир, 1979. – 424 с.
106. Рожков, А.А. Устойчивость лесов / А.А. Рожков, В.Т. Козак. – М., 1989. – 238 с.
107. Романовский, М. Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов европейской России / М. Г. Романовский. – М. : МГУЛ, 2002. – 97 с.
108. Рысин, Л. П. Кедровые леса России / Л. П. Рысин. – М: ????, 2011. – 240 с.
109. Санников, С. Н. Гипотеза импульсной пирогенной стабильностью сосновых лесов / С. Н. Санников // Экология. – 1985. - № 2. – С. 13-20.
110. Санников, С. Н. Естественное возобновление в Западной Сибири / С. Н. Санников, Н. С. Санникова, И. В. Петрова // Эколого – географический очерк. – Екатеринбург: УГЛТА, 2004. – 200 с.
111. Санников, С.Н. Лесные пожары как биогеоценотический и эволюционный фактор возобновления популяций сосны в Зауралье / С.Н.

Санников // Горение и пожары в лесу. – Красноярск, 1978. – С. 162-165.

112. Санников, С. Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов / С. Н. Санников // Экология. – 1981. - № 6. – С. 24-33.

113. Санников, С. Н. Эволюционная пирозэкология: проблемы, принципы, гипотезы / С. Н. Санников // Горение и пожары в лесу. - Красноярск, 1984. - С. 35-37.

114. Сводная информация // информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ»). URL: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения: 09.01.2019)

115. Седых, В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири / В. Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 2014. – 232 с.

116. Седых В. Н. Лесообразовательный процесс / В. Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 2009. – 164 с.

117. Седых, В. Н. Аэрокосмический мониторинг лесного покрова / В. Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 1991. – 237 с.

118. Седых, В. Н. Динамика кедровых лесов среднетаежного Приобья: автореф. дис. ... канд. наук: 03.00.16. / В. Н. Седых. – Свердловск: Ин-т экологии растений и животных УФ АН СССР, 1974. – 31 с.

119. Седых, В. Н. Лесообразовательный процесс в бореальной зоне планеты / В. Н. Седых // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: сб. ст. – Красноярск, 2004. – С.347-349.

120. Семечкин И. В. Хозяйственное значение естественной спелости кедровников / И.В. Семечкин // Лесное хозяйство. – 1999. - № 2. – С. 27-29.

121. Кедровые леса Сибири / И.В. Семечкин [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 268 с.

122. Семечкин, И.В. Динамика возрастной структуры древостоев и методы ее изучения / И.В. Семечкин // Вопросы лесоведения. - Красноярск, 1970. - С. 422-445.

123. Семечкин, И. В. Строение разновозрастных кедровых древостоев

кедра горных районов Средней Сибири / И. В. Семечкин // Матер. науч. конф. по изучению лесов Сибири и Дальнего Востока. – Красноярск, 1965. – С. 125-139.

124. Соколов, В. А. Возобновление в лесах Восточной Сибири / В.А. Соколов, С.К. Фарбер; отв.ред. И.В. Семечкин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 219 с.

125. Софронов, М. А. Методика оценки баланса углерода по динамике биомассы в пирогенных сукцессиях / М. А. Софронов, А. В. Волокитина // Лесоведение. – 1998. - № 3. – С. 36 -41.

126. Софронов, М. А. Пирологическое районирование в таежной зоне / М. А. Софронов, А. В. Волокитина. – Новосибирск: Наука, 1990. –204 с.

127. Софронов, М. А. Распределение по площади запасов мха, опада и подстилки / М. А. Софронов, Н. М. Баранов // Моделирование и охрана лесов от пожаров. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР. –1979. –С.99-108.

128. Сочава, В. Б. Классификация растительности и типологии географических фаций / В. Б. Сочава // Материалы по классификации растительности Урала. – Свердловск, 1959. – С. 3-4.

129. Спиридонов, Б. С. Эколого-экономическая роль горных кедровых лесов // Современное состояние кедровых лесов и пути их рационального использования: тезисы докладов к совещанию. – Барнаул, 1979. – С. 17-20.

130. Список ООПТ краевого значения // Сайт Дирекции по ООПТ Красноярского края URL: <http://www.doopt.ru/> (дата обращения: 09.01.2019).

131. Средняя Сибирь / Ред. колл.: И. П. Герасимов и др. – М. : Наука, 1964. – 480 с.

132. Сукачев, В. Н. Методические указания по изучению типов леса / В. Н. Сукачев, С. В. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.

133. Суховольский, В. Г. Критические явления в экологических и экономических системах: модели фазовых переходов / В. Г. Суховольский // Сложные системы в экстремальных условиях тезисы докладов XIV Всероссийского симпозиума с международным участием. – Красноярск: ВГОУ ВПО Сибирский федеральный университет; Красноярский научный центр

Сибирского отделения Российской академии наук, 2008.????? страниц

134. Таланцев, Н. К. Кедр / Н. К. Таланцев. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 96 с.

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

136. Туруханский район // Википедия — свободной энциклопедии URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D1%83%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD (дата обращения: 20.06.2018).

137. Уткин, А. И. Продуктивная инвариантность – необходимое условие стабильности растительного покрова/ А. И. Уткин, С. Г. Рождественский // Стабильность и продуктивность лесных экосистем. – Тарту, 1985. – С. 140-142.

138. Уткин, А. И. Лесообразовательный процесс с позиции экологии / А. И. Уткин // Теория лесообразовательного процесса. – Красноярск, 1991. – С. 161-162.

