

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «КРАСНОЯРСКИЙ  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
ИНСТИТУТ ЛЕСА ИМ. В.Н. СУКАЧЕВА СО РАН – ОБОСОБЛЕННОЕ  
ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КНЦ СО РАН  
(ИЛ СО РАН)

УДК 574.4

Рег. № НИОКТР АААА-А17-117101820002-3



УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ФИЦ КНЦ СО РАН,

д.с.-х.н.

 А.А. Шпедт

« 22 » января 2020 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

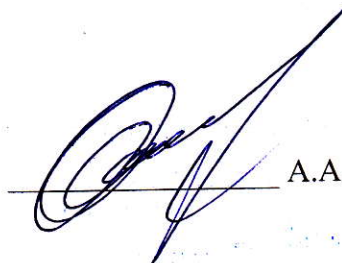
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И  
РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ  
ВОЗРАСТАЮЩЕГО АНТРОПОГЕНННОГО ПРЕССА И КЛИМАТИЧЕСКИХ  
АНОМАЛИЙ

(промежуточный/заключительный за 2019 год)

Направление фундаментальных исследований  
VI.52. Биологическое разнообразие

№ 0356-2019-0027

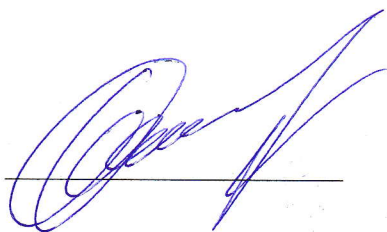
Руководитель НИР  
Главный научный сотрудник,  
д-р биол. наук, профессор

 А.А. Онучин

Красноярск 2020

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР  
Директор ИЛ СО РАН  
Главный научный  
сотрудник, д-р биол. наук



А.А. Онучин (Введение,  
Заключение)

Исполнители:

Старший научный  
сотрудник

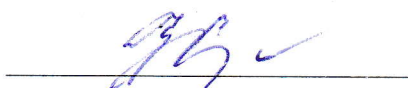
канд. сельс.-хоз. наук  
ИЛ СО РАН



В.В. Иванов (раздел 2)

Главный научный  
сотрудник, заведующий  
лабораторией

д-р сельс.-хоз. наук ИЛ СО  
РАН



В. А. Соколов (раздел 3)

Ведущий научный  
сотрудник д-р биол. Наук  
ИЛ СО РАН



Ю.Н. Красношеков  
(раздел 4)

Главный научный  
сотрудник, заведующий  
лабораторией д-р биол.  
Наук ИЛ СО РАН



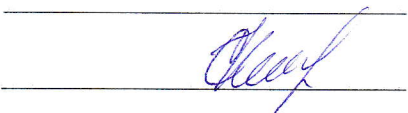
П.А. Цветков (раздел 1 и  
5)

Главный научный  
сотрудник, заведующий  
лабораторией  
д-р. биол. Наук ИЛ СО РАН



А. С. Шишкин (раздел 6)

Нормоконтроль



Н.С. Кузьмик

## РЕФЕРАТ

Отчет 48 с, 1 кн., рис.26, табл 15., прил.1

СИБИРЬ, ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ,  
ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ, ВОДНЫЙ БАЛАНС,  
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Представлен отчет по теме: «Теоретические основы сохранения экологического и ресурсного потенциала лесов Сибири в условиях возрастающего антропогенной нагрузки. Представлен отчет по теме: «Теоретические основы сохранения экологического и ресурсного потенциала лесов Сибири в условиях возрастающего антропогенного пресса и климатических аномалий». Объектом исследований служили лесные экосистемы и водосборные бассейны Сибири.

В основе проводимых исследований лежат методы лесоводственных, лесопирологических и лесогидрологических исследований, использование данных дистанционного зондирования, а также методы статистической обработки экспериментальных данных (корреляционный и регрессионный анализ). Предложены методы оценки параметров лесных экосистем и методические подходы к моделированию структуры насаждений и лесных ландшафтных сцен по данным лазерного сканирования.

Дана оценка влияния антропогенного пресса и климатических изменений на ресурсный и экологический потенциал горных лесов юга Сибири. Разработаны Практические рекомендации по применению рубок обновления и переформирования в лесах бассейна озера Байкал Республики Бурятия. Впервые исследованы особенности формирования, динамика роста и продуктивность лесных культур основных лесобразующих пород Сибири - лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и ели сибирской, растущих изначально в экспериментальном многовариантном режиме густот (0,5-128 тыс. шт./га). Приведены результаты влияния рубок ухода в молодняках сосны на продуктивность и структуру насаждений.

Изучена структура лиственничных редколесий на северном пределе распространения древесной растительности (полуостров Таймыр, лесной остров Ары-Мас). Получены средние значения 25-летней динамики высоты, диаметров стволов, запаса древесины и густоты лиственничных древостоев. Впервые разработана трансевразийская аддитивная модель биомассы лиственницы на основе данных надземной биомассы одного дерева, полученных в Монголии, по сравнению с аналогичными данными рода *Larix* spp. из других экорегионов Евразии. Установлено, что в условиях криолитозоны процессы деструкции фитодетрита и выщелачивания из него биогенных элементов происходят очень медленно: за девять лет, в зависимости от экологических условий и фракционного состава мортмассы, в почву в целом поступило 19.7–24.3 г кг<sup>-1</sup> азота и 1740.4–1985.9 г кг<sup>-1</sup> углерода.

Выявлены особенности стокоформирования рек Средней Сибири определяются сочетанием зонально-климатических факторов и характером растительного покрова на провинциальном уровне лесорастительного районирования. Лесистость как фактор, влияющий на гидрологический режим, по-разному проявляет себя в различных экорегионах. В лесотундре лесистость способствует увеличению стока, в таежных провинциях важную роль приобретает породный состав древостоя и его биометрические характеристики.

Дана оценка послепожарной неоднородности и изменчивости растительного и почвенного покровов в зависимости от интенсивности и давности пожара в Байкальском регионе. Разработан метод создания информационных баз данных в ГИС для управления действующими лесными пожарами на основе прогноза их поведения. Разработана концепция нового лесного законодательства Российской Федерации, базирующаяся на понятии лесного хозяйства как отрасли материального производства.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                                                                                                                          | 6  |
| ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ                                                                                                                                                                    |    |
| 1. Основной результат фундаментальных исследований 2019 года.<br>Информационная база данных в ГИС для управления действующими лесными<br>пожарами на основе прогноза их поведения | 7  |
| 2. Лесоводственные основы повышения продуктивности лесов и сохранения их<br>лесовосстановительного потенциала.                                                                    | 8  |
| 3. Организация лесоуправления на основе эколого-экономической оценки<br>лесных ресурсов и модели интенсивного использования и воспроизводства<br>лесов                            | 13 |
| 4. Трансформация экологических функций лесов под влиянием природных и<br>антропогенных факторов                                                                                   | 16 |
| 5. Исследование роли пожаров как природного фактора формирования и<br>существования лесов                                                                                         | 21 |
| 6. Разнообразие, динамика и функциональные связи компонентов нарушенных<br>лесных экосистем                                                                                       | 31 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ                                                                                                                                                                        | 36 |
| Приложение А - Перечень статей, опубликованных по тематике проекта в<br>2019г.                                                                                                    | 37 |

## ВВЕДЕНИЕ

Ресурсный и экологический потенциал, сибирских лесов имеет важное значение как для экономики региона, так и во многом определяет состояние биосферы нашей планеты. По мнению ряда исследователей, биосферное значение лесов часто превосходит их сырьевую роль. В связи с обострением проблемы нехватки в ряде регионов чистой пресной воды особое внимание следует уделять изучению влагооборота в системе лес-вода. Поскольку вода может стать стратегическим ресурсом, который пока еще в достаточном количестве воспроизводится лесными экосистемами Сибири, необходимо предлагать методы устойчивого управления лесами, которые могут в перспективе обеспечить удовлетворение внутренних потребностей в водных ресурсах для России и экспортные возможности.

Принятие обоснованных решений относительно целевого назначения лесов с учетом динамических процессов их состояния и функционирования должно базироваться на глубоких теоретических знаниях о природе лесных экосистем и их эволюции. Фундаментальные знания, касающиеся оценки продуктивности древостоев и их устойчивости к внешним природным и антропогенным факторам являются научной основой ведения лесного хозяйства предполагающего рациональное использование лесных ресурсов и их эффективное воспроизводство.

Целью проводимых исследований являлась разработка методов и подходов к оценке и сохранению экологического и ресурсного потенциала лесов Сибири на основе новых знаний о природе и функционировании лесных экосистем в условиях масштабных антропогенных воздействий и глобальных климатических изменений, для совершенствования системы лесопользования и рационального неистощительного использования и воспроизводства лесных ресурсов.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. Основной результат фундаментальных исследований 2019 года. Информационная база данных в ГИС для управления действующими лесными пожарами на основе прогноза их поведения.

Разработан метод создания информационных баз данных в ГИС для управления действующими лесными пожарами на основе прогноза их поведения. Суть метода в использовании лесоустроительной информации в геоинформационной системе для составления крупномасштабных карт растительных горючих материалов, которые в совокупности с выбранной моделью распространения горения позволяют прогнозировать поведение любого пожара растительности. Информационные базы данных созданы для Чунского лесничества и для заповедников «Столбы», «Саяно-Шушенский», «Кузнецкий Алатау» и «Убсунурская котловина». На примере Чунского лесничества и заповедника «Столбы» выполнена ретроспективная проверка компьютерной программы прогноза поведения пожаров, которая подтверждает возможность её использования в лесопожарной практике (рисунок 1).

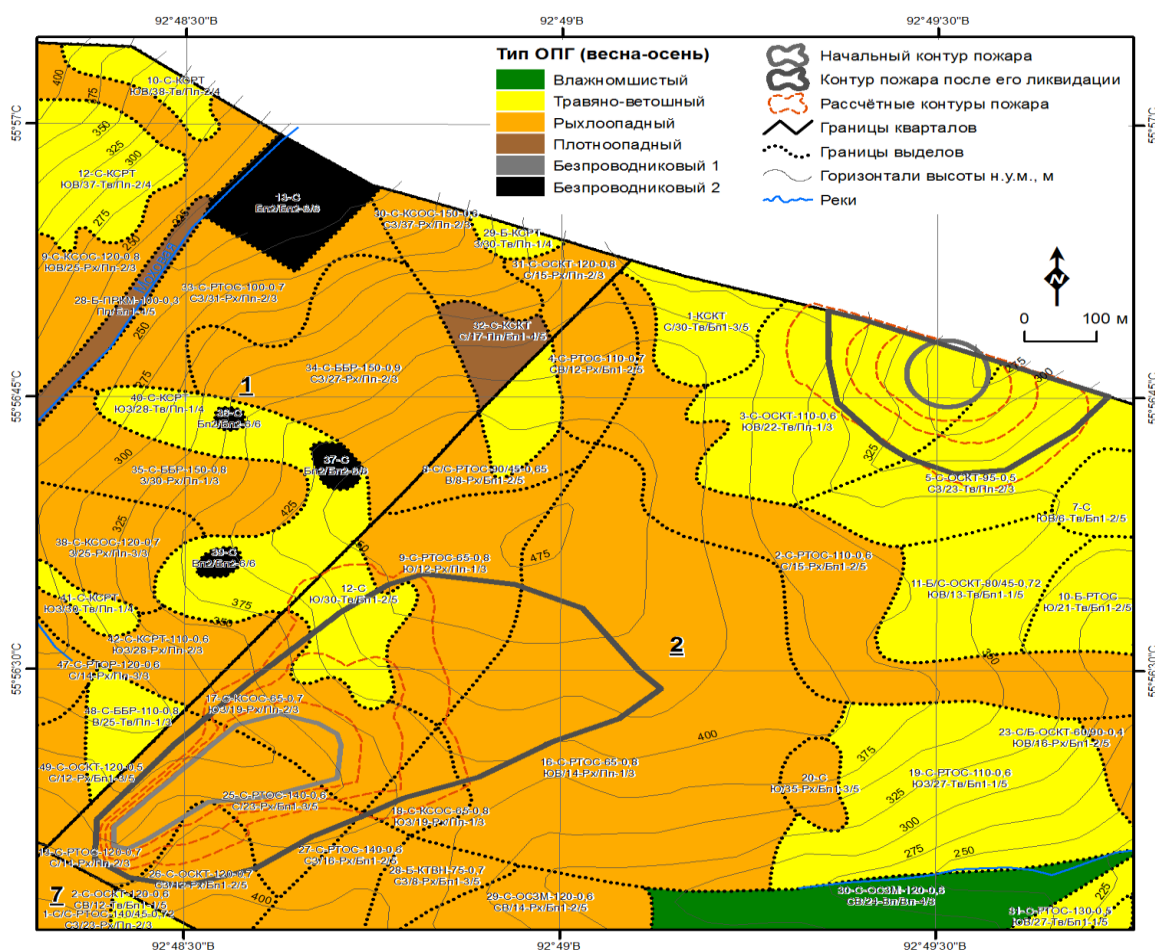


Рисунок 1 - Ретроспективная проверка программы прогноза поведения лесных пожаров №1 (1га) (вверху) и №2 (3 га) (внизу), обнаруженных 12 мая 2003 года в 17.30 и в 20.30 соответственно, в квартале №2 ГПЗ «Столбы».

Примечание к рисунку. Формулы в выделах: в числителе: номер выдела, древесная порода, возраст, полнота, тип леса; в знаменателе: экспозиция, крутизна склона, тип основного проводника горения весной (осенью)/летом, критический класс засухи для основного проводника горения весной (осенью)/летом.

## **2. Лесоводственные основы повышения продуктивности лесов и сохранения их лесовосстановительного потенциала**

По результатам анализа материалов по применению рубок в лесах бассейна озера Байкал Республики Бурятия изучено влияние рубок обновления и переформирования на спелые сосновые древостои 3 – 4 классов бонитета. Показана зависимость прироста по диаметру ствола от величины доступного для дерева ресурса. В качестве показателя обеспеченности дерева ресурсом бралась площадь области доминирования (ОД), которая рассчитывалась с учетом величины диаметра ствола и условий роста. Определены оптимальные площади ОД, обеспечивающие устойчивые темпы роста дерева в высоту и по диаметру и формирование хорошо развитой кроны. После проведения рубки ухода в сосновых насаждениях определенного возраста следует оставлять количество деревьев соответствующее оптимальной густоте. Предложенный подход позволил разработать таблицы оптимальных густот сосновых древостоев в лесорастительных условиях Байкальского горного лесного района на разных возрастных этапах формирования защитных лесов.

На основании проведенных исследований совместно со специалистами Республиканского агентства лесного хозяйства Республики Бурятия разработаны Практические рекомендации по применению рубок обновления и переформирования в лесах бассейна озера Байкал Республики Бурятия.

В условиях Красноярской лесостепи проведены исследования, направленные на изучение связи величины доступного ресурса с площадью проекции крон деревьев в средневозрастных сосновых древостоях. В качестве оценки величины доступного ресурса принимается площадь области доминирования ( $S_{од}$ ) в пределах которой дерево оказывает доминирующее (преобладающее) влияние с точки зрения использования доступных ресурсов. Крона играет важную роль и ее размер определяет, как формируется жизненное пространство дерева, его рост и развитие. Крупномасштабная съемка средневозрастного насаждения соснового бора, территориально входящего в Красноярскую островную лесостепь проведена с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и обеспечивает разрешение 25 см на местности. Идентификация площадью проекции крон деревьев в средневозрастных сосновых древостоях. Методами GIS технологий были оконтурены кроны всех деревьев и вычислены площади их проекции (рисунок 2). Проведенный анализ показал хорошее соответствие контуров и площадей проекции крон на снимках с натурными данными.

Установлено, что в при  $S_{од}$  менее  $6 \text{ м}^2$  формируются разреженные кроны с площадью проекции  $2...6 \text{ м}^2$ . При увеличении  $S_{од}$  от 6 до  $12 \text{ м}^2$  формируется более густая крона с площадью проекции до  $10 \text{ м}^2$  и протяженностью 30...40 % высоты дерева. Регрессионный анализ показал наличие тесной связи между площадью проекции крон ( $S_{кр}$ ) и  $S_{од}$ , с коэффициентом корреляции  $R = 0,84$  (рисунок 3).

