

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Тюменский государственный университет»

На правах рукописи

ПИГАРЁВА Алёна Евгеньевна

**ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ
ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ
СОСЬВА» ИМЕНИ В.В. РАЕВСКОГО»)**

Специальность 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география почв
и геохимия ландшафтов

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
кандидат географических наук
Хорошавин Виталий Юрьевич

Тюмень – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДЫ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	11
1.1. Изучение причин возникновения лесных пожаров	11
1.2. Изученность пирогенной динамики лесоболотных ландшафтов	16
ГЛАВА 2. ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ	21
2.1. Ландшафтный подход к изучению природных систем	21
2.2. Методы оценки природной пожарной опасности	27
2.3. Методы геоботанических описаний	28
2.4. Методы дистанционного зондирования Земли	29
2.5. Дендрохронологические методы	33
2.6. Статистические методы	34
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА	36
3.1. Погодные условия как фактор пожароопасности	39
3.2. Пожароопасность растительности (лесные горючие материалы)	50
3.3. Пирологические особенности почв	59
3.4. Оценка геоморфологических условий пожароопасности	67
3.5. Оценка гидрологических особенности пожароопасности	70
3.6. Оценка природной пожарной опасности ландшафтов	72
ГЛАВА 4. ПОСЛЕПОЖАРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	89
Приложение А	104
Приложение Б	105
Приложение В	106
Приложение Г	107
Приложение Д	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одним из факторов, влияющих на динамику таежных ландшафтов Западной Сибири, являются лесные пожары. В одних случаях они возникают по вине человека, в других – сама природа дает толчок для пожара. Естественные причины, чаще всего, свойственны для особо охраняемых природных территорий (ООПТ), участки которых изымаются из хозяйственного использования и куда доступ для человека ограничен (Шерстюков, 2007).

Лесной пожар – неконтролируемое горение растительности и стихийное распространение огня по площади леса. Возникновение и распространение лесных пожаров во многом определяется географической широтой местности, ведущими факторами являются сочетание погодных и ландшафтных условий на территории.

По данным Федерального агентства лесного хозяйства на 2024 г. (<http://rosleshoz.gov.ru/>), в России было зафиксировано 9765 лесных пожаров, из них на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры) – 301. Наибольшее сокращение площади лесов в ХМАО связано с пожарами и, в значительно меньшей степени, с вырубками, строительством и добычей полезных ископаемых (Карпачевский, Кобяков, Аксенов, 2015).

Ключевым участком нашего исследования является территория Государственного природного заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского (далее – заповедник). Особо охраняемая территория с высоким режимом охраны является более соответствующей, с точки зрения оценки влияния природных факторов на пожарную опасность, так как пожары на таких территориях возникают преимущественно от сухих гроз (Журнал учёта лесных пожаров заповедника).

Лесные сообщества заповедника, занимая большие площади (84%), выполняют многочисленные функции в экосистемах и стабилизируют процессы в биосфере. Главным фактором, влияющим на состояние, динамику и функционирование лесов, являются пожары (Летопись природы, 1988–2018 гг.).

С момента отслеживания пожаров на территории заповедника, а именно с 1988 г., за последние 35 лет число возгораний составило 173, из которых большая

часть была расположена в южной и юго-восточной части заповедника (охранная зона). Суммарная площадь выгоревших участков составила 13 903,31 га, что занимает 6,16% от общей площади заповедника. Самые большие площади, подвергшиеся пожарам, зафиксированы в 1989 г. – 4647 га, 1993 г. – 2192 га, 2007 г. – 3964 га, 2020 г. – 2832,2 га. Площадь поврежденных лесных насаждений от пожаров значительно снижалась в периоды с 1994 по 1998 г., с 2008 по 2011 г., с 2016 по 2019 г.

Пирогенный фактор, оказывающий значительное воздействие на растительность заповедника, обуславливает существенные изменения в таежных ландшафтах и трансформацию их структуры. Внутренняя неоднородность территории позволяет на основе знаний о морфологической структуре ландшафта сделать вывод о пожароопасности разных участков и выделить зоны первоочередной охраны. Вышеперечисленные обстоятельства определяют актуальность оценки пожароопасности заповедных территорий, изъятых из хозяйственного использования.

Степень разработанности темы исследования. В настоящее время опубликовано мало научных работ, учитывающих ландшафтные особенности территории при оценке природных рисков возгораний. Среди них выделяются труды И.С. Мелехова, П.А. Цветкова, Т.М. Софроновой, А.М. Зубаревой. Большой ряд исследований посвящен оценке роли отдельных компонентов ландшафта в возникновении и поддержании пожаров, что отражено в работах Е.И. Кузьменко, В.С. Михеева, Т.В. Горева, А.Д. Вакурова, А.В. Волокитиной, В.А. Черных, Р.М. Коган, И.В. Янко и др.

Научные труды по применению данных дистанционного зондирования Земли в областях лесной пирологии, мониторинга и прогнозирования лесных пожаров на сегодняшний день представляют большой интерес и отражены у таких авторов, как В.В. Фурьева, В.И. Заболотский, С.Д. Самосенко, В.А. Черных, А.Н. Шихов и др. Однако недостаточно изучены причины возникновения пожаров, не затронуты вопросы лесопожарного районирования ХМАО-Югры и территории заповедника. Данное обстоятельство определило направление исследований.

Специальных исследований о природе лесных пожаров и их последствий на территории заповедника ранее не проводилось.

Объектом исследования являются среднетаежные ландшафты Западной Сибири на ключевом участке – территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского.

Предметом исследования являются природные факторы горимости среднетаежных ландшафтов Западной Сибири на ключевом участке – в заповеднике «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского.

Цель исследования – комплексная оценка природной пожарной опасности заповедных ландшафтов средней тайги Западной Сибири, включая выявление факторов, способствующих возникновению и распространению лесных пожаров, выявление на основе оценки наиболее пожароопасных групп урочищ и анализ их устойчивости к пожарам.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1. Проанализировать существующие представления о возникновении и распространении лесных пожаров.
2. Дать критический анализ существующих методов оценки пожарной опасности и показать высокую эффективность ландшафтного подхода при комплексной оценке пожароопасности природных территорий.
3. Выявить пространственные закономерности горимости территории заповедника в зависимости от природных факторов пожарной опасности и ландшафтных особенностей.
4. Выявить особенности послепожарной динамики лесов заповедника в зависимости от местоположения, степени увлажнения, типа прошедшего пожара.

Теоретической основой диссертационного исследования послужили ландшафтный подход и труды отечественных и зарубежных ученых: А.Г. Исаченко, В.Б. Сочавы, В.В. Козина, Е.И. Кузьменко, В.С. Михеева, Т.И. Коноваловой, Ю.М. Семенова, Д.В. Черных, Н.Н. Москвиной; в области лесной пирологии: И.С. Мелехова, Н.П. Курбатского, В.И. Заболотского, С.В. Залесова, Т.В. Горева, А.Д. Вакурова, А.В. Волокитиной, П.А. Цветкова,

В.А. Черных, Т.М. Софроновой, А.М. Зубаревой, Р.М. Коган, В.Н. Седых, Б.Е. Чижова, Н.С. Санникова и др. Из зарубежных авторов необходимо отметить Жанну Портье (Jeanne Portier), Сильви Готье (Sylvie Gauthier), Алена Ледука (Alain Leduc).

В работе были использованы следующие **методы исследования**: полевые методы мониторинговых исследований растительности, метод ключевых участков, методы визуального и автоматизированного дешифрирования спутниковых снимков, дендрохронологические и картографические методы, кроме этого, специальные методы корреляционного анализа математической статистики. Для систематизации и визуализации результатов исследований в работе было применено ПО QGIS, ArcGIS, ENVI, Statistica.

Информационная база исследований. Исходными материалами для работы послужила карта выгоревших участков, ландшафтная (приложения В, Г) (Научный отчет..., 2018; масштаб 1:50 000) и почвенная (Ковалевская, Махатков, 1983; масштаб 1:25 000) карты, которые находятся в научных фондах заповедника, а также данные о количестве и локализации лесных пожаров, полученные по мультиспектральным разновременным снимкам серии Landsat, с пространственным расширением 30 и 60 м (за летний период с 1988 по 2019 г.). В работе был изучен длинный ряд снимков по годам, а именно 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 гг., методом наложения одного снимка на другой была определена давность пожаров. Снимки скачивались с сайта Геологической службы США – USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Анализ картографической информации выполнен с использованием программного обеспечения ENVI, ArcMap, QGIS.

Помимо вышеперечисленных источников данных о локализации очагов возгорания, в работе были использованы материалы полевых наблюдений 2016, 2020, 2021 гг., данные лесоустройства, архивные материалы заповедника – летописи природы, сведения Ханты-Мансийской базы авиационной и наземной охраны лесов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Расширена методика А.М. Зубаревой по оценке природной пожарной опасности для ландшафтных условий средней тайги Западной Сибири.
2. Впервые на основе ландшафтного подхода проведена количественная оценка степени влияния природных факторов на пожарную опасность среднетаежных ландшафтов Западной Сибири.
3. На основе пространственного анализа и комплексной оценки пирологических характеристик классифицированы ландшафты и сформированы их группы по степени природной пожарной опасности.
4. Выявлены особенности послепожарной динамики лесов заповедника в зависимости от местоположения, степени увлажнения, типа прошедшего пожара.

Практическая значимость. Пирологическая информация о территории заповедника создаст основу для прогнозирования лесных пожаров. Данные, полученные на основе оценки, позволят усовершенствовать систему мониторинга лесных пожаров, оптимизировать маршруты лесоохраны. Результаты исследования получены для территории заповедника, но могут применяться и для других территорий при разработке рекомендаций по снижению природной пожарной опасности (ППО) таежных ландшафтов Западной Сибири.

Материалы диссертации используются в учебном процессе по дисциплинам «Экология», «Природопользование», «Лесная пирология» и др. в учреждениях среднего профессионального и высшего образования. Полученные в диссертации результаты внедрены в научно-исследовательскую работу и практическую деятельность при организации наземного и авиационного патрулирования территории ГПЗ «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского (приложение Д).

Достоверность результатов исследования подтверждается детальной проработкой литературы и источников по указанной теме, объемным анализом фактических данных, с использованием различных количественных методов и отображением результатов в виде графиков, схем и карт.

Апробация. Основные научные результаты диссертационной работы докладывались на следующих всероссийских и международных конференциях: Международная научная конференция «Фундаментальная география в Сибири:

этапы развития, результаты и перспективы (г. Иркутск, ноябрь 2024); Всероссийская научная конференция «Региональные геоэкологические проблемы в контексте глобальных изменений» (г. Москва, ноябрь 2024); XXI научно-практическая конференция молодых географов Сибири и Дальнего Востока «Географические знания и вызовы нового времени» (г. Иркутск, август 2024); XX юбилейная молодежная конференция (с международным участием) молодых географов Сибири и Дальнего Востока «Сибирь и Дальний Восток России в формирующемся пространстве Большой Евразии» (г. Иркутск, май 2021); IX Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России» (г. Томск, май 2020); Международная географическая конференция «Географические исследования Сибири и сопредельных территорий» (г. Иркутск, октябрь 2019); IX школа-семинар молодых ученых России, посвященная 70-летию академика РАН А.К. Тулохонова «Проблемы устойчивого развития региона» (г. Улан-Удэ, апрель 2019).

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Для анализа природной пожарной опасности территорий наиболее эффективным является ландшафтный подход, отражающий взаимосвязи между природными компонентами, формирующими условия возникновения пожаров. Использование ландшафтного подхода обеспечивает значимую достоверность – 70%.
2. Локализация лесных пожаров по территории заповедника является следствием действия погодных условий и ландшафтных особенностей. Среди ландшафтных компонентов более весомыми факторами пожароопасности являются почвенные и растительные условия.
3. Наибольшей пожарной опасностью характеризуются ландшафты водораздельных поверхностей с сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами и, при определенных погодно-микrokлиматических условиях, верховые болота.

4. В ландшафтах с высокой пожарной опасностью послепожарное восстановление лесных сообществ происходит без смены пород.

Структура и объем диссертации обусловлены предметом исследования, целью, задачами работы. Диссертационное исследование состоит из введения, 4 глав, результатов, списка литературы, содержит таблицы, рисунки, приложения. Во **введении** рассмотрена актуальность диссертационного исследования, поставлена цель и определены задачи. Указана научная новизна и практическая значимость диссертационного исследования. В **первой главе** проанализированы существующие знания о возникновении и распространении лесных пожаров. Рассмотрены причины и факторы горимости таежных ландшафтов. Кроме того, рассмотрены вопросы восстановительной динамики лесов после пожаров. **Вторая глава** посвящена существующим методам исследования пожарной опасности, использованным в рамках исследования. **Третья глава** посвящена оценке природной пожарной опасности таежных ландшафтов, в основу которой заложены пирологические особенности компонентов ландшафтов территории заповедника, к числу которых следует отнести: геоморфологические и погодные условия, гидрологические и почвенные особенности, а также наличие лесных горючих материалов. Итоговым результатом главы является карта пожароопасности ландшафтов. В **четвертой главе** рассмотрена послепожарная восстановительная динамика лесных сообществ заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского. В **заключении** отражены базовые результаты исследования, сформулированы основные выводы. Общий объем – 129 страниц. Текстовая часть рукописи включает 29 рисунков, 18 таблиц, список литературы, состоящий из 134 наименований, в том числе на иностранных языках. Все рисунки, таблицы и графики составлены автором.

Публикации по теме исследования. Основное содержание исследований изложено в 11 научных публикациях, все из которых по теме диссертации, из них 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 статья в издании, индексируемом международной базой Scopus.

Благодарности. Автор диссертации выражает благодарность за неоценимую помощь научному руководителю Виталию Юрьевичу Хорошавину. За ценные замечания и рекомендации сотрудникам кафедры физической географии и экологии, кафедры картографии и геоинформационных систем ТюмГУ.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДЫ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

На современном этапе развития общества и науки большое внимание уделяется проблематике лесных пожаров, как за рубежом, так и на территории Российской Федерации и ее субъектов (Глаголев, 2015; Portier et al., 2016; Acharya, Subedi et al., 2017; Shi, Touge, 2022).

Кроме того, в настоящее время большое внимание ученые уделяют изучению истории природных нарушений в лесных ландшафтах, которые необходимы для анализа динамики лесов в прошлом, оценки современного состояния лесных фитоценозов и прогнозирования их естественных изменений.

1.1. Изучение причин возникновения лесных пожаров

Во многих трудах отечественных исследователей (Н.П. Курбатский, И.С. Мелехов) отмечается присутствие суточной и сезонной периодичности возникновения и распространения лесных пожаров (Курбатский, 1964). И.С. Мелехов указывал, что в большинстве стран мира пожары обусловлены закономерностями изменения климата и растительности. Им было определено, что возникновение пожаров в Северном и Южном полушариях связано с сухими и теплыми периодами (Мелехов, 1965).

В работе А.М. Дорошенко указано, что орографический фактор территории является одним из определяющих при возникновении пожара. Он отметил следующие показатели рельефа, влияющие на риски возникновения очагов возгораний: абсолютная высота, угол наклона, перепад высот и экспозиция склонов (Дорошенко, 2010).

Много работ посвящено причинам возникновения пожаров и взаимосвязи их с природными условиями: так, многие ученые указывают на прямую взаимосвязь возникновения лесных пожаров с климатическими условиями (Громцев, 1989; Дубровская и др., 2006; Бурлаков, Морковкин и др., 2012; Белоусов, Арштаев и др., 2018).

Впервые оценкой пожарной опасности стали заниматься с 30-х годов прошлого столетия. Первый индекс по оценке пожарной опасности появился в 40-е годы и был назван по имени предложившего его ученого индексом горимости Нестерова. Сформулировал его В.Г. Нестеров для выявления состояния растительного покрова, в зависимости от метеорологической обстановки. Кроме В.Г. Нестерова, следует отметить методику комплексной оценки пожарной опасности Л.И. Сверловой, которая при анализе учитывала не только количество осадков, но и скорость ветра (Вакуров, 1975).

Как уже было отмечено ранее, в возникновении и распространении лесного пожара прослеживаются определенные закономерности, которые в лесной пирологии были зафиксированы И.С. Мелеховым и интерполированы на Европейскую часть России. По его словам, «по мере увеличения широты местности, уменьшается продолжительность пожароопасного сезона...» (Мелехов, 1965; Цветков, 2015). В дальнейшем Г.А. Мокеевым эта методика была применена на территорию Сибири и Дальнего Востока.

В.А. Ивановым была изучена связь между грозами и частотой пожаров, а также влагосодержание лесных горючих материалов, при котором они способны загораться от молний. По данным его наблюдений, активность гроз в Сибирских регионах страны неодинакова, она увеличивается в направлении с севера на юг, что определено ростом температуры и влажности воздуха (Иванов, 2006; Цветков, Буряк, 2014).

По словам Г.Н. Коровина и А.С. Исаева, «в заселенных равнинных районах России до 98% возгораний возникает по вине человека, а в удаленных северных районах в 50% случаев виноваты грозы» (Коровин, Исаев, 1998; Шерстюков, 2007).

Применение системного анализа погодной пожарной опасности А.В. Рубцова и Е.А. Ваганова (2010) и других (Волокитина, Софронова, Корец, 2017) позволило прогнозировать очаги крупных пожаров в таежных ландшафтах Сибири.

Климатическая предрасположенность территории к лесным пожарам была изучена Г.В. Горевым на территории Томской области (Горев, 2004). Кроме Горева оценкой пожарной опасности лесов Томской области занимался И.В. Янко, в его

работах кроме климатических особенностей были учтены характер рельефа, тип поверхностных отложений и состав древостоя (Янко, 2005).

Изучением грозовой активности на территории Республики Алтай, влиянием молниевых разрядов на периодизацию и интенсивности лесных пожаров занимались А.Н. Дмитриев, С.Ю. Кречетова, Н.А. Кочеева (2011). Для горных лесов Южного Прибайкалья Т.М. Софроновой были разработаны меры по совершенствованию оценки пожарной опасности по условиям погоды (Софронова, 2006).

Оценкой влияния муссонного климата как одного из основных факторов, определяющих возгорание растительности в условиях Дальнего Востока, занимались Г.В. Соколова, Р.М. Коган, В.А. Глаголев. На территории Еврейской автономной области была проведена оценка возникновения лесных пожаров по условиям погоды, с целью дальнейшего прогноза пожарной опасности растительности (Соколова и др., 2008; Глаголев, 2015; Коган, Зубарева, 2012; Зубарева, Фетисов, 2012; Зубарева, 2020).

Способы определения пожарной опасности лесов, на основе данных сети гидрологических станций были определены В.Е. Ходаковым и М.В. Жариковой (2011). По словам В.Е. Ходакова, «...накануне больших пожаров наблюдается, как правило, низкий уровень воды. Перед катастрофическим пожаром расход воды меньше, чем обычно». Для условий Дальнего Востока (Еврейская автономная область) А.М. Зубаревой было оценено влияние густоты речной сети на пожарную опасность территории (Зубарева, 2018).

Первые научные работы, в которых была указана связь между пожарами и типом растительности, были начаты в 1914–1915 гг. в рамках «Лесоводства» и «Лесоохранения» (Цветков, 2015).

Первоначальные основы знаний о степени влияния растительности на пожарную опасность в лесах были заложены Н.П. Курбатским, именно им впервые была разработана классификация лесных горючих материалов – растительности, как одного из компонентов ландшафтов для анализа природы лесных пожаров

Сибири (Курбатский, 1964; Гусев, 2011), а в настоящее время развивает данное направление А.В. Волокитина (Волокитина и др., 2018, 2020).

Н.П. Курбатским создана школа лесной пирологии в красноярском Институте леса СО РАН им. В.Н. Сукачева. В дальнейшем И.М. Мелехов сделал вывод о том, что природные очаги пожаров тесно связаны с природой леса. Именно им предложена одна из первых классификационных схем лесных участков по пожароопасности на пять классов (Мелехов, 1965). П.А. Цветковым продолжены работы по оценке пирологических особенностей таежной растительности Средней Сибири (Цветков, 2015).

А.Ю. Андреевым на основе государственной инвентаризации лесов были оценены запасы лесных горючих материалов на территории Красноярского края (Андреев, 2015).

В работе И.В. Янко (2005) для территории Томской области учитывается характер поверхностных отложений и степень обводненности почв при оценке возникновения лесных пожаров (Янко, 2005).

А.М. Зубарева оценила влияние пирологических свойств почвы на пожарную опасность Еврейской автономной области. По данным ее исследований, все типы почв были классифицированы по водопроницаемости, водоемкости, дренированности (Зубарева, 2016).

В работе Б.Г. Шерстюкова «Лесные пожары» четко отражены природные компоненты ландшафта (климатические характеристики, рельеф) для определения дальнейшей количественной оценки пожарной опасности в лесах. Он указывает на зональное изменение причин возникновения лесных пожаров в зависимости от широты местности, а именно: в более северных широтах основной причиной лесных пожаров являются природные факторы – грозы и молнии, по мере продвижения на юг основным источником возгорания лесных экосистем становится человек (Шерстюков, 2007).

В работе В.В. Фуряева, В.И. Заболотского, С.Д. Самосенко и В.А. Черных (2013) применяются комплексные методы изучения пирогенных экосистем Западной Сибири. Ими была изучена послепожарная динамика южнотаежных

лесов Западной Сибири при использовании методов дистанционного зондирования и классических полевых методов исследований, а также повторяемость пожаров в гидроморфных ландшафтах, в зависимости от геоморфологического уровня (Фуряев В.В. и др., 2013; Стыценко, 2016; Шихов, Перминов, 2017; Шихов, Зарипов, 2018; Шихов, Семакина, 2022).

А.М. Зубаревой был применен ландшафтный подход при оценке пожароопасности природно-территориальных комплексов Еврейской автономной области (Зубарева, 2013).

Влияние горного рельефа и специфического климата территории Восточного Забайкалья на возникновение лесных пожаров было изучено М.Д. Евдокименко (Евдокименко, 2011; Цветков, Буряк, 2014).

В.В. Фуряев определил основные факторы, обуславливающие степень поражения насаждений при пожаре. К их числу В.В. Фуряевым были отнесены: запасы горючих материалов, состав пород, строение древостоя, структура насаждения, состав, густота, высота и характер размещения подроста и подлеска, состав и покрытие живого напочвенного покрова. Им разработаны методы изучения послепожарного лесообразовательного процесса на ландшафтной основе с использованием аэрокосмических снимков (Фуряев И.В. и др., 2010; Фуряев В.В. и др., 2013; Цветков, Буряк, 2014).

Таким образом, тема лесной пирологии весьма обширна, однако горимость лесов и причины, почему они горят на территории ХМАО-Югры и, в частности, заповедника «Малая Сосьва» изучена слабо. Недостаточно изучены причины возникновения пожаров, не затронуты вопросы лесопожарного районирования автономного округа и заповедника. Данное обстоятельство определило направление исследований. Специальных исследований природы лесных пожаров и их последствий на территории заповедника ранее не проводилось.

Большой интерес в настоящее время уделяется анализу горимости лесов ХМАО в нефтегазодобывающих регионах, в частности, в Сургутском, Нижневартовском районах, где основными причинами возникновения пожаров являются добыча нефти, транспортное строительство, большой объем

лесозаготовок и т. д. (Гашев, Поляков и др., 1998). Достаточно хорошо изучена постпирогенная динамика лесов северной и средней тайги, построены сукцессионные ряды и выявляются закономерности восстановления.

Изучением горимости лесных экосистем и причин возникновения лесных пожаров в нашей стране занимались многие ученые. Ими были изучены причины и факторы, способствующие или препятствующие возгоранию лесов. Много работ посвящено территории Западной Сибири, где объектами исследования были в основном среднетаежные леса ХМАО, Томской области.

1.2. Изученность пирогенной динамики лесоболотных ландшафтов

Изучение процессов естественной динамики позволяет выявлять биологически ценные лесные участки, оценивать их устойчивость и перспективы развития. Исследованиями данного характера занимаются в разных регионах Земного шара. Например, в восточной части Канады большое внимание уделяется изучению послепожарной динамики бореальных лесов провинции Квебек. Канадские исследователи пытались выявить риски возникновения пожаров под влиянием тех или иных природных компонентов ландшафта (климатические условия, характер подстилающей поверхности, почвы) (Portier et al., 2016).

Кроме канадских исследований, можно отметить работы по изучению многолетней послепожарной динамики лесных экосистем Средиземноморского побережья Турции, где акцент также делается на климатические особенности ландшафтов как одного из наиболее важных факторов возникновения пожара на исследуемой территории (Tavsanoglu, Gürkan, 2014).

В России изучение восстановительно-возрастной динамики сообществ имеет давнюю историю и получило достаточно четкое обоснование в лесной биогеоценологии в связи с развитием генетического подхода к лесной типологии Б.П. Колесниковым (Колесников, 1978).

Большой интерес для теории и практики восстановительных сукцессий имеют работы В.В. Горшкова, который изучал восстановительную динамику сосновых лесов Кольского полуострова и Карелии. Он усовершенствовал

существовавшую ранее методику определения давности пожаров, дал характеристику восстановительной динамики всех компонентов растительного покрова сосновых лесов (Горшков, 1993, 1995; Горшков и др., 2005).

В.Т. Ярмишко и М.А. Ярмишко были изучены особенности формирования фитомассы травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов на Кольском полуострове в связи с давностью пожаров. Их исследования показали, что низовые пожары, которые были 40–60 лет назад, не уничтожившие древостой, оказывают существенное влияние на формирование фитомассы низших ярусов. С уменьшением срока давности пожара происходит увеличение доли видов травяно-кустарничкового яруса, как в молодых, так и в спелых сообществах. А по мере увеличения срока давности пожара в общей фитомассе живого напочвенного покрова увеличивается доля лишайников (с 72 до 88%) и их фитомасса (Ярмишко, Игнатъева, 2020).

Состояние проблемы для хвойно-широколиственных и кедровых лесов Дальнего Востока рассматривалось Б.А. Ивашкевичем, Б.П. Колесниковым, Н.С. Шеметовой, кедровых лесов Зауральского Приобья и Зауралья – Б.П. Колесниковым и Е.П. Смолоноговым, З.И. Синельщиковой – темнохвойных лесов Тавда-Кондинского междуречья, северо-таежных заболоченных сосняков Западной Сибири – Г.Е. Коминым, елово-кедровых лесов Северного и Среднего Урала – С.Н. Зубаревой, В.А. Кирсановым и П.Ф. Трусовым, темнохвойных южно-таежных лесов Кеть-Чулымского междуречья – В.В. Фуряевым, южнотаежных лесов Средней Сибири (Иркутское Приангарье) – Л.Н. Поповым, кедровых лесов среднетаежного Приобья – В.Н. Седых. В европейской части страны восстановительные процессы на вырубках сосновых лесов в северной и средней тайге изучали А.А. Молчанов, С.В. Алексеев, В.Г. Нестеров, В.В. Ткаченко, П.И. Давыдов, П.Н. Львов, Н.А. Лазарев, И.С. Мелехов, А.А. Панов и др. Этими учеными были проанализированы стадии восстановления темнохвойных и сосновых лесов, сделаны выводы об успешности восстановления лесных сообществ в разных условиях увлажнения и почвенного богатства (Баккал, Горшков, 2000).

Н.М. Ковалевой были проведены исследования по изучению динамики фитомассы травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов после низовых пожаров в сосновых древостоях южной тайги Нижнего Приангарья (Ковалева, Иванова, 2012).

Кроме оценки динамики фитомассы, большой интерес у исследователей вызывают вопросы сохранения биологического разнообразия в результате лесных пожаров. Исследования Ю.И. Манько, работавшего в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока, подтвердили негативное влияние пирогенного фактора на состояние биологического разнообразия. Регулярные пожары не только сокращают биоразнообразие девственных лесов, но и приводят к их деградации (Манько, Петропавловский, 2005).

Начало изучению восстановительно-возрастной динамики кедровых лесов Западной Сибири, в частности и на охраняемых территориях, положено докладом Б.П. Колесникова и Е.П. Смолоногова, прочитанным на первом совещании по кедру в 1959 г. Рассматривая возрастное строение кедровых лесов, ученые пришли к выводу, что стадию молодняка кедр обычно проводит под пологом лиственных пород, а разновозрастная структура насаждений формируется благодаря последующему возобновлению кедра под пологом леса через 40-летние периоды (Бех, Данченко, 2012).

Т.А. Замараевой были выявлены стадии и их продолжительность сукцессионных серий, которые показали, что в условиях лесотундры Западной Сибири послепожарное восстановление лиственничного леса происходит через смену пород (Замараева, 2011).