139. Фалалеев, Э. Н. Леса Сибири / Э. Н. Фалалеев. – Красноярск: Красноярский ун-т, 1985. – 136 с.

140. Фильрозе Е. М. Оценка устойчивости экосистем / Е. М. Фильрозе // Биологические проблемы Севера – Сыктывкар, 1981.- Ч. 1. – С. 85-101.

141. Фуряев, В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования / В. В. Фуряев. – Новосибирск: Наука, 1996. – 252 с.

142. Фуряев, В. В. Влияние пожаров на формирование лесов центральной части бассейна Подкаменной Тунгуски / В.В. Фуряев // Биологические проблемы Севера. – Якутск, 1974. – Вып.5. – С. 105 - 108.

143. Харук, В. И. Пространственно-временная динамика пожаров в лиственничных лесах северной тайги средней сибире/ В. И. Харук, М. Л. Двинская, К. Д. Рэнсон. // Экология. – 2005. - №5. – С. 334-343.

144. Цветков, М. А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. / М. А. Цветков. – М. : АН СССР, 1957. – 214 с.

145. Цветков, П. А. Адаптация лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири / П.А. Цветков // Сибирский экологический журнал. –2005. -№1. –С.117-119.

146. Цветков, П. А. Начальный этап послепожарного лесовозобновления в среднетаежных сосняках Средней Сибири / П.А. Цветков // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: сб. ст.– Красноярск, 2009. – С. 170-172.

147. Цветков, П. А. Устойчивость лиственницы Гмелина к пожарам в северной тайге Средней Сибири Пирогенные свойства лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири / П.А. Цветков. - Красноярск: ИЛИД СО РАН, 2007. - 250 с.

148. Чебакова, Н. М. Возможная трансформация растительного покрова Сибири при различных сценариях изменения климата: диссертация в виде научного доклада / Н.М. Чебакова. – Красноярск, 2006. – 60 с.

149. Шешуков, М. А. Биоэкологические и зонально-географические основы охраны лесов от пожаров на Дальнем Востоке: автореф. дис. ...док-ра с.-х. наук / М.А. Шешуков. – Красноярск, 1988. – 46 с.

150. Эвенкийский район // Википедия — свободной энциклопедии URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD (дата обращения: 20.06.2018).

151. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – М.: Иностран. лит., 1959. – 432 с.

152. Clemends, F. E. Plant succession and indicators / F. E. Clemends, N.Y.: Harner press, 1973. – 453 p.

153. Conard, S.G., Ivanova, G.A. Wildfire in Russian boreal forests - potential impacts of fire regime characteristics on emissions and global carbon balance estimates / S.G. Conard, G. A Ivanova // Environmental Pollution. – Vol. 98, № 3 1997. – P. 305-313.

154. Conard, S. G. Determining effects of area burned and fire severity on carbon cycling and emissions in Siberia / S.G. Conard [et al.] // Climatic Change, 2002. – 55 (1-2) . – P. 197-211.

155. de Groot W.J. Forest floor fuel consumption and carbon emissions in

Canadian boreal forest fires / W.J. de Groot, J. Pritchard, T.J. Lynham // Canadian Journal of Forest Research, 2009. – 39. – P. 367 - 382.

156. Dixon, R.K. Forest fires in Russia: carbon dioxide emissions to the atmosphere / R.K. Dixon, O.N. Krankina // Canadian Journal of Forest Research, 1993 – Vol. 23. – P. 700 – 705.

157. Firescan Science Team. Fire in ecosystems of boreal Eurasia: The Bor Forest Island fire experiment, Fire Research Campaign Asia-North (FIRESKAN). In: Biomass burning and global change. Vol.11 (Levine J.S., ed). Cambridge, MA:MIT Press.–1996.–P. 848-873

158. Flannigan M. D., Implications of changing climate for global wildland fire / M. A. Krawchuk [et al.] // International Journal of Wildland Fire. 2009, №18. P. 483-507.

159. French N.H., Uncertainly in estimating carbon emissions from boreal forest fires/ N.H. French, F.P. Goovaerts, E.S. Kasischke // Journal of geophysical research. – 2004, Vol. 109.

160. Furyaev V V, Vaganov E A, Tchebakova N M and Valendik E N Effects of fire and climate on successions and structural changes of the Siberian Boreal forest Eurasian J. Forest Res. – 2001, 2 1–15

161. Goldammer J. G. (ed.) Vegetation fires and global change. Challenges for concerted international action: A white paper directed to the United Nations and international organizations. Remagen-Oberwinter: Kessel Publishing House, 2013. 399 p.

162. Groisman P.Y. Potential forest fire danger over Northern Eurasia-Changes during the 20th century/ P.Y. Groisman [et al.]// Global and planetary change 56, 2007. P. 371-386

163. Harden J.W. The role of fire in the boreal carbon budget / J.W. Harden [et al.]// Global Change Biology. 2000 – 6. – P. 174-184.

164. IPCC, 2013: Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J.

Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. 2013 - 1535 p.

165. Ivanova G. A., Fire impact on carbon storage in light conifer forests of the Lower Angara region, Siberia / G. A. Ivanova [et al.] // Environmental Research Letters. 2011. №6.

166. Kasischke E.S., Bruhwiler L.P. Emissions of carbon dioxide, carbon monoxide, and methane from boreal forest fires in 1998 / E.S. Kasischke, L.P. Bruhwiler // Journal of Geophysical Research. 2003 – 108 (D1), 8146, doi:10.1029/2001JD000461.