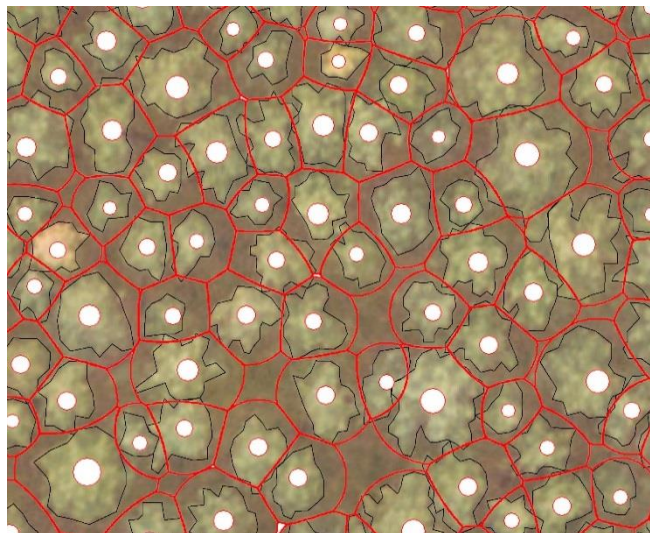


Рисунок 2 - Фрагмент пробной площади. Контуры крон показаны черными линиями, а области доминирования красными. Белые круги указывают положение стволов деревьев.

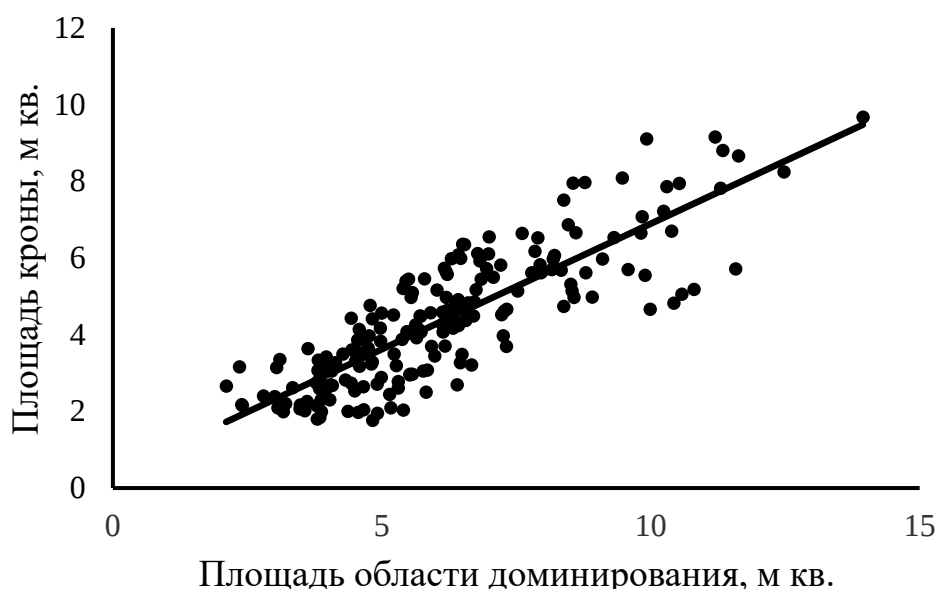


Рисунок 3 - Зависимость  $S_{кр}$  от  $S_{од}$  в 51-летнем сосновом древостое.

Использование БПЛА является перспективным, малозатратным и эффективным методом дистанционного изучения структуры древостоев. Камеральная обработка фотосъёмки позволяет получить характеристики площадей проекции крон. Эти данные могут быть использованы при назначении рубок ухода и формировании древесного полога одновозрастных сосновых древостоев, обеспечивающего максимальное использование почвенно-светового ресурса и эффективное выполнение экологических функций лесов.

В условиях лесостепной зоны были определены оптимальные значения интенсивности изреживания сосновых насаждений различной начальной густоты с целью получения максимального прироста (рисунок 4).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для каждой начальной густоты может быть определен оптимум изреживания с целью получения максимального прироста. Для начальных густот 400, 500 и 600 шт./га, он будет находиться в пределах 200, 250 и 310 шт./га соответственно. В дальнейшем при включении в анализ других вариантов изреживания при различных исходных густотах древостоев и обеспечения

более полного представительства выборок, такой подход может быть использован для уточнения практических рекомендаций по интенсивности выборочных рубок.

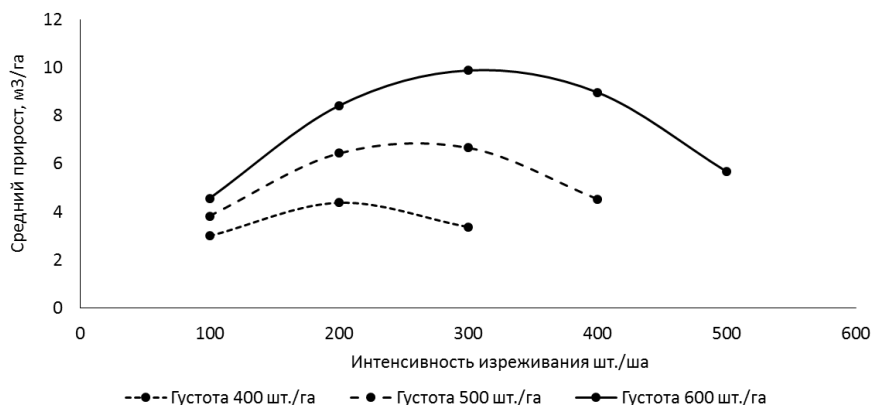


Рисунок 4 - Зависимость среднего прироста древостоя от интенсивности изреживания при различных вариантах начальной густоты.

Проведены исследования влияния рубок ухода различной интенсивности на изменение основных таксационных показателей сосновых молодняков, произрастающих на залежных землях э/х «Погорельский бор». Рубками ухода в сосняке с начальной густотой 40,6 тыс. шт./га (контроль) были сформированы насаждения различной густоты 2,9 (редкое по густоте насаждение), 9,4 (среднее) и 17,5 тыс. шт./га (густое). Через 10 лет после рубок ухода наибольший средний диаметр деревьев (11,1 см) и высота (8,7 м) наблюдались в насаждении с густотой 2,9 тыс. шт./га (рисунок 5 а, б).

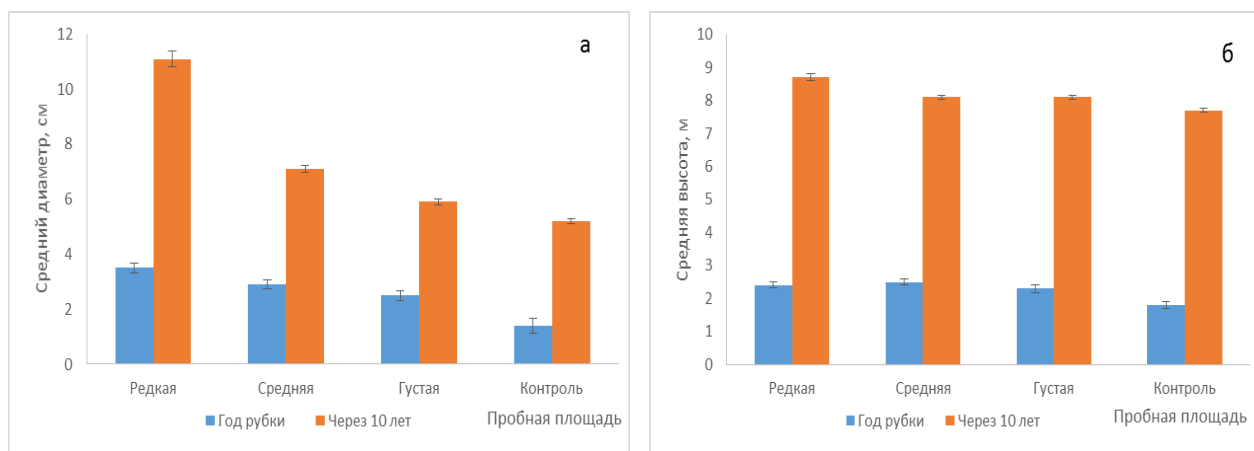


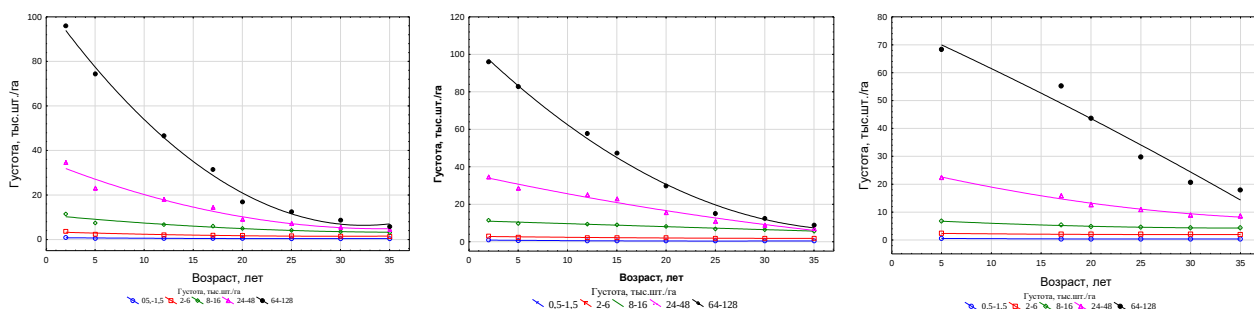
Рисунок 5 - Изменение среднего диаметра (а) и средней высоты (б) деревьев через 10 лет после рубок ухода в сосновых молодняках.

Таким образом, можно отметить, что через 10 лет после проведения рубок ухода существенное увеличение среднего диаметра наблюдалось только в варианте с максимальной интенсивностью рубок ухода. В остальных вариантах рубок такого увеличения по сравнению с контролем не наблюдается, что свидетельствует о наличии здесь, как и на контроле стрессовых условий жесткой конкуренции деревьев за ресурсы среды. Очевидно, что в загущенных молодняках необходимо проведение интенсивных рубок ухода снижающих густоту до 3-5 тыс. шт./га.

Результаты 35-летних наблюдений за опытными разногустотными посадками хвойных культур свидетельствуют о том, что влияние начальной густоты посадок на морфоструктуру и продуктивность ценозов видо-специфично хотя имеют место общие тенденции изменения этих параметров. Ход роста древостоев сопровождается снижением густоты ценозов и перераспределением ресурсов среды и суммарного прироста на

меньшее число деревьев. При этом наиболее интенсивное изреживание наблюдается в посадках лиственницы, а наименее интенсивное в посадках ели. Сосна занимает промежуточное положение (рисунок 6).

Максимальное изреживание наблюдалась в загущенных посадках. При этом более интенсивно изреживание протекало в светловойных насаждениях, особенно в лиственничных. В загущенных посадках ели реакция на густоту менее интенсивна, к 35 годам плотность их оказалась в 2-3 раза выше, чем в загущенных посадках сосны и лиственницы. Произрастание в загущенном состоянии является свойственной для теневыносливой ели и сохраняется длительное время, а процесс формирования молодняков замедляется.



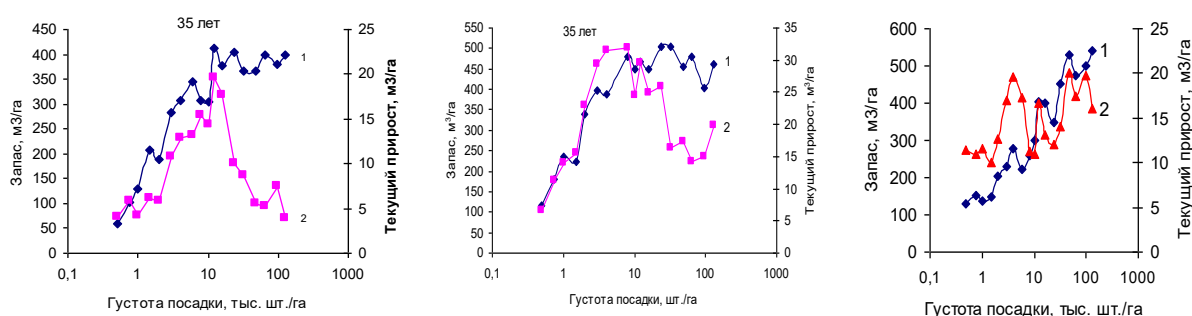
лиственница

сосна

ель

Рисунок 6 - Динамика амплитуды густотного ряда культур

Анализ изменения текущего прироста в связи с начальной густотой посадки свидетельствует о том, что в 35-летних культурах лиственницы наблюдается резкое снижение этого показателя с увеличением густоты посадки свыше 12 тыс. шт./га. В культурах сосны такая тенденция менее выражена, а в еловых к этому возрасту не просматривается вообще. Следует отметить, что рост запасов с увеличением густоты посадок в лиственничных и сосновых культурах также наблюдается до густоты 12 тыс. шт./га, а затем выходит на плато, в то время как в культурах ели эта тенденция сохраняется практически на всем интервале густот (рисунок 7).



лиственница

сосна

ель

Рисунок 7 - Изменение запаса (1) и текущего прироста (2) в зависимости от густоты посадки в 35-летних ценозах.

Такие культуры по росту и развитию приближаются к естественным лесным насаждениям, и их формирование происходит по законам развития естественных лесов. Для ускоренного роста и развития деревьев, если позволяет излишек густоты, возможны рубки ухода.

Собраны данные о структуре и 25-летней динамике лиственничных редколесий на северном пределе распространения древесной растительности (полуостров Таймыр,

лесной остров Ары-Мас. По результатам исследований на 4-х постоянных объектах мониторинга (пробных площадях) получены следующие выводы:

- ✓ для всех исследованных пробных площадей характерно увеличение среднего диаметра которое происходит за счет двух разнонаправленных процессов: а) за счет отпада тонкомерной части древостоя и, таким образом, увеличения средних значений показателей и б) за счет естественного прироста отдельных экземпляров, формирующих древостой;
- ✓ увеличение среднего диаметра практически в два раза превышает аналогичный показатель по высоте, что свидетельствует о превалировании в накоплении запаса стволовой древесины прироста по диаметру, по сравнению с приростом по высоте;
- ✓ прирост запаса стволовой древесины для большинства пробных площадей составил около 2 м<sup>3</sup>/га за анализируемый 25-летний период или 0,08 м<sup>3</sup>/га в год;
- ✓ на всех пробных площадях сохраняется положительная динамика увеличения запаса стволовой древесины живых деревьев, вместе с тем, на одной пробной площади положительный баланс имеет минимальное значение, что обусловлено интенсивной гибелью деревьев;
- ✓ анализ динамики структуры древостоев, проведенный на четырех объектах мониторинга позволяет сделать вывод о прогрессирующем изреживании редколесий Ары-Маса, которые, тем не менее, сохраняют положительный баланс увеличения запаса стволовой древесины живой части древостоя.

#### **Оценка интенсивности поступления биогенных элементов из отдельных компонентов фитодетрита лиственничников в процессе их минерализации**

Многолетние исследования показали, что максимальная интенсивность деструкции фитодетрита в лиственничниках Центральной Эвенкии наблюдается в первые три - четыре года инкубации и обусловлена первоначальным содержанием легкодоступных фракций азота и углерода. В последующие этапы она существенно ингибируется вновь синтезируемыми в детрите физиологически активными соединениями и резким снижением соотношения C:N. Одновременно прослежены изменения содержания азота и углерода и интенсивность их выщелачивания из фитодетрита в разных экологических условиях рассматриваемых фитоценозов и фракционного состава мортмассы в них. Установлено, что в бруснично-зеленомошном лиственничнике, где более высокая температура почвы, интенсивность деструкции органического вещества и поступление азота и углерода на 10–15% выше, чем в кустарничково-сфагново-зеленомошном (таблица 1).

Таблица 1 - Потери азота и углерода из отдельных компонентов фитодетрита за 9 лет минерализации, г кг<sup>-1</sup> а.с.м.

| Элемент питания                                          | Хвоя   | Ветви  | Подстилка | Корни  | Шишки  | Итого   |
|----------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|
| <b>Кустарничково-сфагново-зеленомошный лиственничник</b> |        |        |           |        |        |         |
| N                                                        | 6.03   | 3.64   | 2.54      | 5.33   | 2.17   | 19.71   |
| C                                                        | 370.43 | 469.21 | 155.2     | 392.26 | 353.25 | 1740.35 |
| <b>Бруснично-зеленомошный лиственничник</b>              |        |        |           |        |        |         |
| N                                                        | 8.36   | 4.29   | 3.16      | 5.58   | 2.86   | 24.25   |
| C                                                        | 459.13 | 519.49 | 163.12    | 418.15 | 425.97 | 1985.86 |

Отмечено, что максимальное поступление азота идет из хвои, корней и ветвей (3.64–8.36 г/кг а.с.м. образца), а углерода – из веток, хвои, шишек и корней (370.43–519.49 г/кг массы образца). Минимальный же их вынос происходит из подстилки (табл. 1).