Изучая многообразие и сложность организационной структуры темнохвойно-кедровых лесов, Е.П. Смолоногов пришел к выводу о необходимости создания региональных типологических классификаций, определил тип динамики древостоя как важный диагностический признак типа леса и указал, что использование данного понятия упрощает и повышает точность обработки материалов пробных площадей (Смолоногов, 2004).

В.Н. Седых и Е.П. Смолоногов на основе анализа восстановительно-возрастной динамики смешанных темнохвойно-кедровых насаждений разработали предложения по таксации и организации рубок промежуточного пользования (Седых, 2011).

Закономерности послепожарной восстановительно-возрастной динамики кедровых лесов достаточно полно изучены лабораторией лесоведения Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР (Бех, Данченко, 2012).

Исследования показали, что большинство кедровых насаждений Западно-Сибирской равнины, в частности, тайги ХМАО и других районов обширного ареала кедра сибирского, имеют послепожарное происхождение и находятся на различных этапах послепожарной динамики.

В работах Б.Е. Чижова (Чижов, Санникова, 1978; Чижов и др., 1998; Чижов и др., 2006) для территории ХМАО-Югры показано, что на хорошо дренированных и достаточно минерализованных песчаных и супесчаных почвах сосняки восстанавливаются без смены пород. По мере повышения влажности на суглинистых почвах в составе подроста сосны появляется в большом количестве подрост березы и осины. Кроме того, в работах Б.Л. Чижова показано, что по мере продвижения от северной тайги к южной в составе молодых сосняков наблюдается увеличение примеси мелколиственных пород (Чижов, Санникова, 1978; Чижов и др., 2006).

Наиболее успешно возобновление леса происходит в кедровниках, где естественное возобновление хвойных удовлетворительно лишь в зеленомошной группе типов леса. В сосняках успешное возобновление древесных пород можно увидеть в оптимальных условиях увлажнения (Чижов, Санникова, 1978).

Хотелось бы отметить работы Н.А. Ивановой, в которых отражена динамика изменения видового состава на разных стадиях пирогенного восстановления на примере средней тайги Западной Сибири. Ее исследования показали, что на начальных стадиях после пожара хорошо идет восстановление травянистых сообществ, после чего уже на последних стадиях видовое богатство травяных

сообществ падает, а участие мхов и лишайников увеличивается (Иванова, Голубцова, 2016).

Подводя итог материалам главы, отметим, что изучением горимости лесных экосистем и причин возникновения лесных пожаров в нашей стране занимались многие ученые. Ими были изучены факторы, способствующие или препятствующие возгоранию лесов, процессы восстановления сосновых, кедровых, лиственничных, хвойно-широколиственных лесов. Много работ посвящено территории Западной Сибири, где объектами исследования были в основном среднетаежные леса ХМАО-Югры, Томской области. Кроме этого следует отметить, что в настоящее время активно используются методы дистанционного зондирования, которые нашли широкое применение за рубежом, в целом в России, но для территории именно Западной Сибири они мало применялись. Следовательно, необходимо использовать и применять их на практике для изучения, оценки гарей и степени повреждения растительного покрова.

Таким образом, проведенный обзор литературы по теме работы свидетельствует о достаточной информативности имеющихся работ по Российской Федерации в целом, но недостаточной по району исследования.

ГЛАВА 2. ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Глава посвящена существующим подходам и методам, применяемым для исследования природной пожарной опасности, в частности рассматриваются ландшафтный подход, полевые, дендрохронологические, картографические и статистические методы.

2.1. Ландшафтный подход к изучению природных систем

Для оценки природной пожарной опасности (ППО) в разных странах разработаны национальные методики оценки и прогнозирования ППО: в России – комплексный показатель пожарной опасности В.Г. Нестерова, в США – национальная рейтинговая система пожарной опасности, в Канаде – рейтинговая система лесной пожарной опасности, в Австралии – индекс лесной пожарной опасности. Они являются наиболее сложившимися и успешными с точки зрения широкого и официального использования для прогнозирования природных пожаров во многих странах мира. В основе всех существующих методик оценки ППО лежит оценка опасности по условиям погоды – как одного из главных факторов, но преуменьшается значимость других, не менее важных факторов: растительности, почв, рельефа.

Недостатки национальных методов могут быть компенсированы путем расширения перечня факторов, и здесь большие возможности для мониторинга, прогнозирования и решения вопросов в области охраны лесов от пожаров открывают методы ландшафтоведения, ландшафтной экологии, которые базируются на концепции тесной взаимосвязи и взаимозависимости всех природных компонентов ландшафта (Михеев, 1987; Михеев, Козин и др., 1996; Исаченко, 1991; Козин, 1996; Москвина, 2001, 2004; Коновалова, 2009, 2017; Вдовюк, 2008; Кузьменко, 2008, 2012; Буц, 2013; Семёнов, 2014; Кузьменко и др., 2015, 2018; Хорошев, 2012, 2021).

Ландшафтный подход основан на понимании закономерной организации территории как обособленного ландшафтного пространства, которое состоит из территориальных единиц разного уровня и динамического состояния, природные компоненты которых тесно взаимосвязаны, находятся в системной связи друг с другом и представляют собой единое целое (Сочава, 1978; Фролов, Быстрова, 2003).

Преимущества данного подхода заключаются, во-первых, в комплексности, поскольку он основан на поликомпонентности ландшафтов (учет геолого-геоморфологических, гидролого-климатических, почвенных и растительных особенностей территории); во-вторых, в возможности иерархического обобщения, упорядочивания и типизации объектов природы в виде совокупности урочищ (Черных, 2012).

В ландшафтном отношении территория заповедника расположена в пределах северо-западной части Обь-Иртышской физико-географической области, Кондо-Сосьвинской среднетаежной провинции (Гаврилов, 1990). Каждому геоморфологическому уровню соответствует тип местности и соответствующие ему группы урочищ (полная характеристика урочищ представлена в приложении Г).

Основной единицей картографирования и характеристикой ландшафтной структуры является урочище. Ввиду того, что распространение пожара по территории охватывает все компоненты ландшафта, использование урочища как исходной единицы при оценке пожароопасности территории позволит комплексно оценить взаимосвязи между природными компонентами и их пирологическими характеристиками, определяющими условия возгорания таежных ландшафтов. Это подразумевает, что исследованы нами будут не отдельные компоненты, а ландшафты в целом (рисунок 1).

В этом случае основой для пирологической оценки природных условий служит ландшафтная карта с соответствующей характеристикой ландшафтов, выступающая моделью, отражающей существующую территорию с ее региональными отличиями (Зубарева, Фетисов, 2012).

Факторы, которые рассматриваются в работе через основные компоненты ландшафта, связаны между собой и не могут рассматриваться по отдельности. Например, риск возгорания лесных горючих материалов обусловлен их влагосодержанием, это в свою очередь определяется погодными условиями и влагосодержанием в почве.

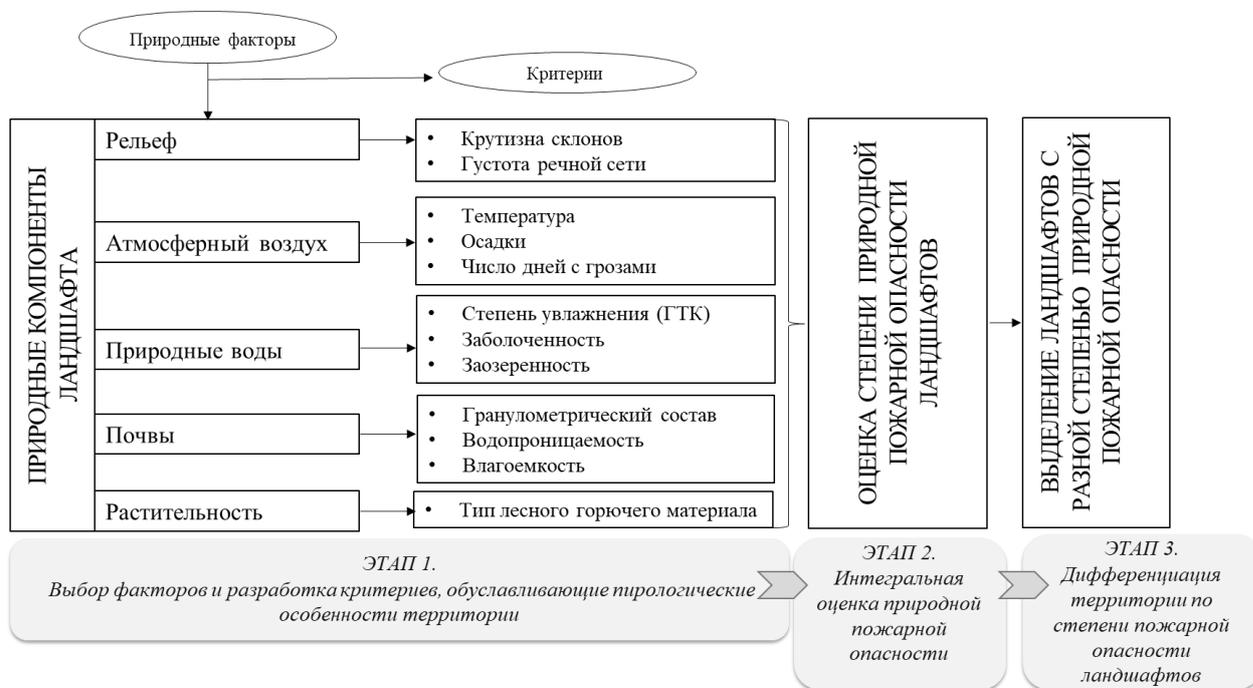


Рис.1. Структура оценки ППО ландшафтов (выполнена автором)

Разработанная структура оценки ППО (рисунок 1) отражает процессы внутри ландшафта, в рамках которых развивается пожарная опасность, а его компоненты выступают в виде факторов. Исследование факторов ППО является ключевой задачей при оценке пирогенной опасности.

В рамках исследования были выделены следующие этапы оценки ППО:

Этап 1. Выбор факторов и разработка критериев, обуславливающих пирологические особенности территории заповедника.

Этап 2. Интегральная оценка природной пожарной опасности.

Этап 3. Дифференциация территории по степени пожарной опасности ландшафтов.

Исходными материалами для диссертационной работы послужила карта выгоревших участков (составлена автором), ландшафтная (Научный отчет..., 2018), масштаб 1:50 000 и почвенная (Ковалевская, Махатков, 1983), масштаб 1:25 000

карты, которые находятся в фондах заповедника, а также данные о количестве и локализации лесных пожаров, полученные по мультиспектральным разновременным снимкам серии Landsat с пространственным расширением 30 и 60 м (за летний период с 1988 по 2019 г.). В работе был изучен широкий временной спектр снимков, а именно за 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 гг., методом наложения одного снимка на другой была определена давность пожаров. Снимки скачивались с сайта Геологической службы США (USGS). Помимо вышеперечисленных источников данных о локализации очагов возгорания, в работе были использованы данные лесоустройства, архивные материалы заповедника – летописи природы, сведения Ханты-Мансийской базы авиационной и наземной охраны лесов. Нанесенные на карту очаги пожаров позволили провести пространственный анализ связи между горимостью (общее количество пожаров на территории, возникающие за определенное время) и природными условиями, влияющими на природную пожарную опасность (ППО) заповедника.

ППО компонентов ландшафта заповедника была оценена по следующим критериям:

1. Густота расчленения рельефа, густота речной сети и крутизна склонов.
2. Количество атмосферных осадков, средняя температура воздуха, число дней с грозами и ГТК (гидротермический коэффициент) пожароопасного периода.
3. Заболоченность и заозеренность.
4. Водно-физические свойства почв, а именно влажность и гранулометрический состав. Анализ влажности включал в себя такие показатели, как водопроницаемость (способность пропускать через себя воду) и влагоемкость (способность почв удерживать в себе некое количество воды).
5. Наличие лесных горючих материалов (ЛГМ).

В результате анализа ППО, на основе балльной оценки компонентов ландшафта, были выделены районы с высокой (3 балла), средней (2 балла) и низкой (1 балл) ППО (см. таблицы 1–6).

Таблица 1

Балльная оценка геоморфологических условий ландшафтов

КППО	Баллы	Густота расчленения рельефа, км/км ²	Густота речной сети, км/км ²	Крутизна склонов, °
1 (высокий)	3	2,4–1,8 (среднее)	до 0,2	5–9 покато- крутые
2 (средний)	2	1,8–1,2 (значительное)	0,21–0,30	2–5 покатые склоны
3 (низкий)	1	1,2–0,6 (сильное)	0,31–0,40	Менее 2

Таблица 2

Балльная оценка погодных условий ландшафтов

КППО	Баллы	Температура, °С	Осадки, мм	Грозы, дни	ГТК
1 (высокий)	3	14,5–14,8	450–550	21– более	0–0,5
2 (средний)	2	13,8–14,4	551–650	16–20	0,6–1,0
3 (низкий)	1	13,0–13,7	651–750	15– менее	1,1– более

Таблица 3

Балльная оценка гидрологических условий ландшафтов

КППО	Баллы	Заозеренность, %	Заболоченность, %
1 (высокий)	3	0,8	Менее 5
2 (средний)	2	0,8	5–10
3 (низкий)	1	0,8	Более 10

Таблица 4

Балльная оценка ЛГМ

КППО	Баллы	Наличие ЛГМ
1 (высокий)	3	Проводники горения
2 (средний)	2	Поддерживающие горение
3 (низкий)	1	Задерживающие горение

Таблица 5

Балльная шкала влагопропускной способности почв

КППО	Баллы	Влагопропускная способность почв	
		Влагоемкость	Водопроницаемость
1 (высокий)	3	Труднопроницаемые, проницаемые	Влагоемкие, невлагоемкие
2 (средняя)	2	Полупроницаемые	Невлагоемкие
3 (низкий)	1	Проницаемые	Невлагоемкие

Путем суммирования баллов были вычислены интегральные показатели природной пожароопасности, так, высокий класс ППО оценивался в 15 баллов, средний – в 10 баллов и низкий – в 5 баллов (таблица 6).

Таблица 6

Балльная оценка пожароопасности ландшафтов

КППО	Оценка природной пожароопасности, в баллах
1 (высокий)	15
2 (средний)	10
3 (низкий)	5

Кроме того, при проведении исследований использовались представленные далее по тексту работы методы, широко применяемые в математике, географии, биологии, лесной таксации и в других смежных с ними науках.

2.2. Методы оценки природной пожарной опасности

Для оценки природной пожарной опасности в разных странах разработаны индексы лесной пожарной опасности (Волокитина, Софронова, Корец, 2010) и существуют специальные методы ее оценки, например:

- в России – комплексный показатель пожарной опасности В.Г. Нестерова;
- в США – национальная рейтинговая система пожарной опасности;
- в Канаде – рейтинговая система лесной пожарной опасности;
- в Австралии – индекс лесной пожарной опасности.

В России ГОСТ Р 22.1.09-99 «Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования» устанавливает использование комплексного показателя пожарной опасности В.Г. Нестерова, предложенного им в 1949 г.

Шкалы по методике Н.П. Курбатского строятся на основе соотношения между ежедневной величиной метеорологического показателя В.Г. Нестерова и ежедневным количеством возникающих пожаров (таблица 7). Это соотношение закономерно изменяется в каждом районе в течение пожароопасного сезона (Волокитина и др., 2017).

Таблица 7

Общероссийская шкала пожарной опасности по условиям погоды

КПО	Класс пожарной опасности по условиям погоды	Степень пожарной опасности
До 300	I	–
От 301 до 1000	II	Малая
От 1001 до 4000	III	Средняя
От 4001 до 10 000	IV	Высокая
Более 10 000	V	Чрезвычайная

В США в 1972 г. была разработана методика определения пожарной опасности на разных лесных территориях (National Fire Danger Rating System – NFDRS). Структура американской системы представляет собой абстрактную модель влияния различных факторов и условий на процесс возникновения и

распространения пожаров. Система выдает четыре индекса: индекс возникновения пожара по вине человека (Man-caused fire occurrence index – MCOI), индекс возникновения пожара в результате грозовой активности (Lightning-caused fire occurrence index – LOI), индекс горения (Burning index – BI) и индекс пожарной нагрузки (Fire load index – FLI). Индексы MCOI и LOI определяются с учетом компонента воспламенения (Ignition component – IC) и позволяют оценить ожидаемое число лесных пожаров. Все лесные горючие материалы разделены на типичные модели. В системе вводится ряд пирологических характеристик лесных горючих материалов, которые позволяют косвенно учитывать процесс зажигания. Итоговая оценка пожарной опасности (FLI) определяется в зависимости от значений индексов MCOI, LOI и BI по 100-балльной шкале (Барановский, 2007).

Основой расчетов рейтинговой системы лесной пожарной опасности Канады служит расчет влагосодержания лесных горючих материалов, зависящий от метеорологических условий.

В Австралии для прогнозирования пожарной опасности используют индекс лесной пожарной опасности Макартура, который показывает влияние относительной влажности, максимальной температуры воздуха, усредненное значение скорости ветра в течение дня, а также показателя влажности лесных горючих материалов (Губенко, Рубинштейн, 2012).

2.3. Методы геоботанических описаний

Современное состояние лесных ландшафтов заповедника обусловлено главным образом периодическим воздействием пирогенного фактора. В данных условиях преобладающим вектором трансформации таежных ландшафтов территории является замещение темнохвойной тайги светлохвойной. В связи с этим важно применять методы геоботанических исследований для изучения начальных стадий восстановления растительности после пожаров.

Все геоботанические исследования можно разделить на два этапа – полевой, на котором производится сбор данных и информации, и камеральный, на котором обрабатываются собранные материалы. В процессе полевого этапа изучались

пожарные участки – охранная зона и ядро заповедника. Описание лесных ландшафтов начали проводить с 2016 г. в соответствии с общепринятой методикой геоботанических описаний. За этот период для оценки пожарной опасности лесов заповедника «Малая Сосьва» были заложены пробные площади. Размер пробной площади составляет 0,04 га (20×20 м). В методике геоботанических исследований были использованы стандартные оценочные шкалы: обилие оценивалось по шкалам Друде и Браун-Бланке, жизненность оценивались по методу Браун-Бланке.

Площадки включали те территории, которые были нарушены пожаром. Все материалы оформлялись в виде паспорта пробной площади. Описания пирогенных фитоценозов включали особенности: географического положения пробной площади, положение в рельефе, микрорельефа, почвы. Кроме этого, фиксировалось состояние древесного яруса (сомкнутость, порода, количество деревьев, диаметр стволов, высота), подлеска и возобновление древостоя, проводилось описание травяно-кустарничкового яруса (названия растений и их групп, обилие, проективное покрытие). Затем производилось описание мохово-лишайникового яруса.

2.4. Методы дистанционного зондирования Земли

Проследить динамику лесных пожаров и смену растительного покрова возможно при использовании методов дистанционного зондирования. Основой таких исследований для определения участков гарей являются мультиспектральные снимки Landsat, которые подгружаются при помощи программы QGIS, с сайта USGS «Earth explorer» (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Изучение пирогенных экосистем было рассмотрено на примере разновременных мультиспектральных спутниковых снимков Landsat-5, -8, с пространственным расширением 30 и 60 м (за летний период с 1988 по 2020 г.). В работе был изучен длинный временной ряд снимков, а именно 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг. с целью более точного определения давности пожаров. Методом наложения одного снимка на другой была определена давность пожаров.

Система Landsat представляет собой оптико-механический сканер с качающимся зеркалом, в котором каждый из шести детекторов регистрирует одну строку снимка независимо от других. Для определения горевших территорий необходимо скачать снимки исследуемого участка. Эти снимки за летние месяцы были получены с сайта геологической службы США (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), см. рисунки 2, 3.

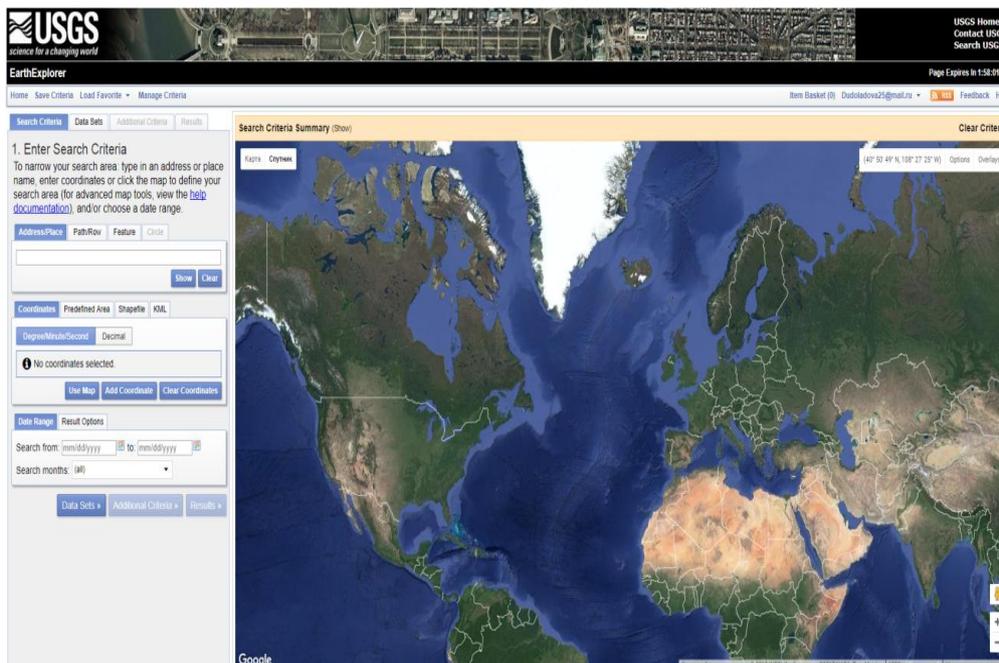


Рис.2. Окно сайта USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)



Рис.3. Территория, на которую были получены снимки (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Первоначально для снимков Landsat была произведена комбинация каналов для выявления горевших участков: для Landsat-5 – комбинация каналов 7-4-2, для Landsat-8 – каналы 7-5-3.

Для выявления выгоревших участков лесов проводятся следующие действия: 1) калибровка снимков; 2) атмосферная коррекция, которая проводилась на калиброванном снимке.

Участки, которые подвергались пожарам в определенные годы, на снимках хорошо прослеживаются, они резко отличаются от сопряженных территорий, в частности, от здоровой растительности. Здоровая растительность выглядит ярко-зеленой, сгоревшие территории будут выглядеть яркими оттенками (красный, фиолетовый) (рисунки 4, 5).

Кроме этого, в работе была использована другая система дистанционного мониторинга пожаров – «The Fire Information for Resource Management System (FIRMS)», с целью точного определения выгоревших участков. Эта система позволяет получать оперативную информацию о местоположении (<http://gis-lab.info/qa/firms.html>).



Рис.4. Визуализированный снимок Landsat-5 1998 г. в каналах 7-4-2 юго-восточной части территории заповедника (выполнен автором по данным геологической службы США USGS)

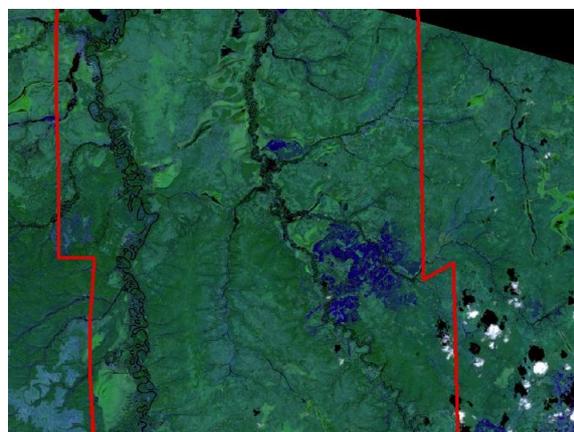


Рис.5. Визуализированный снимок Landsat-5 2006 г. в каналах 7-4-2 центральной части территории заповедника (выполнен автором по данным геологической службы США USGS)

Мировой Атлас пожаров (World Fire Atlas) – один из источников глобальных данных о температурных аномалиях, с большой долей вероятности указывающих на идущие пожары. Данные доступны с июня 1995 г. по сегодняшний день (<http://gis-lab.info/qa/firms.html>).

Для точного получения давности пожаров в работе были использованы и наложены друг на друга снимки и «горячие точки». Примеры на рисунках 6–8 иллюстрируют правильность определения участков гарей. Гарь следует искать там, где зафиксировано большое скопление тепловых аномалий (горячих точек) в формате шейп-файла по данным FIRMS.

На снимке, скачанном 07.07.2007 с сайта геологической службы США, не отражены участки гарей, хотя пожары на территории заповедника, по данным FIRMS, были отмечены тоже 07.07.2007. Для того чтобы избежать ошибок и неточности, были подружены другие снимки, на неделю позже после регистрации пожара (от 14.07.2007).

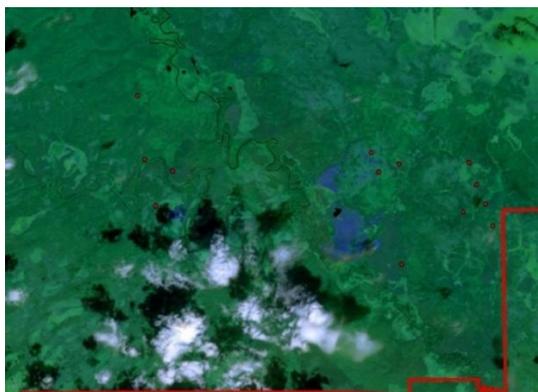


Рис.6. участки гарей по снимку Landsat-

8

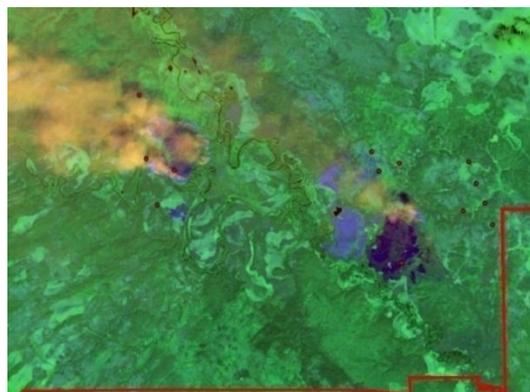
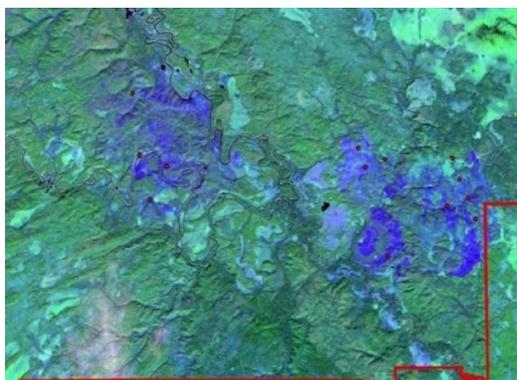


Рис.7. участки гарей по снимку

Landsat-8 на 07.07.2007



Условные обозначения

- Граница заповедника
- Горящие точки на 07.07.2007 по данным FIRMS

Рис.8. участки гарей по снимку Landsat

Скачанный снимок 2009 г. и наложенные на него точки пожаров иллюстрируют то, что это гари не 2009, а 2007 г. (рисунок 8). С целью анализа количества возгораний и площади гарей в разные годы в работе были использованы математические методы. Всего в работе проанализировано 102 космических снимка, отобранных за пожароопасные периоды.

2.5. Дендрохронологические методы

Применение дендрохронологических методов по методике Д.В. Тишина (2015) позволило с высокой точностью определить год пожара по керну (рисунок 9). Для проведения древесно-кольцевого анализа была использована сосна обыкновенная. Именно хвойные породы, распространенные в условиях умеренного и холодного климата, по мнению Е.А. Ваганова (2008), хорошо реагируют на изменение внешних условий.

Образцы были взяты из различных по возрасту деревьев, что при анализе помогло сделать датировку колец более точной (Ваганов и др., 2008; Николаев, 2012).



Рис.9. – Отбор кернов деревьев (фото: А.Е. Пигарёва)

Для измерения ширины годичных слоев был использован стереомикроскоп Stemi 2000-C, главное достоинство которого заключается в удобстве обращения. Образец древесины необходимо расположить на предметном столике микроскопа и производить отсчет количества колец и их ширины через окуляр. Stemi 2000-C обеспечивает четкое и контрастное трехмерное изображение всего объекта или его

отдельных деталей. Помимо этого, микроскоп оснащен фотокамерой, с помощью которой можно сделать высококачественные снимки образца.

По данным дендрохронологического анализа установлен средний возраст сосны обыкновенной (составил 130–170 лет) на пробных площадках, уточнена датировка лесных пожаров.