167. Kasischke E.S., Christensen N.L., Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests / E. S. Kasischke, N. L. Christensen, B.J. Stocks // Ecological applications. 1995 – Vol. 5, № 2. – P. 437–451.

168. Kimmins, J.P. Biodiversity and its relationship to ecosystem health and integrity / J.P. Kimmins //The forestry chronicle, 1997, vol. 73, N 2, p. 229–232.

169. Kukavskaya E. A. Influence of logging on the effects of wildfire in Siberia / E. A. Kukavskaya [et al.]// Environmental Research Letters. 2013a. №8. 045034. doi:10.1088/1748-9326/8/4/045034.

170. Kukavskaya E.A., Influence of logging on the effects of wildfire in Siberia / E. A. Kukavskaya [et al.] // Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-1769, EGU General Assembly 2013.

171. Kukavskaya E.A. Fire emissions estimates in Siberia: Evaluation of uncertainties in area burned, land cover, and fuel consumption / E.A. Kukavskaya [et al.]// Canadian Journal of Forest Research. 2013b — №43(5). – 493-506.

172. Margalef, R. Perspectives in ecological theory/ R Margalef //University of Chicago Press. 1968 - 111 pp.

173. McRae D. J. Variability of fire behavior, fire effects and emissions in Scotch pine forests of central Siberia / D. J. McRae [et al.] // Mitigation and adaptation strategies for global change. 2006. №11. P. 45-74.

174. Perry, D.A. Forest ecosystems. Baltimore, London, 1994. 649 p

175. Petkov A., Hao W. M., Nordgren B., Corley R. E., Urbanski S. P.,

Ponomarev E. Evaluating the Accuracy of a MODIS Direct Broadcast Algorithm for Mapping Burned Areas Over Russia // AGU Fall Meeting. December 03-07, 2012, San-Francisco, USA.

176. Shvidenko A., Schepaschenko D., Sukhinin A., McCallum I., Maksyutov S. 2011 Carbon Emissions from Forest Fires in Boreal Eurasia between 1998-2010 // The 5th International Wildland Fire Conference. Sun City, South Africa.

177. Shvidenko A.Z., Nilsson S. Fire and the carbon budget of Russian forests/ A.Z. Shvidenko, S. Nilsson // Fire, Climate Change, and Carbon Cycling in the Boreal Forest, edited by E.S. Kasischke, and B.J. Stocks, New York: Springer-Verlag. 2000 – P. 289-311.

178. Shvidenko, A., Goldammer J. G. The forest fire situation in Russia/ A. Shvidenko, J. G. Goldammer // International Forest Fire News. 2001. №24. P. 41-59.

179. Soja A.J., Estimating fire emissions and disparities in boreal Siberia (1998 through 2002) / A.J. Soja [et al.] // Journal of Geophysical Research. 2004 – 109 (D14) D14S06 doi:10.1029/2004JD004570.

180. Stocks B. J., Crown fire behaviour in a northern jack pine-black spruce forest / B. J. Stocks [et al.] // Canadian Journal of Forest Research. 2004. Vol. 34, № 8. P. 1548-1560.

181. Sukhinin A. I. AVHRR-based mapping of fires in Russia: New products for fire management and carbon cycle studies / A. I. Sukhinin [et al.] // Remote Sensing of Environment. 2004. №93. P. 546-564.

182. Vivchar A.V. Estimates of carbon monoxide emissions from wildfires in northern Eurasia for air quality assessment and climate modeling / A.V. Vivchar, K.B. Moiseenko, N.V. Pankratova // Izvestiya atmospheric and oceanic. 2010 – 46(3). – P. 281-293.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
1.13 62°01,236 89°14,790	ВНУМ 82м	Кедрач мрт до пожара зм; 4К5Л1Е+П ед.Б полнота 0,8 А=250 лет Н _{ср} =22,5 м D _{ср} =24 см III бонитет. Отпад 14 %	суглинки влажные	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.) усохшая шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.) усохший	опад – свежая хвоя не сплошной	кукушкин лён обыкновенный (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.) – по непрогоревшим участкам 10 %. осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 5%	2013г низовой устойчивый от слабой до средней
2.13 62°01,277 89°14,768	ВНУМ 91м СЗ 3°	Кедрач ртрзм, 4К4Е1Б+Л Ед.П, полнота 0,8 А=250 лет Н _{ср} =22 м D _{ср} =27 см IV бонитет, Отпад 3 %	суглинки средние влажные	ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar)	опад – не сплошной, подстилка – очес мха до 20 см	мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), кукушкин лён обыкновенный (<i>Polytrichum commune</i> Hedw.); сфагнум (<i>Sphagnum</i>) 100 %, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), багульник болотный (<i>Lédum palustre</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.) – 50 %	не горело более 50 лет