Следовательно, роль отдельных компонентов опада в биологическом круговороте в лиственничниках криолитозоны различна.

### 3. Организация лесоправления на основе эколого-экономической оценки лесных ресурсов и модели интенсивного использования и воспроизводства лесов

Разработана концепция нового лесного законодательства Российской Федерации, базирующаяся на понятии лесного хозяйства как отрасли материального производства, в которой действуют, как и в лесопромышленном комплексе, законы рыночной экономики, а также на объективной рыночной эколого-экономической оценке лесных ресурсов, позволяющей через механизм лесной ренты перейти от дотационной схемы финансирования лесохозяйственного производства и лесоправления к системе, обеспечивающей ведение правильного лесного хозяйства и прибыль. Учитывая региональные природно-экономические условия, новый лесной закон должен быть рамочным, кратким в виде основ лесного законодательства Российской Федерации, а для регионов, в том числе многолесных субъектов РФ, должны разрабатываться свои законы прямого действия, которые будут учитывать региональные особенности лесного хозяйства. Разработан макет основ лесного законодательства Российской Федерации.

Главные задачи основ лесного законодательства РФ:

определить права, обязанности и ответственность всех участников лесных правоотношений в осуществлении устойчивого лесопользования;  
сохранить и увеличить социальный, экологический и экономический потенциал лесов;  
обеспечить устойчивое лесопользование в пределах лесных предприятий, административных районов, субъектов РФ и России в целом.

Разработан способ оценки плодородия лесных почв по массовым данным лесопроизводства. За основу принимается, что класс бонитета древостоя есть производное лесорастительных условий, в перечень которых входит и плодородие лесных почв:  $B_s = f(S)$ , где:  $B_s$  – класс бонитета древостоя;  $S$  – показатель лесорастительных условий. В качестве начала отсчета выступает усредненная линия роста по высоте и диаметру (уравнение регрессии  $h_0 = f(A, d)$ , где  $A$  – возраст древостоя, лет,  $d$  – диаметр, см). В качестве измерителя лесорастительных условий  $S$  использовано отношение высот  $h/h_0$ . При этом в качестве линии отсчета выступает плоскость  $h_0 = f(d, A)$  (таблица 2).

Таблица 2 - Зависимости  $h_0 = f(d, A)$  для тестового участка (Терянского лесничества Красноярского края)

| Древесная порода | Уравнение регрессии $h_0 = f(d, A)$                                              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Сосна            | $h_0 = -0.842 + 1.264*d - 0.017*d^2, (n = 219, R = 0.872, R^2 = 0.761)$          |
| Лиственница      | $h_0 = 1.387 + 0.020*A + 1.037*d - 0.013*d^2, (n = 731, R = 0.775, R^2 = 0.601)$ |
| Кедр             | $h_0 = 5.106 + 0.708*d - 0.007*d^2, (n = 478, R = 0.518, R^2 = 0.268)$           |
| Ель              | $h_0 = 0.431 + 1.188*d - 0.014*d^2, (n = 93, R = 0.946, R^2 = 0.895)$            |

На основе уравнений  $h_0 = f(d, A)$  рассчитываются значения  $S = h/h_0$  и вносятся в дополнительное поле атрибутивной таблицы таксационных выделов. Аналитический вид уравнений  $B_s = f(S)$  получен по данным классов бонитета древостоев и показателям условий произрастания  $S_0$  (таблица 3). В атрибутивную таблицу таксационных выделов внесены расчетные значения  $B_s$  для сосны, лиственницы, кедра и ели, на основе которых проведено картографирование потенциальной продуктивности древесных пород (рисунок 8).

Таблица 3 - Аналитический вид уравнений  $B_s=f(S)$

| Древесная порода | Уравнение регрессии                                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Сосна            | $B_s = -13.764 - 31.597*S^2 + 48.890*S$ , ( $n = 219$ , $R = 0.513$ , $R^2 = 0.263$ )  |
| Лиственница      | $B_s = 50.597 - 87.021*S + 39.459*S^2$ , ( $n = 731$ , $R = 0.412$ , $R^2 = 0.170$ )   |
| Кедр             | $B_s = -10.202 - 21.751*S^2 + 36.063*S$ , ( $n = 478$ , $R = 0.321$ , $R^2 = 0.103$ )  |
| Ель              | $B_s = 240.110 - 467.974*S + 232.201*S^2$ , ( $n = 93$ , $R = 0.378$ , $R^2 = 0.143$ ) |

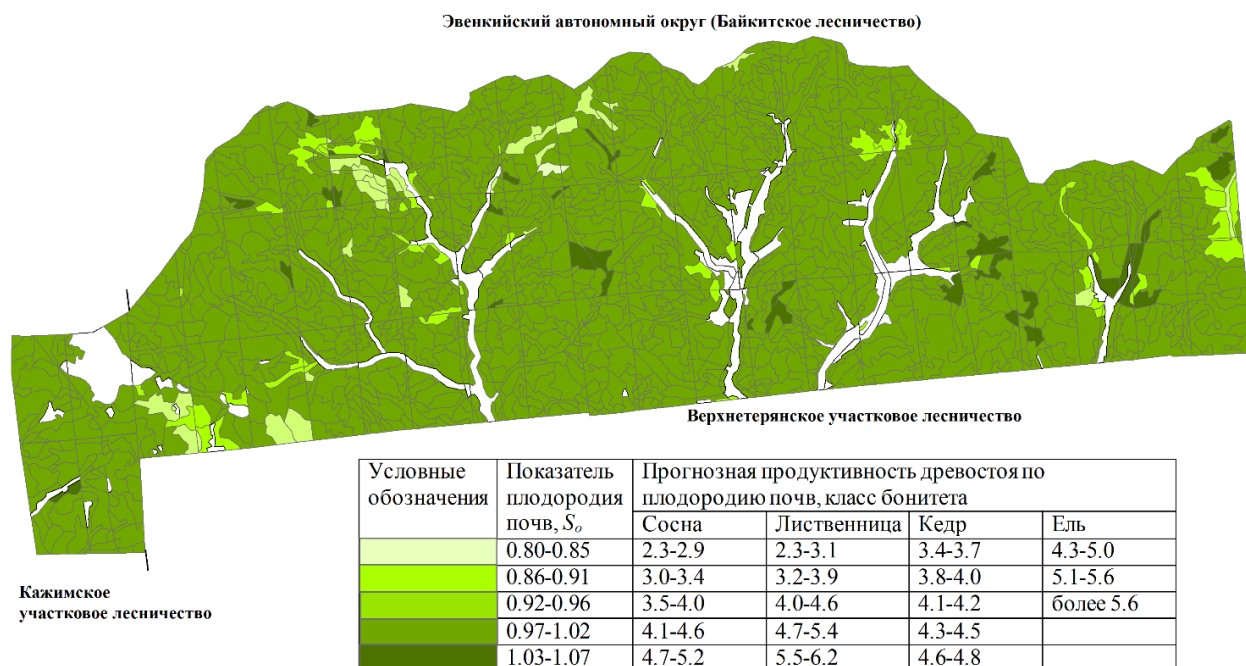


Рисунок 8 - Плодородие лесных почв  $S_o$  и потенциальная продуктивность древостоев  $B_s$ .

Разработана методика определения комплексного коэффициента лесовосстановления ( $\beta$ ) после сплошнолесосечных рубок:

$$\beta = f(\beta^*, T_t, P_t),$$

где  $T_t$  и  $P_t$  – коэффициенты, учитывающие фактор времени;  $\beta^*$  – коэффициент сохранности подроста после рубки.

Коэффициент лесовосстановления может быть рассчитан по площади и по количеству подроста для различных участков лесного фонда (отдельной лесосеки, арендного участка, лесосырьевой базы, участкового лесничества, лесничества) и показывает сколько процентов вырубленных площадей восстановится хозяйственно ценной породой через оборот рубки (100–120 лет).

Впервые разработана трансевразийская аддитивная модель биомассы лиственницы на основе данных надземной биомассы одного дерева, полученных в Монголии, по сравнению с аналогичными данными рода *Larix* spp. из других экорегионов Евразии. С использованием полученных ранее данных по лесам Монголии составлена таблица для оценки биомассы, где для всех компонентов биомассы показана закономерность роста биомассы с увеличением диаметра ствола, но закономерности противоположных

направлений в его изменениях связаны с увеличением высоты дерева при том же диаметре ствола. При использовании базы данных древесной биомассы по различным экорегионам Евразии разработана аддитивная модель компонентов дерева биомассы, решающая объединенную проблему аддитивности и региональности модели. Разработанная аддитивная модель надземной биомассы дерева рода *Larix* гармонизирована двумя способами: она устраняет внутренние противоречия компонента и уравнений общей биомассы и, кроме того, она учитывает региональные (и соответственно видоспецифичные) различия дерева в его составной структуре:

$$P_i = e^{ai} D^{bi} H^{ci} D^{di(\ln H)} e^{\sum g_{ij} X_j}.$$

Обнаружен значительный избыток абсолютных значений биомассы лиственницы в лесотундре, что можно объяснить условиями вечной мерзлоты, ростом деревьев в низкопродуктивных насаждениях с высокой начальной густотой древостоев. Биомасса деревьев лиственницы в Монголии по структуре надземной биомассы не выделяется на фоне большинства экорегионов Евразии, несмотря на неблагоприятные условия произрастания на южной границе ареала. Предложенная модель и соответствующие таблицы для оценки биомассы деревьев лиственницы позволяют определять биомассу лиственничных древостоев в разных экорегионах Евразии по входным параметрам высоты и диаметра стволов деревьев (таблица 4, рисунок 9)..

Таблица 4 - Elaborated dry biomass table of the Siberian larch in Mongolia by tree height and stem diameter; unit values in kg

| Tree height, m | Biomass components | DBH, cm |       |        |        |        |        |
|----------------|--------------------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                |                    | 10      | 14    | 18     | 22     | 26     | 30     |
| 10             | Aboveground        | 24.14   | 42.97 | 66.07  | —      | —      | —      |
|                | Tree crown         | 4.38    | 10.40 | 19.55  | —      | —      | —      |
|                | Foliage            | 1.09    | 2.35  | 4.12   | —      | —      | —      |
|                | Branches           | 3.29    | 8.05  | 15.43  | —      | —      | —      |
|                | Stem and bark      | 19.77   | 32.57 | 46.52  | —      | —      | —      |
|                | Stem wood          | 15.64   | 25.49 | 36.09  | —      | —      | —      |
|                | Stem bark          | 4.12    | 7.08  | 10.43  | —      | —      | —      |
| 18             | Aboveground        | 38.99   | 71.76 | 113.16 | 162.80 | 220.36 | —      |
|                | Tree crown         | 2.16    | 5.67  | 11.60  | 20.43  | 32.59  | —      |
|                | Foliage            | 0.55    | 1.31  | 2.49   | 4.12   | 6.22   | —      |
|                | Branches           | 1.60    | 4.36  | 9.11   | 16.32  | 26.36  | —      |
|                | Stem and bark      | 36.83   | 66.08 | 101.56 | 142.37 | 187.77 | —      |
|                | Stem wood          | 30.83   | 54.72 | 83.39  | 116.08 | 152.18 | —      |
|                | Stem bark          | 6.00    | 11.36 | 18.17  | 26.29  | 35.59  | —      |
| 26             | Aboveground        | —       | —     | 156.30 | 227.40 | 310.70 | 405.94 |
|                | Tree crown         | —       | —     | 7.53   | 13.66  | 22.39  | 34.12  |
|                | Foliage            | —       | —     | 1.63   | 2.78   | 4.30   | 6.24   |
|                | Branches           | —       | —     | 5.89   | 10.89  | 18.09  | 27.88  |
|                | Stem and bark      | —       | —     | 148.77 | 213.74 | 288.31 | 371.81 |
|                | Stem wood          | —       | —     | 125.80 | 179.51 | 240.73 | 308.86 |
|                | Stem bark          | —       | —     | 22.97  | 34.23  | 47.58  | 62.95  |

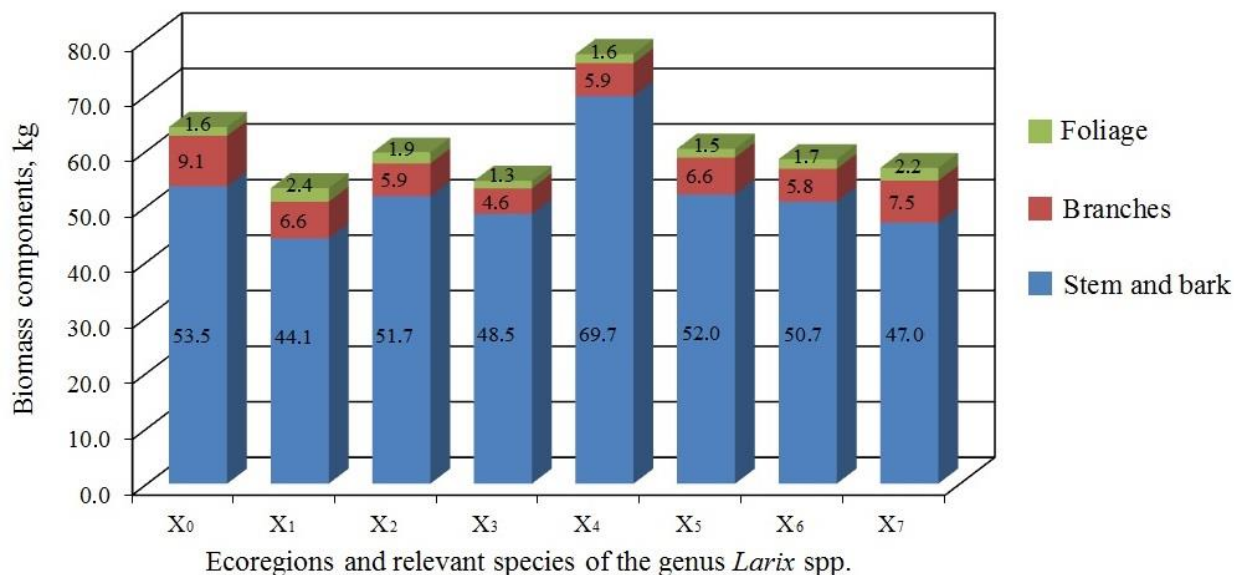


Рисунок 9 - Changes in the structure of the estimated biomass of trees with a diameter of 14 cm and a height of 14 m in different ecoregions. Designations: X<sub>0</sub> – Western and Central Europe, X<sub>1</sub> – European part of Russia, X<sub>2</sub> – Turgay steppe, X<sub>3</sub> – Western Siberia, the flood plain of the Pur river, X<sub>4</sub> – Eastern Siberia, forest-tundra, X<sub>5</sub> – Russian Far East, northern taiga, X<sub>6</sub> – mountains of Mongolia, X<sub>7</sub> – Japanese Islands.

#### 4. Трансформация экологических функций лесов под влиянием природных и антропогенных факторов

В отчете представлены результаты исследований особенностей стокоформирования в бассейнах рек Средней Сибири с учетом ландшафтной дифференциации территории (различными типами растительности в различных климатических условиях). На средние и мелкомасштабном уровне для равнинных рек были проанализированы зональные особенности стокоформирования, для горных рек Южной Сибири выявлены высотно-поясные закономерности формирования стока в горах.

##### Зонально-провинциальные особенности гидрологического режима рек Средней Сибири

Принимая во внимание, что сток рек является продуктом не только климата, а всего комплекса физико-географических условий на водосборе, нами рассчитывался зональный сток как средневзвешенная величина ландшафтного стока лесорастительных провинций Средней Сибири. На диаграмме (рисунок 10) показано соотношение среднегодового слоя стока, рассчитанного для каждой ландшафтной зоны Средней Сибири (как средневзвешенная величина стока лесорастительных провинций, входящих в эту зону) и стока, рассчитанного по изолиниям карты среднегодового стока рек СССР. Значения стока, полученные этими методами, различаются на 10-20%, что лежит в пределах ошибки вычислений.