2.6. Статистические методы

Статистические методы были использованы в части расчета множественного коэффициента регрессии. В отличие от парных коэффициентов корреляции, множественный регрессионный анализ позволил учесть взаимосвязь всех природных компонентов. Коэффициент равен 0,7, что доказывает эффективность применения ландшафтного подхода. Кроме этого, была рассчитана теснота связи по методике (Ипатов, Кирикова, 1999).

С целью выявления зависимости количества возгораний от гидротермальных условий в Excel были построены корреляционные графики по температурному режиму, количеству осадков, числу дней с грозой, гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова.

Для определения значимости фактора в работе использовались инструменты регрессионного (MULTIPLE REGRESSION) и дисперсионного факторного (ANOVA) анализа программного обеспечения STATISTICA (Гашев, Бетляева, 2019).

Ландшафтный подход позволяет комплексно оценить взаимодействие между природными компонентами. Использование полевых методов исследований позволяет глубже понять динамику ландшафтов, выявить закономерности и взаимосвязи между компонентами природной среды. Картографические методы и данные дистанционного зондирования Земли становятся важными инструментами для визуализации и анализа пространственных данных, что в значительной степени улучшает понимание структуры ландшафтов. Статистические методы необходимы для обработки собранных данных, выявления закономерностей, что позволяет делать обоснованные выводы. Синергия этих методов создает мощный инструмент

для комплексного изучения ландшафтов. Таким образом, комплексный подход, сочетающий ландшафтный анализ, полевые исследования и статистические методы, обеспечивает наиболее эффективные результаты в изучении ландшафтных пожаров.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА

Данная глава посвящена оценке природной пожарной опасности таежных ландшафтов, в основу которой заложены пирологические особенности ландшафтов территории заповедника. К учитываемым особенностям отнесем: геоморфологические и погодные условия, гидрологические и почвенные особенности, а также наличие лесных горючих материалов.

Природная пожарная опасность – пожарная опасность территории, обусловленная ее особенностями и относящаяся к многолетнему периоду при предположении неизменного наличия источников огня, которые могут стать причиной пожара (Залесов и др., 2013).

Пожарная опасность, по определению Н.П. Курбатского (1972), – это «угроза возникновения пожара». Она выражается «вероятностью возникновения пожара на охраняемой территории» (Буряк и др., 2019).

Необходимо сказать, что отечественными учеными, в частности И.С. Мелеховым, были обозначены прямые факторы горимости лесов, к числу которых Иван Степанович отнес благоприятные погодные условия и наличие лесных горючих материалов (Буряк и др., 2019). Следует отметить, что если изучению подлежит горная территория, то к вышеперечисленному числу прямых факторов добавляют рельеф местности, выраженный через уклон и крутизну склонов. Второстепенными выступают почвенные и гидрологические особенности территории. Но нельзя не учитывать их, так как гидрологическая сеть выступает барьером для прохождения огня, а рельеф определяет скорость распространения.

Заповедник «Малая Сосьва» расположен в Северном Зауралье на территориях Советского и Березовского районов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (<http://m-sosva.ru>). Большая часть заповедника (около 80%) находится на территории Советского района (рисунок 10). Протяженность территории заповедника «Малая Сосьва» с юга на север составляет около 85 км, с запада на восток в средней части – 23 км, а в наиболее широкой южной части –

около 50 км. Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» создан 17 февраля 1976 г. Общая площадь его составляет 225,6 тыс. га. В заповеднике выделяется охранная зона площадью 160 тыс. га (<http://m-sosva.ru>).

Исследования проведены на территории ФГБУ «Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского» ХМАО-Югры в пределах подзоны средней тайги Западной Сибири. ХМАО-Югра характеризуется как один из самых горимых субъектов Российской Федерации (РФ) и, по данным Федерального бюджетного учреждения «Российский центр защиты леса», занимает лидирующие позиции по количеству природных возгораний. На территории заповедника главным фактором, влияющим на сокращение площадей таежных ландшафтов, по данным Всемирного фонда дикой природы, являются пожары природного характера. Природная пожарная опасность обусловлена в первую очередь погодными условиями (Пигарёва, 2019), наличием лесных горючих материалов, пирологическими свойствами почв и почвообразующих пород (Пигарёва, 2023).

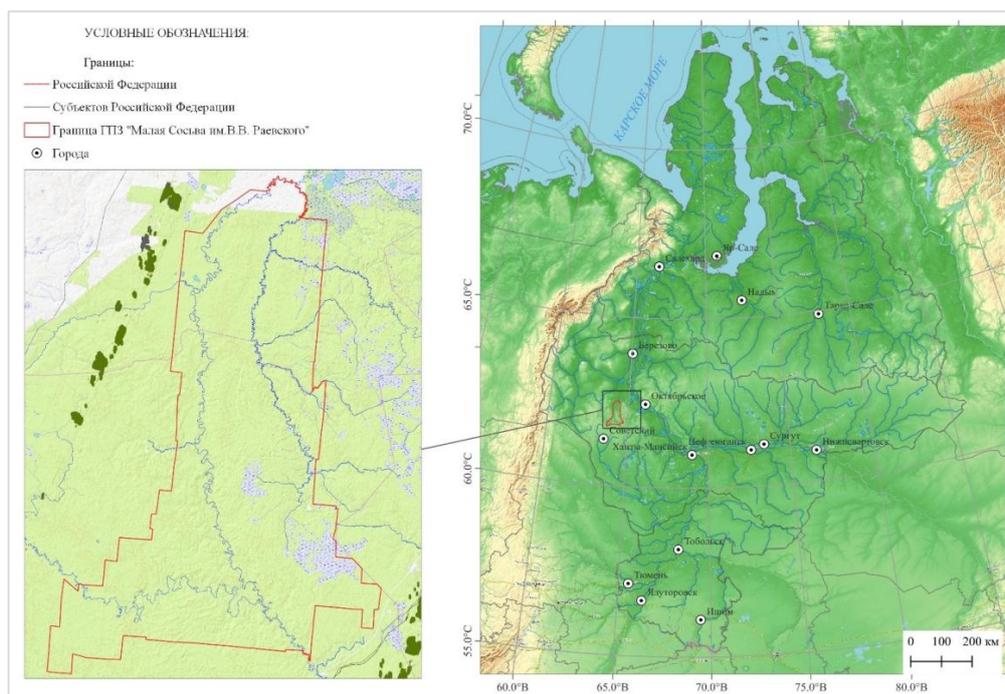


Рис.10. Обзорная карта заповедника (выполнена автором)

На рисунке 11 продемонстрирована карта выгоревших участков с 1989 по 2023 г.

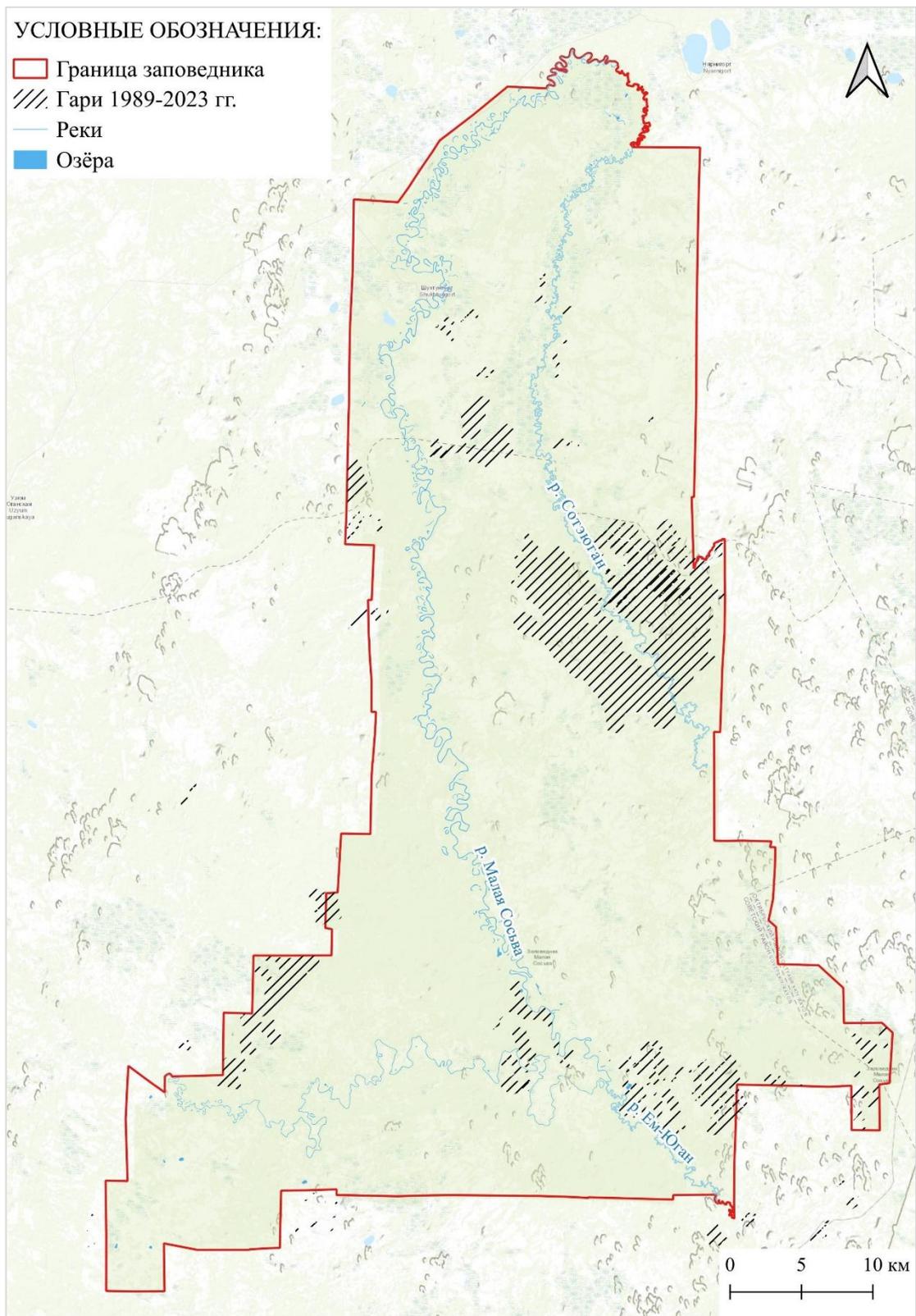


Рис.11. Карта выгоревших участков на территории заповедника (выполнена автором)

В результате регрессионного и дисперсионного анализа для всего ряда данных о параметрах лесных пожаров обнаружена связь площади гарей в

ландшафте с пирологическими свойствами компонентов. Она является значительной $R^2 = 0,7$ и статистически значимой (F-критерий Фишера 1,3; $p = 0,3$).

Судя по величине множественного коэффициента корреляции $R^2 = 0,7$, можно сказать, что ландшафтные особенности вносят ощутимый вклад в ППО территории заповедника. На основании анализа было построено уравнение (1), в котором показан вклад каждого компонента:

$$Y = -0,1489 + 0,0004 \times X_1 - 0,0505 \times X_2 + 0,7583 \times X_3 + 0,0749 \times X_4 + 0,1397 \times X_5 - 0,9849 \times X_6 + 0,0979 \times X_7 - 0,3099 \times X_8 + 0,0674 \times X_9 \quad (1)$$

Более представительной ($R = 0,7$) оказалась корреляционная связь средней температуры пожароопасного периода и площади гарей в ландшафте.

3.1. Погодные условия как фактор пожароопасности

Заповедник расположен в лесной (бореальные леса, тайга) зоне Западно-Сибирской низменной равнины. Для территории характерна умеренно суровая, облачная и многоснежная зима, которая после короткой весны сменяется сравнительно теплым и влажным летом.

Климат в пределах заповедника «Малая Сосьва» характеризуется наименьшей континентальностью по отношению ко всей Западной Сибири, что обусловлено его расположением на северо-западе равнины, где еще отмечается влияние атлантических воздушных масс.

Суммарная солнечная радиация составляет около 80 ккал/см² (3350 МДж/м²), на долю поглощенной приходится около 45%. Наибольшее количество радиации приходится на июнь и июль. Уровень поглощенной радиации сильно изменяется в переходные сезоны года (Атлас Тюменской области, 1971; Бакулин, Козин, 1996).

Согласно Приказу Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды», одним из важнейших факторов, определяющих риск возникновения лесных пожаров, являются погодные условия.

Для определения связи между возникновением лесных пожаров и погодными условиями в представляемой работе учитывались следующие метеорологические показатели:

1. Средние температуры весенних (май) и летних (июнь–август) месяцев в период 1988–2020 гг. (данные летописи природы, материалы Росгидромета).
2. Годовая сумма осадков в период 1988–2020 гг. (данные летописи природы).
3. ГТК в период 1988–2020 гг. (данные летописи природы, материалы Росгидромета).
4. Число дней с грозами 1988–2020 гг. (данные летописи природы, материалы Росгидромета).

Большое влияние на распространение пожара оказывают погодные условия. В частности, дождь и относительно высокая влажность могут прекратить распространение лесного пожара, а сильный ветер способствует распространению пожара на большие площади (Kuznetsova et al., 2024). В тихую погоду при достаточно низких температурах стабилизируется горение лесных экосистем. Самой благоприятной для распространения лесного пожара является сухая, солнечная и ветреная погода (Шерстюков, 2007).

Одним из основных природных причин возникновения лесных пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» являются погодные условия (Пигарёва, 2019). В результате установления длительных жарких дней с сухой грозой и без осадков создаются угрозы для возникновения лесных пожаров.

Наиболее опасными для лесных ландшафтов Западной Сибири, в частности, для территории заповедника, являются сухие грозы. Важно изучить, насколько связаны очаги возгорания лесов на территории заповедника с местными погодными условиями. В свою очередь, погодные условия определяют пожарное созревание лесных горючих материалов.

По данным Летописи природы заповедника «Малая Сосьва» были составлены таблицы и графики хода основных метеопоказателей, необходимые для дальнейшего анализа лесных пожаров (приложения А, Б). Рисунок 12 иллюстрирует ход температур.

Наиболее высокие среднемесячные температуры летне-весеннего периода, свыше 14°C, были зафиксированы в 1989, 1991, 2000, 2003, 2005, 2009, 2012 гг. Наиболее же низкие средние температуры отмечаются в 1997, 1999, 2002 гг.

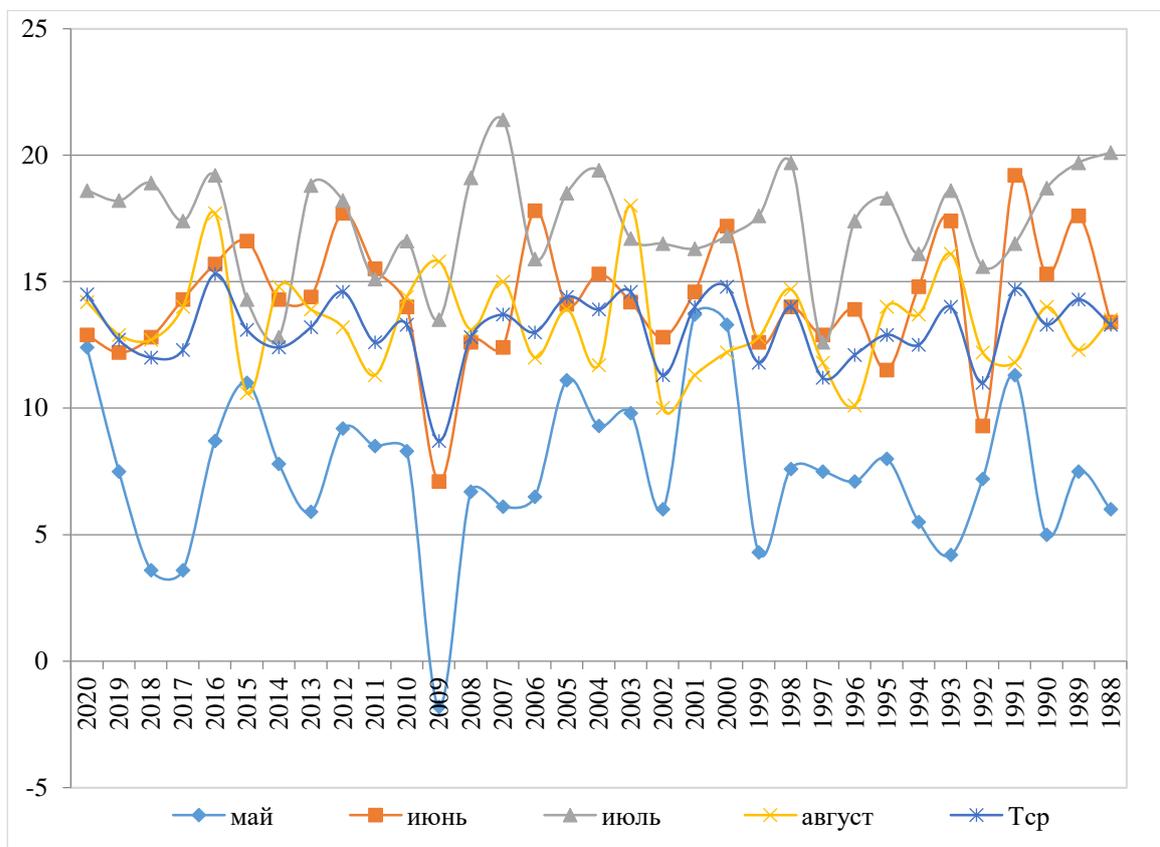


Рис.12. Изменение температуры воздуха пожароопасного периода по годам в заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен по данным Летописи природы, Росгидромета)

С целью определения влияния климатических условий на возникновение пожаров в пределах заповедника «Малая Сосьва» были сопоставлены количество пожаров по журналу учета лесных пожаров с температурным режимом.

На рисунке 13 видно три выраженных пика пожаров на территории заповедника в период 1989–2013 гг., это 1991 г. – 39, 2007 г. – 40, 2012 г. – 32. Рисунок 13 иллюстрирует следующее: температурным пикам 1991, 2000, 2012 гг. соответствуют пики пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва». Из графиков видно, что зависимость между температурой воздуха и количеством пожаров на территории заповедника прямая.

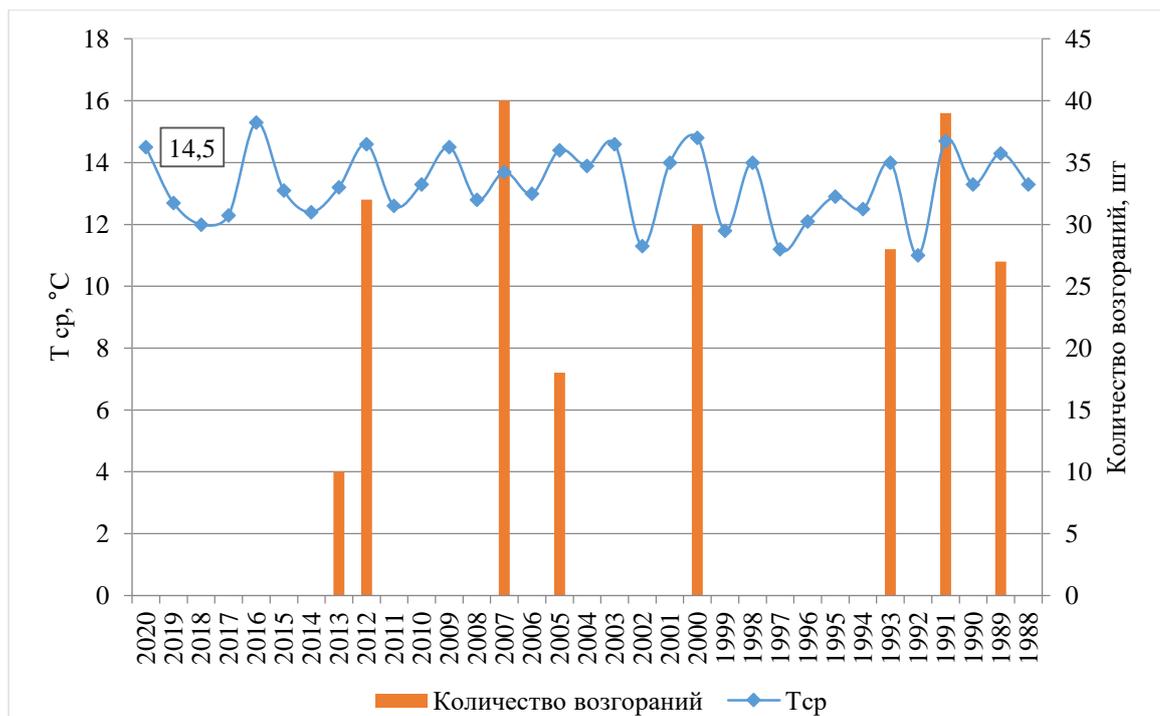


Рис.13. Динамика количества лесных пожаров и средней температуры пожароопасного периода заповедника «Малая Сосьва» (выполнен автором по данным Летописи природы, Росгидромета)

При соотношении температурных показателей и количества пожаров в период 1989–2012 гг., можно проследить следующие закономерности: в 1989 г. средняя температура воздуха составила 14,3 °С, а количество пожаров – 27. В 1991 г. наблюдается повышение температуры воздуха на 0,4 °С (до 14,7 °С), при этом количество пожаров увеличивается и составляет 39; по рисунку 13 видно, что в 1993 г. температура воздуха становится ниже на 0,7 °С по сравнению с предыдущим годом и составляет 14 °С, уменьшается и количество возгораний до 28, что значительно меньше по сравнению с 1991 г.

Аналогичную зависимость можно проследить и в последующие годы. В 2000 г. происходит увеличение средней температуры до 14,8 °С, в этот же период происходит увеличение количества возгораний до 30. В 2005 и 2012 гг., при увеличении средней температуры от 14,4 °С до 14,6 °С соответственно, происходит увеличение частоты возгораний от 18 в 2005 г., до 32 в 2012 г. Увеличение частоты возникновения пожаров в заповеднике при повышении температуры воздуха и уменьшении количества осадков в летне-весенний период прослеживается.

Исключением является 2007 г., хотя именно он был самым жарким (21,4 °С) за 1988–2015 гг., по данным летописи. Данные журнала учета лесных пожаров заповедника свидетельствуют о том, что в 2007 г. пожары были зафиксированы 7.07, 11.07, 2.08, следовательно, становится необходимым восстановить температурный ход июля и августа 2007 г. для последующего анализа. На рисунке 14 видно, что пикам пожаров, зафиксированным в 2007 г., соответствуют температурные пики июля и августа этого же года.

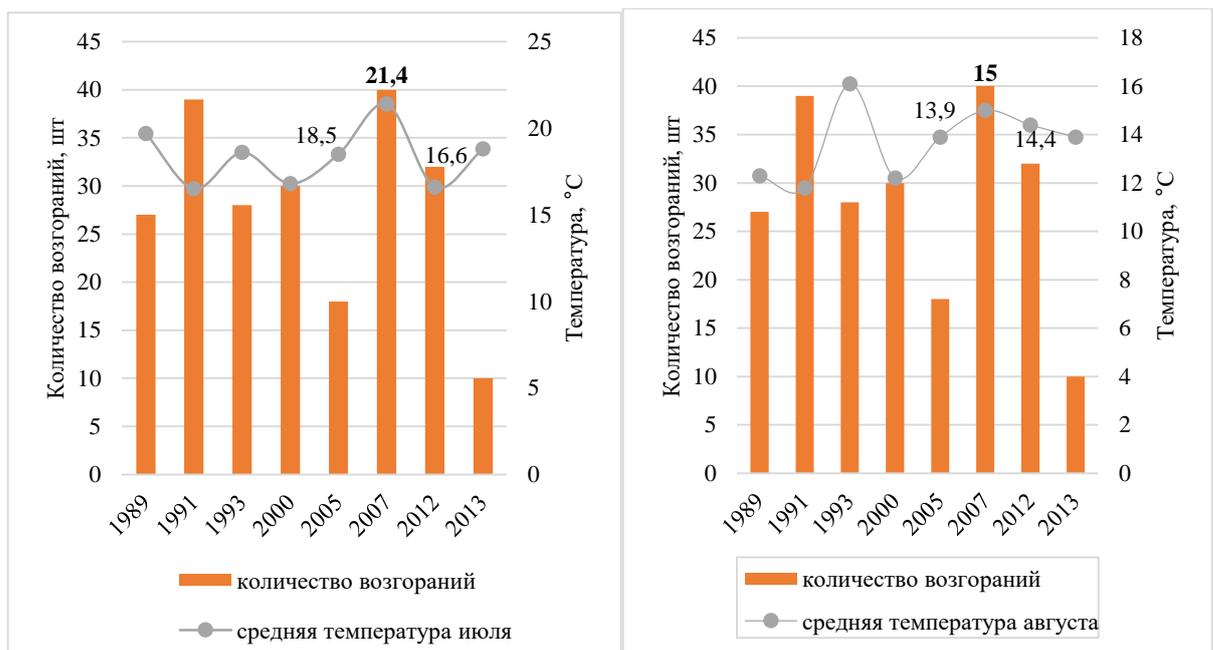


Рис.14. Динамика количества лесных пожаров и температуры июля и августа в заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен автором по данным летописи природы, Росгидромета)

График (рисунок 15), составленный по данным летописи природы заповедника «Малая Сосьва» и материалам Росгидромета, иллюстрирует ход осадков за период май–август 1988–2020 гг.

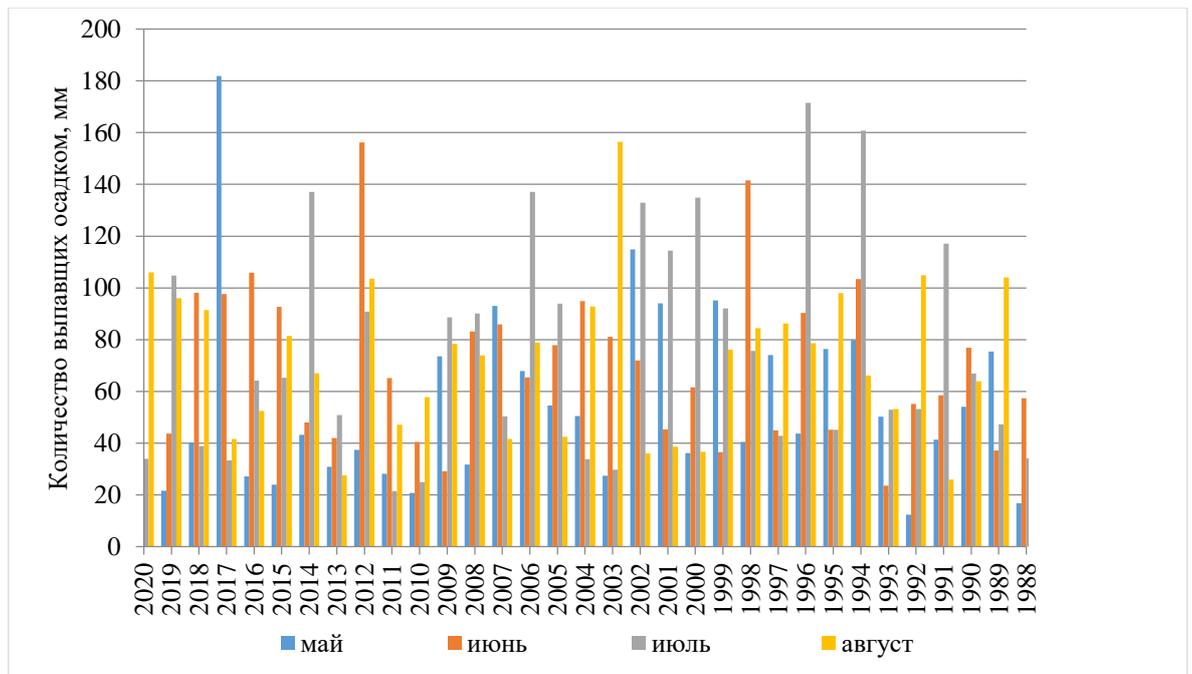


Рис.15. Изменение количества осадков пожароопасного периода по годам в заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен по данным Летописи природы, Росгидромета)

На рисунке 16 мы видим, что только в 2007 г. при относительно небольшом количестве осадков возникло самое большое количество пожаров, чего нельзя сказать о 1989, 2012 гг., где годовое количество осадков было высокое.