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
3/13 62°01,216 89°14,479	ВНУМ 73м ЮЗ 3°	Кедрач до пожара зм, 8K2Л+Е Ед.П, Б полнота 1,0 А=250 лет Н _{ср} =20,7 м D _{ср} =22,5 см IV бонитет отпад 10%	суглинки влажные	ая (<i>Sórbus aucupária</i> L.), ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.), шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	опад – на не сгоревшей 2см, на сгоревшей – нет. подстилка полусгоре вшая – 3 см, (с прогоревшими мхами 5см)	(<i>Pýrola rotundifólia</i>), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), кукушкин лён обыкновенный (<i>Polýtrichum commúne</i> Hedw.), багульник болотный (<i>Lédum palústre</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.),	2013г низовой устойчивый от слабой до средней силы
4.13 62°01,203 89°14,504	ВНУМ 83м	Кедрач ртр зм 5K3Л2Е Ед.П полнота 1,1 А=250 лет Н _{ср} =22,8 м D _{ср} =26,5 см III бонитет, отпад 6 %	суглинки средние влажные	рябина обыкновенная (<i>Sórbus aucupária</i> L.)	опад не сплошной, подстилка -очес мха до 20 см	мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>); перисто-этажный; кукушкин лён обыкновенный (<i>Polýtrichum commúne</i> Hedw.) 100 % хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), майник двулистный (<i>Maiánthemum bifólium</i> L.), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>), голокучник обыкновенный	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
						(<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)– 50 %	
5.13 62°01,197 89°14,392	ВНУМ 54м ЮЗ 10°	Лиственичник мрт., до пожара – К зм; 5КЗЛ2Е Ед.П полнота 0,8 А=250 лет Н _{ср} =23,4 м D _{ср} =50 см III бонитет Отпад 39 %	суглинки средние влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	опад не сплошной, подстилка 1-13 см	мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 5 %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), мертензия сибирская (<i>Mertensia sibirica</i>),), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>) 5 %	2013 низовой устойчивый сильный
6/13 62°01,177 89°14,575	ВНУМ 56м	Кедрач (до пожара – 3м ртр) 7КЗЕ ед.П полнота 1,1 А=250 лет Н _{ср} =23 м D _{ср} =26 см III бонитет, Отпад 8 %	суглинок средний влажный	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i>)	опад не сплошной,	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), костяника (<i>Rubus saxatilis</i>), орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>), мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i>), (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>), .	2012 низовой устойчивый до среднего

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
6*.13 62°01,177 89°14,575	ВНУМ 56м	К ртр зм Не горевшие участки напочвенного покрова (для контроля к п.п. 6/13)	суглинок средний влажный	ая (<i>Sórbus aucupária</i> L.), ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной, подстилка – 20 см	мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), кукушкин лён обыкновенный (<i>Polýtrichum commune</i> Hedw.) - 100 %, (<i>Pýrola rotundifolia</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>), (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.) подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>) – 5 %, голокучник обыкновенный (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>) - 20%	не горевшие участки напочвенного покрова
7.13 62°01,143 89°14,691	ВНУМ 87 м ЮЗ 5°	Л мрт, до пожара К зм 4К5Л1Е Ед.П полнота 0,9 А=250 лет Н _{ср} =22 м D _{ср} =30 см бонитет IV Отпад 35%	суглинок средний влажный	ая (<i>Sórbus aucupária</i> L.), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	свежий опад к до 0,5см, подстилка 0,5-10 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) – 5 %	2013 т низовой устойчивый средний

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
8.13 62°01,130 89°14,363	ВНУМ 105м	Кедрач вейниково-зм, 7К2Л1Е Ед.Б полнота 0,8 А=200 лет Н _{ср} =20 м D _{ср} =23 см IV бонитет, Отпад 12%	суглинок средний влажный	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной, хвоя, подстилка- 10-20см	мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), кукушкин лён обыкновенный (<i>Polýtrichum commune</i> Hedw.), 100 %; вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) – 20% грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), кисличник (<i>Oxýria</i>), хвощ камышковый (<i>Equisetum scirpoides</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.) 10%	длительно не горело
9.13 61°50,186 89°2/7,264	ВНУМ 85м	Л ртр вейниково- разнотравный 7Л2К1Б+П Ед.Б полнота 0,6 А=250 лет Н _{ср} =20 м D _{ср} =29 см бонитет IV Отпад 65%	суглинки влажные	рябинолистн ик (<i>Sorbaria sorbifolia</i>)	опад не сплошной, подстилка – 2- 5см	борец обыкновенный (<i>septentrionale</i>) василисник (<i>Thalictrum</i>), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i>), дикранум (<i>Dicranum undulatum</i>), (<i>Rúbus saxátilis</i>), фиалка одноцветковая (<i>Viola uniflora</i>), (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>) чина приземистая (<i>Lathyrus humilis</i>), или пион марьин- корень (<i>Lilium mártagon</i>) 70 %.	2009 низовой средней

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
10.13 51°50,188 89°27,264	ВНУМ 121 м Грива и часть западног о склона	Л кипрейный 10Л полнота 0.32 А=250 лет Н _{ср} =22,8 м D _{ср} =41,5 см бонитет III Отпад 74%	суглинки средние влажные	малина лесная (<i>Rúbus idáeus</i>), ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.), черемуха обыкновенн ая (<i>Prínus pádus</i>)	опад не сплошной подстилка прогорела полностью	иван-чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>) хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L. (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) – 100 %, дикранум (<i>Dicranum undulatum</i>), маршанция – 40 %	2009 сильный низовой
11.13 61°50,851 89°27,056	ВНУМ 91м Ю 10 – 15°	Лц вейниковый, 9Л1К полнота 0.31 А=250 лет Н _{ср} =21,7 м D _{ср} =33 см бонитет IV Отпад 76%	суглинки средние свежие	малина лесная (<i>Rúbus idáeus</i>)	опад не сплошной, подстилка 1-2см; валеж старый, сгнивший, захламл ен ность средняя	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), иван-чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L. круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), фиалка одноцветковая, (<i>Viola uniflora</i>) 80 %, дикранум (<i>Dicranum undulatum</i>) 80 %	2009 низовой от среднего до сильного
12.13 61°50,834 89°27,039	ВНУМ 81м Ю 15°	Лц кипрейный 9Л1К полнота 0,5 А=250 лет Н _{ср} =24 м D _{ср} =37 см бонитет III Отпад 60%	суглинки средние свежие	малина лесная (<i>Rúbus idáeus</i>)	опад не сплошной,	кипрей (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L. (<i>Pýrola rotundifólia</i>), фиалка одноцветковая, (<i>Viola uniflora</i>) 40%, дикранум (<i>Dicranum undulatum</i>) 40 %	2009г низовой до сильного