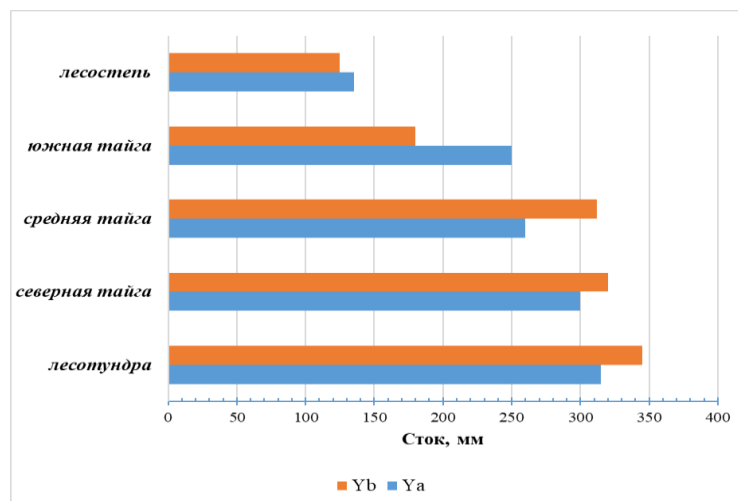


Рисунок 10 - Соотношение величин среднегодового слоя стока, рассчитанного водно-балансовым методом (Ya) и рассчитанного методом географической интерполяции (Yb)

Исследованиями установлено, что такие гидрологические характеристики, как коэффициент стока, соотношение между зимним и годовым стоком, режим рек и их питание являются зональными. Как показал анализ данных основная доля стока до 90-95% от годового приходится на теплый период года, независимо от географической зоны. Благодаря тому, что территория расположена в умеренном поясе и континентальности климата основная часть стока создается за счет атмосферных осадков холодного периода года. Поэтому от 62 до 75% годового стока приходится на весенне-летнее половодье. Зональные различия проявляются только в сроках прохождения высокой воды. Если в южно-таежной зоне на притоках Ангары (Чадобец, Мура, Иркинеева, Карабула и др.) более 50% объема стока проходит в мае, то на реках северо-таежной зоны и лесотундры пик половодья наблюдается в июне-июле. В этот период проходит до 70% годового стока. Сравнение средних многолетних величин годового стока рек с зональным стоком показало значительные отклонения фактического стока рек от рассчитанных. На диаграмме (рисунок 11) показано сравнение коэффициентов фактического и рассчитанного зонального стока.

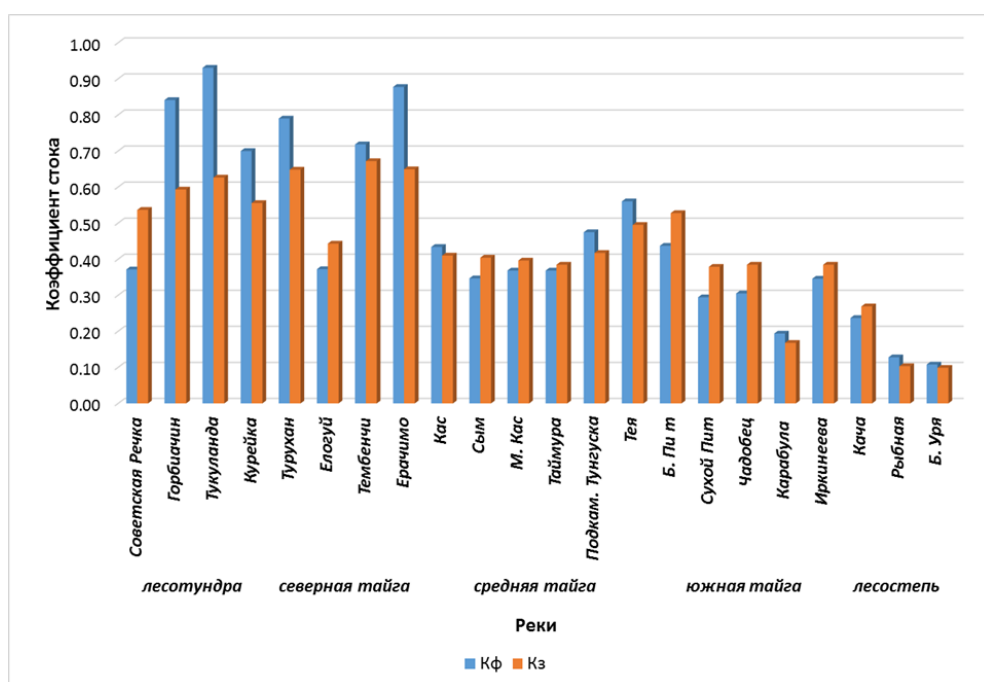


Рисунок 11 - Сравнение коэффициентов фактического (Кф) и рассчитанного зонального (Кз) стока

Для того, чтобы выявить особенности трансформации структуры водного баланса различными типами растительности Средней Сибири были привлечены полученные нами ранее данные пространственного распределения осадков и суммарного испарения по Енисейскому трансекту и для каждой лесорастительной провинции Средней Сибири рассчитан сток (таблица 5). Анализ полученных данных показывает, что в лесорастительных провинциях, где лесистость менее 20% и древостой представлен лиственничными рединами суммарное испарение превышает 50% от суммы выпавших осадков, что вероятнее всего связано со значительными потерями на испарение в зимний период. Увеличение лесистости и присутствие темнохвойных в составе древостоя способствуют снижению суммарного испарения и увеличению стока.

Таблица 5 - Дифференциация гидрологических характеристик по лесорастительным провинциям

| Округ, провинция<br>(по Короткову,<br>1994) | Главные<br>лесообразующие<br>породы, лесистость* | Составляющие водного баланса,<br>мм |           |      | Коэффициент<br>стока |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|------|----------------------|
|                                             |                                                  | Осадки                              | Испарение | Сток |                      |
| Зона лесотундры                             |                                                  |                                     |           |      |                      |
| Туруханско-Хетский ЛО                       | Лиственничные редколесья, ель; 23%               | 466                                 | 216       | 250  | 0.54                 |
| Путоранская ЛП                              | Лиственница, ель; 35%                            | 617                                 | 196       | 426  | 0.69                 |
| Анабарская ЛП                               | Лиственничные редины; 20%                        | 325                                 | 184       | 141  | 0.43                 |
| Мойеро-Котуйский ЛО                         | Лиственничные редины; 17%                        | 342                                 | 198       | 144  | 0.42                 |
| Северная тайга                              |                                                  |                                     |           |      |                      |
| Туруханский ЛО                              | Кедр, сосна, ель, береза; 68%                    | 508                                 | 283       | 225  | 0.44                 |
| Нижне-Тунгусский ЛО                         | Лиственница, береза; 80%                         | 548                                 | 285       | 263  | 0.48                 |
| Средняя тайга                               |                                                  |                                     |           |      |                      |
| Сымско-Дубческий ЛО                         | Кедр, ель, сосна, береза; 69%                    | 505                                 | 306       | 199  | 0.39                 |
| Бахтинский ЛО                               | Кедр, пихта, ель, лиственница, береза; 85%       | 675                                 | 322       | 353  | 0.52                 |
| Байкитский ЛО                               |                                                  | 660                                 | 316       | 344  | 0.52                 |
| Вельминский ЛО                              |                                                  | 650                                 | 308       | 334  | 0.51                 |
| Тунгусо-Чунский ЛО                          | Лиственница, береза; 85%                         | 489                                 | 301       | 187  | 0.38                 |
| Южная тайга                                 |                                                  |                                     |           |      |                      |
| Кеть-Чулымский ЛО                           | Пихта, кедр, сосна, береза; 68%                  | 471                                 | 371       | 100  | 0.21                 |
| Енисейский кряж                             | Кедр, пихта, ель; 85%                            | 644                                 | 338       | 206  | 0.32                 |
| Приангарский ЛО                             | Сосна, лиственница, береза; 85%                  | 505                                 | 387       | 118  | 0.23                 |
| Лесостепная зона                            |                                                  |                                     |           |      |                      |
| Канско-Ачинская лесостепная ЛП              | Сосна, береза; 35%                               | 435                                 | 358       | 77   | 0,18                 |

Анализ полученных результатов показал, что особенности стокоформирования рек Средней Сибири определяются сочетанием зонально-климатических факторов и

характером растительного покрова на провинциальном уровне лесорастительного районирования. Лесистость как фактор, влияющий на гидрологический режим, по-разному проявляет себя в различных экорегионах. В лесотундре лесистость способствует увеличению стока, в таежных провинциях важную роль приобретает породный состав древостоя и его биометрические характеристики.

### Высотно-поясные закономерности формирования стока в бассейне реки Кан

С помощью цифровой модели рельефа формата SRTM в пределах горной части бассейна реки Кан выполнена дифференциация территории по высотным поясам (рисунок 12) с учетом лесорастительного районирования и определена площадь, занимаемая каждым классом растительности в пределах каждого пояса. Для каждого высотного пояса были рассчитаны средневзвешенные величины осадков и слой стока (таблица 6). Изменение коэффициента стока по высотным поясам показывает, что сток в бассейне реки Кан подчиняется высотной поясности, т.к. пространственное распределение атмосферных осадков коррелирует с распределением стока по высотным зонам. Высотная поясность природно-климатических условий проявляется также на сезонной динамике стока.

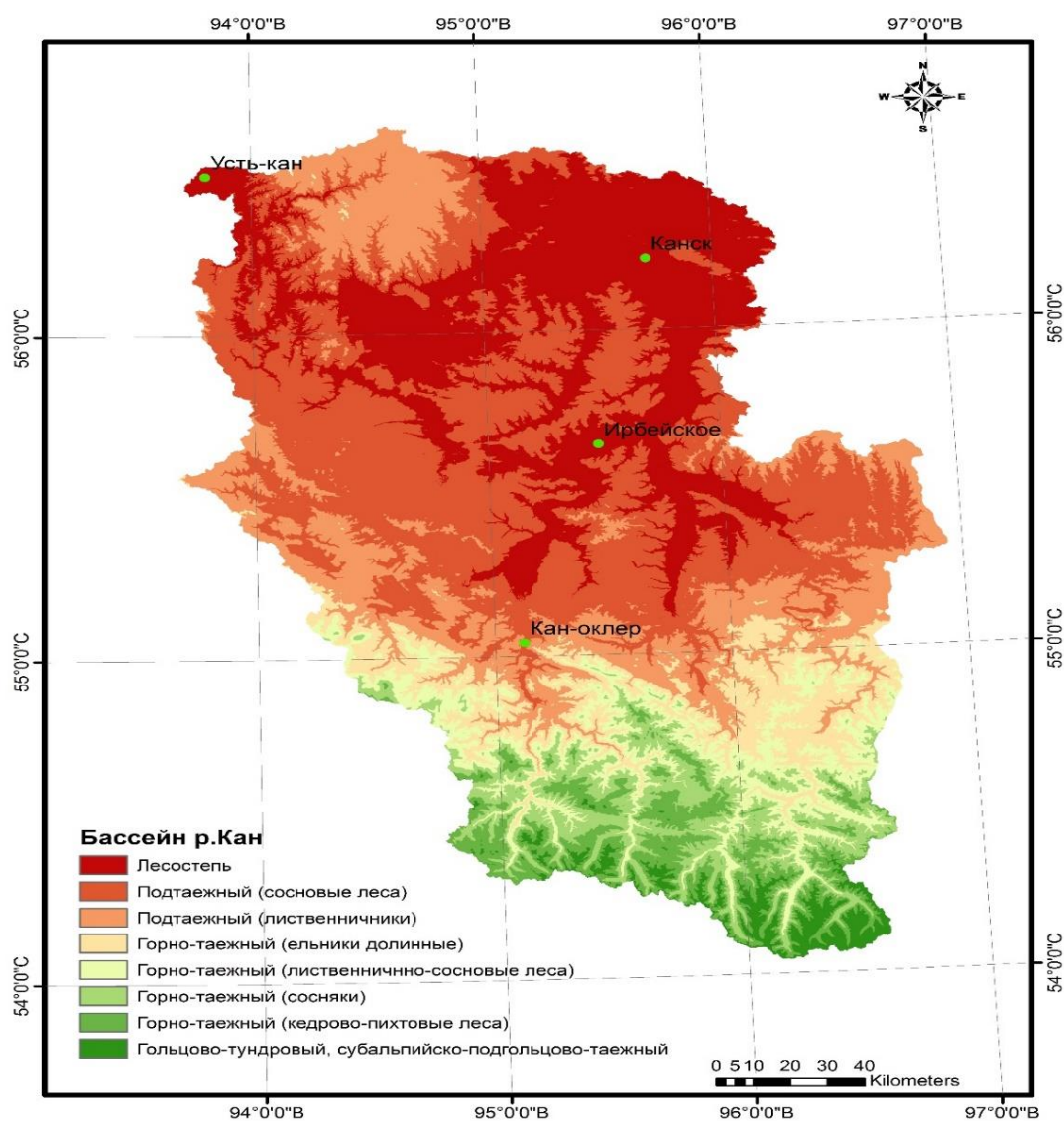


Рисунок 12 - Ландшафтная дифференциация бассейна реки Кан

Таблица 6 - Структура водного баланса по высотным поясам

| Высотный пояс                                        | Высота, м   | Площадь, км <sup>2</sup> | Осадки, мм | Суммарное испарение, мм | Слой стока, мм | Коэффициент стока |
|------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Гольцово-тундровый, субальпийско-подгольцово-таежный | 1301 - 2240 | 2440                     | 1094       | 219                     | 875            | 0,80              |
| Горно-таежный                                        | 600 - 12300 | 19200                    | 552        | 395                     | 342            | 0,61              |
| Подтаежный                                           | 301-700     | 10900                    | 295        | 194                     | 154            | 0,54              |
| Лесостепной                                          | 300-450     | 4450                     | 211        | 101                     | 110            | 0,52              |

Опираясь на концепцию о влиянии ландшафтной структуры на водный режим территории и используя ландшафтную карту Алтае-Саянского экорегиона, для бассейна реки Кан была выполнена ландшафтно-гидрологическая классификация природных комплексов. Основываясь на методиках расчета было выполнено расчленение стока для реки Кан и его притоков по выделенным ландшафтно-гидрологическим комплексам (таблица 7).

Таблица 7 - Ландшафтная дифференциация стока в бассейне реки Кан

| Высотный пояс                    | ЛГК                         | Высота, м | Площадь ЛГК     |      | Слой стока, мм | Объем стока     |      |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|------|----------------|-----------------|------|
|                                  |                             |           | км <sup>2</sup> | %    |                | км <sup>3</sup> | %    |
| Гольцово-тундровый               | Гольцы                      | ≥2000     | 200             | 0,5  | 945            | 0,18            | 1,7  |
|                                  | Лишайниковая тундра         | 1500-2000 | 1700            | 4,1  | 805            | 1,20            | 11,5 |
| Субальпийско-подгольцово-таежный | Кедровые леса               | 1400-1700 | 540             | 1,4  | 690            | 0,38            | 3,6  |
| Горно-таежный                    | Кедрово-пихтовые леса       | 800-1500  | 14000           | 37,3 | 350            | 4,90            | 50,6 |
|                                  | Сосняки                     | 400-600   | 2700            | 7,2  | 220            | 0,60            | 5,6  |
|                                  | Лиственничники              | 600-1000  | 1000            | 2,7  | 260            | 0,25            | 2,2  |
|                                  | Лиственнично-елово-кедровые | 800-1300  | 800             | 2,1  | 31,5           | 0,25            | 2,2  |
|                                  | Ельники долинные            | 700-1300  | 700             | 1,9  | 300            | ,20             | 1,8  |
| Подтаежный                       | Сосняки                     | 400-500   | 8600            | 22,9 | 170            | 1,4             | 13,0 |
|                                  | Лиственничники              | 500-700   | 900             | 2,4  | 200            | 0,28            | 2,4  |
| Лесостепной                      | Сосняки                     | 300-400   | 1400            | 3,7  | 95             | 0,13            | 1,2  |
|                                  | Лиственнично-сосновые леса  | 300-400   | 600             | 1,6  | 105            | 0,07            | 0,6  |
|                                  | Осиново-березовые леса      | 350-450   | 1750            | 4,7  | 120            | 0,21            | 1,9  |
|                                  | Березово-сосновые леса      | 350-450   | 700             | 1,9  | 120            | 0,08            | 0,8  |
| Степной                          | Лугово-степные              | 200-300   | 1200            | 4,0  | 40             | 0,05            | 0,4  |
| Зона южной степи                 | Приречные елово-пихтовые    | <200      | 600             | 2,0  | 100            | 0,06            | 0,5  |

Как следует из таблицы основная доля стока (до 75%) формируется в ландшафтно-гидрологических комплексах горно-таежного и подтаежного поясов, вследствие того, что эти природные комплексы занимают более 70% от водосборной площади. В ландшафтно-гидрологических комплексах лесостепного и степного высотных поясов формируется 4.5% и 0.4% от объема стока реки Кан. Соотношение доли стока и площади, на которой формируется этот сток, в лесостепных и степных природных комплексах показывает насколько возрастает расход влаги на испарение в условиях Канской котловины.