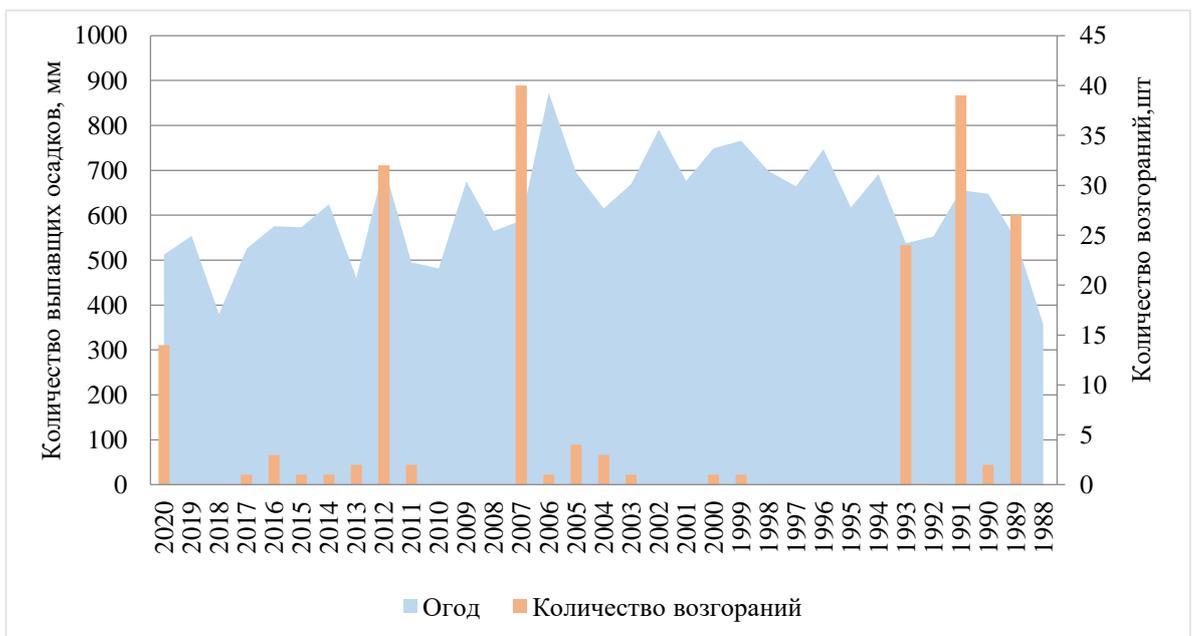


Рис.16. Изменение годового количества осадков в заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен автором по данным Летописи природы)

Однако необходимо отметить следующую закономерность в многолетнем аспекте: несмотря на то, что наибольшее число возгораний сопровождается большим количеством осадков, при этом каждый предыдущий год является менее влажным, по сравнению с последующим.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на возникновение лесных пожаров в заповеднике «Малая Сосьва» оказывают влияние климатические условия данной территории. Следует отметить, что в некоторые годы зависимость между количеством пожаров, температурой воздуха и количеством выпавших осадков наблюдается. Кроме этого, в работе был рассчитан гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (см. таблицу 8):

$$K = R \times 10 / \Sigma t, \quad (2)$$

где R – сумма осадков в мм за период с температурами выше +10 °С, Σt определяет сумму температур в °С за то же время.

Таблица 8

Расчет гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (выполнена автором по данным Летописи природы)

Год	Количество возгораний, шт	Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова
1989	27	1,07
1991	39	1,4
1993	28	0,9
2000	30	1,5
2005	18	1,3
2007	40	0,8
2012	32	1,8
2013	10	0,8

На рисунке 17 отражен коэффициент ГТК Г.Т. Селянинова, рассчитанный для 1988–2020 гг. Аналогичная ситуации с осадками наблюдается и с ГТК, только

в 2007 г. при невысоком значении ГТК наблюдается наибольшая частота возгораний.

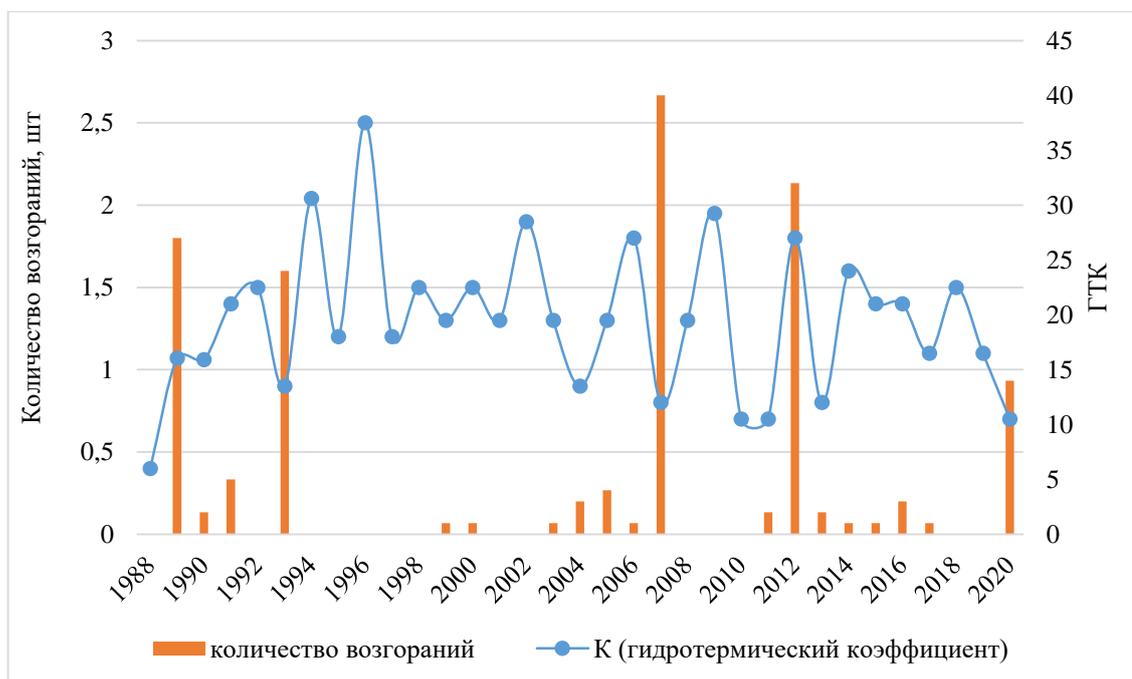


Рис.17. Динамика количества возгораний и коэффициента увлажнения (ГТК) заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен автором по данным Летописи природы, Росгидромета)

Говоря о 1991 г. как об одном из наиболее пожароопасных, следует сказать, что ГТК в этот год равен 1,4. Но, хотя год был влажным и количество возгораний было одно из наибольших, предыдущий год (1990 г.) был менее влажным и ГТК составляет 1. Аналогичная ситуация наблюдается и в 1989, 2012 гг. В целом показатели увлажнения текущего года в условиях средней тайги не обнаруживают тесной связи с количеством возгораний, но высока связь с показателями увлажнения предыдущего года.

Доля пожаров, вызванных молниями, по словам Б.Г. Шерстюкова, в общем числе пожаров увеличивается с географической широтой: на северных широтах, где плотность населения меньше, роль человеческого фактора в возникновении пожаров уменьшается, а роль естественного фактора в относительном выражении увеличивается.

Наибольшая доля пожаров, вызванных молниями, в общем числе пожаров приходится на интервал географических широт 60–65° с. ш., она составляет около

39%. В более высоких широтах она уменьшается вместе со значительным ослаблением грозовой активности. На 65–70° с. ш. доля пожаров, вызванных молниями, по отношению к общему числу пожаров составляет около 21% (Швецов, Сухинин, 2007).

Изучив грозовую активность на территории заповедника, можно проследить следующие закономерности. Наибольшее число дней с грозами (более 20) наблюдалось: в 1989 г. – 21 день, 1991 г. – 25 дней, 1993 г. – 24 дня, в 1998 г. – 22 дня, в 2001 г. – 24 дня, в 2003 г. – 21 день, в 2005 г. – 28 дней, 2009 г. – 22 дня, в 2012 г. – 27 дней (см. таблицу 9).

Таблица 9

Грозовая активность на территории заповедника в 1989–2020 гг.

Год	Число дней с грозой
1989	21
1991	25
1993	24
2000	17
2005	28
2007	16
2010	14
2012	27
2013	14

На рисунке 18 видно, что пику пожаров 1991 г. соответствует одно из наибольших число дней с грозами, как и в 2012 г. 32 возгораниям соответствует наибольшее число дней с грозами – 27.

С целью выявления тесноты связи между количеством возгораний и метеорологическими показателями, в работе был рассчитан множественный коэффициент корреляции, при помощи встроенного в Excel пакета «Анализ данных – регрессия». Корреляционный анализ выявил положительную связь (0,6) между количеством пожаров и метеорологическими показателями.

Из расчетов видно, что множественный коэффициент корреляции между количеством возгораний и метеорологическими показателями является сильным, так как множественный R составил 0,6 (см. таблицу 10).

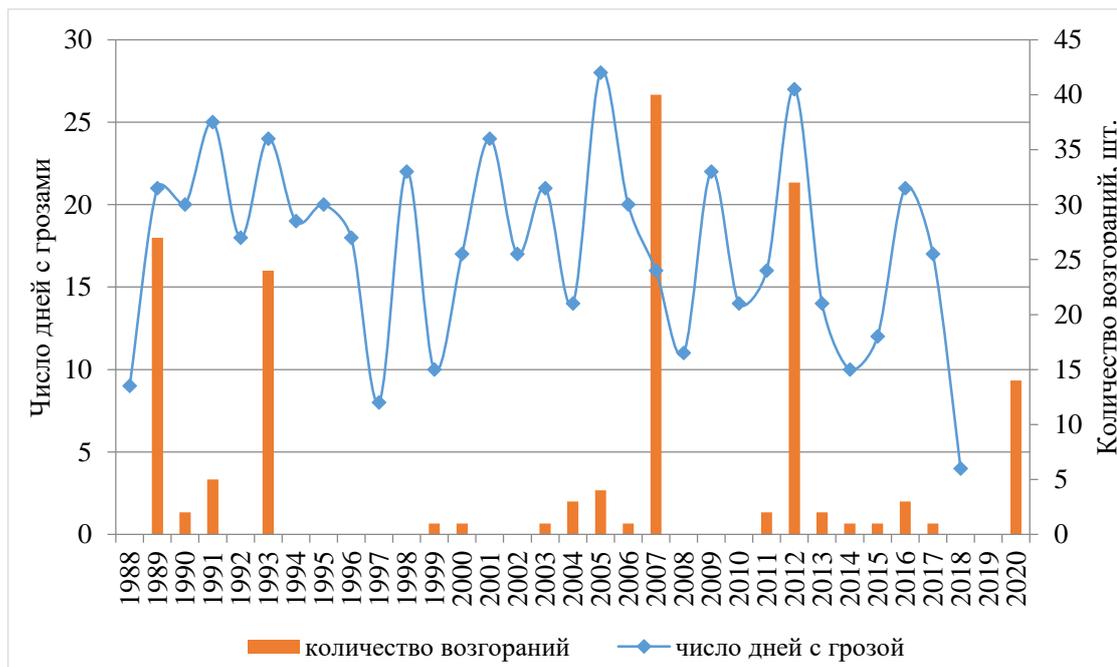


Рис.18. Динамика количества возгораний и числа дней с грозами заповеднике «Малая Сосьва» (выполнен автором по данным Летописи природы, Росгидромета)

Таблица 10

Расчет множественного коэффициента корреляции

Множественный R	0,560381
R-квадрат	0,314027
Нормированный R-квадрат	-0,6006
Стандартная ошибка	12,74154

Для оценки климатических характеристик ландшафта в исследовании были учтены (см. таблицу 11):

- значения средних многолетних показателей температуры воздуха;
- количество атмосферных осадков;
- число дней с грозами;
- ГТК Селянинова Г.Т.

Степень пожароопасности измерялась в баллах (см. таблицу 12).

Таблица 11

Данные метеорологических показателей в годы пожаров

Годы пожаров	1989	1991	1993	2000	2005	2007	2012	2013
Метеопоказатели								
Т пожароопасного периода, °С	14,3	14,7	14	14,8	14,4	13,7	14,6	13,2
Осадки, мм	546,9	655,9	537,4	748,7	695,4	588,3	709,3	460,1
Грозы, дни	21	25	24	17	28	16	27	14
ГТК	1,7	1,4	0,9	1,5	1,3	0,8	1,8	0,8

Таблица 13

Балльная оценка погодных условий

Баллы	КППО	Температура, °С	Осадки, мм	Грозы, дни	ГТК	Ландшафты
3	Высокий	14,5–14,8	450–550	21–более	0–0,5	I.32, I.39, I.41
2	Средний	13,8–14,4	551–650	16–20	0,6–1,0	I.13, II.5
1	Низкий	13,0–13,7	651–750	15–менее	1,1–более	III.1, III.2, VI.11, VII.1

Наиболее пожароопасными (3 балла) являются ландшафты с низкими показателями многолетнего количества осадков (450 мм), высокими температурными значениями в теплый период (июль) 21,7 °С и максимальным числом дней с грозами. Они включают водораздельно-склоновые поверхности, занятые верховыми болотами в сочетании с сосновыми бруснично-лишайниковыми лесами. К средней (2 балла) категории пожароопасности отнесены ландшафты склонов, занятые сосновыми с березой и елью бруснично-лишайниковыми лесами в комплексе с локальными участками гарей, возвышенных междуречий с елово-березовыми с сосной бруснично-мелкотравно-

зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей. Для данных ландшафтов характерны высокие показатели увлажнения, осадков до 650 мм, и средней температурой теплого периода 13,8–14,4 °С.

Наименее пожароопасными (1 балл) по погодным условиям являются ландшафты речных долин, занятые елово-лиственничными зеленомошными, елово-березовыми лесами: они характеризуются количеством осадков, равным 651–750 мм, и средней температурой за теплый сезон 13,0–13,7 °С. Кроме этого, следует отметить, что данные ландшафты постоянно находятся в условиях избыточного увлажнения, что препятствует возникновению возгораний.

3.2. Пожароопасность растительности (лесные горючие материалы)

Следующими по значимости факторами являются почвенно-растительные условия. Согласно лесорастительному районированию Западной Сибири, территория заповедника расположена в пределах среднетаежных кедрово-сосновых заболоченных лесов (Гаврилов, 1990).

Сравнительная приподнятость, достаточная теплообеспеченность и дренированность территории способствуют преобладанию в заповеднике древесного типа растительности. Средний возраст лесов составляет 130–180 лет (данные дендрохронологического анализа), бонитет V-Va. Лесная растительность представлена пятью формациями: кедровой, еловой, пихтовой, сосновой, березовой. Общая лесистость территории заповедника «Малая Сосьва» составляет 84%, около 14% составляют болота, преимущественно сфагновые.

Елово-кедровые кустарничково-зеленомошные леса занимают небольшую площадь (7,2%). Участки леса с преобладанием кедра сибирского (*Pinus sibirica*), приурочены к незначительным повышениям рельефа, заболоченным частям речных долин и водоразделов, где встречаются в виде островов и грив (<http://m-sosva.ru>).

Елово-кедровые зеленомошные и кедровые зеленомошные леса сохранились в юго-восточной, юго-западной и северо-восточной окраинах заповедника (Гаврилов, 1990).

Пихтовые зеленомошные леса распространены на хорошо дренируемых берегах больших рек заповедника. Площадь этих лесов невелика ввиду того, что пихта находится вблизи северного предела своего ареала.

Сосновые лишайниковые леса широко распространены на песчаных и супесчаных почвах (71%). Напочвенный покров в них сложен брусникой и лишайниками, относящимися в основном к роду кладония (*Cladonia*) и цетрария (*Cetraria*) (Растительность Западно-Сибирской равнины, 1985, <http://m-sosva.ru>). Иногда в сосняках лишайниковых произрастают лесостепные растения – послеледниковые ксеротермические реликты Северного Зауралья.

К таким уникальным участкам относится Ханетувский бор на правом берегу р. Ем-Еган вблизи оз. Хане-Тув, там растут прострел желтеющий (*Pulsatilla flavescens*), вероника колосистая (*Veronica spicata*), дендрантема Завадского (*Dendranthema zawadskii*), еремогона скальная (*Eremogone saxatilis*), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus*) и др.

Сосновые зеленомошные леса преимущественно распространены по придолинным увалам. В подлеске сосновых лесов хорошо выражены такие виды, как рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), ольховник кустарниковый (*Duschekia fruticosa*). Травяно-кустарничковый ярус в таких лесах развивается достаточно хорошо, здесь можно встретить такие виды, как багульник болотный (*Ledum palustre*), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea*), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), и лесное мелкотравье.

В сосновых кустарничково-зеленомошных лесах развит подлесок из ольховника кустарникового, шиповника иглистого, обильно растут багульник болотный, брусника обыкновенная, черника обыкновенная и другие растения. Моховой покров образован плевроциумом Шребера (*Pleurozium schreberi*) и другими видами.

Заболоченные сосняки (рямы) занимают большие площади в заповеднике, напочвенный покров образуют сфагновые мхи, багульник болотный, голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum*), толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos*

uvaursi), среди трав – пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осока верещатниковая (*Carex ericetorum*).

Мелколиственные леса формируются преимущественно в поймах на возвышенных участках и занимают небольшие площади. М.И. Гаврилов (1990) отмечает для территории заповедника только одну группу пойменных ассоциаций – березовые травянистые леса. Также в поймах распространена кустарниковая растительность, представленная ивовыми зарослями, реже встречаются черемуховые (Гаврилов, 1990).

Луговой тип растительности представлен пойменными настоящими лугами, приуроченными к местоположениям с оптимальным увлажнением, в верхних частях прирусловых валов. Помимо настоящих лугов, в пределах заповедника широко распространены болотистые луга, они занимают достаточно увлажненные местоположения, формируются в нижних частях прирусловых валов. Торфянистые луга, по сравнению с настоящими и болотистыми лугами, на территории заповедника распространены на небольших площадях (Гаврилов, 1990).

Около 14% территории заповедника занимают болота различных типов, из которых наибольшую площадь занимают верховые с господством сфагновых мхов, болотных кустарников и кустарничков – багульника болотного, хамедафны болотной (*Chamaedaphne calyculata*), подбела многолистного (*Andromeda polifolia* L.), клюквы болотной (*Andromeda polifolia* L.). Из трав на болотах встречается морощка (*Rubus chamaemorus*), росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*) и английская (*Drosera anglica*) (Гаврилов, 1990).

Сопоставив очаги пожаров и типы леса, было выявлено, что наиболее часто пожарам подвергались верховые сфагновые болота, сосняки бруснично-лишайниковой, лишайниково-сфагновой группы, приуроченные к возвышенным территориям (рисунок 19).

Сосна, преобладающая в структуре лесного фонда заповедника (Растительность Западно-Сибирской равнины, 1985, <http://m-sosva.ru>), характеризуется высокой устойчивостью к воздействию пожаров.

Наиболее хорошо горящим материалом в напочвенном покрове лесов являются лишайники. Это обусловлено тем, что они почти не регулируют своей влажности. Содержание влаги в них определяется физическими законами увлажнения и высыхания. Мхи активно впитывают влагу, но не регулируют ее испарение. Пожароопасность мхов несколько ниже, чем у лишайников, но значительно выше, чем у большинства высших растений.

Высшие растения интенсивно поглощают влагу из почвы, изменяют интенсивность транспирации, поддерживают свою влажность в необходимом для жизни интервале. Степень их пожароопасности ниже, чем у лишайников и мхов.

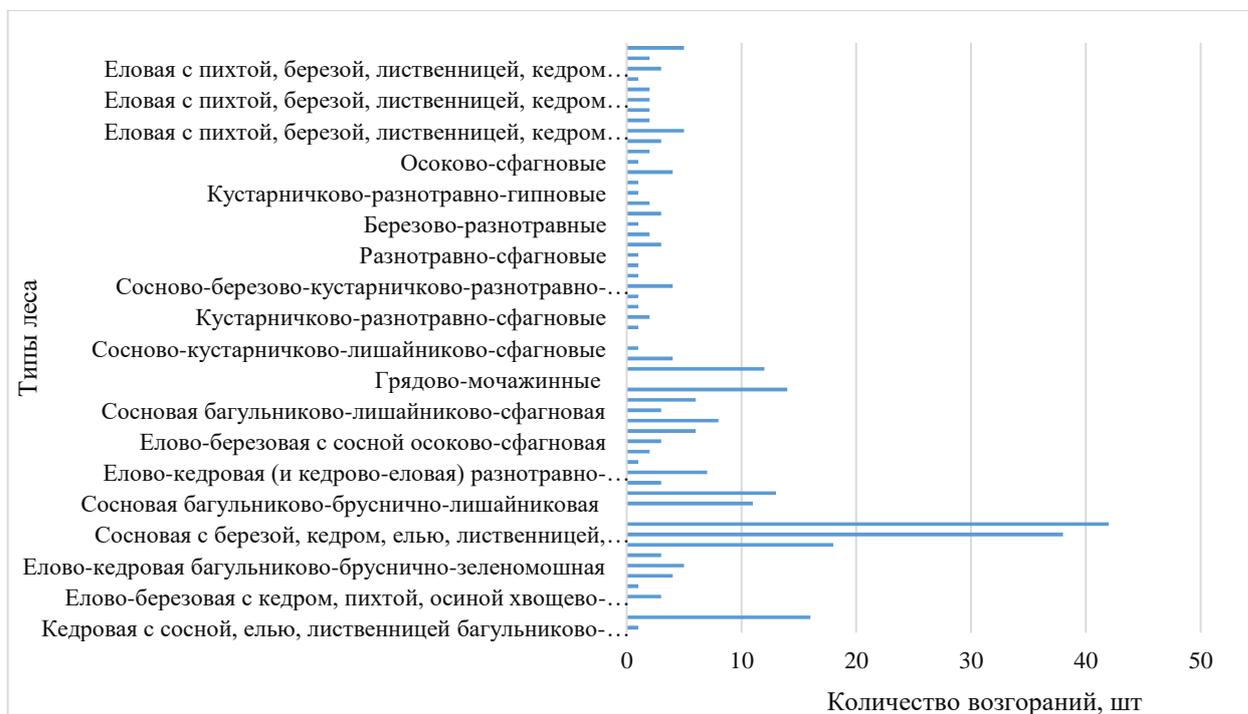


Рис.19. Количество возгораний в различных типах леса

(выполнен автором по данным геоботанической карты заповедника)

Совмещая данные о биомассе (Шибарева, 2004) и участки возгораний, было выявлено следующее: сосняки чернично-зеленомошные и лишайниково-зеленомошные, обладая небольшими запасами биомассы (19 т/га и 15 т/га соответственно), горели более часто, чем ельники сфагновые и зеленомошные, обладающие большим запасом биомассы (78 т/га и 42 т/га соответственно). Это объясняется различным положением таких лесов в ландшафтной катене.

Сосняки приурочены преимущественно к возвышенным, хорошо дренированным и, как следствие, более сухим участкам террас и водораздельных

поверхностей водно-ледниковых и озерно-аллювиальных равнин, сложенных песками и супесями. В то время как ельники сфагновые и зеленомошные приурочены к условиям проточного и полупроточного избыточного увлажнения в пойменных и пойменно-долинных типах местности, поэтому подстилка всегда или почти всегда (за исключением лет с малой водностью) насыщена влагой, что препятствует ее возгоранию, несмотря на большой запас потенциально горючего биоматериала.

Характер растительного покрова также влияет на вероятность возникновения очага пожара и на скорость и площадь его распространения. При «пожарной оценке» древостоя необходимо учитывать древесную породу, возраст и состояние древостоя. Древостои, состоящие из хвойных пород, подвергаются пожарам чаще, чем лиственные. Наличие смолистых веществ и эфирных масел в кедре, сосне, сосновом стланике, пихте и ели делает насаждения из этих пород особенно горимыми. Молодые и средневозрастные деревья более подвержены возгоранию, чем спелые, из-за наличия сухих нижних сучьев и низко опущенных крон, способствующих переходу низового пожара к верховому.

Важнейшая пирологическая характеристика лесных систем – наличие ЛГМ, их запас и влагосодержание. Именно свойства ЛГМ и их местоположение в фитоценозе играют, по мнению большинства исследователей, определяющую роль в формировании пожароопасной ситуации. На условия возникновения пожара, характер развития и его последствия влияет также неоднородность размещения ЛГМ в пространстве.

Пирологические особенности растительности были оценены по наличию ЛГМ (Пигарёва, 2021). К ЛГМ относят лесные растения, а также их остатки, которые полностью или частично сгорают при лесном пожаре. Лесные горючие материалы могут выступать причиной возникновения пожара (большой запас, низкое влагосодержание).

Н.П. Курбатским были выделены три группы ЛГМ: проводники горения (опад, лишайники, мхи, лесная подстилка, торф, валежник, пни и т. д); поддерживающие горение (травы, кустарнички, плауны, подрост, подлесок, хвоя,

листва); задерживающие горение (живые корни древостоя, вегетирующие травы, некоторые кустарнички).

При изучении горимости ландшафтов заповедника, для характеристики лесных горючих материалов источником данных о характере растительного покрова послужила ландшафтная карта.

На основе анализа данных была создана шкала влияния ЛГМ на риски возникновения пожаров. Для оценки ЛГМ была использована балльная шкала, по которой ЛГМ разделены на 3 группы ППО (таблица 13).

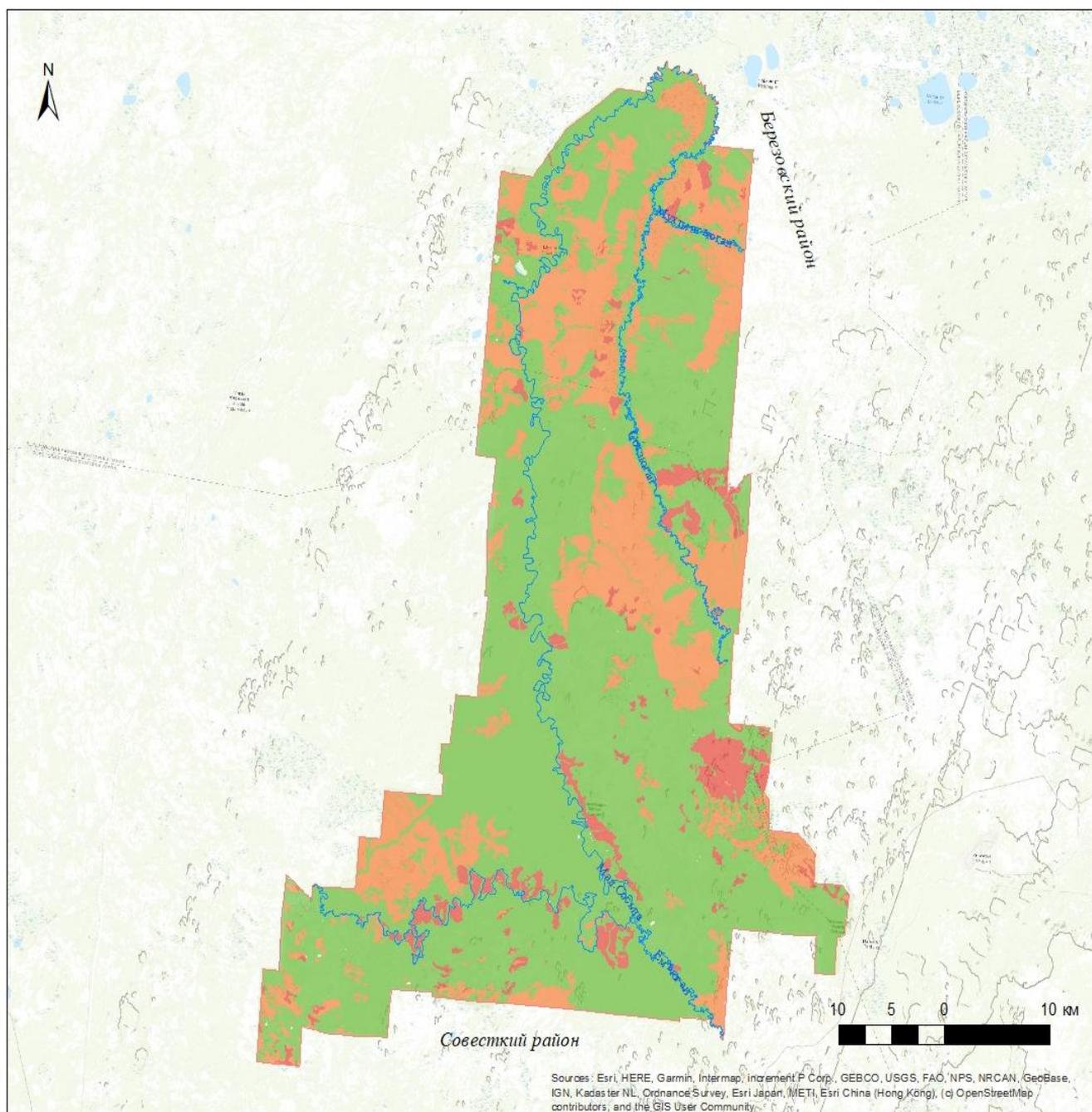
Таблица 13

Балльная оценка ЛГМ

Баллы	КПО	ЛГМ	Ландшафты
3	Высокий	Проводники горения	I.6, I.7, II.4, X 10, X 11, VI.1
2	Средний	Поддерживающие горение	III.2, I.48, I.54, I.55, I.56
1	Низкий	Задерживающие горение	III.1, III.2, VII.1,

Расположение ЛГМ на территории заповедника см. на рисунке 20.