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
13.13 61°51,188 89°25,898	ВНУМ 105м С 5°	К зм 4К5Л1Е+П, полнота 1,3, А=250 лет, Н _{ср} =21,8 м, D _{ср} =27 см, бонитет IV, Отпад 4 %	суглинки средние влажные	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), рябинолистник (<i>Sorbaria sorbifolia</i>)	опад не сплошной, подстилка 15-20 см	мох перисто-этажный, мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 100 %, хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L. (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>), вейник тупоколоосовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> (<i>Lathyrus pratensis</i>)- 20 %	длительно не горело
1.14 62°20,302 90°25,105	ВНУМ 234	Гарь мрт IV бонитет	суглинки влажные	Усохший можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i>)	до 0,5 см не сплошной подстилка п/прогор. мох до 7см	багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), вейник тупоколоосовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>),	2014 низовой беглый до сильного, местами устойчивый
2.14 62°05,372 89°12,127	ВНУМ 94	К зм.хв. 3К1Е1Лц3Ос2Б+ П полнота 1,0 А= 80 лет Н _{ср} =13 м D _{ср} =13 см III бонитет Отпад 13 %	суглинки влажные	(<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	опад на сплошной 0-2 см, подстилка 0,5 – 7см	мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 13%, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>) 30%, вейник тупоколоосовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 40%, линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), плаун (<i>Lycopodium</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	длительно не горело
3.14 61°50,538 89°26,494	ВНУМ 87	К ртр.хв. 10К+Е+Б ед.П полнота 0,6 А=200 лет Н _{ср} =22 м	суглинки влажные	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.),	опад не сплошной до 0,5 см подстилка 3,5 – 9см	брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>) 10 %, вейник тупоколоосовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 40%, грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>) 10 %,	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
		D _{ср} =30 см III бонитет Отпад 15 %		малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i>) жимолость (<i>Lonicera</i>)		линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.) 10 %, плаун (<i>Lycopodium</i>) <10, майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.) 10 %, хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 30%, черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>) 10 %, подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>) >10 %, ива – чай (<i>Chamerion angustifolium</i>) >10 %, чистотел (<i>Chelidonium</i>), княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i>)	
3.14 Повтор к 2013 61°50,538 89°26,494	ВНУМ 87	К ртр.хв. полнота 0,7 10К+Е+Б ед.П А=200 лет Н _{ср} =22 м D _{ср} =30 см III бонитет	суглинки влажные	Шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной до 0,5 см	брусника (<i>Vaccínium vitis-idaéa</i>), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), ортилия (<i>Orthilia</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.)	низовой пожар средней силы
4/14 62°7,209 91°30,147	ВНУМ 57	Е .хв. вейн. 5Е1К4Б Ед.Ос полнота 0,5 А= 180 лет Н _{ср} = 21 м D _{ср} = 18 см бонитет IV, Отпад 0 %	суглинки влажные	(<i>Sórbus aucupária</i> L.), ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.)	опад наесплошной 0,5 – 1 см. подстилка дернина до 11 см	брусника (<i>Vaccínium vitis-idaéa</i>) 10 %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 40 %, грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>) 10 %, линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 10 %, черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis</i>	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
				Розар) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)		<i>europaea</i>)	
5/14 62°10,483 91°18,310	ВНУМ 133 ССВ 3-5°	Б .хв. Вейник 5Б2Е2К1Лц ед.П полнота 0,5 А= 110 лет Н _{ср} = 20 м D _{ср} = 19см бонитет IV, Отпад 36 %	суглинки влажные	ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Розар) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной до 1 см подстилка 1-1,5 см	багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.), брусника (<i>Vaccínium vitis-idaea</i> L.) 10 %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 30 %, грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>) 10 %, линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), майник двулистный (<i>Maiánthemum bifolium</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 20 %, черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>)	2012 год низовой устойчивый, средней.
5/14 Повтор 2013 62°10,483 91°18,310	ВНУМ 133 ЮЗ 15°	Лц ртр. вейник. 3К7Лц ед.Е, ед.Б полнота 0,6 А= 250 лет Н _{ср} = 22 м D _{ср} = 27 см бонитет IV Отпад 13 %	суглинки влажные	ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Розар), Ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.), шиповник	опад на сплошной до 1 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 10 %, подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>) >10 %, мартензия сибирская (<i>Martensia sibirica</i>) 10 %, хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 10 %	низовой, слабый

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
				иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)			
6/14 62°10'54,2 91°18,320	ВНУМ 97	Б ртр 10Б ед.К полнота 0,4 А= 120 лет Н _{ср} =18 м D _{ср} =17 см бонитет IV Отпад 24 %	суглинки влажные	малина обыкновенн ая (<i>Rubus idaeus</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад на сплошной до 1 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 20 %, линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>) 10 %	2012 низовой устойчивый, средней
6/14 Повтор 2013 62°01,177 89°14,575	ВНУМ 97	К Хв. 8К2Е ед.П полнота 0,8 А= 160 лет Н _{ср} =23 м D _{ср} =31 см бонитет IV Отпад 6 %	суглинки влажные	ольховник кустарников ый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад на сплошной 0,5 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 40 %, грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>) 20 %, майник двулистный (<i>Maiánthemum bifólium</i> L.) 10 %, линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), кочедыжник женский (<i>Athyrium filix-femina</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 10 %	2013 низовой, от слабой до средней.