Как известно речной сток зависит от большого числа факторов. Нами была сделана попытка выявить роль таких факторов, как годовая сумма осадков, лесистость, площадь и высота водосбора на формирование стока в бассейне реки Кан (таблица 8). В связи с тем, что высота водосбора, осадки и лесистость закоррелированы между собой, вычленив влияние лесистости в чистом виде для горных районов очень сложно.

Таблица 8 - Коэффициенты корреляции между основными стокоформирующими факторами

|                          | Сток | Площадь водосбора | Средняя высота водосбора | Лесистость | Годовая сумма осадков |
|--------------------------|------|-------------------|--------------------------|------------|-----------------------|
| Сток                     | 1,0  | 0,37              | 0,96                     | 0,78       | 0,91                  |
| Площадь водосбора        | 0,37 | 1,0               | 0,32                     | 0,21       | 0,23                  |
| Средняя высота водосбора | 0,96 | 0,32              | 1,0                      | 0,72       | 0,86                  |
| Лесистость               | 0,78 | 0,21              | 0,73                     | 1,0        | 0,72                  |
| Годовая сумма осадков    | 0,91 | 0,23              | 0,86                     | 0,72       | 1,0                   |

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что на фоне общих зонально-климатических и высотно-поясных закономерностей проявляются локальные особенности распределения воднобалансовых характеристик, связанные с лесистостью водосборов. Для получения количественных характеристик, подтверждающих эти связи, требуются дополнительные исследования с привлечением большего количества объектов.

## 5. Исследование роли пожаров как природного фактора формирования и существования лесов

### Оценка послепожарной неоднородности растительного покрова в зависимости от интенсивности и давности пожара

Леса Южного Прибайкалья характеризуются наиболее широким составом лесобразующих пород по сравнению с остальными лесными массивами Байкальского региона. Это обусловлено относительно благоприятными климатическими условиями: уменьшенной континентальностью климата и повышенным количеством атмосферных осадков. Район отличается резко пересеченным рельефом территории со своеобразной ориентацией горного хребта Хамар-Дабан, параллельно береговой черте озера Байкал. Увлажняющее влияние озера отражается на лесах северного макросклона хребта, в то время как южный склон подвержен воздействию сухих воздушных масс, характерных для степных территорий в долинах р. Селенги и ее притоков.

Рассматриваемый район представляет интерес для исследования пирогенных сукцессий в лесах, происходивших в широком диапазоне влаго- и теплообеспеченности лесных насаждений на сравнительно небольшом профиле горного хребта.

Таксационные характеристики насаждений проанализированы нами на пробных площадях, где ранее проводились комплексные биогеоценотические исследования. Из опубликованных материалов по этим исследованиям мы заимствовали общую характеристику объектов и краткое описание пробных площадей, приводимые ниже.

Основные геоклиматические данные местоположений и общие показатели лесных насаждений на пробных площадях показаны в таблица 9.

Таблица 9 - Общая характеристика объектов исследования

| Пр. пл. | Местоположение                         | Сумма температур >10° | Сумма осадков, мм/год | Тип леса                        | Состав, возраст (лет) древостоя  | Средняя высота, м | Средний диаметр, см |
|---------|----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| 21      | Северный макросклон, абс. отм. 540 м.  | 1160                  | 719                   | Кедрач крупнотравный            | 4К(60)1П(60)<br>3Б2Ос            | 9                 | 11                  |
| 10      | Северный макросклон, абс. отм. 1005 м. | 1000                  | 1168                  | Пихтач рябинниково-лишайниковый | 6П(120)3К(180)<br>1Е(150)        | 13                | 16                  |
| 4       | Водораздел, абс. отм. 1360 м           | 1000                  | 1132                  | Кедрач мохово-лишайниковый      | 6К(60)2Е(60)<br>1П(70)1Б         | 7                 | 10                  |
| 3       | То же                                  | 1000                  | 1132                  | Тот же                          | 7К(60)2Б1П                       | 8                 | 18                  |
| 20      | Южный макросклон, абс. отм. 1200 м.    | 1100                  | 835                   | Кедрач чернично-зеленомошный    | 4К(230)5П(150)<br>1Л(120)+С(200) | 25                | 48                  |
| 12      | Южный макросклон, абс. отм. 1100 м.    | 1335                  | 614                   | Сосняк бруснично-грушанковый    | 8С(160)2Л(160)                   | 25                | 38                  |
| 13      | Южный макросклон, абс. отм. 830 м.     | 1750                  | 391                   | Сосняк бобово-разнотравный      | 4С(60)4Б(60)<br>1Е1Л             | 15                | 16                  |
| 16      | Южный макросклон, абс. отм. 800 м.     | 1780                  | 391                   | Ельник хвощево-разнотравный     | 8Е(130)1Л(120)<br>1Б(80)         | 22                | 24                  |

Несомненный интерес представляют данные о дифференциации современной горимости лесов в пределах среднегорной части Хамар-Дабана. Отмечается высокая частота пожаров в относительно сухой восточной части (на территории Кабанского, Прибайкальского, Улан-Удинского, Иволгинского лесхозов), в древостоях плакоров и склонов, где преобладают сосняки. Древостои днищ с лиственничниками и ельниками горят редко. В целом же преобладающая часть древостоев этой горной системы находится под регулярным прессом лесных пожаров. Даже на переувлажненном северном макросклоне практически все коренные древостои послепожарного происхождения. На более сухом южном макросклоне пожары происходят особенно часто, но в отличие от северного – преобладают низовые пожары, после которых формируются древостои из нескольких возрастных поколений, имеющих групповое и куртинное размещение.

Наиболее актуальными выводами из лесоустроительного анализа роли пирогенного фактора в лесообразовательном процессе на Хамар-Дабане представляются данные по продуктивности насаждений разного состава и возраста. Так на северном макросклоне фактические запасы в насаждениях кедровников ниже потенциально возможных: в 70 лет – в 1,3; в 130 лет – в 1,4; в 150 лет – в 1,5; в 200 лет – в 1,7 раза. Понижение продуктивности сосняков отмечается до 70-180 м<sup>3</sup>/га по сравнению с потенциально возможной 200-250 м<sup>3</sup>/га. Сходные данные о снижении запасов древесины от пожаров в сосняках Селенгинского среднегорья получены. Отсюда следует практический вывод, что

продуктивность древостоев в Прибайкалье может быть повышена снижением их горимости, т.е., без проведения каких-либо мелиораций, лишь за счет естественных природных условий, исключив аномальное воздействие пожаров. Впрочем, несмотря на важность хозяйственно-экономического значения байкальских лесов, еще более значима их общая средообразующая роль, а в особенности – водоохранная.

За 2015 год в бассейне оз. Байкал выгорело более 2 млн. га лесов. Это на порядок превышает размеры выгоревших площадей за прошлые годы высокой горимости лесов. В связи с этим уместно заметить, что в 1970-х гг., после известных правительственных постановлений об охране оз. Байкал были приняты конструктивные меры по модернизации противопожарной охраны лесов в данном регионе. Уровень противопожарной охраны лесов в 1980 гг., был вполне адекватен сложным природным условиям региона.

### **Оценка послепожарной неоднородности почвенного покрова в зависимости от интенсивности и давности пожара**

В практике почвоведения сложилось так, что под неоднородностью в большинстве случаев понимается возникшее в силу определенных причин какое-либо отличие от так называемого «типичного», подчас усредненного представления об изучаемом объекте. Неоднородность почвенного покрова – явление закономерное и повсеместное, проявляется как в пространстве, так и во времени.

Фитоценотический фактор является одним из ведущих природных факторов в формировании неоднородности почвенного покрова в лесу. В лесных биогеоценозах почвообразование начинается заново в каждом поколении леса, но на старых почвах. Меняется конфигурация типов леса, отдельных парцелл, общий рисунок почвенного покрова, но сохраняется его компонентный состав. Все виды пестроты почв в лесу подразделяет на две группы: внутрибиогеоценотическую и межбиогеоценотическую. К первой относится собственно пестрота (или микрокомплексность почв), зависящая от парцеллярной структуры биогеоценоза. Ко второй группе – сочетания почв, обусловленные сменой биогеоценозов, изменением факторов почвообразования в пределах катены и смены мезо- и макрорельефа. Большой вклад в создание и поддержание неоднородности почвенного покрова вносят явления, связанные с вывалом деревьев. Процесс ветровой педотурбации является неотъемлемым элементом неоднородности почвенного покрова.

Помимо природных факторов, на неоднородность почвенного покрова большое влияние оказывают и факторы антропогенного характера, одним из которых является пожар. Лесные пожары в горах вызывают проявление мощных педотурбационных и деструктивных процессов, по-разному проявляющиеся в различных лесных биогеоценозах и часто ведущих к разрушению почвы как природного тела. Возникает при этом вторичная неоднородность почвенного покрова как за счет пространственной пестроты, связанной со строением древостоя, литогенной основой, геоморфологией, так и за счет неоднородности самого процесса горения. Вторичная неоднородность представляет действия различных естественных и антропогенных факторов, выводящих почвенную систему из состояния равновесия. Развитие почв в этот период непосредственно связано с пирогенной трансформацией поверхностных органогенных и гумусово-аккумулятивных горизонтов и их изменчивость служит индикатором воздействия пожара на почву. Формируется новый типодиагностический органогенный пирогенный горизонт (O<sub>pir</sub>), который по физическим и физико-химическим свойствам очень сильно отличается от природных неизменных аналогов.

В таблице 10 приведена морфологическая характеристика пирогенно-трансформированных почв на пожарищах 5–6 летней давности, пройденных огнем разной интенсивности.

Пожар высокой интенсивности привел к полному уничтожению живого напочвенного покрова и выгоранию поверхностных органогенных и грубогумусовых

типодиагностических горизонтов почв. Спустя 5-6 лет после пожара средняя мощность поверхностных вновь образованных горизонтов  $Opir\ 1,1 \pm 0,3$  см, коэффициент вариации равен 30,3%. Образование этого горизонта связано с пирогенным фактором, обогащением его органическим веществом за счет вымывания большого количества тонкодисперсных древесных углей. Обогащение горизонта Е в почвах тонкодисперсными фракциями древесных углей, сопровождающееся сдвигом кислотности в сторону нейтрализации или подщелачивания растворов. При пожарах высокой интенсивности резко снижается интенсивность развития процесса альфегумусового подзолообразования.

Таблица 10 - Морфологическая характеристика пирогенно-трансформированных почв на пожарищах 5-6 летнего возраста.

| Интенсивность<br>пожара                                                                                                                        | Морфологический<br>профиль почв                | Органогенные и органогенные<br>пирогенные горизонты |      |                                |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|--------------------------------|------|
|                                                                                                                                                |                                                | Мощность, см                                        |      | Запас, т/га<br>(абс. сух. вес) |      |
|                                                                                                                                                |                                                | M±m                                                 | Kv,% | M±m                            | Kv,% |
| Кедровники кустарничково-зеленомошные,<br>почвы – подзолы грубогумусовые хрящевато-суглинистые (n=10)                                          |                                                |                                                     |      |                                |      |
| Контроль                                                                                                                                       | O – AO – E – BHF – C;                          | 4,0±0,8                                             | 22,1 | 24,8±1,6                       | 26,4 |
| Слабая                                                                                                                                         | OL/Opir – AO – E – BHF– C;                     | 3,2±0,4                                             | 26,5 | 18,9±2,3                       | 34,6 |
| Средняя                                                                                                                                        | Opir–AO – E – BHF – C;                         | 2,1±0,5                                             | 27,6 | 11,6±3,2                       | 36,6 |
| Высокая                                                                                                                                        | Opir–AOpir – AE – BHF – C.                     | 1,1±0,3                                             | 30,3 | 6,3±2,2                        | 49,8 |
| Сосняки рододендроновые бруснично-разнотравные,<br>почвы – серогумусовые глинисто-иллювирированные хрящевато-суглинистые и глинистые<br>(n=15) |                                                |                                                     |      |                                |      |
| Контроль                                                                                                                                       | O–AY–AYel–Ct–CtC–C;                            | 2,4±0,2                                             | 22,5 | 19,7±0,9                       | 10,4 |
| Слабая                                                                                                                                         | OL/Opir–AY–AYel–Ct–CtC–                        | 2,0±0,3                                             | 28,7 | 16,8±1,2                       | 18,9 |
| Средняя                                                                                                                                        | C;                                             | 1,3±0,2                                             | 34,6 | 8,8±1,7                        | 44,9 |
| Высокая                                                                                                                                        | Opir–AY–AYel–Ct–CtC–C;<br>AYpir–AYel–Ct–CtC–C. | 0,8±0,1                                             | 27,4 | 2,9±0,4                        | 30,7 |
| Сосняки остепненные осочково-разнотравные,<br>почвы – серогумусовые типичные хрящевато-суглинистые (n=8)                                       |                                                |                                                     |      |                                |      |
| Контроль                                                                                                                                       | O–AY– C;                                       | 1,2±0,2                                             | 37,5 | 12,6±1,2                       | 21,1 |
| Слабая                                                                                                                                         | OL/Opir–AY– C;                                 | 0,9±0,1                                             | 40,8 | 8,9±1,4                        | 32,7 |
| Средняя                                                                                                                                        | Opir–AY– C;                                    | 0,7±0,1                                             | 51,4 | 6,2±1,3                        | 49,2 |
| Высокая                                                                                                                                        | AYpir– C.                                      | -                                                   | -    | -                              | -    |
| Сосняки остепненные разнотравные,<br>почвы – литоземы темногумусовые остаточно-карбонатные хрящевато- супесчаные<br>(n=5)                      |                                                |                                                     |      |                                |      |
| Контроль                                                                                                                                       | O – AUCca – Mca;                               | 1,5±0,1                                             | 28,8 | 10,9±0,4                       | 17,5 |
| Слабая                                                                                                                                         | OL/Opir – AUCca – Mca;                         | 1,0±0,1                                             | 31,6 | 8,4±1,0                        | 27,9 |
| Средняя                                                                                                                                        | AUCca pir – Mca;                               | -                                                   |      | -                              | -    |
| Высокая                                                                                                                                        | Mca.                                           | -                                                   |      | -                              | -    |

Примечание: М-среднее арифметическое;  $\pm m$ - ошибка среднего;  $K_v$ - коэффициент вариации, %; n - число данных в выборке.

Пожары в горно-таежных кедровых лесах сопровождаются крайне губительными последствиями для древостоев и кардинально меняют экологическую ситуацию на

горевших участках. Установлено, что наиболее уязвимы к воздействию огня чистые кедровники, в которых отсутствует примесь других пород, в особенности лиственных. Монодоминантные кедровые древостои даже в относительно зрелом возрасте (110–120 лет) полностью погибают после воздействия низового огня высокой интенсивности.

При горении поверхностных органогенных и грубогумусовых горизонтов почв часть углерода и азота улетучивается в атмосферу. Установлено, что на 5–6 летних гарях со слабой и средней интенсивностью пожара в кустарничково-зеленомошных кедровниках потеря углерода составляет 26–34%, а азота - 24–27%. При пожарах высокой интенсивности потеря углерода около 80%, азота - 63–65%. На свежих гарях сосняков рододендроновых бруснично-разнотравных потеря углерода из лесной подстилки составляет 2707,2 кг/га, или 59,8 %, а азота – 11,3 кг/га, или 10,6 %. На 5-6 год после пожара при условии полного зарастания ее травяно-кустарничковым покровом по сравнению с контролем потеря углерода составляет 29,7 %, а азота 7,7 %.