Растительные сообщества, включающие основные проводники горения, были отнесены к следующим ландшафтам: пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосновыми багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах; плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах; плоскобугристые верховые кустарничково-осоково-сфагновые болота в комплексе с восстанавливающимися березовыми осоково-сфагновыми лесами на месте светлехвойных лесов и сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами на болотных верховых торфяно-глеевых почвах, плоскобугристые верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота с угнетенной сосной и березой на болотных верховых торфяно-глеевых почвах. Они оценены как территории с высокой ППО.



Условные обозначения

-  Граница заповедника
-  Группа ЛГМ, включающая растительные сообщества, задерживающие горение
-  Группа ЛГМ, включающая растительные сообщества, поддерживающие горение
-  Группа ЛГМ, включающая растительные сообщества, проводников горения

Рис.20. Карта лесных горючих материалов территории заповедника
 Фактором высокой ППО плоскобугристых верховых кустарничково-пушицево-осоково-сфагновых с угнетенной сосной и сухостоем болот на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах является преобладание в напочвенном

покрове органогенной породы – торфа, который является проводником горения. Высокая пожароопасность торфа обусловлена его ботаническим (Головацкая, 2009; Косых и др., 2009; Гришуткин, 2012), химическим (Хорошавин и др., 2013) составами, физическими свойствами и состояниями (плотность, сложение, влажность и пр.).

Кроме того, высокая ППО у следующих ландшафтов: пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосновыми багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах – это объясняется формированием данных почв на отложениях легкого гранулометрического состава, а именно песках и супесях, на которых произрастает лишайниковая, бруснично-лишайниковая, зеленомошная группа лесов.

К растительным сообществам, включающим растения, поддерживающие горение, отнесены следующие ландшафты: слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березовыми с елью и сосной кустарничково-разнотравно-зеленомошными лесами на глееземах таежных; пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с елово-кедрово-березовыми с сосной и осинной кустарничково-хвощево-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах; плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота надпойменной террасы реки среднего порядка с участием мезотрофно-евтрофных осоково-гипновых болот и сосновых багульниково-бруснично-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах в сочетании с болотными низинными торфяными; плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота с участием сосновых багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах и др. Оценены как ландшафты со средней ППО.

Эти растительные сообщества сформированы на супесчаных, суглинистых породах, в напочвенном покрове которых преобладают кустарниково-зеленомошные типы леса, формируемые растениями, поддерживающими горение, которые, увлажняясь за счет атмосферной влаги, быстро отдают ее обратно в атмосферу, и в засушливую погоду их влажность быстро снижается. Накопления на поверхности значительного количества ЛГМ (42 т/га (Шибарева, 2004)) в виде опада при соответствующих погодных условиях способны поддерживать горение.

Обращает на себя внимание фактическая горимость мезотрофных болот, хотя при прочих равных условиях они характеризуются незначительной пожарной опасностью или ее отсутствием. Более того, считается, что обводненность (повышенная влажность) болот считается определяющей при оценке степени пирогенной опасности, выступая барьером при прохождении огня.

Высокую горимость мезотрофных болот можно объяснить межгодовой динамикой погодных-микrokлиматических условий. В экстремально сухие годы они горят, например, июль и август 1988, 1993, 2000, 2005 гг. (предшествующие им годы были катастрофически сухими, что создало высокий риск возгорания мезотрофных болот).

Растительные сообщества, включающие растения, задерживающие горение, отнесены к следующим ландшафтам: плосковолнистая дренированная пойма реки среднего порядка с лиственнично-березово-кедровыми с елью в подросте бруснично-разнотравно-зеленомошными лесами на аллювиальных дерновых почвах; слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-сосновыми с березой кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах; слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами с участками сосново-сфагновых болот на подзолистых иллювиально-железистых почвах; параллельно-рядовые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-

сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми сосново-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах; слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах и др. Оценены как ландшафты с низкой ППО.

Эти растительные сообщества приурочены преимущественно к пойменным участкам рек. Низкая ППО объясняется, во-первых, длительными весенними разливами, затопляющими поймы, и, соответственно, застойным режимом увлажнения; во-вторых, высокой сомкнутостью пойменных лесов и преобладанием в древостое ели, березы, осины.

3.3. Пирологические особенности почв

Основными физико-географическими факторами, которые определяют характер формирования почв и почвенного покрова исследуемой территории, являются:

1. Атмосферное переувлажнение и температурный режим, свойственный средней тайге (суммы температур, годовое количество осадков, устойчивый снежный покров и коэффициент увлажнения).
2. Слабодренированный рельеф, который затрудняет поверхностный, грунтовый и подземный сток.
3. Сильная обводненность и заболоченность территории.
4. Близкое залегание грунтовых вод.
5. Среднетаежный облик растительности на преобладающей части территории, доминирование в растительном покрове производных (после пожара) и заболоченных лесов, болот над плакорными таежными ассоциациями.

б. Отсутствие, за редким исключением, многолетней мерзлоты в минеральных грунтах, приуроченность локально встречающихся островов многолетнемерзлых пород к торфяникам.

Идет гидроморфизм, оподзоливание песчаных и оглеение глинистых и суглинистых почв. Длительно-сезонная мерзлота распространена в некоторых торфяниках и минеральных почвах. Водоразделы, примыкающие к долине р. Малой Сосьвы с запада и юга, сложены в значительной степени суглинками и глинами.

Почвы восточного водораздела третьей надпойменной террасы песчано-супесчаные, а на второй террасе – преимущественно песчаные. Пойма в своей старой части сложена в значительной степени тонкими суглинками, а в молодой – преимущественно более грубыми песчаными отложениями (Хренов, 2002).

Почвы суглинисто-глинистых водоразделов и верхних надпойменных террас характеризуются слабой водопроницаемостью. Они слабо дренированы. В зависимости от форм рельефа на верхних надпойменных террасах формируется несколько разновидностей почв – от подзолистых элювиально-глеевых (рисунок 21) до болотных верховых торфянисто-глеевых, мощность торфа превышает один метр (Атлас Тюменской области, 1972; Хренов, 2002).

Почвы супесчано-песчаных водоразделов и надпойменных террас отличаются хорошей водопроницаемостью и малой влагоемкостью.

На хорошо расчлененных придолинных окраинах формируются подзолистые иллювиально-железистые почвы, а в понижениях – полугидроморфные подзолисто-грунтово-оглеенные. В центре водоразделов, сложенных легкими породами, развиты также болотные верховые торфяно-глеевые почвы (Хренов, 2002).

Болотные почвы расположены в понижениях рельефа и на пологих склонах, а также на второй надпойменной террасе, где есть выходы грунтовых и поверхностных вод. Распространены они и в центральных частях водоразделов, в ложбинах стока, в долинах небольших рек и ручьев (Хренов, 2002).



Рис.21. Профиль подзолистых почв на 6-й геоботанической площадке вблизи кордона «Белая гора» (фото: И.Я. Церна)

На водоразделах преобладают молодые олиготрофные болота с болотными верховыми торфяными почвами. По дренирующим водотокам узкой полосой располагаются мезо- и эвтрофные болота с более богатыми условиями почвенного увлажнения и питания. При слиянии ложбин стока у русла мелких рек и ручьев болотные низинные и переходные почвы начинают преобладать над верховыми, оттесняя их к периферии долин. Абсолютное их преобладание наблюдается уже вблизи центральной водной магистрали – в пойме р. Малой Сосьвы.

Почвы пойм крупных рек заповедника достаточно хорошо дренированы. В притеррасной части поймы развиты дерновые оподзоленные, а в центральной части – дерновые обычные почвы. При ослаблении дренажа развиваются также гидроморфные почвы (<http://m-sosva.ru>).

Пожарная опасность почв заповедника была оценена через их водно-физические свойства, через регулирующий их гранулометрический состав и наличие влаги. Определялся гранулометрический состав органолептическим методом (Мазиров, Шеин и др., 2012), часть образцов подвергалась лабораторному зерновому анализу ареометрическим методом по ГОСТ 12536-2014 (протоколы

испытаний № 337-21-Г-374-21-Г от 17.08.2021). Анализ водно-физических свойств почв включал в себя такие показатели, как водопроницаемость (способность пропускать через себя воду) и влагоемкость (способность почв удерживать в себе некое количество воды) (Фонарёв, 2017; Кулагина и др., 2017). Именно эти свойства влияют на риски начала возгорания и в дальнейшем определяют увлажнение горючего материала. Так, почвы легкого гранулометрического состава – песчаные и супесчаные обладают хорошей водопроницаемостью, имеют низкую влагоемкость, а почвы суглинистые и глинистые отличаются более высокой влагоемкостью, но меньшей водопроницаемостью (Роде, 2008).

Нанесенные на карту очаги пожаров позволили провести пространственный анализ связи между горимостью и типами почв, их влагопропускной способностью, влияющей на ППО. На основе анализа была создана шкала влияния влагопропускной способности почв на риски возникновения пожаров. Для оценки пирологических свойств почв и почвообразующих пород (ПП) была использована балльная шкала, по которой типы почв были разделены на 3 группы ППО. В результате анализа пожарной опасности, на основе балльной оценки пирологических свойств почв, были выделены районы с высокой (3 балла) средней (2 балла) и низкой (1 балл) ППО.

Анализ почвенного покрова показал, что на высоких надпойменных террасах формируется несколько типов почв – от подзолов до болотных торфяных олиготрофных.

Данные почвы отличаются хорошей водопроницаемостью и малой влагоемкостью. На придолинных участках рек формируются подзолы иллювиально-железистые, а в понижениях – полугидроморфные подзолистоглеевые почвы. В центре водоразделов, сложенных легкими породами, развиты подзолы иллювиально-железистые. В притеррасной и центральной части поймы развиты аллювиальные серогумусовые глееватые (Хренов, 2002). По влагоемкости и водопроницаемости почвы были разделены на следующие группы: влагоемкие и весьма слабоводопроницаемые, влагоемкие и слабоводопроницаемые, влагоемкие

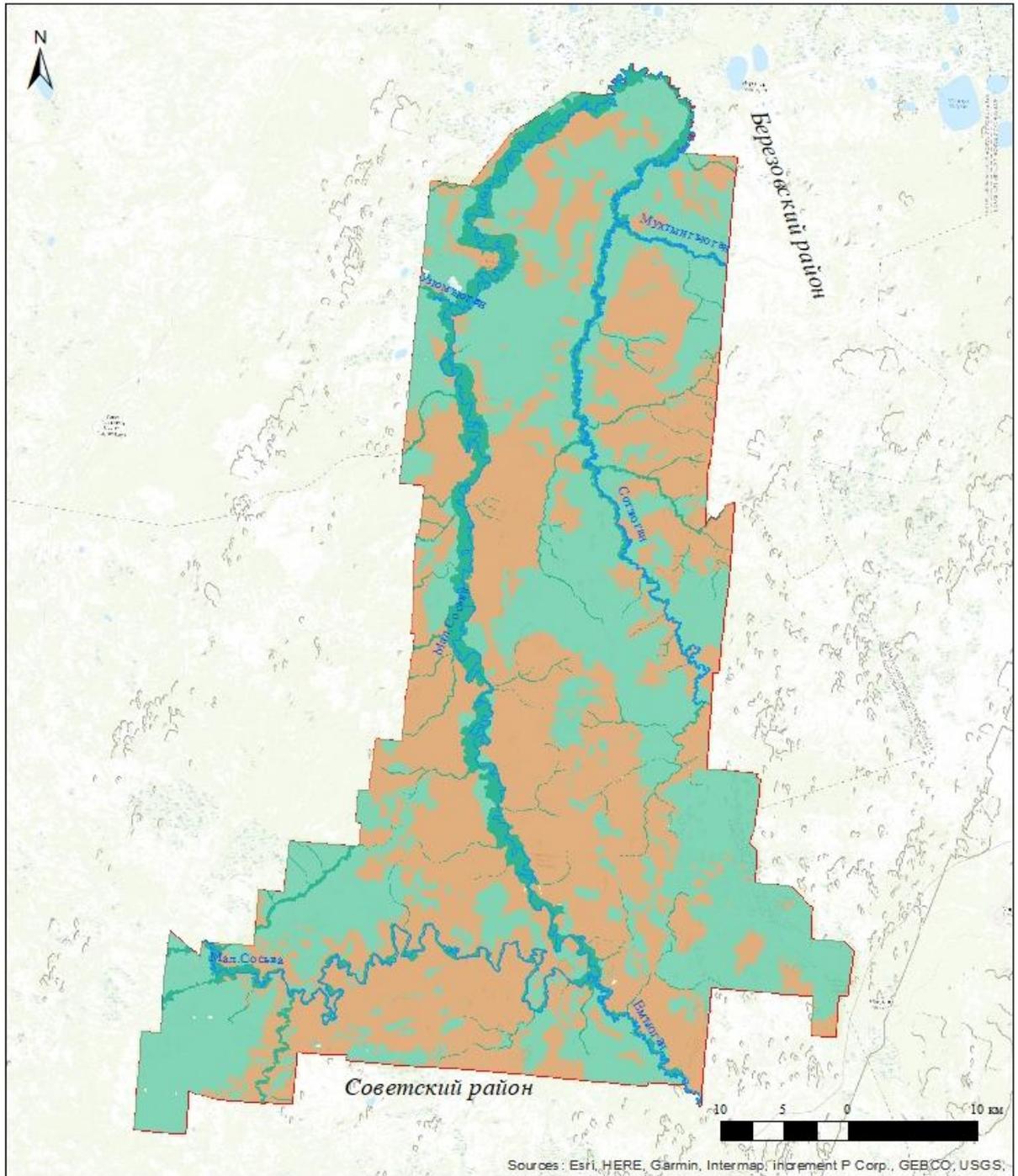
и практически непроницаемые и невлагоемкие водопроницаемые почвы (таблица 14).

Таблица 15

Балльная оценка пирологических характеристик ландшафтов

Баллы	КППО	Водные свойства почв		Кф* грунто в, м/сут	Почвы	Ландшафты
		Влагое мкость	Водопрони цаемость			
3	Высокий	Влагоемкие, невлагоемкие	Весьма слабо водопроницаемые, водопроницаемые	0,01–0,15	Подзол иллювиально- железистый Торфяные олиготрофные типичные Торфяные олиготрофные глеевые	I.3, I.7, I.22, I.33, I.34, I.40, I.48
2	Средний	Слабовлагоемкие, влагоемкие	Слабо водопроницаемые, весьма слабо водопроницаемые	0,005–0,4	Подзолы глеевые Подзолисто-глеевые Торфяно- подзолисто-глеевые Торфяно-подзолы Глеезем типичный	I.18, I.21, I.34, I.36, I.39, I.40, I, I.50, I.51
1	Низкий	Влагоемкие, слабовлагоемкие	Практически непроницаемые, слабо водопроницаемые	0,005–0,4	Аллювиальные серогумусовые глееватая Аллювиальные торфяно-глеевые	IV.1, IV.3, IV.4

* примечание ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация



Условные обозначения:

 Граница заповедника

Влагопропускная способность почв:

-  Полупроницаемые, полувлагоёмкие
-  Проницаемые, невлагоёмкие
-  Труднопроницаемые, влагоёмкие

Рис.22. Карта влагопропускной способности почв
(выполнена автором)

На рисунке 22 видно, что наиболее высокий риск к возгоранию у почв влагоёмких и практически непроницаемых (например, торфяные олиготрофные типичные) и невлагоёмких водопроницаемых (например, подзол иллювиально-железистый).

Фактором высокой ППО практически непроницаемых, влагоемких почв (торфяные олиготрофные типичные) является преобладание в напочвенном покрове органогенной породы – торфа, который является проводником горения. Высокая пожароопасность торфа в условиях почвенной засухи обусловлена его ботаническим, химическим составами, физическими свойствами и состояниями (плотность, сложение, влажность и пр.). Участки болот подвергались пожарам в 1989, 1993, 2007, 2020 гг.

Невлагоёмкие и водопроницаемые почвы (подзолы иллювиально-железистые) обладают также высокой ППО, это объясняется формированием данных почв на отложениях легкого механического состава, а именно песках и супесях, на которых развивается лишайниковая, бруснично-лишайниковая, зеленомошная группа лесов. Для данных почв характерен промывной тип водного режима.

К районам со средней ППО приурочены участки с влагоемкими и слабоводопроницаемыми почвами (подзолы глеевые, подзолисто-глеевые). Это почвы, сформированные на супесчаных и суглинистых породах, в напочвенном покрове которых преобладают кустарниково-зеленомошные типы леса. Растительность данных лесов увлажняется за счет атмосферной влаги, быстро отдавая ее в засушливую погоду и тем самым способствуя поддержанию горения. За счет накопления на поверхности значительного количества лесного опада суглинистый состав отложений создает предпосылки для возникновения пожара. Преимущественно на суглинистых отложениях формируются лиственные и смешанные леса, для которых характерен большой запас подстилки, следовательно, после длительных засух накопленный лесной опад способен поддерживать горение (Хорошавин и др., 2013).

Наименьшая ПО отмечена во влагоемких и весьма слабопроницаемых почвах, приуроченных к пойменным участкам рек. Это объясняется, во-первых, длительными весенними разливами, затопляющими поймы и соответственно застойным режимом увлажнения; во-вторых, высокой сомкнутостью пойменных лесов и преобладанием в древостое ели, березы, осины.

Представленный комплекс торфяных олиготрофных типичных почв заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского характеризуется высокой природной пожароопасностью. Особенно подвержены пожарам южные и юго-восточные участки заповедника.

В ходе оценки гранулометрического состава и водных свойств почв на территории заповедника были выделены их сочетания, при которых наблюдаются наибольшие риски возгорания. Наиболее пожароопасные территории приурочены к системе болот на торфяных олиготрофных типичных почвах. Основным фактором, способствующим формированию условий для возникновения пожара, является мощный торфяной горизонт.

Центральная часть заповедника также характеризуется высокой ППО, так как почвы (подзолы иллювиально-железистые) сформированы на отложениях легкого состава, на которых формируются лишайниковая, бруснично-лишайниковая, зеленомошная группа лесов, в напочвенном покрове которых преобладают лишайники и мхи, являющиеся проводниками горения. Долины рек, сложенные почвами глинистого и суглинистого состава (аллювиальные серогумусовые глееватые, аллювиальные торфяно-глеевые), характеризуются меньшей ППО. Низкая ППО в поймах рек заповедника обусловлена в первую очередь природными особенностями среднетаежных ландшафтов. Пойменные ландшафты территории заповедника характеризуются высоким уровнем грунтовых вод и наличием большого числа пойменных болот, для которых характерны застойный режим увлажнения и редкая повторяемость пожаров.

Наименее значимы для формирования ППО геоморфологические и гидрологические особенности.

3.4. Оценка геоморфологических условий пожароопасности

Территория заповедника расположена в пределах Западно-Сибирской эпигерцинской плиты. Фундамент плиты представляет собой огромную структурную депрессию с крутыми восточными и северо-восточными и пологими южными и западными бортами. Он состоит из допалеозойских, байкальских, каледонских и герцинских блоков. Поверхность фундамента плиты расчленена на внешний прибортовой пояс и внутреннюю область, которые осложнены системой впадин и поднятий, отражающих его блоковое строение. Территория заповедника расположена в пределах внутренней области, сложенной с поверхности преимущественно песчаными отложениями (Атлас Тюменской области, 1971; Бакулин, Козин, 1996).

В морфоструктурном отношении заповедник «Малая Сосьва» расположен в юго-восточной части Северо-Сосьвинской возвышенности, которая представляет собой переходное звено от Уральских гор к низменной равнине; в пределах южной части Малососьвинского амфитеатра. Часть территории заповедника лежит в границах аккумулятивной равнины Нижне-Обской впадины (Михеев, 1975; Гаврилов, 1990).

Малососьвинский амфитиатр, как часть Северо-Сосьвинской возвышенности, представляет собой цепь холмистых водоразделов, дугой окаймляющих с запада, востока, и юга долину р. Малой Сосьвы (Гаврилов, 1990). Крутизна склонов достигает 15–25°. На основной части заповедника рельеф расчлененный, пологоувалистый, местами холмисто-увалистый. Преобладающие абсолютные высоты 120–140 м. Плоские участки террас и водоразделов чередуются с возвышенностями (увалами), максимальная отметка высот в заповеднике – 161 м над уровнем моря (Михеев, 1975).

Экспозиция и крутизна склонов значительно влияют на уровень увлажнения лесной подстилки. Наветренные склоны получают большее количество осадков, но вода, не задерживаясь на склонах, накапливается в низинах, лишь там существенно увлажняя подстилку. От ориентации и крутизны склонов зависит скорость высыхания лесных горючих материалов (Шерстюков, 2008).

Чем круче склон, тем выше скорость движения огня. Когда огонь распространяется по склону вверх, но он находится очень близко к нижним частям крон деревьев. Это способствует их подогреву, подсушиванию и быстрому воспламенению.

В равнинных условиях пожар распространяется, как правило, в направлении ветра, а при его отсутствии – равномерно во всех направлениях (при однородных горючих материалах).

На рисунке 23 видно, что наиболее часто пожары возникали на возвышенных участках заповедника – это водораздельные поверхности, склоны, надпойменные террасы.

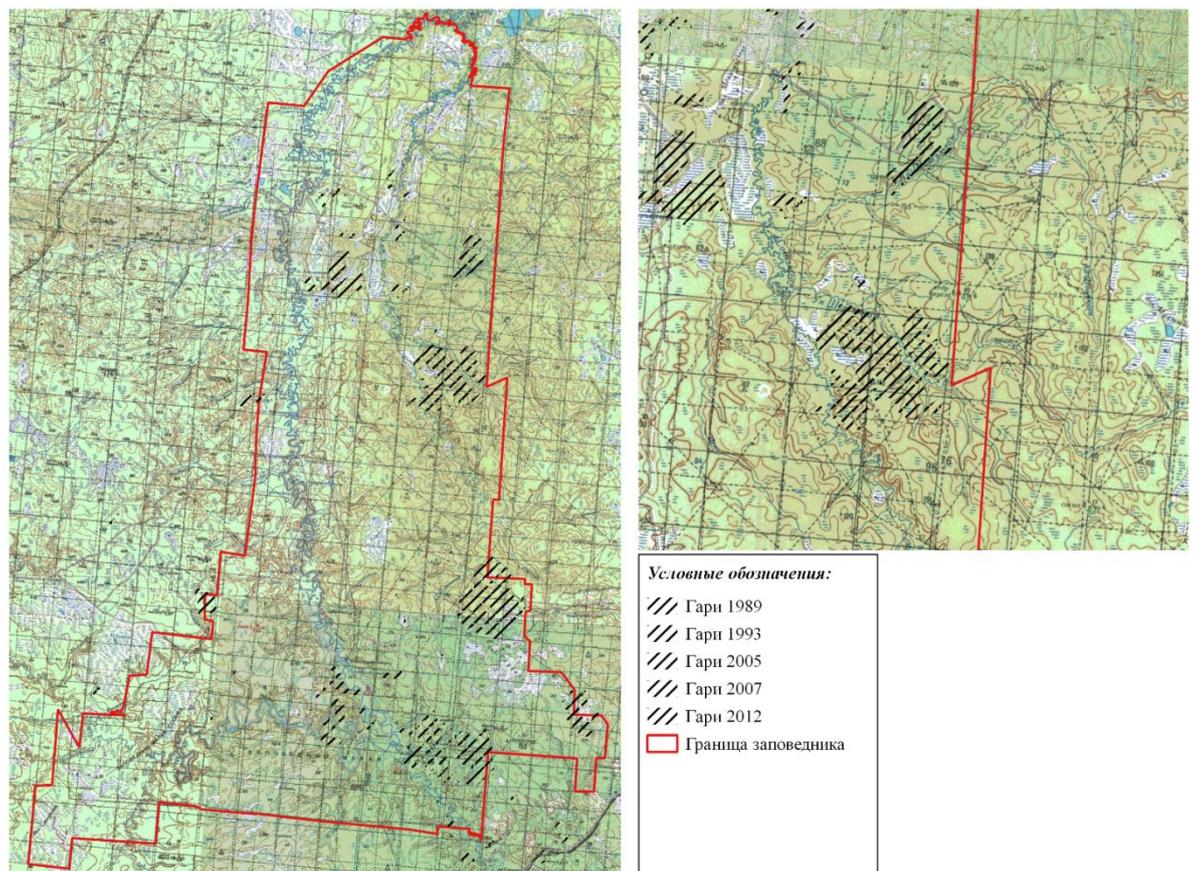


Рис.23. Фрагмент гарей в южной и юго-восточной частях, на топографической карте заповедника «Малая Сосьва» (масштаб 1:500 000)

Несмотря на то, что рельеф является одним из важнейших факторов дифференциации ландшафтов, значимость его в определении пирогенной обстановки на уровне урочищ заповедника невелика, но велика роль на уровне видов ландшафтов. Автоморфные ландшафты, приуроченные к водоразделам или

высоким террасам, характеризуются повышенной пирогенной опасностью, в транзитных ландшафтах (склоны, I и II аккумулятивные речные террасы) также наблюдаются высокие показатели фактической горимости; гидроморфные ландшафты, представленные поймами рек крупных и средних порядков, мелкими долинами, характеризуются меньшей ППО или ее отсутствием. На уровне урочищ пирогенные характеристики рельефа были рассмотрены через уклон (см. таблицу 15).

Таблица 15

Балльная оценка геоморфологических условий ландшафтов

Баллы	КПО	Густота речной сети, км/км ²	Густота расчленения рельефа, км/км ²	Крутизна склонов, °	Ландшафты (тип местности)
3 б	Высокий	до 0,2	2,4–1,8 (среднее)	5–9 (покато-крутые)	Волнистый среднетаежный Водораздельно-склоновый
2 б	Средний	0,21–0,30	1,8–1,2 (значительное)	2–5 (покатые)	Водораздельно-склоновый Террасовый
1 б	Низкий	0,31–0,40	1,2–0,6 (сильное)	менее 2	Пойменно-таежный Мелкодолинный Болотный грядово-озерковый

Основные очаги пожаров были зафиксированы в пределах 2–5°, 5–9°, на покатых и покато-крутых склонах. Самые большие очаги возгораний обнаружены на покато-крутых склонах с общей площадью гарей 3243 га (уклон от 0,158–0,356), на покатых склонах с уклоном от 0,087–0,158, суммарная площадь гарей составила 2847 га (рисунок 24).

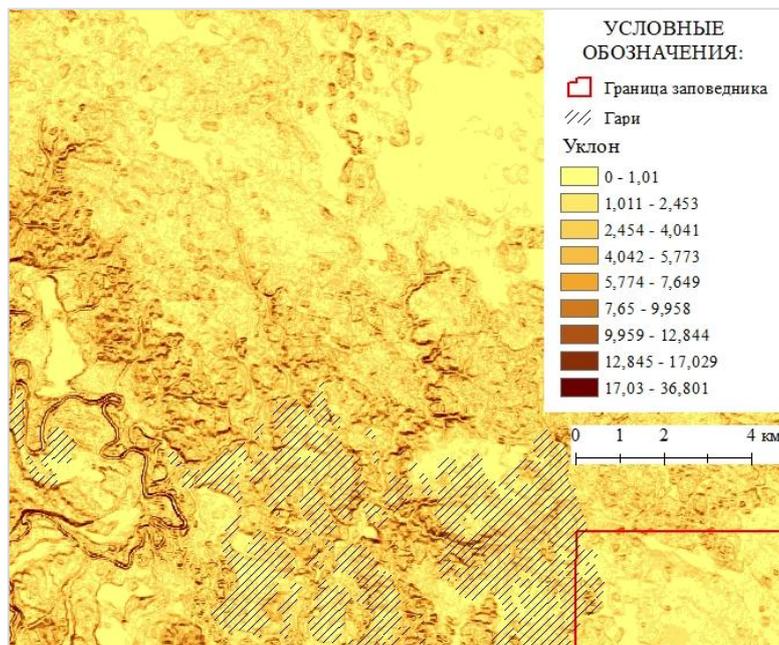


Рис.24. Фрагмент карты уклона (°) юго-восточной части гарей заповедника «Малая Сосьва» (масштаб 1:100 000)

Рассчитав тесноту связи между количеством пожаров и уклоном местности, было выявлено, что связь между ними слабая. Показатель составил 0,23. Этот же показатель, равный 0,19, выявил слабую связь между площадью распространения огня и уклоном.