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
7/14 Повтор 2013 62°01,143 89°14,691		К вейн. Хв. 5К4Лц1Е ед.П полнота 0,8 А= 250 лет Н _{ср} =23 м D _{ср} =32 см бонитет IV Отпад 23 %	суглинки влажные	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад – свежая хвоя кедра	брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) 10 %, осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.) 15 %, майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.) 10 %, линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 15 %, черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	низовой, от средней до сильного.
10/14 61°50,565 89°26,635		К бр.зм. 4К2Лц2Е1П1Б+ С полнота 0,7 А= 120 лет Н _{ср} =18 м D _{ср} =17 см бонитет IV Отпад 2 %	суглинки влажные	ая (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	опад – свежая хвоя не сплошная,	осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 90 %, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) 30 %, майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 20 %, черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>),	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
11/14 п.Мирный 62°18,113 89°02,333	В-4	К бр.зм. 3К1Е1П4Ос1Б ед.Лц полнота 0,7 А= 100 лет Н _{ср} =16 м D _{ср} =15 см бонитет IV Отпад 9 %	суглинки влажные		опад – свежая хвоя, не сплошной	осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) 15 %, майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 15 %, черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>) 25%, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 10 %, грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>)	1993 года низовой 11 га
12/14 62°05,507 89°11,776	СВ-2	К хв.зм. 4К2Е2Б2Ос+Лц ед.П полнота 0,6 А= 120 лет Н _{ср} =18 м D _{ср} =17 см IV бонитет Отпад 1 %	суглинки влажные	рябина обыкновенная (<i>Sórbus aucupária</i> L.), ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar),	опад – свежая хвоя не сплошной	осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 30 %, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) 10%, майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>) 10 %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>) 10 %, костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>) седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), печёночник (<i>Marchantiophyta</i>)	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
13/14 62°05,233 89°11,977		К вейник. 6К3Ос1Б+С полнота 0,8 А= 100 лет Н _{ср} =19 м D _{ср} =16 см IV бонитет Отпад 6 %	суглинки свежие	рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.) ольховник кустарниковый (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад – свежая хвоя, не сплошной	осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 10 %, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 40 %, майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pirola rotundifolia</i>), лишай северная (<i>Linnaea borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>) 30 %, костяника (<i>Rubus saxatilis</i>) кисличник (<i>Oxyria</i>) кочедыжник женский (<i>Athyrium filix-femina</i>) звездчатка Бунге (<i>Stellaria bungeana</i>) горошек заборный (<i>Vicia sepium</i>)	длительно не горело
14/14 62°05,253 89°11,947		К бр.зм. 3К2Е1Лц3Ос1Б полнота 0,7 А= 200 лет Н _{ср} =16 м D _{ср} =13 см IV бонитет Отпад 0 %	суглинки влажные	рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад – свежая хвоя, не сплошной	осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>) 30 %, брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) 15 %, майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), лишай северная (<i>Linnaea borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 15 %, черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)10 %, вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 20 %, грушанка круглолистная (<i>Pirola rotundifolia</i>),	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
						костяника (<i>Rubus saxatilis</i>) кисличник (<i>Oxyria</i>) кочедыжник женский (<i>Athyrium filix-femina</i>) звездчатка Бунге (<i>Stellaria bungeana</i>) горошек заборный (<i>Vicia sepium</i>)	
1.15 62°14,316 91°25,105	ВНУМ 179	К брзм 4КЗБ2Ос1Е+Лц ед. П Полнота 0,46 А= 200 лет Н=18 м IV бонитет Отпад 1,3%	суглинки влажные	рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>)	опад сплошной до 2 см	багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>), мох Шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>)	длительно не горело
2.15 62°16,519 91°39,568	ВНУМ 57	ЛЦ хвзм 7ЛЦ2Б1Е+К полнота 0,63 А= 200 лет н=28 м IV бонитет отпад 0 %	суглинки влажные	можжевельник обыкновенный (<i>juniperus communis</i>), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной до 1 см	брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis Obtusata</i>), линнея майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), мох шребера (<i>Pleurozium Schreberi</i>),	длительно не горело
3.15 62°16,519 91°39,568	ВНУМ 76	к брзм 3КЗЛ2Е1Б1С полнота 0,62 А= 250 Н=26 м IV бонитет отпад 0,79 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не слошной	багульник болотный (<i>lédum palústre</i> L.), брусника (<i>Vaccinium Vitis-Idaea</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis Obtusata</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), мох шребера (<i>Pleurozium Schreberi</i>),	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
4.15 62°16,396 91°38,834	С – 5° ВНУМ 72	к вейник 6К3Е1Б+Л полнота 0,26 А= 180 лет Н=20 м, IV бонитет отпад 4,39 %	мокрые суглинки	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной менее 0,5 см	брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>)	длительно не горело
5.15 62°16,396 91°38,834	С – 5° ВНУМ 72	К вейник 6К3Е1Б+Л полнота 1,12 А= 200 лет, Н=21 м, IV бонитет отпад 4,39 %	мокрые суглинки	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	опад не сплошной менее 0,5 см	брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.),	длительно не горело
6.15 61°84719 089°44417	ЮВ – 20 ВНУМ 80	ЛЦ ртр зм 6ЛЦ2К1Е1Б+П полнота 0.8 А= 200 Н= 31 м, IV бонитет отпад 8 %	влажный суглинок	рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>), жимолость голубая (<i>Lonicera caerulea</i>)		грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.), хвощ лесной (<i>equisetum sylvaticum</i> L.), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis- idaea</i> L.), княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i>)	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
7.15 62°09242 089°18818	СЗ – 5 ВНУМ 80	Б ртр 8Б1С1ЛЦ+Е ЕД.К полнота 1,02 А= 80 лет н= 13 м, IV бонитет отпад 2,41 %	суглинки свежие	ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.)		вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), кипрей (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>), герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i>), , (<i>Sanguisorba officinalis</i>), (<i>Thalictrum</i>), костяника (<i>Rubus saxatilis</i>),	длительно не горело
8.15 62°08652 089°20411	ЮЗ – 10 ВНУМ 118	К ртр 3К4ОС1П1ЛЦ1Б +Е полнота 0,99 А= 220 лет Н= 17 м, IV бонитет отпад 7,19 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>)		осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L.), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>), орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i>)	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
9.15 62°08'50 089°19'507	ЮЗ – 20 ВНУМ 98	К ртр 3К5ОС2Е+ЛЦ+Б ед.П полнота 0,56 А= 200 лет Н= 17 м, IV бонитет отпад 4,52 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), жимолость, ольховник кустарниковы й (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar)		вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>), орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtíllus</i>), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), княжек сибирский (<i>Atragene sibirica</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>),	длительно не горело
10.15 62°01,258 089°14,632	ВНУМ 117 3 – 3	К хвзм 6К2Е2ЛЦ ед.П полнота 0,77 А= 230 лет Н= 20 м, IV бонитет отпад 25,75 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>)	не сплошной 8 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 100%, брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), мох шребера (<i>Pleurozium schreberi</i>), (<i>Polytrichum commúne</i> Hedw.), (<i>Sphágnum</i>)	2013 низовой слабый
11.15 62°00,881 089°14,534	ВНУМ 96 Ю – 15	К хв вейн 4К5Б1Е ед.ОС ЕД.П полнота 0,13 А= 210 лет Н= 22 м, IV бонитет	суглинки свежие	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	1 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 50 %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), чистотел (<i>Chelidonium</i>), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), подмаренник северный (<i>Galium</i>	2013 низовой устойчивый слабый