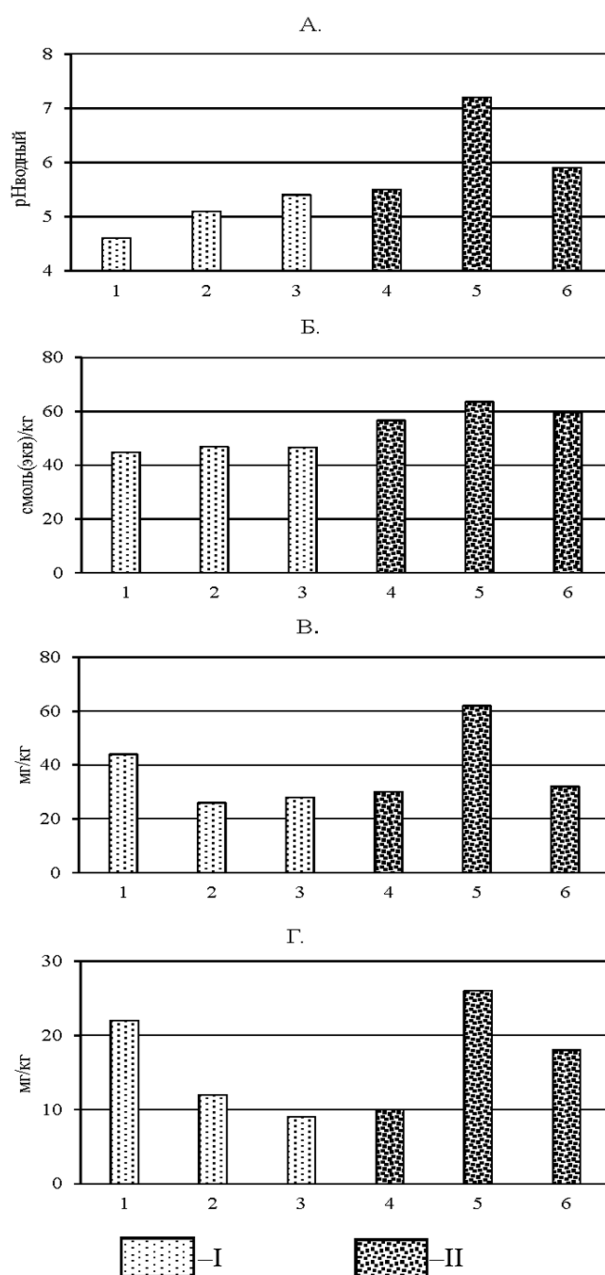


Рисунок 13 - Некоторые физико-химические и химические свойства поверхностных органогенных и органогенных пирогенных горизонтов почв.

I – кедровник кустарниково-зеленомошный. 1 – контроль; 2 – пройденный огнем средней интенсивности 6 летней давности; 3 – пройденный огнем высокой интенсивности 6 летней давности. II – сосняк рододендроновый бруснично-разнотравный. 4 – контроль; 5 – пройденный огнем высокой интенсивности (свежая гарь); 6 – пройденный огнем высокой интенсивности 5 летней давности. А – актуальная кислотность; Б – обменные катионы  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ; В – подвижные N- $\text{NH}_4$  и Г – подвижные N- $\text{NO}_3$

Пожары средней интенсивности в подтаежно-лесостепных сосновых лесах, приводят к заметному возрастанию концентрации химических элементов в горизонте OL/Oriг. Даже спустя 5 лет после пожара в органогенных пирогенных горизонтах почв отмечается увеличение практически всех исследуемых химических элементов: К – в 3,00, Al – в 2,70, Fe – в 2,22, Si – в 1,80, Ca – в 1,71, Mg – в 1,62, P – в 1,57 раза по сравнению с их концентрацией в подстилке сосняка до пожара. Такое резкое изменение в соотношении концентрации зольных элементов в органогенных пирогенных горизонтах связано в первую очередь с изменением их зольности, фракционного состава, направленностью сукцессий живого напочвенного покрова.

Изменение кислотности поверхностных органогенных пирогенных горизонтов почв наиболее заметно в год пожара (рисунок 13). Пиролиз органического вещества сопровождается сдвигом реакции среды в сторону нейтральной или подщелачивания растворов. 5-6-ти летний период после пожаров в кедровниках кустарниково-зеленомошных значительно нивелировал разницу в кислотности органогенных и органогенных пирогенных горизонтов. Они на всех исследованных объектах характеризуются кислой реакцией pH. Однако, если под пологом кедровых древостоев в подстилках pHвод равен 4,6-4,8, то на пожарищах поверхностные горизонты OL/Oriг даже спустя 5-6 лет после пожара имеют pHвод 5,0-5,4. Кислая реакция среды отмечена также в горизонте AOriг на участке кедрового леса, пройденного пожаром высокой интенсивности.

Отмеченная тенденция к увеличению подвижных минеральных форм азота в органогенном пирогенном горизонте на пожарищах, свойственная сосновым насаждениям, не выражена в кедровых лесах. Здесь после пожара высокой интенсивности почти полностью выгорают органогенные горизонты, а вновь образованный маломощный горизонт Oriг относительно обеднен этими соединениями.

При пожарах, особенно низовых подстильно-гумусовых, заметно возрастает плотность сложения и уменьшается общая пористость верхних горизонтов почв (рисунок 14).

Развитие эрозионных процессов на гарях наблюдается в основном в виде плоскостного смыва и мелкоструйчатого размыва. На крутых склонах (20–25° и более) мелкозем сохраняется лишь фрагментарно, в основном в западинах, а также под кронами отдельных деревьев, обладающих мощной поверхностной корневой системой. Аккумуляцией мелкозема служат также приствольные зоны, расположенные по склону выше стволов деревьев и имеющие протяженность 1–2 м. Однако часто на крутых склонах после лесного пожара высокой интенсивности, смывается весь почвенный мелкозем и образуются каменистые россыпи (курумники), долгое время не зарастающие лесом. Одновременно в средних и нижних частях пологих склонов, на пожарищах нередко наблюдается формирование почв со сложным полициклическим профилем, с погребенными (реликтовыми) горизонтами.

Изучение неоднородности почвенного покрова после воздействия лесных пожаров позволяет более точно прогнозировать эволюцию почвенного покрова, а также процесс естественного лесовозобновления в зависимости от выделенных разновидностей почв и степени их пирогенной нарушенности.

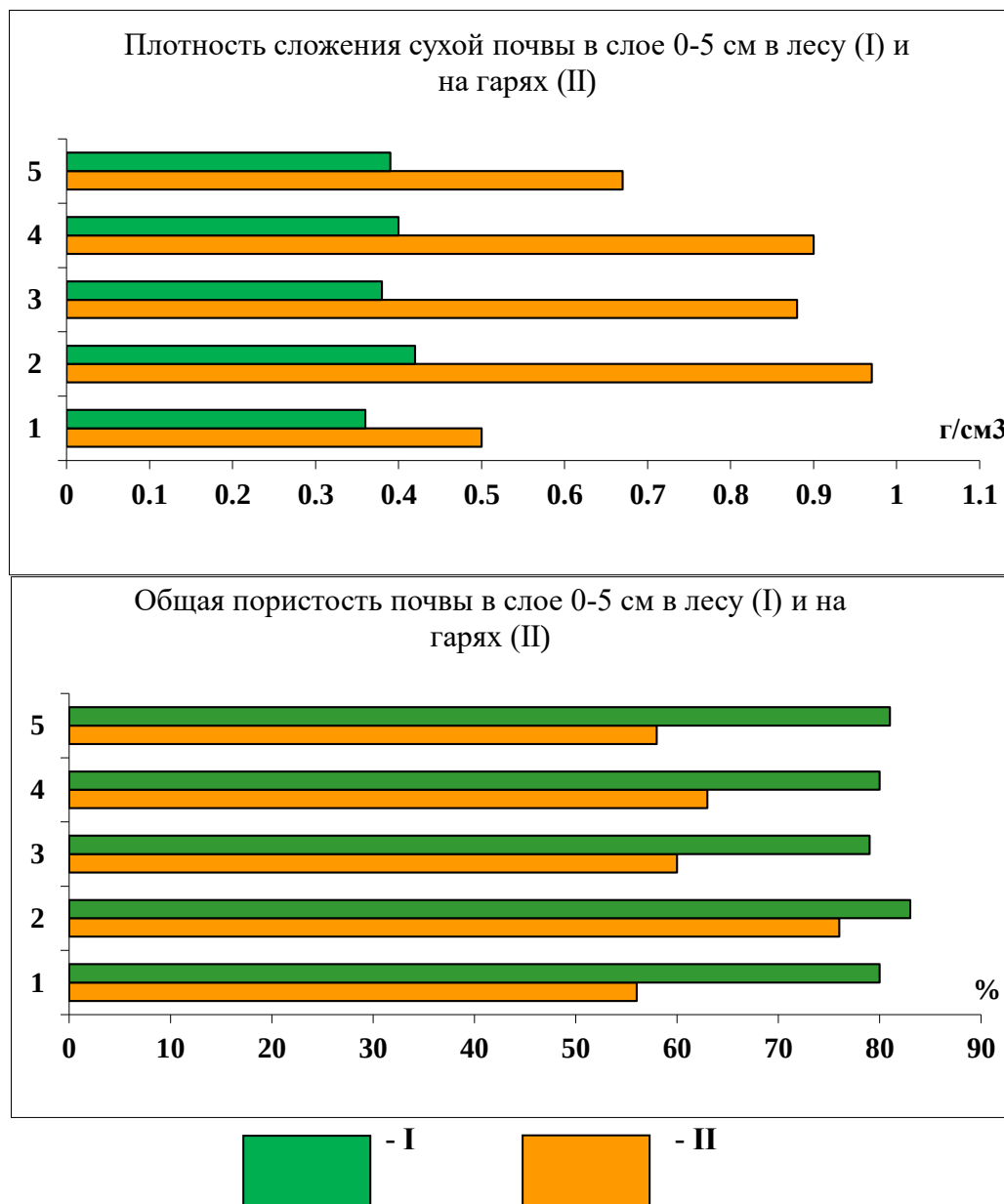


Рисунок 14 - Изменение плотности сложения и общей пористости почв в слое 0-5 см, в лесу и на гарях разного возраста (1- свежие, 2-3 – 3<sup>х</sup> летние, 4-5 – 8-10<sup>ти</sup> летние).

### Исследование роли пожаров как природного фактора формирования и существования лесов.

В результате многолетних исследований в светлохвойных лесах Красноярского края, Тувы, Бурятии и Якутии для 60 сосновых насаждений проведена реконструкция периодичности лесных пожаров с использованием дендрохронологического анализа в зонально-географическом аспекте (рисунок 15).

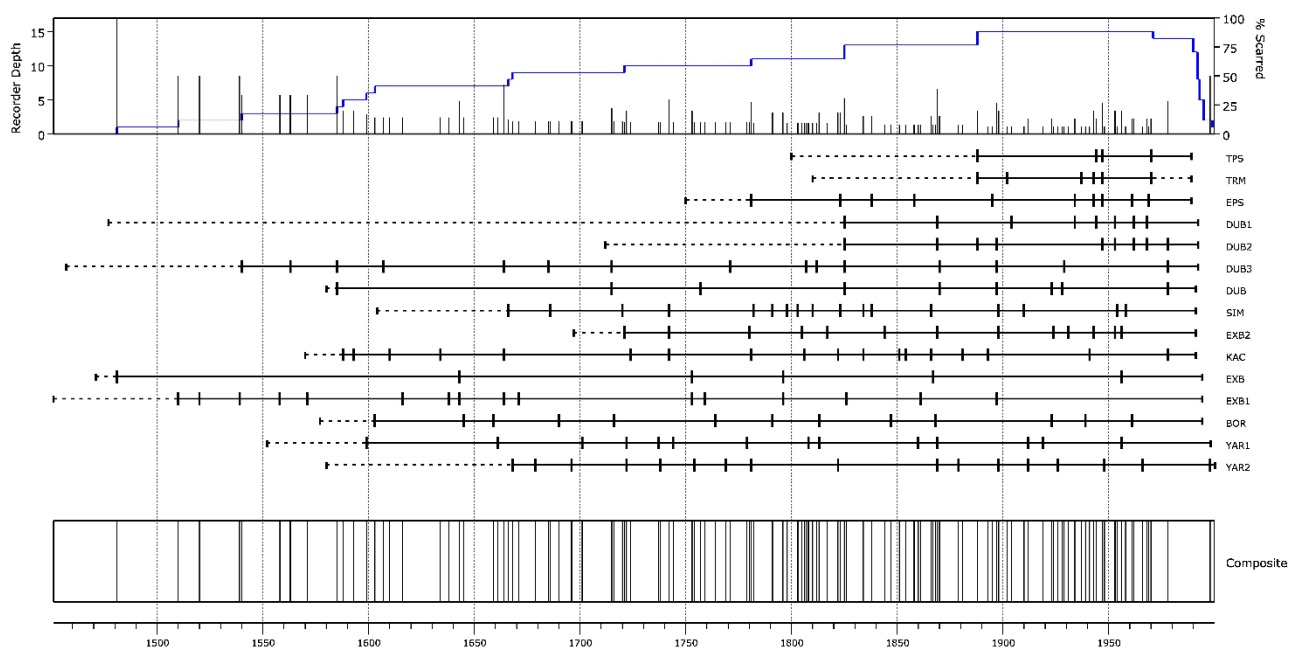


Рисунок 15 - Обобщенные хронологии лесных пожаров для среднетаежных сосняков Енисейского меридиана.

Выявлено, что средний межпожарный интервал в таежных лесах Сибири в последние столетия варьирует в среднем от 18 до 38 лет. В меридиальном направлении с востока на запад (87-120° в.д.) на широте 60° величина среднего межпожарного интервала одинакова, как в среднетаежных сосняках Енисейского меридиана, так и в сосновых насаждениях Бурятии и Якутии. В тоже время в светлехвойных насаждениях этих регионов наблюдается снижение периодичности пожаров в 20-м веке, что связано с изменением лесопользования и тотальным пожаротушением во второй половине двадцатого века.

Установлено, что длительность средних межпожарных интервалов в светлехвойных лесах связана с географической широтой (рисунок 16). Выявлено, что в зональном аспекте средний межпожарный интервал в сосняках Енисейского меридиана уменьшается с севера на юг от зоны северной тайги к зоне лесостепи (таблица 11).

Таблица 11 - Средние межпожарные интервалы в сосняках Средней Сибири

| Лесорастительная зона  | Средний межпожарный интервал, лет |
|------------------------|-----------------------------------|
| Подзона северной тайги | $39 \pm 5,4$                      |
| Подзона средней тайги  | $35 \pm 5,3$                      |
| Подзона южной тайги:   |                                   |
| северная часть         | $28 \pm 4,9$                      |
| южная часть            | $16 \pm 3,4$                      |
| Подтаежная зона        | $9 \pm 1,0$                       |
| Лесостепная зона       | $10 \pm 1,2$                      |

Проведен сравнительный анализ последствий пожаров в различных географических зонах Сибири. Сравнительный анализ эколого-динамических рядов в рамках одной и той же экологической системы показал качественные и количественные различия в составе пород, возрастной структуре древостоев, характере подроста и подлеска на одних и тех же стадиях в различных климатических условиях. Нарушенность лесов пожарами в ландшафтах Западной Сибири составляет от 30 до 84%, в ландшафтах Енисейского края

от 16 до 78%, в ландшафтах Средне-Сибирского плоскогорья – 33-51% лесопокрытой площади. Доля послепожарных производных сообществ в подзонах южной, средней и северной тайги составляет, соответственно, 20, 12 и 13%. В абсолютном выражении эти площади составляют десятки миллионов гектаров. Масштабы послепожарной смены пород определяются, наряду с горимостью лесов, различной огнестойкостью древесных пород, пожароустойчивостью фитоценозов и пирофитностью лесных формаций.

На основе серии экспериментальных контролируемых выжиганий сплошнолесосечных вырубок Манского и Маганского лесничеств Красноярского края и послепожарного мониторинга установлено, что профессиональное использование огня в лесохозяйственных целях позволяет, не только значительно снизить природную пожарную опасность на вырубках в горных темнохвойных лесах, но и существенно улучшить условия лесовосстановления. Это обусловлено тем, что, на вырубках существенно сокращается объем проводников горения и крупных порубочных остатков и валежа, а также тем, что в первые 10-15 лет после пирогенного воздействия доминирует кипрейно-паловый тип зарастания. Через 20 лет на вырубках после выжиганий количество хвойного благонадёжного самосева в 2,5 раза, а подрост в 1,7 и 3,6 раза больше чем под пологом леса и на невыжженных участках (рисунок 16).