Во-первых, это объясняется тем, что территория заповедника характеризуется невысокой расчлененностью рельефа и занимает преимущественно плоские и слабонаклонные участки равнины.

Достаточно крутые и высокие склоны, которые могли бы определять высокую скорость распространения огня, занимают небольшие территории, и значительная часть из них представлена крутыми слабозадерненными склонами, лишенными растительного покрова.

Во-вторых, избыточное увлажнение, характерное для территории заповедника, снижает риски, связанные с частотой возгораний и площадью их распространения.

3.5. Оценка гидрологических особенности пожароопасности

Гидрологическая сеть заповедника хорошо развита. Гидрологическую систему заповедника «Малая Сосьва» образуют р. Малая Сосьва с

многочисленными впадающими в нее малыми реками и ручьями, а также озера, старицы и болота. Общая протяженность речной сети заповедника около 900 км. Водосборная площадь значительно заболочена. Река протекает по равнине с малыми уклонами и характеризуется сравнительно медленным течением $V = 0,4$ м/с (Гаврилов, 1990).

Озер в заповеднике мало, их площадь невелика. Крупных озер на территории заповедника четыре. Одно из них находится в «урочище Стерхов». На северо-востоке от этого урочища, также по правому берегу р. Малой Сосьвы, находится оз. Выркуп-Тув. Озеро Хане-Тув расположено в нижнем течении р. Ем-Еган, близ устья. Озеро Святой Сор находится в северной части заповедника. В пойме р. Малой Сосьвы много стариц, есть несколько небольших, но глубоких округлых озер диаметром не более 200 м (Лёзин, 1999).

Основными, то есть прямыми факторами пожароопасности любой территории являются погодные условия и наличие горючего материала (Мелехов, 1965). Кроме этого, важно понимать, что водные объекты (реки, озера) территории будут влиять на распространение огня, являясь природным барьером для прохождения огня. Помимо этого, густота речной сети будет влиять на микроклимат территории, который в свою очередь обуславливает увлажнение лесных горючих материалов.

Следовательно, становится необходимым оценить влияние гидрологических особенностей на пожароопасность территории через такие показатели, как густота речной сети, заозеренность и заболоченность, данные которых взяты из литературы (Атлас ХМАО, т. II, 2004).

Показатель степени увлажнения ландшафтов был выражен через гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК). Результаты анализа демонстрируют, что показатели увлажнения текущего года в условиях средней тайги не обнаруживают тесной связи с количеством и площадью возгораний, но высока связь с показателями увлажнения предыдущего года.

Показатели густоты речной сети, заозеренности и заболоченности неравномерно распределены по территории заповедника. В северной, центральной

и юго-западной частях заповедника густота речной сети изменяется от 0,31 до 0,40; в северо-восточной, восточной, юго-восточной – от 0,21 до 0,30, а как следствие, неравномерна пожароопасность. Аналогичная ситуация наблюдается с заозеренностью и заболоченностью: северные, северо-западные, северо-восточные участки отличаются наиболее высоким процентом, в отличие от южных, юго-западных и юго-восточных.

В соответствии с выбранными показателями и данными о локализации пожаров, на основе пространственного анализа для заповедника была составлена шкала ППО (от высокого до низкого), см. таблицу 16.

Таблица 16

Балльная оценка гидрологических условий ландшафтов

Баллы	КППО	Заозеренность, %	Заболоченность, %	Степень увлажнения
3	Высокий	0,8	Менее 5	0–0,5
2	Средний	0,8	5–10	0,6–1
1	Низкий	0,8	Более 10	1,1 и более

Чем выше показатель густоты речной сети и заболоченности, тем ниже пожароопасность.

3.6. Оценка природной пожарной опасности ландшафтов

На основе учета природных факторов, которые обуславливают пирологическую ситуацию территории, осуществлен отбор оценочных критериев ППО. При анализе были учтены следующие из них: количество возгораний, погодные условия, почвы и их водно-физические параметры, а также типы леса и наличие лесных горючих материалов. Критерии были выбраны автором на основе полученных материалов количественной оценки ППО заповедника.

Исходя из проведенной комплексной оценки влияния пирологических свойств компонентов ландшафта, выделены участки с разной степенью ППО. На

рисунке 25 представлено пространственное распределение ландшафтов с различной степенью ППО.

Для ландшафтов с высокой ППО (оценены путем суммирования критериев ППО в 15 баллов) характерны следующие пирологические особенности: господство в напочвенном покрове пожароопасных мхов и лишайников как основных проводников горения и труднопроницаемые, влагоемкие и проницаемые, невлагоемкие почвы. Характерны низкие показатели многолетнего количества осадков 450–550 мм и высокие температурные значения в теплый период 14,5–14,8 °С. Густота речной сети 0,2 км/км², заболоченность менее 2%. Представлены большей частью дренированными поверхностями с сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с относительно дренированными поверхностями возвышенных междуречий с сосновыми с березой и елью бруснично-лишайниковыми лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами и локальными участкам гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в сочетании с болотными верховыми торфянисто-глеевыми. Распространены преимущественно на автоморфных местоположениях, но встречаются и на полугидроморфных – это склоны, надпойменные террасы, в которых преобладает транзит влаги, поверхностный сток изменяется в зависимости от сезона, уклона и экспозиции. Лесные пожары в данных ландшафтах возникали с периодичностью раз в 14 лет. Так, в 1993 г. было зафиксировано 4 очага с общей площадью гарей 350 га. Этот год по показателям увлажнения был относительно сухой. В летний период 1993 г. было много дней с грозами (24). В 2007 г. выявлено 3 возгорания площадью 330 га. Год был аномально жарким, июльские температуры поднялись до 21,4 °С, осадков выпало мало, а ГТК составил меньше единицы (0,8). Составляют примерно 10% территории заповедника (о пожароопасности ландшафтов заповедника см. подробнее в таблице 17).

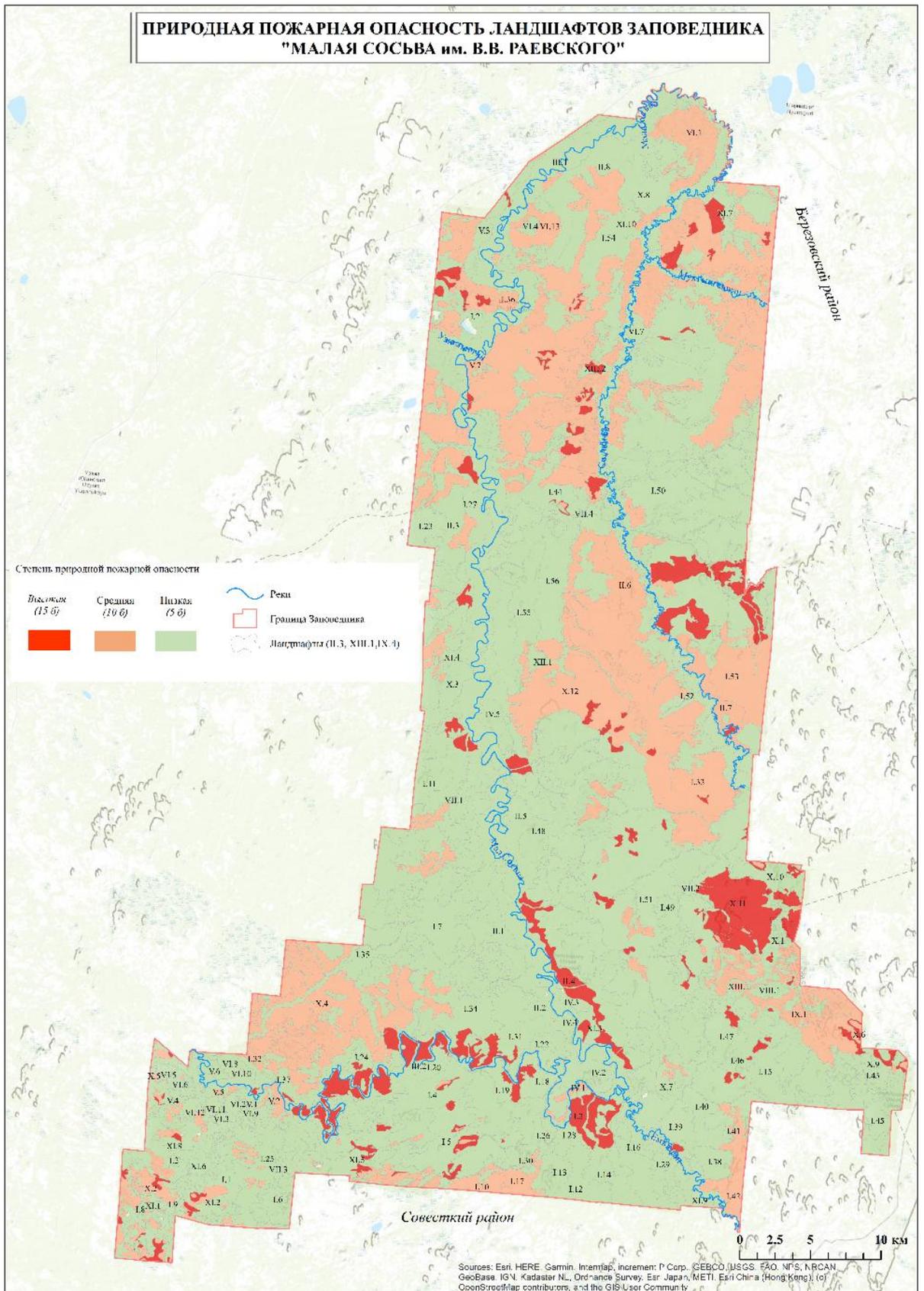


Рис.25. Карта пожароопасности ландшафтов заповедника

Пожароопасность ландшафтов заповедника

КППО	РЕЛЬЕФ			ПОГОДНО-МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ			ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ			РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	ПОЧВЫ			ЛАНДШАФТЫ	СУММА БАЛЛОВ
	Густота расчленения рельефа км/км ²	Густота речной сети, км/км ²	Крутизна склонов	T, °C	O, мм	Грозы, дни	Заозеренность, %	Заболоченность, %	Степень увлажнения (ГТК)	Наличие ЛГМ	Влагодоступность	Водопроницаемость	Гранулометрический состав		
Высокая ППО	2,4–1,8 (среднее)	до 0,2	5–9 (покато крутые)	14,5 – 14,8	450 – 550	21–более	0,8	Менее 5	0–0,5	Проводники горения	Влагодоступные, невлагодоступные	Весьма слабо водопроницаемые, водопроницаемые	Торф, тяжелый суглинок, мелкозернистый рыхлый песок	<p>Пологоволнистые относительно дренированные поверхности возвышенных междуречий с сосновыми с березой и елью бруснично-лишайниковыми лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами и локальными участкам гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах</p> <p>Полгие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосново-кедровыми багульниково-бруснично-зеленомошными лесами на глееземах таежных подзолистых</p> <p>Плоскобугристые верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота с участием основных кустарничково-лишайниково-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах</p>	15 б
Средняя ППО	1,8–1,2 (значительное)	0,21–0,30	2–5 (покатые склоны)	13,8 – 14,4	551 – 650	16–20	0,8	5–10	0,6–1,0	Поддерживающие горение	Слабовлагодоступные, влагодоступные	Слабо водопроницаемые, весьма слабо водопроницаемые	Тяжелый суглинок мелкозернистый рыхлый песок	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми с кедром кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах	10 б
Низкая ППО	1,2–0,6 (сильное)	0,31–0,40	Менее 2	13,0 – 13,7	651 – 750	15–менее	0,8	Более 10	1,1–более	Задерживающие горение	Влагодоступные, слабовлагодоступные	Практически непроницаемые, слабо водопроницаемые	Тяжелый суглинок	<p>Долины рек малых порядков с листовично-березово-кедровыми с елью в подросте бруснично-разнотравно-зеленомошными лесами на аллювиальных дерновых оглеенных почвах</p> <p>Плосковолнистые слабодренированные поверхности пойменной террасы реки среднего порядка с березово-сосновыми с кедром кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами местами с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах</p>	5 б

Для ландшафтов со средней ППО (оценены путем суммирования критериев ППО в 10 баллов) характерны следующие пирологические особенности: в напочвенном покрове преобладают растения, поддерживающие горение, и полупроницаемые невлагоемкие почвы. Характерны показатели многолетнего количества осадков, равные 551–650 мм, и высокие температурные значения в теплый период 13,8–14,4 °С. Густота речной сети 0,21–0,30 км/км², заболоченность от 5 до 10%. Представлены хорошо дренированными склонами возвышенных междуречий с елово-березовыми с сосной бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глеевых поверхностно-оподзоленных почвах, относительно дренированными поверхностями возвышенных междуречий с елово-сосновыми бруснично-багульниково-сфагновыми лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в сочетании с болотными верховыми торфянисто-глеевыми. Большие площади занимают ландшафты водораздельных равнин, расположенные в центральной и западной части заповедника. Они представлены как на автоморфных, так и на полугидроморфных местоположениях. Составляют примерно 30% территории заповедника.

Для ландшафтов с низкой ППО (оценены путем суммирования критериев ППО в 5 баллов) определены следующие пирологические характеристики: растения, задерживающие горение, и проницаемые невлагоемкие почвы. Характеризуются количеством осадков, равным 651–750 мм, и средней температурой за теплый сезон 13,0–13,7 °С. Густота речной сети 0,31–0,40 км/км², заболоченность более 10%. Ландшафты приурочены к поймам рек среднего и малого порядков с елово-березовыми зеленомошными, лиственнично-березовыми травными лесами в сочетании с сырыми заливными лугами на аллювиальных дерновых почвах, заболоченным поверхностям междуречий с травяно-моховыми болотами. Высокие показатели увлажнения (ГТК > 1,3) и густой полог пойменных лесов препятствуют высыханию напочвенного покрова, что мешает возгоранию. Ландшафты, отнесенные к низкому классу ППО, расположены в пределах

гидроморфных местоположений. Составляют примерно 60% территории заповедника.

Поводя итоги главы, обозначим, что использование ландшафтного подхода к оценке пожароопасности ландшафтов позволило выделить в пределах заповедника участки с разной степенью природной пожарной опасности. Около 40% территории занимают ландшафты с высокой и средней природной пожарной опасностью, которые в основном представлены хорошо дренированными поверхностями с сосновыми бруснично-лишайниковыми, сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами и олиготрофными болотами.

ГЛАВА 4. ПОСЛЕПОЖАРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА

Данная глава посвящена анализу послепожарного восстановления лесных сообществ заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского» в среднетаежной подзоне Западно-Сибирской равнины.

Известно, что лесные пожары приводят к серьезным нарушениям природной среды, в результате которых снижаются экологические функции леса (климатообразующие, водоохранные и др.) (Жафьяров, Надильшина, 2016). С другой стороны, воздействие огня в определенных лесорастительных условиях стимулирует появление естественного обновления древесных пород (Жила и др., 2019).

Современное состояние лесных ландшафтов заповедника обусловлено главным образом периодическим воздействием пирогенного фактора, который возникает на фоне изменения глобальных климатических процессов (Атутова, 2022). В данных условиях преобладающим вектором трансформации таежных ландшафтов территории является замещение темнохвойной тайги светлохвойной.

Следует отметить, что для данной территории большое количество лесов представлено древостоями пирогенного происхождения. Средний возраст лесов составляет 130–180 лет. Класс бонитета IV-V. Основными лесными формациями являются кедровая, сосновая, еловая, пихтовая, березовая. Кроме вторичных сосновых лесов, в заповеднике расположены березовые, елово-березовые и березово-еловые леса, которые были сформированы в результате пожаров в коренных темнохвойных лесах. Темнохвойные леса имеют очень малый процент распространения еще и за счет того, что пожары часто повторяются, и темнохвойная растительность не успевает восстановиться (Гаврилов, 1990).

По фондовым данным заповедника (таблица 18), данным космических снимков, было выявлено, что наиболее часто пожары возникали в Хангокуртском лесничестве, в связи с чем данный участок был выбран ключевым для дальнейшей оценки послепожарного восстановления лесных сообществ.

Соотношение площади лесного фонда и выгоревших участков

Номер квартала	Общая площадь лесного фонда, га	Общая площадь гари, га
<i>1. Шухтунгортское лесничество (120 158 га)</i>		
83	104	0,8
84	164	1,0
90	187	67,4
91	207	32,5
92	292	2,8
119	606	66
138	842	6,1
155	926	105,2
170	863	11,5
171	1098	42,8
<i>Итого</i>	<i>5289</i>	<i>336,1</i>
<i>2. Ханлазинское лесничество (36 338 га)</i>		
<i>3. Хангокуртское лесничество (69 066 га)</i>		
71	382	4,8
92	227	1,9
93	223	47
103	372	12,7
105	387	111,6
106	269	143,7
107	287	12,6
249	497	16,4
250	872	33,3
258	1254	59,1
<i>Итого</i>	<i>4770</i>	<i>443,1</i>

Направленность и период восстановления лесных ландшафтов определяются местоположением и типом прошедшего пожара (Бибаева, 2020, 2021; Бибаева, Макаров и др., 2022). Исходя из небольшой давности прохождения пожара (4–7 лет), на сегодняшний день представляется возможным изучение лишь начальных стадий восстановления растительного покрова.

Учетные работы по изучению лесовосстановления после пожаров в заповеднике проводились в 2016, 2019 гг., на пробных площадях (далее – ПП) 25×25 м, заложенных в разных типах леса и разных лесорастительных условиях.

Маршрут проходил от первой надпойменной террасы р. Ем-Еган (кордон Белая гора) ко второй надпойменной террасе р. Ем-Еган (урочище Лысая гора) (рисунки 26, 28). Описания проводились по общепринятой методике геоботанических описаний (Борисова, Богачев, 2009). В методике геоботанических исследований были использованы стандартные оценочные шкалы: обилие оценивалось по шкалам Друде и Браун-Бланке, жизненность оценивалась по методу Браун-Бланке.

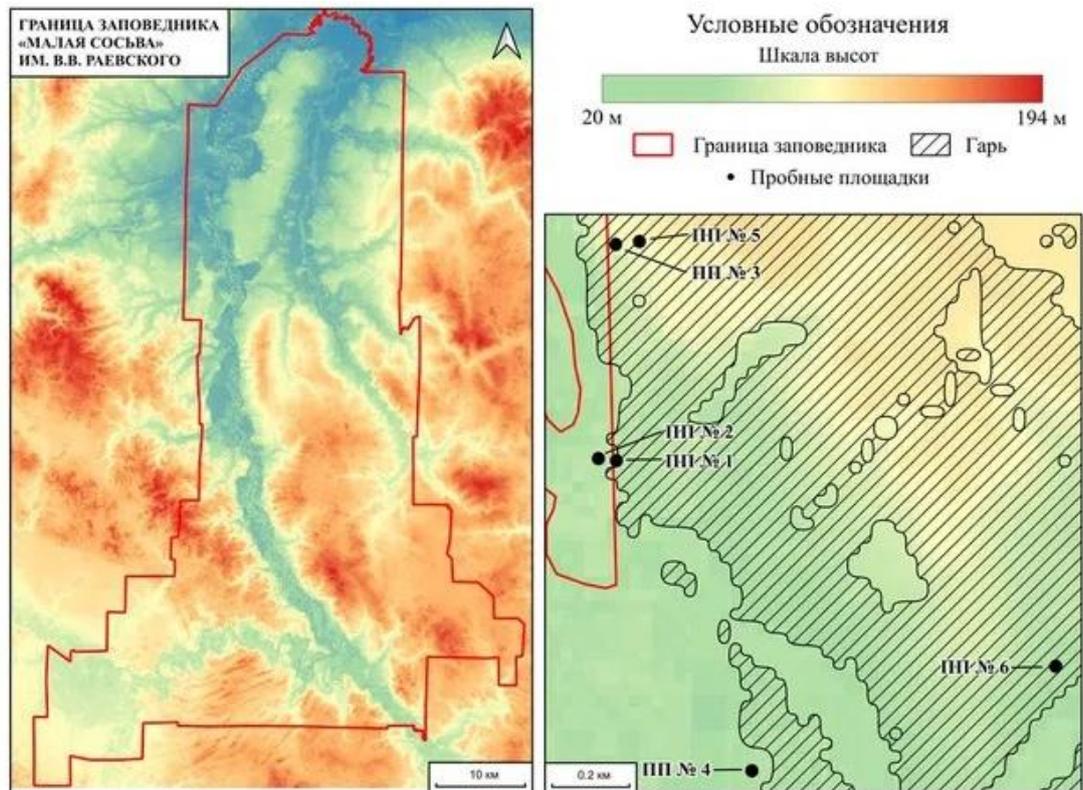


Рис.26. Район исследования и размещение пробных площадок

Описания на площадках включали: характеристику местоположения и рельефа местности, вид пожара, тип растительности и тип почв, характер и степень повреждения пожаром древостоя, восстановление древесных пород их состав, описания травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового яруса. Площадки закладывались на местах пожаров 2012 г.

Полученные результаты основаны на полевых исследованиях, проведенных в 2016, 2019 гг. в юго-восточной части заповедника, и отражены на рисунках 27–29.

Сразу после пожара создаются благоприятные условия для появления и развития всходов сосны, благодаря удалению огнем неразложившегося верхнего слоя подстилки и мохового покрова, улучшению обеспеченности субстрата влагой, теплом и доступными элементами питания, снижению конкуренции со стороны деревьев, кустарников и напочвенного покрова (Жила и др., 2019).

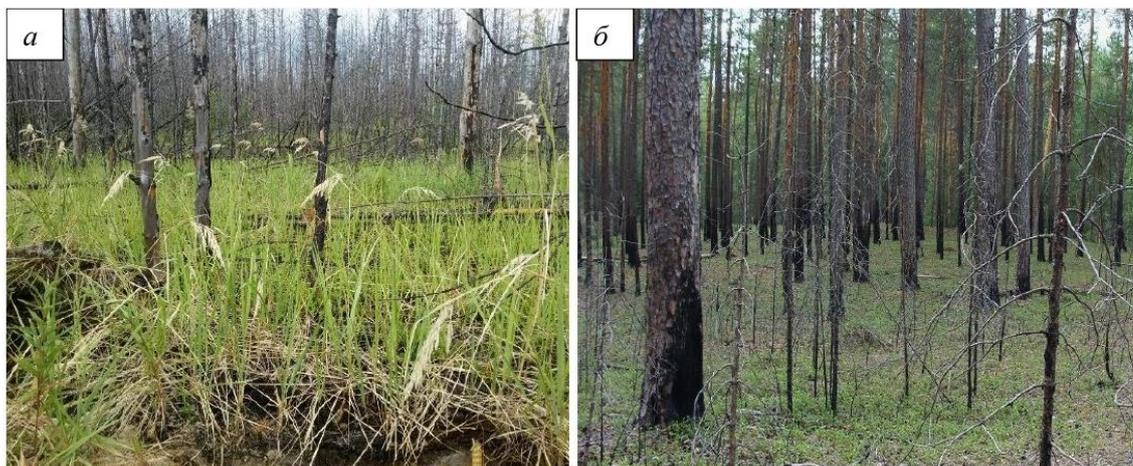


Рис.27. Естественное возобновление сосновых лесов на ПП после пожаров 2012 г. высокой (а – верховой пожар) и низкой (б – низовой пожар) интенсивности (фото: А.Е. Пигарёва)

На склоне второй надпойменной террасы р. Ем-Еган в период до пожара были распространены сосновые багульниково-бруснично-зеленомошные леса на подзолистых типичных почвах. В 2012 г. прошел верховой пожар сильной интенсивности (рисунок 28), при котором был уничтожен весь древостой. Спустя 4 года восстановление древесного яруса идет преимущественно через сосну обыкновенную с примесью кедра сибирского (*Pinus sibirica*). Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 80%. В кустарничковом ярусе повсеместно представлена брусника обыкновенная (до 40%), в травяном покрове выделяются: монокультура из иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium*) – 20%, вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea*) – 15%, ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*), осока верещатниковая (*Carex ericetorum*), костяника обыкновенная (*Rubus saxatilis*).



Рис.28. Гарь на месте сосновых багульниково-бруснично-зеленомошных лесов на склоне первой надпойменной террасы р. Ем-Еган (Урочище Лысая Гора) (фото: А.Е. Пигарёва)

ПП № 6, расположенная на второй надпойменной террасе, также подверглась полному уничтожению древостоя в 2012 г., ранее до пожаров на этом месте произрастали сосновые травяно-кустарничково-лишайниковые леса на подзолистых типичных почвах (рисунок 28). На четвертый год после пожара в пределах ПП восстановление преимущественно идет через сосну обыкновенную, единично встречаются береза пушистая (*Betula pubescens*) и тополь дрожащий (*Populus tremula*). Проективное покрытие кустарничково-травяного яруса составляет около 65%, среди видов распространены брусника обыкновенная – 20%, вейник наземный (*Calamagrostis epigejos*) – 20%, кошачья лапка двудомная (*Antennaria dioica*) – 10%, прострел желтеющий (*Pulsatilla orientali-sibirica*) – 5%, пятнами встречается иван-чай узколистный – 5%, золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*), ястребинка зонтичная, осока верещатниковая, на 2,5 м² отмечено возобновление мохового покрова из политрихума (проективное покрытие 55%).

Через семь лет после пирогенного воздействия сильной интенсивности на ПП № 5 и № 6 восстановительная стадия характеризуется обильным развитием подраста из сосны обыкновенной, кедра сибирского с присутствием березы

пушистой и тополя дрожащего. В травяно-кустарничковом ярусе выделяются доминанты: брусника обыкновенная – до 30%, вейник наземный – 20%, вейник тростниковидный – 20%, фрагментарно встречаются мхи.

Крупный подрост сосновых лесов формируется на участках № 2 и № 4 (первая надпойменная терраса р. Ем-Еган), которые несут следы пожаров более давних лет (1960–1970 гг.). На этих участках высота подроста у сосны обыкновенной достигает от 0,5 до 2 м, у березы пушистой – до 5 м, возраст подроста составляет 20–23 года. В травяно-кустарничковом ярусе выделяются такие доминирующие виды, как брусника обыкновенная (на ПП № 2 – до 50%, на № 4 – до 60%), багульник болотный (на площадке № 3 – до 15%, на № 5 – до 10%), присутствуют единично водяника обыкновенная и толокнянка обыкновенная.

Отличительной особенностью этих ПП является обильный мохово-лишайниковый покров, проективное покрытие которого составляет 80% на ПП № 32 и 95% на ПП № 54. Из него до 65% – это мхи вида плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум (*Dicranum*) – 10%, птилиум (*Ptilium*) – 5%, присутствием отмечены кустистые и трубчатые лишайники (виды рода *Cladoniaceae*) на ПП № 2. На ПП № 4 общее проективное покрытие кустистых лишайников достигает 70%.

Кроме того, следует отметить, что на участках с давностью пожаров более 50 лет наблюдается восстановление лишайникового покрова, между тем на площадках сильно поврежденных преобладают мхи кукушкин лён обыкновенный (*Polytrichum commune*), плеурозиум Шребера. Так, на ПП № 2 (пожары 1970-х гг.) общее проективное покрытие мохово-лишайникового яруса составляет порядка 80%: плеурозиум Шребера – 65%, дикранум – 10%, кладония лесная – 10%. На площадке № 4 (пожары 1960-х гг.) покрытие мохово-лишайниковым ярусом составляет более 90%, причем на кустистые лишайники приходится 70%, на валежнике до 20% плеурозиум Шребера, дикранум, кукушкин лён обыкновенный. На всех площадках отмечена высокая степень захламленности мортмассой, что может способствовать прохождению повторных пожаров.

Для качественного анализа растительного покрова были использованы следующие индексы (Воробьев и др., 2012; Братков, Кравченко и др., 2016; Ермаков и др., 2021; Черкашина, Силаев, 2024):

1. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности (вегетационный индекс). Рассчитывается в диапазоне от -1 до 1 . Значения выше $0,2$ определяют степень плотности растительного покрова (значение ниже – вода и гари):

$$\text{NDVI} = ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})). \quad (3)$$

2. MSI (Moisture Stress Index) – индекс стресса влажности. Диапазон значений от 0 до > 3 . Благоприятными значениями считаются от $0,3$ до 2 . Индекс указывает на содержание воды в листьях растительности и обычно принимает значения от $0,04$ до 2 . Данный индекс показателен для выявления водного стресса растений на разных элементах мезорельефа:

$$\text{MSI} = \text{SWIR} / \text{NIR}. \quad (4)$$

По совокупности рассчитываемых индексов использовались 3 (Green), 4 (Red), 5 (NIR) и 6 (SWIR) каналы.