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
		отпад 58,12 %				<i>boreale</i>), кипрей (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)	
12.15 62°00,798 089°14,534	ВНУМ 134	К хв вейн 4К5Б1Е ед.Ос ед.П полнота 0,4 А=250 лет Н= 22 м, IV бонитет Отпад 13,81 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	1 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), вейник тупокolosковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), кисличник (<i>Oxyria</i>), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.)	~30 лет назад
13.15 62°01,045 089°14,463	ВНУМ 161	К хв 9К1Е+Б полнота 0,34 А= 200 лет Н= 22 м, IV бонитет отпад 40,79 %	суглинки свежие	рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>),	0,5-1 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), вейник тупокolosковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>),	2013 низовой беглый сильный
14.15 62°05,579 089°12,104	3 – 10 ВНУМ 139	К вейн 3К4ОСЗП+Б ед.Е полнота 1,47 А=220 лет Н= 17 м, IV бонитет отпад 2,32 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.)	0,5 см	вейник тупокolosковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifolia</i>),осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifolium</i> L.), ветреница лесная (<i>Anemone sylvestris</i>), линнея северная	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
						(<i>Linnéa borealis</i> L.), кисличник (<i>Oxýria</i>), фиалка двухцветковая (<i>Viola biflora</i>)	
15.15 62°05,540 089°11,868	ВНУМ 105	К черн 5K2E1OC1E1OC ед.П полнота 0,89 А= 250 лет Н= 18 м, IV бонитет отпад 2,54 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), рябина сибирская (<i>sorbus sibirica</i>)	не сплошной	черника обыкновенная (<i>vaccínium myrtíllus</i>), вейник тупокососовый (<i>calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>equisetum sylvaticum</i> L.) <i>vaccínium vítis-idaea</i> L. (<i>vaccínium vítis-idaea</i>), линнея северная (<i>linnéa borealis</i> L.), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), кисличник (<i>oxýria</i>),	длительно не горело
16.15 62°05,137 089°12,642	ВНУМ 206	К ртр хв 3K5OC1E1B ед.П ед.С полнота 1,08 А= 180 лет Н= 18 м, IV бонитет отпад 14,38 %	суглинки влажные	рябина сибирская (<i>sorbus sibirica</i>), ольховник кустарниковы й (<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar), шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	0,5 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) 50 %, вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 30% осока шаровидная (<i>Carex globularis</i> L.), костяника (<i>Rúbus saxátilis</i>), (<i>Athýrium filix-fémína</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>), чина приземистая (<i>Lathyrus humilis</i>), (<i>Allium ursínium</i>), подмаренник северный (<i>Galium boreale</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), седмичник европейский (<i>trientalis europaea</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>), борец обыкновенный (<i>septentrionále</i>) брусника (<i>Vaccínium vítis-idaea</i> L.)	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
17.15 62°05,276 089°11,685	ВНУМ 118 ССВ – 15	Е папор 7Е1К1П1Бед.П ед.С полнота 1,20 А= 250 лет, Н= 22 м, IV бонитет отпад 1,03 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.), рябина сибирская (<i>Sorbus sibirica</i>)	не сплошной	майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), кисличник (<i>Oxýria</i>), (<i>Arctostáphylos</i>), ветренница лесная (<i>Anemone sylvestris</i>), фиалка двухцветковая (<i>Viola biflora</i>), Вороний глаз четырёхлистный (<i>Páris quadrifolia</i> L.), (<i>Stellária bungeána</i>)	длительно не горело
20.15 62°20,567 90°25,157	ВНУМ 228	гарь вейн 9К1Е+Б полнота 0,24 А=180 лет Н= 20 м, IV бонитет отпад 41,48 %	суглинки влажные	шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i> Lindl.)	не сплошной, свежий	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 20 %, брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.) 5 %, линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.) 5%, багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> l.),	2013 год низовой беглый средней
21.15 62°20,614 90°25,252	ВНУМ 237	гарь вейн	суглинки влажные		до 1 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>) 50 %, брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.) 10%	2013 год низовой сильный
1.16 (Повтор 11.15) 62°00,881 089°14,534	Ю – 15 ВНУМ 96	К хвощевый 5К3ЛЦ2Е ед.П III бонитет отпад 48,94 %	влажный суглинок	ива козья (<i>Sálix cáprea</i> L.), козья (<i>Sálix cáprea</i> L.), шиповник иглистый	опад 0,5-1 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> l.), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtíllus</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.), %, вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis</i>	2013 год низовой от слабой до средней силы