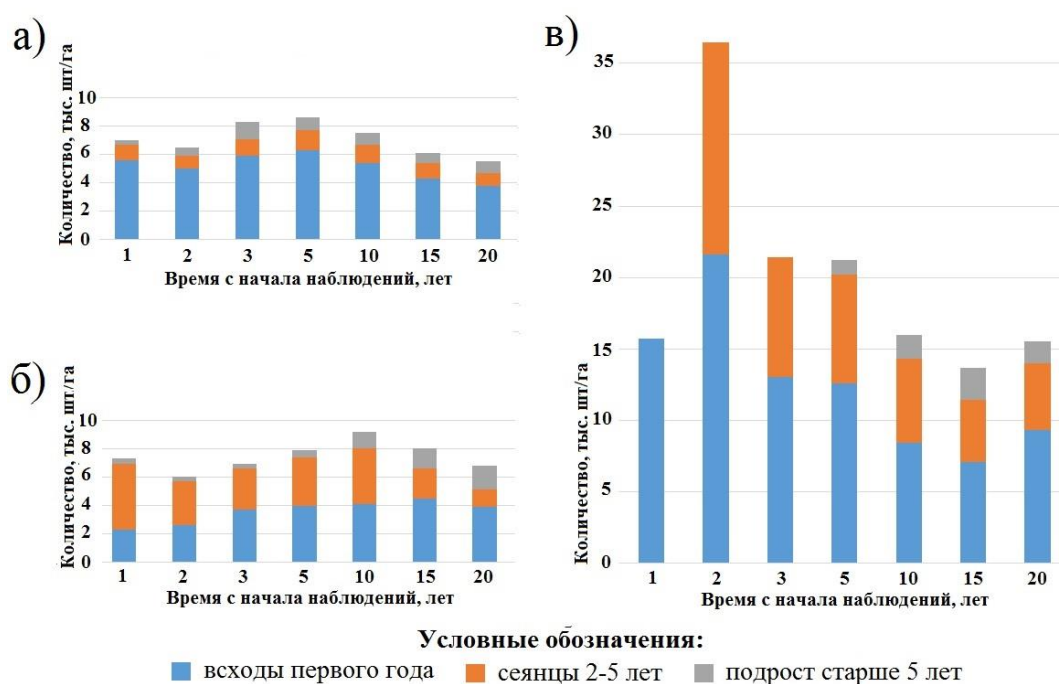


Рисунок 16 - Количество хвойного возобновления: а) под пологом насаждений, прилегающих к вырубке; б) на невыжженных участках вырубки (контроль); в) на вырубке после контролируемых выжиганий.

Проведенные исследования в пригородных сосновых лесах г. Красноярска позволили установить, что рекреационные нагрузки первоначально способствуют появлению всходов в силу нарушения непрерывности живого напочвенного покрова и частичной минерализации почвы. При этом жизненное состояние нового поколения сосны снижается незначительно. Дальнейшее же возрастание нагрузок не позволяет возобновившейся сосне нормально расти и развиваться. Критической или пороговой стадией, по достижению которой резко сокращается численность естественного возобновления, является третья.

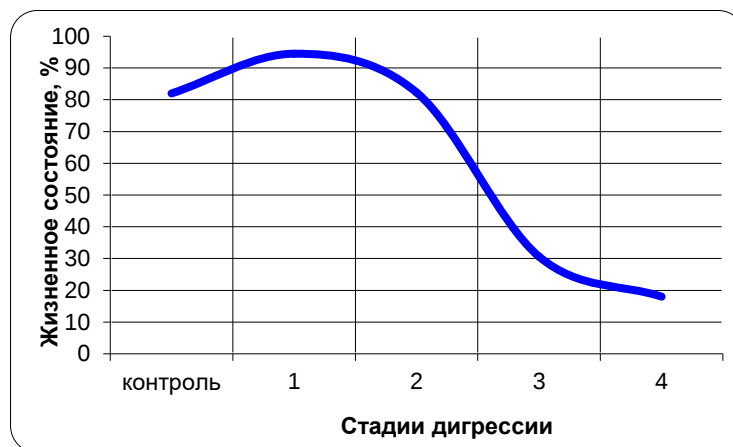


Рисунок 17 - Зависимость жизненного состояния подростка от стадии дигрессии в пригородных сосняках разнотравных. При показателе жизненного состояния 100-80% жизнеспособность ценопопуляции подростка оценивается, как здоровая, при 79-50% – ослабленная, при 49-20% – сильно ослабленная и ниже 20% – полностью разрушенная.

Что же касается жизненного состояния соснового подростка, то пороговой является вторая стадия дигрессии, после которой его жизнеспособность не позволяет надеяться на успешное формирование нового поколения леса (рисунок 17). Результаты исследования могут быть полезны при проектировании лесовосстановительных и противопожарных мероприятий в сосновых лесах рекреационного назначения.

Разработана технология защиты населенных пунктов и лесных массивов в лесостепной зоне от степных пожаров. Технология включает создание противопожарных заградительных барьеров по внешнему периметру населенных пунктов. В данной технологии создания противопожарного заградительного барьера дополнительно к минерализованным полосам, формируемым в первом поясе по периметру населенного пункта, во втором поясе создаются лесополосы из пожароустойчивых лесных пород (рисунок 18).

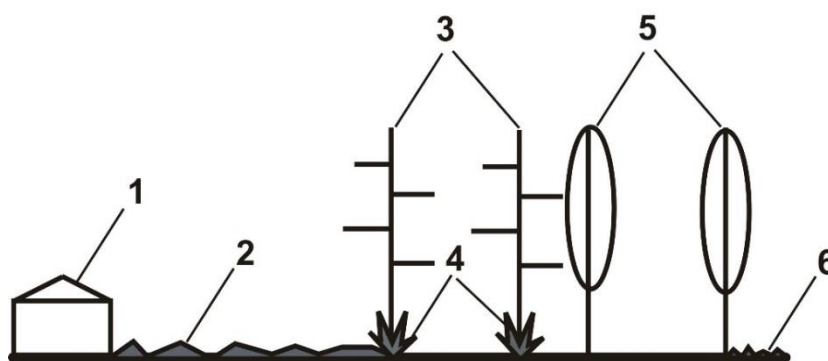


Рисунок 18 - Технология создания противопожарного заградительного барьера: 1 - населенный пункт; 2 - заградительная минерализованная полоса (ширина 30 м); 3 – лесополоса из пожароустойчивых быстрорастущих древесных пород и кустарников (4) не продуваемой конструкции; 5- две лесополосы плотной конструкции из быстрорастущих лиственных пород; 6 – дополнительная минерализованная полоса (ширина 2 м).

Созданная вспашкой на границе с населенным пунктом минерализованная полоса (2), шириной 30 м останавливает распространение горения. Защитная лесополоса не продуваемой конструкции, состоящая из двух рядов лиственницы сибирской и кустарника (4) (смородина альпийская, смородина золотистая, кизильник блестящий и др.), позволяет не только останавливать распространение кромки степного пожара, но и задерживать горящие частицы. Лесополоса плотной

конструкции (5) из двух рядов быстрорастущих лиственных пород (тополь бальзамический, тополь черный, тополь лавролистный, клен ясенелистный, ива остролистная, и др.) защищает деревья лиственницы от неблагоприятных атмосферных условий, и обеспечивают комфортные условия для их роста и развития, как в период вегетации, так и в зимнее время путем снегозадержания. Дополнительная минерализованная полоса (6) шириной 2 м, созданная по внешней границе лесополосы, позволяет при маловетреной погоде снизить интенсивность пламенного горения и даже остановить кромку степного пожара.

Технология частично испытана на базе Хакасского противозерозийного стационара ИЛ СО РАН. Использование разработанной технологии позволит получить экономический эффект в народном хозяйстве за счет существенного сокращения расходов на восстановление сгоревших населенных пунктов, сохранения жизни людей и сельскохозяйственных животных.

## 6. Разнообразие, динамика и функциональные связи компонентов нарушенных лесных экосистем

Выявлены особенности формирования почвенных профилей на техногенном элювии отвалов Бородинского бурогоугольного разреза. Установлено, что структурная организация почв на отвалах определяется как технологией отсыпки отвалов, так и сценариями развития биоценоза (степной, лесной, пирогенный). На поверхности отвалов с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП) развиваются травянистые сообщества, формируются техногенные поверхностные образования подгруппы реплантозёмы, группы квазизёмы. На молодых рекультивированных отвалах с ПСП 6-10-летнего возраста почвенный профиль дифференцирован слабо. На старых 30-летних отвалах с ПСП в процессе почвообразования происходит формирование дернового горизонта мощностью 5-10 см с изменением структурной организации в данном слое (рисунок 19). Выявлены различия морфологических свойств почв, формирующихся под разными растительными ассоциациями, что обусловлено количеством поступающей фитомассы и особенностями корневой системы доминирующих на исследованных участках растений.

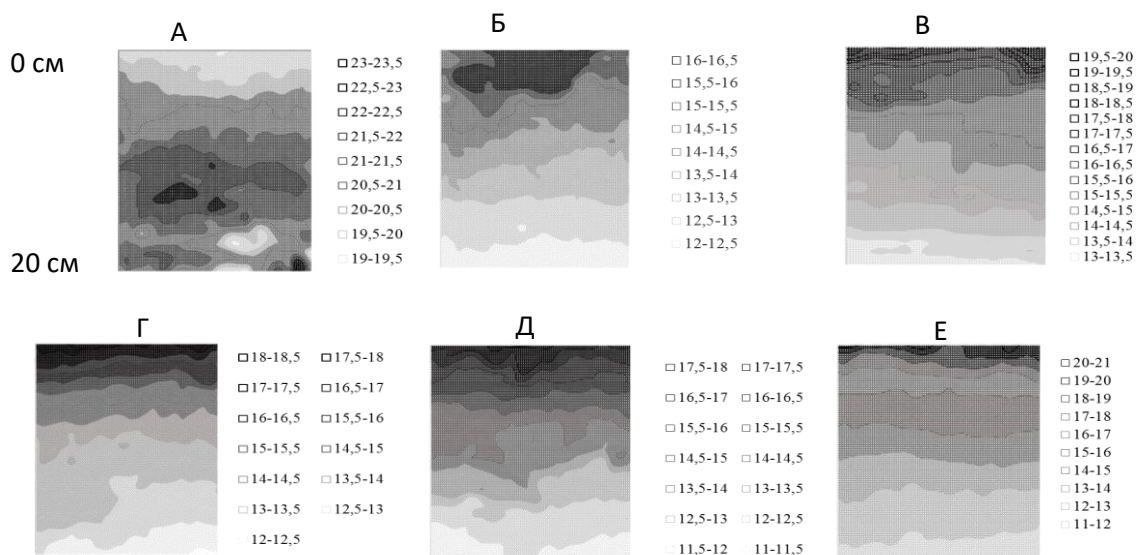


Рисунок 19 - Классифицированные изображения почвенного профиля в тепловом диапазоне на отвалах разного возраста и разного типа рекультивации. А – отвал без нанесения ПСП, 10-летнего возраста; остальные отвалы с ПСП, Б – 30-летнего возраста, кипрейная ассоциация, В - 30-летнего возраста, вейниковая ассоциация, Г - 30-летнего возраста, ковыльная ассоциация, Д - 30-летнего возраста, горошковая ассоциация, Е – отвал 6-летнего возраста.

Сжигание твердотопливного компонента вызывает ожег камбиального слоя коры деревьев и образование «чечевичных» повреждений в радиусе 500 м от места утилизации. Полученные результаты позволяют оценить площадь воздействия при различных формах утилизации боеприпасов.

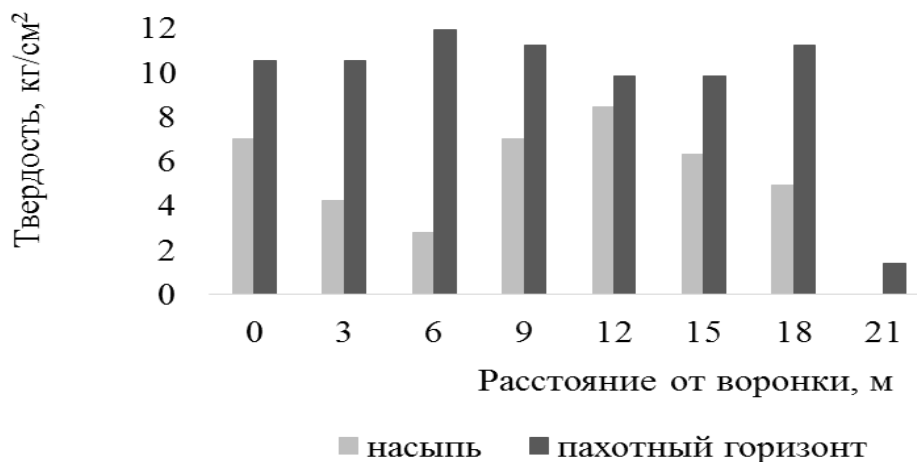


Рисунок 20 - Изменение твердости почвы от края воронки насыпного грунта, образующегося при взрыве и захороненного пахотного горизонта.

Проведены комплексные исследования (почвенные, ботанические, зоологические) последствий утилизации боеприпасов на полигоне «Таскино», а также выполнена оценка последствий для мелких млекопитающих подрыва боеприпасов на действующем полигоне «Залесный». В результате подрыва боеприпасов и выжигания несущих ступеней твердотопливных ракет определены факторы воздействия на компоненты экосистемы (рисунок 20). Наименьшие значения твердости насыпанного слоя отмечаются на расстоянии 3-6 м от края воронки, при удалении от воронки наблюдается постепенное увеличение твердости с максимумом на отметке 12 м (8-9 кгс/см<sup>2</sup>), и затем по мере удаления снова снижается до 4-5 кгс/см<sup>2</sup>.

Заложен лабораторный эксперимент по внесению дополнительных источников органического вещества и продуктов биоконверсии древесных отходов с целью повышения биологической активности и продуктивности вмещающей породы отвалов Бородинского буроугольного месторождения (БУР).

Микопродукт (МП) получали путем твердофазного культивирования мицелия дереворазрушающих базидиальных грибов *Trametes versicolor* и *Pleurotus ostreatus* на увлажненных сосновых и березовых опилках соответственно для разных грибов в течение 2,5 месяцев при 25° С. Затем мицелиально-опилочную массу измельчали и высушивали до воздушно-сухого состояния.

В пластиковые контейнеры помещали измельченный и просеянный через 3 мм сито грунт (вскрышные породы отвала) (контроль), смешанный с 5% по весу с сосновыми и березовыми опилками, а также с внесением МП грибов *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* и СБ *Pleurotus eryngii*.

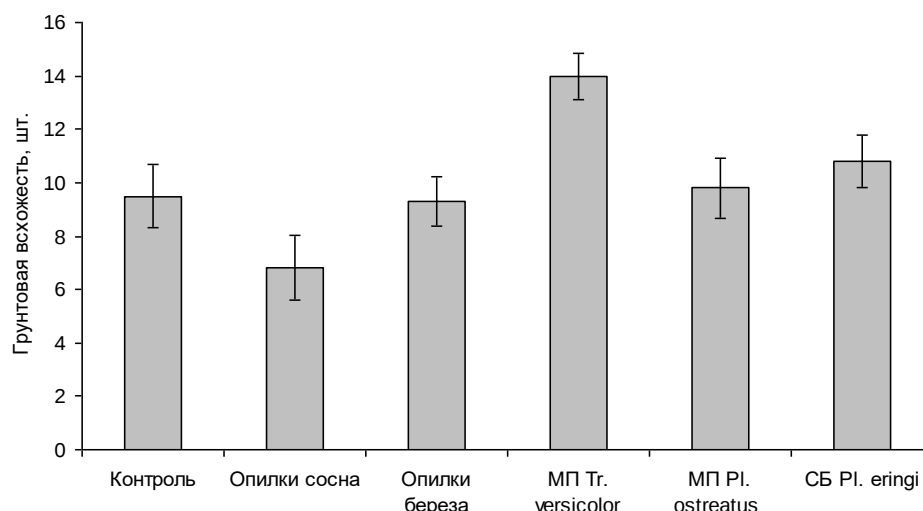


Рисунок 21 - Грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной на 26 сутки в разных вариантах грунта с добавками биоудобрений.

Выявлено, что добавление в грунт вскрышных пород БУР МП и отработанных СБ увеличивало всхожесть семян сосны обыкновенной (рисунок 21). Максимальное и статистически достоверное увеличение всхожести наблюдалось в варианте МП *Trametes versicolor* на сосновых опилках. В случае внесения сосновых опилок всхожесть снижалась на 28%, что, вероятно, вызвано угнетающим влиянием экстрактивных веществ древесины сосны. Всхожесть в варианте с березовыми опилками также несколько ниже контроля.