Кроме этого, на основе данных Copernicus DEM 30 создана цифровая модель рельефа (ЦМР). Важность использования информации о рельефе обусловлена его ролью в формировании условий увлажнения, освещенности и температурного режима лесов.

Высокими значениями нормализованного индекса NDVI ($0,3-0,5$ при медиане $0,4$) характеризуются ПП № 2 и № 4, что свидетельствует о хорошем восстановлении растительного покрова и сопоставимо с данными полевых наблюдений. Самые низкие значения индекса NDVI ($0,2-0,3$ с медианой $0,25$) были получены на ПП № 4 и № 6, подвергшихся сильным верховым пожарам 2012 г. (высокая интенсивность) (рисунок 29).

На ПП № 4, на которой растения оказались наиболее обеспечены влагой (значения индекса MSI в диапазоне $0,4-0,8$, медиана $0,6$), отмечены следы давних пожаров. При этом наиболее возвышенные участки, в пределах которых расположены ПП № 5 и № 6, где прошли пожары высокой интенсивности, являются

самыми сухими, что подтверждается значениями индекса MSI от 1 до 1,2 (рисунок 29).

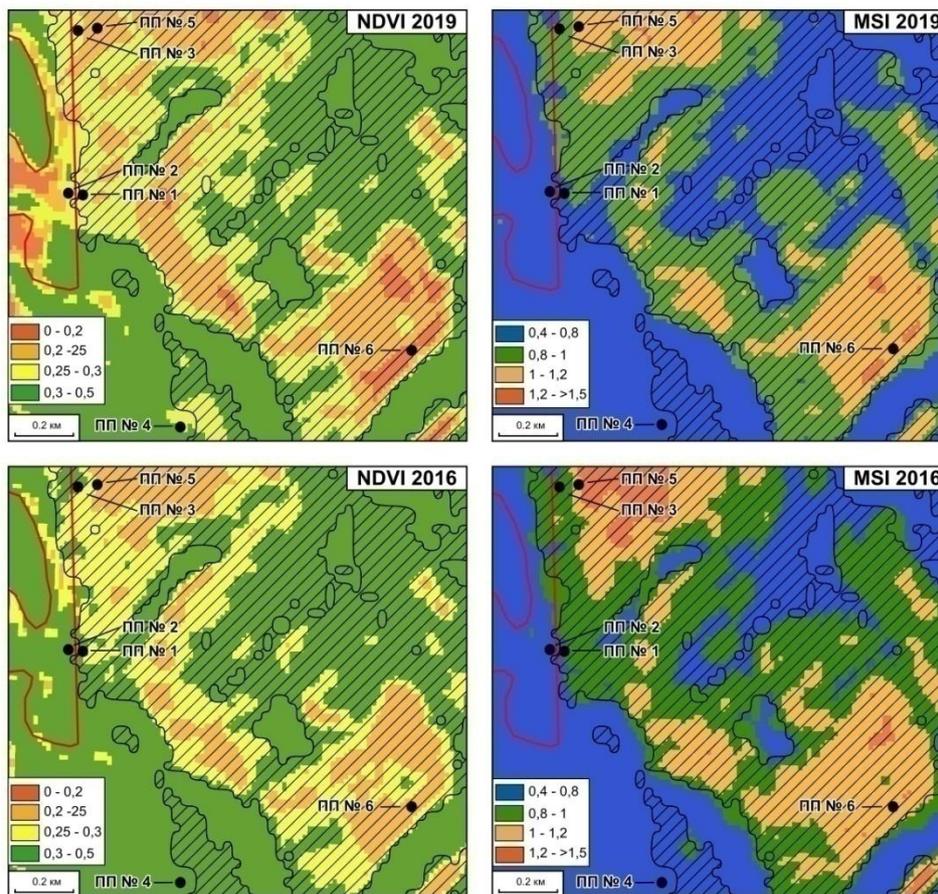


Рис.29. Динамика значений спектральных индексов NDVI (а) и MSI (б) за 2016 и 2019 гг.

Данные полевого сезона 2016 и 2019 гг. свидетельствуют о том, что послепожарное восстановление лесных сообществ заповедника на ключевом участке происходит сосной, которая по своему происхождению является пирогенной.

Крупный подрост сосновых лесов формируется на ПП в пределах первой надпойменной террасы р. Ем-Еган, которые несут следы пожаров более давних лет (1960–1970 гг.).

На склоне второй надпойменной террасы р. Ем-Еган на месте сосновых багульниково-бруснично-зеленомошных лесов идет восстановление сосной обыкновенной с примесью кедра сибирского.

В пределах второй надпойменной террасы на месте сосновых травяно-кустарничково-лишайниковых лесов возобновление идет через сосну

обыкновенную преимущественно, единично встречаются береза пушистая и тополь дрожащий (осина).

Лесные сообщества склонов и надпойменных террас заповедника, формирующиеся на подзолистых и дерново-подзолистых почвах супесчаного состава, представленные преимущественно сосновыми багульниково-бруснично-зеленомошно-лишайниковыми лесами, характеризуются слабым накоплением и удержанием влаги, отличаются повышенной пожарной опасностью и пониженной устойчивостью к пожарам. Все эти характеристики, отраженные в значениях спектральных индексов, сопоставимы с данными полевых наблюдений.

Важно отметить, что широкое развитие сухостоя и валежника на значительных площадях исследуемой территории вне зависимости от местоположения, являющихся проводником горения, может способствовать прохождению повторных поавальных пожаров.

Частые пожары на территории заповедника затрудняют процесс лесовозобновления, поэтому большая часть растительности находится на начальной стадии сукцессионного цикла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование по оценке природной пожарной опасности среднетаежных ландшафтов заповедника «Малая Сосьва» позволяет сделать ряд выводов:

1. Недостатком существующих методов оценки пожарной опасности природных территорий является доминирование в расчетах фактора погодных условий, что снижает достоверность прогнозов. Природная пожарная опасность территории формируется путем совокупного действия геолого-геоморфологических, гидролого-климатических, почвенно-растительных особенностей. Полученные результаты показывают эффективность применения ландшафтного подхода на фоне имеющихся методов оценки ППО за счет учета влияния комплексных ландшафтных характеристик, указывающих на то, в каких ландшафтных условиях на территории заповедника наиболее часто возникали пожары.

2. Анализ связи между площадями гарей в ландшафтах и пирологическими свойствами компонентов показал, что они находятся в корреляционной связи $R^2 = 0,7$, и эта связь является статистически значимой: F-критерий Фишера 1,3; $p = 0,3$.

3. Составленная карта пожароопасности ландшафтов показывает, что высокой ППО обладают участки водораздельных поверхностей с сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с относительно дренированными поверхностями возвышенных междуречий с сосновыми с березой и елью бруснично-лишайниковыми лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами и локальными участкам гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в сочетании с болотными верховыми торфянисто-глеевыми. Ландшафты, приуроченные к поймам рек среднего и малого порядков с елово-березовыми зеленомошными, лиственнично-березовым травными лесами в сочетании с сырыми заливными лугами на аллювиальных дерновых почвах, заболоченным поверхностям междуречий с травяно-моховыми болотами,

характеризуются низкой ППО. Высокие показатели увлажнения и густой полог пойменных лесов препятствуют просыханию напочвенного покрова, что мешает возгоранию.

4. Выявлено, что послепожарное восстановление лесных сообществ заповедника на ключевом участке происходит без смены пород. Интенсивность и частота пожаров на территории заповедника затрудняют процесс лесовозобновления, поэтому большая часть растительности находится на начальной стадии сукцессионного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреев Ю.А., Андреев А.Ю., Михайлов П.В., Паутяк В.Г., Коморовский В.С. Оценка запаса лесных горючих материалов при государственной инвентаризации лесов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2015. – № 1. – С. 39–46.

Атлас Тюменской области. – Тюмень; М., 1971. – Вып. 1. – 27 с.

Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (природа и экология). – Ханты-Мансийск; М., 2004. – Т. II. – 152 с.

Атутова Ж.В. Постпирогенное восстановление подтаежных светлохвойных геосистем Тункинской котловины, Юго-Западное Прибайкалье (на примере сосновых лесов урочища Бадары) // Географический вестник. – 2022. – № 4 (63). – С. 6–18.

Баккал И.Ю., Горшков В.В. Влияние лесных пожаров на восстановление травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Кольского полуострова // Растительные ресурсы. – 2000. – № 2. – С. 1–13.

Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области. – Екатеринбург : Средне-Уральское книжное издательство, 1996. – 235 с.

Барановский Н.В. Прогноз лесной пожарной опасности на основе новой концепции // Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития: материалы Международной научно-практической конференции. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2007. – С. 129–132.

Белоусов Р.Л., Араштаев А.И., Вологдин В.А., Трофдянин В.В. Анализ факторов природной пожарной опасности лесной территории Республики Татарстан // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1. – С. 61–81.

Бех И.А., Данченко А.М. Библиографический указатель отечественной литературы по кедровым соснам за 1959–2011 гг. – Томск : Томский гос. ун-т, 2012. – 248 с.

Бибаева А.Ю. Особенности возникновения и развития природных пожаров в Западном Прибайкалье // География и природные ресурсы. – 2020. – № 5. – С. 85–91.

Бибаева А.Ю. Пирогенное преобразование геосистем Западного Прибайкалья: факторы, условия, современное состояние // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2021. – Т. 35. – С. 3–18.

Бибаева А.Ю., Макаров А.А., Ноговицын В.Н. Послепожарное восстановление растительного покрова северной части Приморского хребта // Географический вестник. – 2022. – № 3. – С. 6–18.

Борисова М.А., Богачев В.В. Геоботаника: учеб. пособие. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 160 с.

Братков В.В., Кравченко И.В., Туаев Г.А., Атаев З.В., Абдулжалимов А.А. Применение вегетационных индексов для картографирования ландшафтов Северного Кавказа // Известия ДГПУ. – 2016. – № 4. – С. 97–109.

Бурлакова Л.М., Морковкин Г.Г., Ананьева Ю.С., Завалишин С.И., Каменский В.А. Влияние лесных пожаров на свойства подзолистых почв (на примере Ханты-Мансийского автономного округа) // Лесное хозяйство. – 2012. – Т. 2. – С. 66–71.

Буряк Л.В., Москальченко С.А., Иванова Г.А. Экологическая роль лесных пожаров. – Красноярск : СибГУ, 2019. – 174 с.

Буц Ю.В. Динамика лесных пожаров в Харьковском регионе и ландшафтно-экологические условия их возникновения // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 3. – С. 136–143.

Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. Дендрохронология. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 120 с.

Вакуров А.Д. Лесные пожары на Севере. – М. : Наука, 1975. – 100 с.

Вдовюк Л.Н. Ландшафтоведение. Курс лекций. – Тюмень : Изд. ТюмГУ, 2008. – Ч. 1. – 133 с.

Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Проблема прогнозирования поведения лесных пожаров // Пожарная безопасность зданий, сооружений, объектов. – 2010. – Т. 19. – № 4. – С. 41–48.

Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец А.М. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесу: усовершенствованная методика составления // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 2. – С. 52–61.

Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Прогнозирование поведения пожаров растительности // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – № 1. – С. 9–25.

Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Совершенствование оценки пожарной опасности в лесу (Методические рекомендации). – Красноярск : ИЛ СО РАН, 2018. – 44 с.

Воробьев О.Н., Курбанов Э.А., Губаев А.В., Лежнин С.А., Полевщикова Ю.А. Дистанционный мониторинг гарей в Марийском Заволжье // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 1. – С. 12–22.

Гаврилов М.И. Растительный покров Кондо-Сосьвинского Приобья и его отображение на крупномасштабной геоботанической карте: на примере заповедника «Малая Сосьва»: дис. ... кандидата биологических наук. – Свердловск, 1990. – 241 с.

Гашев С.Н., Бетляева Ф.Х., Лупинос М.Ю. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica: учеб. пособие для вузов; Тюменский гос. ун-т. – М. : Юрайт. Серия: Университеты России, 2019. – 208 с.

Гашев С.Н., Поляков М.В., Казанцев А.П., Казанцева М.Н., Арефьев С.П., Соромотин А.В. Лесовозобновление на крупных гарях в средней тайге Западной Сибири // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – 1998. – № 6. – С. 106–119.

Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis-lab.info/qa/firms.html> (дата обращения: 01.03.2025).

Геологическая служба США – USGS [Электронный ресурс]. – URL: <http://earthexplorer.usgs.gov//> (дата обращения: 01.03.2025).

Глаголев В.А. Оценка и прогноз возникновения пожаров растительности на территории Еврейской автономной области: дис. ... кандидата географических наук. – Хабаровск, 2015. – 147 с.

Головацкая Е.А. Биологическая продуктивность олиготрофных и эвтрофных болот южнотаежной подзоны Западной Сибири // Журнал Сибирского Федерального университета. Серия: Биология. – 2009. – Т. 2. – № 1. – С. 38–53.

Горев Г.В. Оценка климатической предрасположенности территории к возникновению лесных пожаров на примере Томской области: дис. ... кандидата географических наук. – Томск, 2004. – 129 с.

Горшков В.В. Послепожарное восстановление мохово-лишайникового яруса в сосновых лесах Кольского полуострова // Экология. – 1995. – № 3. – С. 179–183.

Горшков В.В. Характеристики восстановления лесных экосистем после пожаров // ДАН России. – 1995. – Т. 333. – № 6. – С. 111–114.

Горшков В.В., Баккал И.Ю., Ставрова Н.И. Динамика восстановления лесной подстилки в бореальных сосновых лесах после пожаров // Лесоведение. – 2005. – № 3. – С. 37–45.

Гришуткин О.Г. Влияние пожаров 2010 года на болотные экосистемы Мордовского государственного природного заповедника // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2012. – № 1. – С. 261–265.

Громцев А.Н. Ландшафтная специфика структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии: автореф. дис. ... канд. сельх. наук: 06.03.03. – Ленинград, 1989. – 18 с.

Губенко И.М., Рубинштейн К.Г. Сравнительный анализ методов расчета индексов пожарной опасности // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского Центра Российской Федерации. – 2012. – № 347. – С. 207–222.

Гусев В.Г, Лопухова Е.Л., Дубов В.К. Классификация и общие свойства лесных горючих материалов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2011. – № 1. – С. 134–145.

Дмитриев А.Н., Кречетова С.Ю., Кочеева Н.А. Грозы и лесные пожары от гроз на территории Республики Алтай: монография. – Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2011. – 154 с.

Дорошенко А.М. Влияние геоморфологических характеристик Еврейской автономной области на пожароопасность растительности // Региональный проблемы. – 2010. – Т. 13. – № 2. – С. 82–85.

Дубровская О.А., Леженин А.А, Мальбахов В.М, Шлычков В.А. Влияние лесных пожаров на климатические и ландшафтные изменения в азиатской части России // Гео-Сибирь. – 2006. – Т. 3. – № 2. – С. 108–112.

Евдокименко М.Д. Факторы горимости Байкальских лесов // География и природные ресурсы. – 2011. – № 3. – С. 51–57.

Ермаков Д.М., Деменев А. Д, Мещерякова О.Ю., Березина О.А. Особенности разработки регионального водного индекса для мониторинга воздействия изливов кислых шахтных вод на речные системы // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18. – № 6. – С. 222–237.

Жафяров А.В., Надильшина И.Ю. Потенциал естественного восстановления леса в южной тайге Западной Сибири // Лесотехнический журнал. – 2016. – Т. 6. – № 2. – С. 46–56.

Жила С.В., Иванова Г.А., Иванов В.А., Цветков П.А. Лесовозобновление после пожаров разной интенсивности в сосняках Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 53–62.

Залесов С.В., Залесова Е.С., Оплетаев А.С. Охрана лесов от пожаров: пособие для лесного пожарного. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 63 с.

Замараева Т.А. Восстановление растительного покрова багульниково-лишайниковых лиственничных лесов после пожаров в лесотундровой зоне Западной Сибири // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2011. – № 11. – С. 96–100.

Зубарева А.М. Влияние густоты речной сети на пожарную опасность территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. – 2018. – Т. 21. – № 1. – С. 42–45.

Зубарева А.М. Влияние пирологических свойств почвы и растительности на пожарную опасность территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. – 2016. – Т. 9. – № 4. – С. 84–89.

Зубарева А.М. Ключевые критерии пирологического районирования территории на региональном уровне // Региональные проблемы. – 2020. – Т. 23. – № 3. – С. 21–25.

Зубарева А.М. Оценка пожарной опасности на территории Еврейской автономной области при использовании ландшафтного метода // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы Международного научно-практического форума. – Хабаровск : Тихоокеанский гос. ун-т, 2013. – С. 458–462.

Зубарева А.М., Фетисов Д.М. Использование ландшафтного метода при изучении природной пожароопасности территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. – 2012. – Т. 15. – № 2. – С. 34–37.

Иванов В.А. Методологические основы классификации лесов Средней Сибири по степени пожарной опасности от гроз: автореф. дис. ... док. сельхоз. наук: 06.03.23. – Красноярск, 2006. – 44 с.

Иванова Н.А., Голубцова О.С. Динамика изменения видового состава и проективного покрытия растений на разных стадиях послепожарного

восстановления леса в условиях Среднего Приобья // Вестник НГГУ. – 2016. – № 2. – С. 6–11.

Ипатов В.С., Кирикова Л.А. Фитоценология. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1999. – 316 с.

Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М. : Высшая школа, 1991. – 366 с.

Карпачевский М.Л., Кобяков К.Н., Аксенов Д.Е. Малонарушенные лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет // Устойчивое лесопользование. – 2015. – № 2. – С. 2–7.

Ковалева Н.М., Иванова Г.А. Динамика живого напочвенного покрова после низовых пожаров в сосновых насаждениях (Нижнее Приангарье) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 1–3. – С. 1264–1267.

Коган Р.М., Зубарева А.М. Комплексная оценка опасности возникновения пожаров растительности // Технологии техносферной безопасности. – 2012. – № 3. – С. 43.

Козин В.В. Ландшафтное районирование Среднего Приобья (уровень областей и провинций) // Проблемы экологии и географии Западной Сибири. – Тюмень : Изд-во Тюменского ун-та, 1996. – С. 28–35.

Колесников Б.П. Зонально-типологические географические системы ведения лесного хозяйства // Леса Урала и хозяйство в них. – 1978. – С. 3–16.

Коновалова Т.И., Кузавкова З.О. Пространственная организация геосистем // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2017. – № 19. – С. 78–95.

Коновалова Т.И. Пространственно-временная самоорганизация геосистем юга Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.23. – Иркутск : ИГ СО РАН, 2009. – 44 с.

Коровин Г.Н., Исаев А.С. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России // Лесной бюллетень. – 1998. – № 8. – С. 4.

Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири // Вестник ТГПУ. – 2009. – № 3 (81). – С. 63–68.

Кузьменко Е.И. Лесные геосистемы Сибири (структура и сукцессионная динамика). – Germany-Saarbrucken : Lap Lambert, 2012. – 280 с.

Кузьменко Е.И., Михеев В.С. Эколого-географические и картографические основы комплексного изучения лесов Сибири. – Новосибирск : Акад. изд-во «Гео», 2008. – 205 с.

Кузьменко Е.И., Фролов А.А., Силаев А.В. Геоинформационное картографирование ландшафтов северо-запада Западной Сибири на основе данные мозаики Хансена // География и природные ресурсы. – 2018. – № 2. – 145–153.

Кузьменко Е.И., Фролов А.А., Силаев А.В. Картирование лесных ландшафтов северо-запада Западной Сибири с использованием ГИС // География и природ. ресурсы. – 2015. – № 4. – С. 151–161.

Кулагина В.И., Григорьян Б.Р., Грачев А.Н., Рязанов С.С. Влияние внесения биоугля на водопроницаемость и влагоемкость почв разного гранулометрического состава // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 11. – С. 129–132.

Курбатский Н.П. Возникновение лесных пожаров. – М. : Наука, 1964. – 184 с.

Летопись природы ГПЗ «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» 1988–2018 гг. / ФГБУ «Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.m-sosva.ru/letopis-prirody> (дата обращения: 01.03.2025).

Лёзин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: справочное пособие. – Тюмень. : Вектор Бук, 1999. – 196 с.

Лиханова И.А., Денева С.В., Холопов Ю.В., Рудь Е.А., Скребенков Е.А., Лаптева Е.М. Особенности лесных подстилок в разных типах среднетаежных лесов // Теоретическая и прикладная экология. – 2024. – № 2. – С. 72–81.

Мазиров М.А., Шеин Е.В., Корчагин А.А., Шушкевич Н.И., Дембовецкий А.В. Полевые исследования свойств почв: учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 – почвоведение / Владимирский гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с.

Мелехов И.С. Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. – М. : Лесная промышленность, 1965. – 272 с.

Михеев В.С. Ландшафтно-географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. – Новосибирск : Наука, 1987. – 207 с.

Михеев В.С. Ландшафты Сосьвинского Приобья // Сосьвинское Приобье. – Иркутск : ИГС и ДВ СО АН СССР, 1975. – С. 353–404.

Михеев В.С., Козин В.В., Шеховцов А.И. Общие принципы геоэкологического картографирования // Экологическое картографирование Сибири. – Новосибирск : Наука, 1996. – С. 20–58.

Москвина Н.Н., Козин В.В. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа. – Ханты-Мансийск, 2001. – 40 с.

Москвина Н.Н. Ландшафтный анализ территории Ханты-Мансийского автономного округа для обеспечения рационального природопользования: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.03.23. – Барнаул, 2004. – 28 с.

Научный отчет по договору № 8/2017-Р от 29.05.2017 о предоставлении гранта Всероссийской общественной организацией «Русское географическое общество» на реализацию проекта «Заповедные ландшафты Западной Сибири» / Руководитель работ В. Ю. Хорошавин. – Советский – Тюмень : Тюменский гос. ун-т, 2018. – 61 с.

Николаев А.Н., Исаев А.П., Габышева Л.П. Дендрохронологические исследования пожаров на территории стационара Нелегер в Центральной Якутии // Наука и образование. – 2012. – № 4. – С. 40–44.

Пигарёва А.Е. Анализ горимости лесов юго-восточной части заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского // Проблемы устойчивого развития региона: материалы IX школы-семинара молодых ученых России, посвященной 70-летию академика РАН А.К. Тулохонова. – Улан-Удэ : Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2019. – С. 143–144.

Пигарёва А.Е. Влияние геоморфологических характеристик на пожароопасность территории заповедника «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» // Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России: материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. – Томск : Национальный исследовательский Томский гос. ун-т, 2020. – С. 215–218.

Пигарёва А.Е. Влияние погодных условий на возникновение пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского // Географические исследования Сибири и сопредельных территорий: материалы Международной географической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.В. Воробьева. – Иркутск : Институт географии им. Б.В. Сочавы СО РАН, 2019. – С. 426–431.

Пигарёва А.Е. Использование данных дистанционного зондирования для изучения лесных пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» // Ученые записки Крымского федерального университета им. И.В. Вернадского. Серия: География. Геология. – 2019. – Т. 2. – № 5. – С. 101–107.

Пигарёва А.Е. Ландшафтный подход при оценке природных рисков возникновения лесных пожаров в средней тайге на примере заповедника Малая Сосьва // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона: материалы 69-й студенческой научной конференции. – Тюмень : Тюменский гос. ун-т, 2018. – № 4. – С. 68–78.

Пигарёва А.Е. Наличие лесных горючих материалов, как фактор горимости ландшафтов территории заповедника «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» // Сибирь и Дальний Восток России в формирующемся

пространстве Большой Евразии: материалы XX юбилейной научной конференции (с международным участием) молодых географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск : Институт географии им. Б.В. Сочавы СО РАН, 2021. – С. 66–71.

Пигарёва А.Е. О факторах пожарной опасности лесов территории Государственного природного заповедника «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» // *Фундаментальная география в Сибири: этапы развития, результаты и перспективы: материалы Международной научной конференции, посвящается памяти выдающихся географов: 95-летию со дня рождения В.С. Воробьева, 85-летию со дня рождения В.А. Снытко, 75-летию со дня рождения А.Н. Антипова.* – Иркутск : Институт географии им. Б.В. Сочавы СО РАН, 2024. – С. 234–238.

Пигарёва А.Е. Пирологические особенности почв, влияющие на риск возникновения пожаров (на примере ландшафтов территории заповедника «Малая сосьва» им. В.В. Раевского) // *Ученые записки Крымского федерального университета им. И.В. Вернадского. Серия: География. Геология.* – 2023. – Т. 9. – № 1. – С. 100–111.

Пигарёва А.Е., Кузнецова Э.А., Москвина Н.Н. Динамика лесных пожаров юга Тюменской области // *Географические знания и вызовы нового времени: материалы XXI юбилейной научной конференции (с международным участием) молодых географов Сибири и Дальнего Востока.* – Иркутск : Институт географии им. Б.В. Сочавы СО РАН, 2024. – С. 34–38.

Пискарева В.М., Кошовский Т.С., Бисикалова Е.А., Геннадиев А.Н., Белик А.Д. Влияние пожаров на свойства почв национального парка «Земля Леопарда» (Приморский край) // *Вестник Московского университета. Серия 5. География.* – 2019. – № 3. – С. 11–24.

Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – М. : Изд-во Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева, 2008. – 666 с.

Рубцов А.В., Сухинин А.И., Ваганов Е.А. Системный анализ погодной пожарной опасности при прогнозировании крупных пожаров в лесах Сибири // Исследование Земли из космоса. – 2010. – № 3. – С. 62–70.

Седых В.Н. Реакция лесов и болот на воздействие техногенных факторов // Гео-Сибирь. – 2011. – Т. 3. – № 2. – С. 154–160.

Семёнов Ю.М. Системный подход в комплексной физической географии // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – Т. 19. – № 5. – С. 1566–1568.

Смолоногов Е.П. Географо-генетический подход к построению лесотипологических классификаций // Лесоведение. – 2004. – № 5. – С. 76–80.

Соколова Г.В., Коган Р.М., Глаголев В.А. Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга. – Хабаровск : ДВО РАН, 2009. – 88 с.

Софронова Т.М. Разработка мер по совершенствованию оценки пожарной опасности по условиям погоды в горных лесах Южного Прибайкалья: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук: 03.00.16. – Красноярск, 2006. – 16 с.

Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск : Наука, 1978. – 320 с.

Стыщенко Ф.В. Разработка и применение методики и автоматизированной технологии оценки пирогенной гибели лесов на основе спутниковых данных: дис. ... кандидата технических наук. – М., 2016. – 131 с.

Тишин Д.В. Дендрохронология (Методика древесно-кольцевого анализа): учебно-методическое пособие. – Казань : Казанский ун-т, 2015. – 36 с.

Фонарёв П.А. Геотехнические свойства грунтов. – М.: МАДИ, 2017. – 56 с.

Фролов А.А., Быстрова Д.А. Ландшафтный анализ противопожарной устойчивости и горимости лесных геосистем юга Селенгинского среднегорья // География и природные ресурсы. – 2023. – № 4. – С. 59–69.

Фуряев В.В., Заболотский В.И., Самосенко С.Д., Черных В.А. Пространственно-временное воздействие пожаров на лесоболотные экосистемы

Западно-Сибирской равнины // Сибирский экологический журнал. – 2013. – № 2. – С. 195–202.

Фуряев И.В., Самсоненко С.Д., Фуряев В.В. Роль подроста в формировании комплексов лесных горючих материалов в насаждениях Верхне-Обского лесного массива // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – № 3–4. – С. 257–262.

Ходаков В.Е., Жарикова М.В. Лесные пожары. Методы исследования. – Херсон : Гринь, 2011. – 458 с.

Хорошавин Л.Б., Медведев О.А., Беляков В.А., Михеева Е.В., Руднов В.С., Байтимилова Е.А. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиаты / МЧС России. – М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 256 с.

Хорошев А.В. Мировой опыт применения ландшафтно-географического подхода к планированию устойчивого лесопользования // Устойчивое лесопользование. – 2021. – № 1 (65). – С. 13–20.

Хорошев А.В. Полимасштабная организация ландшафтов Среднего Приобья // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов. Материалы III Международной конференции. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2012. – С. 245–247.

Хренов В.Я. Почвы Тюменской области // Словарь-справочник. – Екатеринбург : УрО РАН, 2002. – 156 с.

Цветков П.А. Очерки истории отечественной лесной пирологии // Сибирский лесной журнал. – 2015. – № 5. – С. 3–15.

Цветков П.А., Буряк Л.В. Исследования природы пожаров в лесах Сибири // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 3. – С. 25–42.

Черкашина А.А., Силаев А.В. Динамика пожаров на территории Тункинской котловины // Географические знания и вызовы нового времени: материалы XXI научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (с международным участием). – Иркутск : Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2024. – С. 121–124.