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
				(<i>Rósa aciculáris</i>)		<i>obtusata</i>), иван чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)	
2.16 (Повтор 7.13) 62°01,143 89°14,708	ВНУМ 102	К вейниковый III бонитет	влажный суглинок	ива козья (<i>Sáliz cáprea</i> L.), (<i>Sórbus aucupária</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	опад 5 см	вейник тупоколосковый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), майник двулистный (<i>Maiánthemum bifólium</i> L.), иван чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> l.), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), кисличник (<i>Oxýria</i>).	2013 год низовой сильный
3.16 (Повтор 3.13) 62°01`225 89°14`550	ВНУМ 78	К хвощевый 7КЗЛЩ+Е ед.П,Б III бонитет отпад 50,6 %	влажный суглинок	ива козья (<i>Sáliz cáprea</i> L.), (<i>Sórbus aucupária</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	опад 0,5 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), брусника (<i>Vaccínium vítis-idaéa</i> L.).	2013 год низовой от слабой до средней силы

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место-положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
4.16 62°01'18.3 89°14'29.7	ВНУМ 74	К хвощевый 6КЗЕ1П ед.ЛЦ III бонитет отпад 71,31 %	влажный суглинок	шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	опад не сплошной 9-10 см	багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.) – 90-100 %, хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) – 90 %, вейник тупокословый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> L.), иван чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i>), брусника (<i>Vaccínium vitis-idaea</i> L. , (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	2013 год низовой от слабой до средней силы
6.16 Устье реки Столбовая		Б хвощево-зеленомошный 6Б4ЛЦ полнота 0,8 III бонитет	влажный суглинок	ольха волосистая (<i>Alnus hirsute</i>), черемуха обыкновенная (<i>Padus avium</i>) шиповник иглистый (<i>Rósa aciculáris</i>)	опад 0-2 см	хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), вейник тупокословый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), майник двулистный (<i>Maiáanthemum bifólium</i> L.), линнея северная (<i>Linnéa borealis</i> l.) (<i>Orthilia secúnda</i>), грушанка круглолистная (<i>Pýrola rotundifólia</i>), фиалка мелкая (<i>Viola minuta</i>), брусника (<i>Vaccínium vitis-idaea</i> L. (<i>Óxalis</i> (<i>Gymnocárpium dryópteris</i> , (<i>Thalictrum mínus</i> (<i>Pāris quadrifólia</i>)	длительно не горело

№ пробной площади, координаты (WGS 84)	Высота над уровнем моря, место- положение	Тип леса, состав, полнота, возраст, средняя высота, средний диаметр, бонитет, отпад	ТУМ	Подлесок	Субстрат	Живой напочвенный покров	Год, вид, форма, сила и пожара
1	2	3	4	5	6	7	8
7.16 Устье реки Столбовая		Б разнотравно вейниковый 10Б полнота 0,8 Н=18 III бонитет	влажный суглинок	(<i>Sorbus aucuparia</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i>)	опад 0-1 см	вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i>), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), (<i>Orthilia secunda</i>), иван чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.), майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i> L. (<i>Rubus saxatilis</i>).	длительно не горело
8.16 Устье реки Столбовая		К разнотравно зеленомошный 7К2Б1ЛЦ полнота 0,4 Н=25 III бонитет	влажный суглинок	(<i>Sorbus aucuparia</i> L.) шиповник иглистый (<i>Rosa acicularis</i>)	опад 0-2 см	вейник тупокососовый (<i>Calamagrostis obtusata</i> (<i>Oxalis</i>), брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.), хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.), (<i>Orthilia secunda</i>), линнея северная (<i>Linnæa borealis</i> L.),	длительно не горело