Черных Д.В. Пространственно-временная организация внутриконтинентальных горных ландшафтов (на примере Русского Алтая): автореф. дис. ... доктора географических наук. – Томск, 2012. – 54 с.

Чижов Б.Е., Крупинин И.Я., Попов П.П., Санников С.Н. Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 6. – Тюмень : ТюмГУ, 1998. – 240 с.

Чижов Б.Е., Санников С.Н., Куликов Г.М. Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Вып. 7. – Тюмень : ТюмГУ, 2006. – 240 с.

Чижов Б.Е., Санникова Н.С. Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья // Лесоведение. – 1978. – № 5. – С. 67–76.

Шерстюков Б.Г., Шерстюков А.Б. Лесные пожары на территории России при потеплении климата в XXI веке // Труды Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных. – 2007. – С. 300–313.

Швецов Е.Г., Сухинин А. И. Вероятностная технология обнаружения и оценки интенсивности природных пожаров по данным спутниковой съемки // Вестник ТГУ. – 2007. – № 304. – С. 191–194.

Шибарева С.В. Запасы и элементный состав подстилок в лесных и травяных экосистемах Сибири: автореф. дис. ... кандидата биологических наук. – Новосибирск, 2004. – 24 с.

Шихов А.Н., Зарипов А.С. Многолетняя динамика потерь лесов от пожаров и ветровалов на северо-востоке Европейской России по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 7. – С. 114–128.

Шихов А.Н., Перминов С.И., Киселева Е.С. Оценка подверженности бореальных лесов Урала воздействию лесных пожаров и ветровалов по многолетним рядам спутниковых наблюдений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 4. – С. 87–102.

Шихов А.Н., Семакина А.В. Картографирование растительного покрова Пермского края по спутниковым снимкам Landsat // Географический вестник. – 2022. – № 1. – С. 150–164.

Янко И.В. Пирологическая характеристика лесов Томской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. – Томск, 2005. – 20 с.

Ярмишко В.Т., Игнатъева О.В. Скорость роста и структура фитомассы *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в средневозрастных сосняках Мурманской области // Растительные ресурсы. – 2020. – Вып. 4. – Т. 56. – С. 314–325.

Acharya T.D., Subedi A., Yang I.T., Lee D.H. Combining Water Indices for Water and Background Threshold in Landsat Image // Proceedings. – 2017. – № 2 (3). – Pp. 1–6.

Kuznetsova E., Marchukova O., Kuznetsova V., Pigareva A., Zherebyateva N., Moskvina N. Climatic indicators and their variation trends as conditions for forest inflammability hazard in the South of Tyumen Oblast // Fire. – 2024. – Vol. 7. – P. 466.

Portier J., Gauthier S., Leduc A., Arseneault D., Bergeron Y. Fire regime along latitudinal gradients of continuous to discontinuous coniferous Boreal forests in Eastern Canada // Forests. – 2016. – № 7 (211). – Pp. 1–23.

Shi K., Touge Y. Characterization of global wildfire burned area spatiotemporal patterns and underlying climatic causes // Scientific Reports. – 2022. – № 12 (64). – Pp. 1–18.

Tavsanoglu C., Gürkan B. Long-term post-fire dynamics of co-occurring woody species in *Pinus brutia* forests: the role of regeneration mode // Plant Ecology. – 2014. – № 12. – Pp. 355–365.

Приложение А

Данные температуры воздуха пожароопасного периода по летописи природы заповедника «Малая Сосьва» и

Росгидромета в период с 1988 г. по 2020 г.

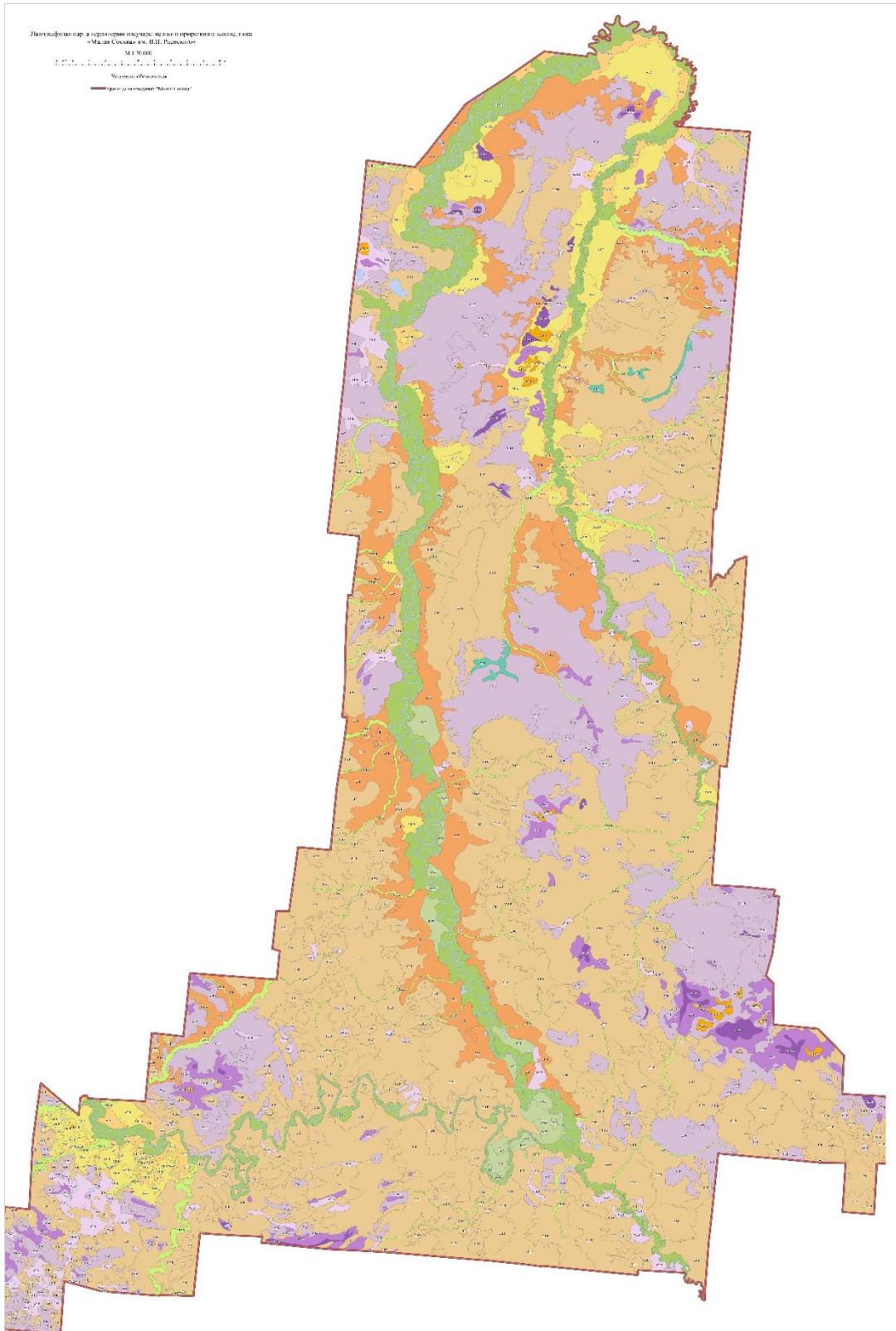
Тер	август	июль	июнь	май	Год
14,5	14,2	18,6	12,9	12,4	2020
12,7	12,9	18,2	12,2	7,5	2019
12	12,7	18,9	12,8	3,6	2018
12,3	14	17,4	14,3	3,6	2017
15,3	17,7	19,2	15,7	8,7	2016
13,1	10,6	14,3	16,6	11,0	2015
12,4	14,8	12,8	14,3	7,8	2014
13,2	13,9	18,8	14,4	5,9	2013
14,6	13,2	18,2	17,7	9,2	2012
12,6	11,3	15,1	15,5	8,5	2011
13,3	14,4	16,6	14,0	8,3	2010
8,7	15,8	13,5	7,1	-1,8	2009
12,8	13,1	19,1	12,6	6,7	2008
13,7	15,0	21,4	12,4	6,1	2007
13	12,0	15,9	17,8	6,5	2006
14,4	13,9	18,5	14,1	11,1	2005
13,9	11,7	19,4	15,3	9,3	2004
14,6	18,0	16,7	14,2	9,8	2003
11,3	10,0	16,5	12,8	6,0	2002
14	11,3	16,3	14,6	13,7	2001
14,8	12,2	16,8	17,2	13,3	2000
11,8	12,8	17,6	12,6	4,3	1999
14	14,7	19,7	14	7,6	1998
11,2	11,8	12,6	12,9	7,5	1997
12,1	10,1	17,4	13,9	7,1	1996
12,9	14	18,3	11,5	8	1995
12,5	13,7	16,1	14,8	5,5	1994
14	16,1	18,6	17,4	4,2	1993
11	12,2	15,6	9,3	7,2	1992
14,7	11,8	16,5	19,2	11,3	1991
13,3	14	18,7	15,3	5	1990
14,3	12,3	19,7	17,6	7,5	1989
13,3	13,5	20,1	13,4	6	1988

Приложение Б

Данные о количестве выпавших осадков в пожароопасный период по летописи природы заповедника «Малая Сосьва» и Росгидромета в период с 1988 г. по 2020 г.

Оср	август	июль	июнь	май	Годы
60,25	106	34	45	56	2020
66,5	96	104,8	43,7	21,6	2019
67,2	91,5	38,9	98,1	40,1	2018
88,6	41,6	33,3	97,6	181,9	2017
62,4	52,4	64,2	105,9	27,2	2016
65,9	81,5	65,3	92,7	24,0	2015
73,8	67,0	137,1	48,0	43,2	2014
66,9	27,5	50,9	42,0	30,8	2013
97,0	103,5	90,8	156,2	37,4	2012
67,9	47,1	21,5	65,1	28,1	2011
36,0	57,8	24,9	40,5	20,7	2010
67,4	78,4	88,6	29,1	73,6	2009
69,7	73,9	90,1	83,2	31,7	2008
69,9	41,6	50,3	85,9	93,1	2007
87,3	78,9	137,1	65,4	67,9	2006
70,9	42,4	93,9	77,9	54,6	2005
68,0	92,8	33,8	94,9	50,5	2004
71,9	156,5	29,8	81,1	27,4	2003
88,9	36,0	132,9	71,9	114,9	2002
72,9	38,6	114,4	45,3	94,0	2001
67,4	36,7	134,9	61,6	36,2	2000
74,9	76,2	92,1	36,5	95,1	1999
85,5	84,4	75,7	141,5	40,5	1998
62	86,2	42,8	44,9	74,1	1997
96	78,6	171,5	90,3	43,7	1996
66,2	98	45,2	45,2	76,4	1995
102,6	66,1	160,8	103,4	79,9	1994
45	53,2	53	23,6	50,2	1993
56,4	104,94	53,2	55,2	12,4	1992
60,7	25,9	117,1	58,5	41,4	1991
65,4	63,9	66,9	76,9	54	1990
66	104	47,3	37,2	75,4	1989
38,5	45,5	34,2	57,4	16,8	1988

Ландшафтная карта заповедника «Малая Сосьва» (Научный отчет..., 2018,
масштаб 1:50 000)



Легенда к ландшафтной карте заповедника «Малая Сосьва»

Индекс	Урочища
	<p style="text-align: center;">Тип местности: Волнистый среднетаежных равнин</p>
I.1	<p style="text-align: center;">Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с кедровыми кустарничково-сфагновыми лесами в комплексе с верховыми кустарничково-пушицево-осоково-сфагновыми болотами на глееземах таежных торфянисто-глеевых</p>
I.10	<p style="text-align: center;">Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с елово-кедровыми багульниково-сфагновыми лесами с локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах</p>
I.11	<p style="text-align: center;">Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосновыми с елью и осиной кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах</p>
I.12	<p style="text-align: center;">Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с елово-кедрово-березовыми с сосной багульниково-бруснично-зеленомошными лесами местами с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами и в комплексе с локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых почвах</p>

Индекс	Урочища
I.13	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-кедрово-еловыми кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глееземах таежных подзолистых
I.14	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с кедрово-еловыми с примесью березы и сосны кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глееземах таежных подзолистых
I.15	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-кедровыми с примесью сосны бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глееземах таежных подзолистых
I.16	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с елово-сосновыми с березой бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с глееземами таежными подзолистыми
I.17	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосновыми с елью багульниково-бруснично-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.18	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с горелыми березово-сосновыми осоково-разнотравными лесами с участием мезотрофных осоково-сфагновых болот на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах

Индекс	Урочища
I.19	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-елово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах
I.2	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с елово-березовыми с сосной бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными пушицево-сфагновыми болотами на глееземах таежных в сочетании с болотными переходными торфяными почвами
I.20	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосново-еловыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.21	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с елово-осиново-березовыми папоротниково-разнотравно-зеленомошными лесами местами с мезотрофными кустарничково-пушицево-сфагновыми болотами на глееземах таежных
I.22	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с восстанавливающимися осиново-березовыми с сосной и кедром бруснично-осоково-разнотравными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов на подзолистых иллювиально-железистых почвах

Индекс	Урочища
I.23	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с елово-березово-сосновыми с осинной кустарничково-осоково-разнотравными лесами на глееземах таежных подзолистых
I.24	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми разнотравно-сфагновыми лесами местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.25	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-елово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.26	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в сочетании с болотными верховыми торфянисто-глеевыми
I.27	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосновыми с елью и кедром бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в сочетании с болотными верховыми торфянисто-глеевыми

Индекс	Урочища
I.28	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-еловыми с примесью березы и сосны кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глееземах таежных подзолистых
I.29	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-еловыми с сосной бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами на глееземах таежных подзолистых
I.3	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосновыми багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.30	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с елово-березовыми с сосной бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на глееземах таежных подзолистых
I.31	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с восстанавливающимися осиново-березово-сосновыми с кедром бруснично-осоково-разнотравными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов на глееземах таежных подзолистых
I.32	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности междуречья с сосновыми багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах

Индекс	Урочища
I.33	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с редкостойными сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами с угнетенной березой в комплексе с верховыми кустарничково-пушицево-осоково-сфагновыми болотами на глееземах таежных подзолистых в сочетании с верховыми торфянисто-глеевыми
I.34	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с кедрово-березово-сосновыми бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с глееземами таежными подзолистыми
I.35	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с кедрово-елово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на глееземах таежных подзолистых
I.36	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с кедрово-елово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.37	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми с елью и кедром бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах

Индекс	Урочища
I.38	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с елово-сосновыми с березой бруснично-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.39	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с восстанавливающимися березовыми кустарничково-зеленомошными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов в комплексе с горелыми пустошами на месте сосновых кустарничково-лишайниково-зеленомошных лесов на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.4	Пологоувалистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосново-еловыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах в комплексе с болотными верховыми торфянисто-глеевыми
I.40	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с сосново-кустарничково-сфагновыми лесами с примесью березы в комплексе с кустарничково-сфагновыми верховыми болотами и локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.41	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с восстанавливающимися березовыми кустарничково-зеленомошными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов в комплексе с горелыми пустошами на месте сосновых кустарничково-лишайниково-зеленомошных лесов на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах

Индекс	Урочища
I.42	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с сосновыми с кедром кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами и локальными участками гарей на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.43	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с восстанавливающимися березовыми с сосной бруснично-мелкотравными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов на глееземах таежных подзолистых
I.44	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми с кедром кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.45	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с сосново-елово-березовыми бруснично-мелкотравно-сфагновыми лесами на глееземах таежных
I.46	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с кедрово-еловыми с примесью березы и сосны кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными кустарничково-осоковыми болотами на глееземах таежных подзолистых
I.47	Пологоволнистые слабодренированные поверхности водораздельных равнин с редкостойными сосновыми с кедром кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с восстанавливающимися березовыми

Индекс	Урочища
	мелкотравными лесами на месте светлохвойных лесов и мезотрофными кустарничково-осоковыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.48	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-сосновыми с березой кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.49	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосновыми с кедром кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
I.5	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с березово-елово-сосновыми с кедром кустарничково-сфагновыми лесами в комплексе с верховыми кустарничково-пушицево-осоково-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах
I.50	Слабонаклонные заболоченные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с редкостойными сосновыми с кедром кустарничково-сфагновыми лесами в комплексе с верховыми кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах

Индекс	Урочища
I.51	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с редкостойными сосновыми с кедром кустарничково-сфагновыми лесами в комплексе с верховыми кустарничково-пушицево-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах
I.52	Слабонаклонные слабодренированные поверхности водораздельных равнин с редкостойными сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами с угнетенной березой в комплексе с верховыми кустарничково-пушицево-осоково-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах
I.53	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с сосново-кедровыми багульниково-бруснично-зеленомошными лесами на глееземах таежных подзолистых
I.54	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами с участками сосново-сфагновых болот на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.55	Параллельно-грядовые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми сосново-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах
I.56	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами в комплексе с верховыми кустарничково-сфагновыми болотами на болотно-подзолистых иллювиально-железистых глеевых почвах

Индекс	Урочища
I.6	Слабонаклонные хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березовыми с елью и сосной кустарничково-разнотравно-зеленомошными лесами на глееземах таежных
I.7	Пологоволнистые хорошо дренированные поверхности водораздельных равнин с елово-кедрово-березовыми с сосной и осиной кустарничково-хвощево-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
I.8	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с сосново-березовыми осоково-разнотравными лесами на глееземах таежных
I.9	Плосковолнистые заболоченные поверхности водораздельных равнин с березовыми осоковыми лесами на глееземах таежных
II.1	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми с елью и осиной кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
	<p style="text-align: center;">Тип местности:</p> <p style="text-align: center;">Водораздельно-склоновый</p>
II.2	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с восстанавливающимися осиново-березово-сосновыми осоково-разнотравными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов на подзолистых иллювиально-железистых почвах

Индекс	Урочища
II.3	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с елово-кедрово-березовыми с сосной и осиной кустарничково-хвоцево-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с глееземами таежными подзолистыми
II.4	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосновыми багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
II.5	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-сосновыми с березой кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
II.6	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с сосново-кедровыми багульниково-бруснично-зеленомошными лесами на глееземах таежных подзолистых
II.7	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с кедрово-еловыми кустарничково-зеленомошными лесами на глееземах таежных подзолистых
II.8	Пологие хорошо дренированные склоны водораздельных равнин, расчлененные овражно-балочной сетью, с березово-сосновыми кустарничково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
	Тип местности: Пойменно-таежный

Индекс	Урочища
III.1	Недифференцированная плосковолнистая, местами гривистая, дренированная пойма реки среднего порядка с плоскими недренированными участками старичных понижений с сосново-березово-еловыми кустарничково-разнотравными лесами по основным поверхностям и осоково-сфагновыми низинными болотами по участкам старичных понижений на аллювиальных дерновых почвах в сочетании с аллювиальными торфяно-глеевыми и болотными низинными торфяными
III.2	Плосковолнистая дренированная пойма реки среднего порядка с лиственнично-березово-кедровыми с елью в подросте бруснично-разнотравно-зеленомошными лесами на аллювиальных дерновых почвах
	Тип местности: Пойменно-террасовый
IV.1	Пологоволнистые слабодренированные поверхности пойменной террасы реки среднего порядка с сосновыми бруснично-лишайничково-зеленомошными лесами местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых почвах
IV.2	Плоскобугристые верховые кустарничково-сфагновые с участием сосны и пушицево-осоковых сообществ болота пойменной террасы реки среднего порядка на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
IV.3	Плосковолнистые слабодренированные поверхности пойменной террасы реки среднего порядка с березово-сосновыми с кедром кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами местами с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах

Индекс	Урочища
IV.4	Плосковолнистые заболоченные поверхности пойменной террасы реки среднего порядка с восстанавливающимися осиново-березовыми осоково-разнотравными лесами на месте светлохвойных зеленомошных лесов на подзолистых иллювиально-железистых почвах
IV.5	Плосковолнистые заболоченные поверхности пойменной террасы реки среднего порядка с кедрово-березовыми кустарничково-сфагновыми лесами местами с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на глееземах таежных подзолистых
	Тип местности: Болотный грядово-мочажинный
IX.1	Грядово-мочажинные комплексы водораздельных равнин с сосново-кустарничково-сфагновыми грядами и шейхцериево-осоково-сфагновыми мочажинами на болотных верховых торфяных почвах
	Тип местности: Террасовый
V.1	Пологоволнистые слабодренированные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с березово-сосновыми кустарничково-осоково-сфагновыми лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
V.2	Пологоволнистые слабодренированные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с сосновыми багульниково-бруснично-зеленомошно-сфагновыми лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах

Индекс	Урочища
V.3	Пологоволнистые слабодренированные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с елово-березовыми с сосной багульниково-бруснично-сфагновыми лесами в комплексе с мезотрофными пушицево-сфагновыми болотами на глееземах таежных в сочетании с болотными переходными торфяными почвами
V.4	Плосковолнистые заболоченные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с кедрово-елово-сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами на глееземах таежных подзолистых
V.5	Плосковолнистые заболоченные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с сосново-березовыми осоково-разнотравными лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
V.6	Пологоволнистые слабодренированные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с березово-сосновыми разнотравно-сфагново-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах
V.7	Плосковолнистые слабодренированные поверхности надпойменной террасы реки среднего порядка с березово-сосновыми с кедром кустарничково-мелкотравно-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на подзолистых иллювиально-железистых почвах в сочетании с болотными переходными торфянисто-глеевыми
	<p style="text-align: center;">Тип местности:</p> <p style="text-align: center;">Террасово-болотный</p>

Индекс	Урочища
VI.1	Плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота надпойменной террасы реки среднего порядка с участием мезотрофно-евтрофных осоково-гипновых болот и сосновых багульниково-брусничных-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах в сочетании с болотными низинными торфяными
VI.10	Мелкобугристые мезотрофные кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
VI.11	Плоские мезотрофно-евтрофные осоково-гипновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных низинных торфяных почвах
VI.12	Мелкобугристые мезотрофные осоково-сфагновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка с березой и сосной в комплексе с плоскими низинными гипново-осоковыми болотами на болотных переходных торфяных почвах
VI.13	Плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота надпойменной террасы реки среднего порядка с участием мезотрофных осоково-сфагновых болот на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
VI.2	Плоские низинные осоково-гипновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных низинных торфяных почвах
VI.3	Плоскобугристые верховые кустарничково-сфагновые с участием сосны и пушицево-осоковых сообществ болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах

Индекс	Урочища
VI.4	Грядово-мочажинные комплексы надпойменной террасы реки среднего порядка с сосново-кустарничково-сфагновыми грядами и шейхцерицево-осоково-сфагновыми мочажинами на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
VI.5	Грядово-озерковые комплексы надпойменной террасы реки среднего порядка с кустарничково-сфагновыми грядами с угнетенной сосной и вторичными озерками на болотных верховых торфяных почвах
VI.6	Плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота надпойменной террасы реки среднего порядка с участием сосновых багульниково-брусничных-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах
VI.7	Мелкобугристые мезотрофные ерниково-осоково-гипновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
VI.8	Кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые верховые болота надпойменной террасы реки среднего порядка с участками сосновых кустарничково-сфагновых лесов на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах
VI.9	Мелкобугристые мезотрофные осоково-сфагновые болота надпойменной террасы реки среднего порядка на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
	Тип местности: Мелкодолинный
VII.1	Плоские слабодренированные долины рек малого порядка с березовыми папоротниково-разнотравными лесами на аллювиальных дерновых примитивных почвах

Индекс	Урочища
VII.2	Пологосклонные слабодренированные долины рек малого порядка с пихтово-еловыми с березой травяно-зеленомошными лесами на аллювиальных дерновых примитивных почвах
VII.3	Пологосклонные слабодренированные долины рек малого порядка с пихтово-еловыми с березой травяно-зеленомошными лесами в комплексе с мезотрофными осоково-сфагновыми болотами на аллювиальных дерновых примитивных почвах
VII.4	Пологосклонные слабодренированные долины рек малого порядка с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными лесами на аллювиальных дерновых примитивных почвах
	Тип местности: Болотный грядово-озерковый
VIII.1	Грядово-озерковые комплексы водораздельных равнин с кустарничково-сфагновыми грядами с угнетенной сосной и вторичными озерками на болотных верховых торфяных почвах
	Тип местности: Верховых болот
X.1	Плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота с участием сосновых багульниково-брусничных-лишайниково-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах

Индекс	Урочища
Х.10	Плоскобугристые верховые кустарничково-осоково-сфагновые болота в комплексе с восстанавливающимися березовыми осоково-сфагновыми лесами на месте светлохвойных лесов и сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.11	Плоскобугристые верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота с угнетенной сосной и березой на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.12	Плоскобугристые верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота с угнетенной сосной и березой в комплексе с сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными минеральными островами на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах
Х.2	Плоскобугристые верховые кустарничково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.3	Плоскобугристые верховые кустарничково-сфагновые с участием сосны и пушицево-сфагновых сообществ болота на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.4	Плоскобугристые верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота с участием сосновых кустарничково-лишайниково-зеленомошных минеральных островов на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.5	Плоскобугристые верховые сосново-багульниково-сфагновые болота на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
Х.6	Плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах

Индекс	Урочища
Х.7	Плоскобугристые верховые кустарничково-осоково-сфагновые болота в комплексе с березово-сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами и локальными участками гарей на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах
Х.8	Плоскобугристые верховые кустарничково-сфагновые болота в комплексе с сосновыми с кедром кустарничково-сфагновыми лесами и локальными участками гарей на болотных верховых торфянисто-глеевых почвах
Х.9	Плоскобугристые верховые кустарничково-осоково-сфагновые болота с угнетенной березой и сосной на болотных верховых торфяно-глеевых почвах
	Тип местности: Мезотрофных болот
ХI.1	Мелкобугристые мезотрофные пушицево-осоково-сфагновые болота на болотных переходных торфяных почвах
ХI.10	Мелкобугристые мезотрофные ерниково-осоково-гипновые болота с угнетенной березой и сосной на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
ХI.2	Мелкобугристые мезотрофные осоково-сфагновые болота на болотных переходных торфяных почвах
ХI.3	Мелкобугристые мезотрофные пушицево-осоково-гипновые болота на болотных переходных торфяных почвах

Индекс	Урочища
XI.4	Мелкобугристые мезотрофные пушицево-осоково-гипновые болота с участием ели и березы на краевых участках на болотных переходных торфяных почвах
XI.5	Плоские мезотрофно-евтрофные осоково-гипновые болота на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
XI.6	Мелкобугристые мезотрофные осоково-сфагновые болота с березой и сосной в комплексе с плоскими низинными гипново-осоковыми болотами на болотных переходных торфяных почвах
XI.7	Мелкобугристые мезотрофные березово-кустарничково-осоковые болота на болотных переходных торфяных почвах
XI.8	Мелкобугристые мезотрофные кедрово-еловые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые болота на болотных переходных торфяных почвах в сочетании с глеезами таежными
XI.9	Мелкобугристые мезотрофные осоковые болота на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
	Тип местности: Заторфованных долинообразных понижений
XII.1	Плоские заболоченные поверхности заторфованных долинообразных понижений с мезотрофными березово-кустарничково-осоковыми болотами на болотных переходных торфяно-глеевых почвах
	Тип местности: Минерально-островной
XIII.1	Выпуклые слабодренированные поверхности минеральных островов посреди болотного массива с сосновыми кустарничково-сфагновыми лесами на подзолистых иллювиально-железистых оглеенных почвах

Индекс	Урочища
ХШ.2	Выпуклые хорошо дренированные поверхности минеральных островов посреди болотного массива с сосновыми кустарничково-лишайниково-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах

Акт о внедрении результатов кандидатской диссертационной работы

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК**МАЛАЯ
СОСЬВА**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ
ЗАПОВЕДНИК «МАЛАЯ СОСЬВА»
ИМЕНИ В.В. РАЕВСКОГО»628242, ул. Ленина 46, г. Советский, Ханты-
Мансийский автономный округ, Тюменской области.
эл. почта: cbor@rambler.ru
сайт: www.m-sosva.ru

тел/факс (34675)3-25-83

02 ноября 2024 г.

Исх. № 370

Акт о внедрении результатов
диссертационного исследования Пигарёвой А.Е.

На основании результатов диссертационной работы на соискание учёной степени кандидата географических наук Пигарёвой Алёны Евгеньевны на тему «Оценка природной пожарной опасности таёжных ландшафтов на примере «Государственный природный заповедник «Малая Сосьва»,

Администрация учреждения подтверждает, что материалы исследования внедрены в научно-исследовательскую работу и практическую деятельность ФГБУ «Государственный заповедник «Малая Сосьва» при организации наземного и авиационного патрулирования территории.

Директор

Б.В. Предит