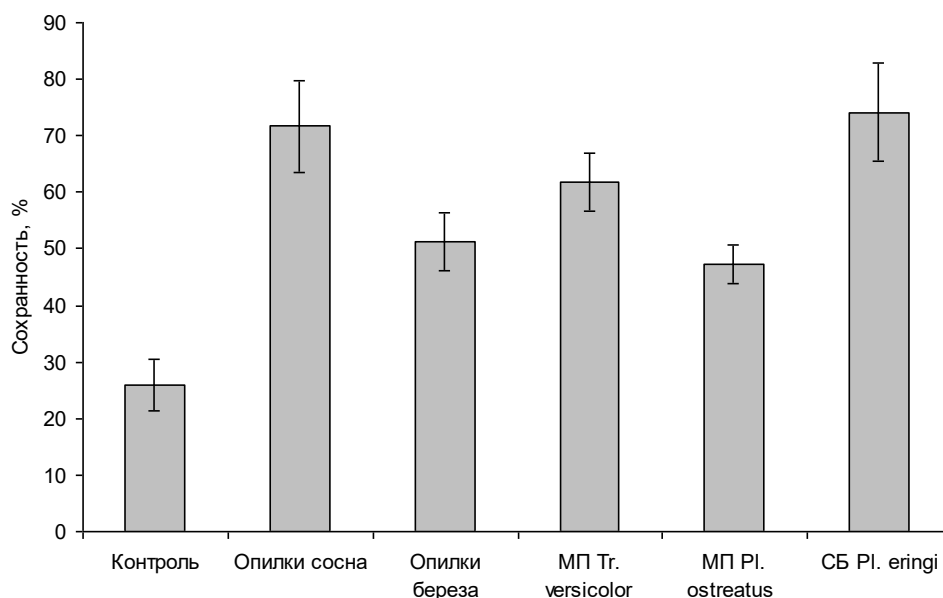


Рисунок 22 - Сохранность сеянцев сосны обыкновенной на 52 сутки в разных вариантах грунта с добавками биоудобрений.

В целом, внесение разных вариантов органических биоудобрений достоверно повышало сохранность сеянцев сосны.

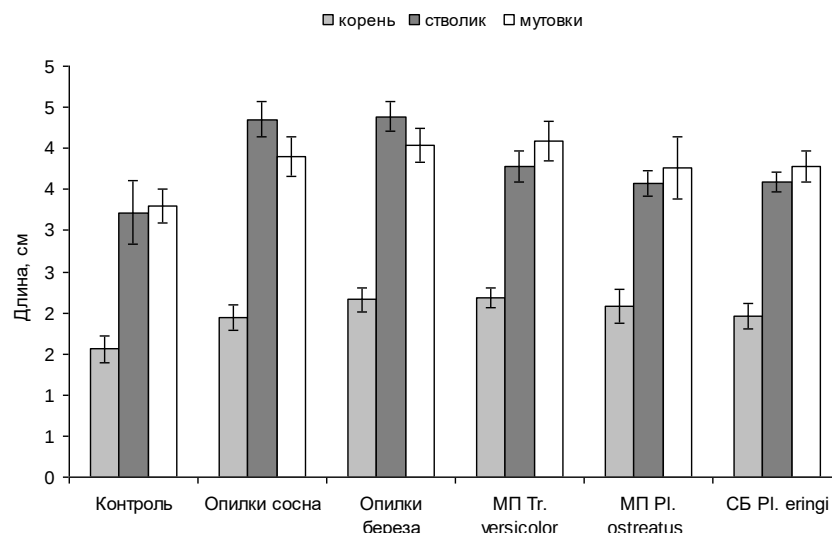


Рисунок 23 - Морфометрические параметры сохранных сеянцев в разных вариантах грунта с добавками биоудобрений.

Анализ морфометрических параметров оставшихся сеянцев показывает, что во всех вариантах добавления биоудобрений длина коревой системы выше контроля (рисунок 23). Достоверное удлинение стволиков наблюдалось только в вариантах с добавлением опилок, мутовок – во всех вариантах, кроме МП *Pleurotus ostreatus*.

Биомасса всех сеянцев выше контроля во всех вариантах добавок (рисунок 24). Наиболее высокие значения, в 3,5-4,4 раза превышающие контроль в вариантах МП *Trametes versicolor* и СБ *P. eryngii*. Похожая тенденция сохраняется и по биомассе одного проростка.

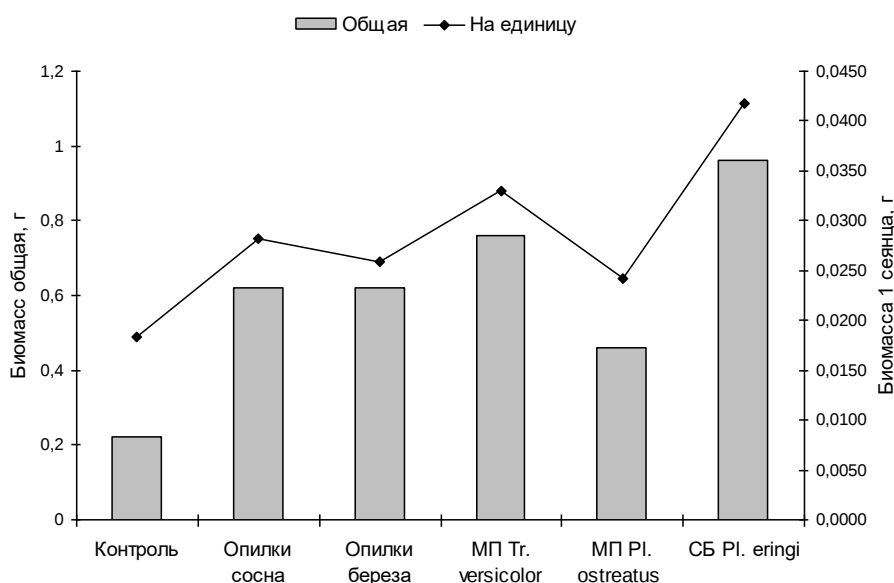


Рисунок 24 - Биомасса сеянцев в разных в разных вариантах грунта с добавками биоудобрений.

Исследование функциональных характеристик микробоценоза грунта после снятия эксперимента показывает увеличение содержания Смик и интенсивности БД во всех вариантах (рисунок 25). Наибольшее возрастание рассматриваемых параметров почвенного микробоценоза отмечено в вариантах с МП *Pleurotus ostreatus* и СБ *P. eryngii*: в 2-3,3 раза для Смик и в 4-8,5 раз для БД, что, вероятно, связано с содержанием живого мицелия базидиальных грибов.

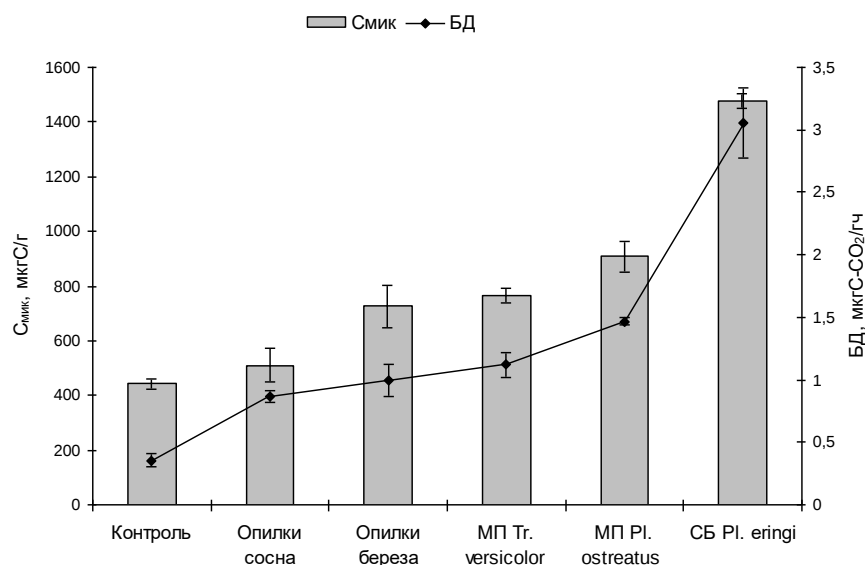


Рисунок 25 - Содержание Смик и интенсивность БД разных вариантов грунта с добавками биоудобрений в конце вегетации.

Таким образом, добавление органических биоудобрений в грунт вскрышных пород отвалов БУР увеличивало грунтовую всхожесть семян сосны обыкновенной, повышало сохранность сеянцев, увеличивало их морфометрические параметры и биомассу. Наибольшее увеличение морфометрических параметров и биомассы наблюдалось в вариантах МП *T. versicolor* и СБ *P. eryngii*. Применение биоудобрений увеличивает биогенность и функциональную активность микробиоценоза грунтов, особенно заметно в вариантах с МП и СБ.

Применение биоудобрений, полученных путем биоконверсии продуктов лесопереработки, позволит увеличить продуктивность и биологическую активность деградированных почв и грунтов техногенных территорий, а также будет способствовать сохранности всходов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены зависимости прироста древесины от величины доступного для каждого отдельного дерева ресурса среды и определены густотно-возрастные оптимумы продуктивности сосновых насаждений. На основании проведенных исследований совместно со специалистами Республиканского агентства лесного хозяйства Республики Бурятия разработаны Практические рекомендации по применению рубок обновления и переформирования в лесах бассейна озера Байкал Республики Бурятия. В условиях лесостепной зоны были определены оптимальные значения интенсивности изреживания сосновых насаждений различной начальной густоты с целью получения максимального прироста, а также выявлено влияние начальной густоты посадок на морфоструктуру и продуктивность ценозов основных лесообразующих хвойных пород Сибири.

Установлено, что максимальная интенсивность деструкции фитодетрита в лиственничниках Центральной Эвенкии наблюдается в первые три - четыре года инкубации и обусловлена первоначальным содержанием легкодоступных фракций азота и углерода. В последующие этапы она существенно ингибируется вновь синтезируемыми в детрите физиологически активными соединениями и резким снижением соотношения C:N.

Разработана концепция нового лесного законодательства Российской Федерации, базирующаяся на понятии лесного хозяйства как отрасли материального производства, в которой действуют, как и в лесопромышленном комплексе, законы рыночной экономики, а также на объективной рыночной эколого-экономической оценке лесных ресурсов, позволяющей через механизм лесной ренты перейти от дотационной схемы финансирования лесохозяйственного производства и лесоправления к системе, обеспечивающей ведение правильного лесного хозяйства и прибыль.

Представлены результаты исследований особенностей стокоформирования в бассейнах рек Средней Сибири с учетом ландшафтной дифференциации территории, выявлены высотно-поясные закономерности формирования стока в горах.

Разработан метод создания информационных баз данных в ГИС для управления действующими лесными пожарами на основе прогноза их поведения. Выявлена почвообразующая роль пирогенного фактора, а также показано влияние пожаров на продуктивность древостоев в Прибайкалье. Установлено, что продуктивность лесов может быть повышена снижением их горимости, т.е., без проведения каких-либо мелиораций.

Выявлены особенности формирования почвенных профилей на техногенном элювии отвалов угольных разрезов с учетом технологий их рекультивации.

Предложены технологии рекультивации нарушенных земель посредством внесения дополнительных источников органического вещества и продуктов биоконверсии древесных отходов, в том числе посредством твердофазного культивирования мицелия дереворазрушающих базидиальных грибов *Trametes versicolor* и *Pleurotus ostreatus*.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень статей, опубликованных по тематике проекта в 2019г.

### 1. Монографии: и главы в монографиях

1. Разделы в главах зарубежной коллективной рецензируемой монографии «Advances in Forest Fire Research - 2018». Edited by Domingos Xavier Viegas, ADAI/CEIF, UNIVERSITY OF COIMBRA, PORTUGAL, 2018:
2. Lakyda P., Bilous A., **Shvidenko A.**, Myroniuk V., Matsala M., Vasylyshyn R., HoliakaR., Lakyda I. 2019. Ecosystem services of Ukrainian forests: A case for the Polissya region. International Institute for Applied System Analysis and National University of Life Sciences of Ukraine, Kiev.188 pp. ISBN 978-617-7630-62-2.
3. Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. Improvement of Forest Danger Rating in Russia // Chapter 3 – Fire Management. Pp. 514-521. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506\\_56](https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_56)
4. Sofronova T.M., Volokitina A.V. Development of multilingual network resource for comparative-contrastive dictionary of fire science terminology. // Chapter 5 – Decision Support Systems and Tools. Pp. 980-986. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506\\_107](https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_107)
5. Volokitina A.V., Sofronova T.M., Korets M.A. Vegetation fire management in strict nature reserves // Chapter 7 – Short contributions. Pp. 1320-1322. [https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506\\_168](https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_168)
6. И. М. Данилин, О. П. Втюрина, Ю. Н. Баранчиков, И. Н. Безкоровайная, В. Е. Бенькова, А. Н. Борисов, Е. А. Ваганов, Г. С. Вараксин, Э. Ф. Ведрова, И. Д. Гродницкая, Г. Гуггенбергер, С. Ю. Евграфова, М. Д. Евдокименко, С. П. Ефремов, Р. А. Зиганшин, Г. К. Зражевская, О. А. Зырянова, В. В. Иванов, М. А. Корец, С. Р. Лоскутов, Л. И. Милютин, Г. С. Миронов, Е. Н. Муратова, Л. В. Мухортова, Д. И. Назимова, А. А. Онучин, И. Н. Павлов, Н. В. Пашенова, А. В. Пименов, Е. И. Пономарев, А. С. Прокушкин, В. А. Рыжкова, В. Н. Седых, И. В. Семечкин, В. А. Соколов, Н. Е. Судаchkova, Т. В. Пономарева, В. И. Харук, П. А. Цветков, Ю. С. Чередникова, Г. Н. Черняева, А. В. Шашкин, О. Б. Шибистова, А. С. Шишикин, Л. С. Шугалей. Форпост лесной науки (к 75-летию Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. 377 с. ISBN 978-5-7692-1660-2 <http://forest.akadem.ru/Articles/Books/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%9E%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BB-%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82.pdf>

### 2. Атлас карт

Карта – Основные типы монгольских экосистем (масштаб 1: 6 500 000) // Экосистемы Монголии. Атлас. - Москва-Улан-Батор. Администратор. 2019 год. Р. 8-11. [The main Types of Mongolian ecosystems (Scale 1:6 500 000)// Ecosystems of Mongolia. Atlas. – Moscow- Ulaanbaatar. Admon. 2019. Р. 8-11]. (авторы: Гунин П.Д., Востокова Е.А., Коротков И.А., Краснощеков Ю.Н., Цэдэндаш Г., и др). ISBN: 978-5-907213-13-5.

### 3. Статьи в журналах

1. Alexandr N. Borisov, Viktor V. Ivanov. Pinus Sylvestris L. Growth Depending on Available Resources in Ecological Niche. Environ Anal Eco stud. 5(5). EAES.000624 2019. DOI: 10.31031/EAES.2019.05.000624
2. Ivanova G.A., Kukavskaya E.A., Ivanov V.A., Conard S.G, McRae D.J. Fuel characteristics, loads and consumption in Scots pine forests of central Siberia // Journal of Forestry Research. – 2019. P. 1-18. [DOI: 10.1007/s11676-019-01038-0](https://doi.org/10.1007/s11676-019-01038-0) (WoS, Scopus)

3. Gette, I.G., Pakharkova N. V. , Kosov I. V. , Bezkorovaynaya I. N. . Influence of high-temperature convective flow on viability of Scots pine needles (*Pinus sylvestris* L.) // Journal of Forestry Research. – 2019. P. 1-9. DOI: [10.1007/s11676-019-00990-1](https://doi.org/10.1007/s11676-019-00990-1) (WoS, Scopus)
4. Vladimir A. Usoltsev, Igor M. Danilin, Zaandrabalyn Tsogt, Anna A. Osmirko, Ivan S. Tsepordey, Viktor P. Chasovskikh. Aboveground biomass of Mongolian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) forests in the Eurasian region // Geography, Environment, Sustainability. 2019. V. 12. N. 3. P. 117–132 (на английском языке). DOI: 10.24057/2071-9388-2018-70 (BAK, GEOBASE, Scopus, WoS). <https://ges.rgo.ru/jour/article/view/833>
5. Aleksandra Volokitina, Dina Nazimova, Tatiana Sofronova and Mikhail Korets . Improvement of fire danger rating and vegetation fire behavior prediction on protected areas // BIO Web of Conferences. – 2019. Vol. 16, 4 p. (WoS), <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191600040>
6. Богородская А.В., Кукавская Е.А., Каленская О.П., Буряк Л.В. Микробиологическая оценка состояния почв хвойных лесов Средней Сибири после пожаров разной интенсивности // Лесоведение. — 2019. — №2. — С. 138–156. DOI: [10.1134/S0024114819010030](https://doi.org/10.1134/S0024114819010030). (Scopus, BAK, РИНЦ)
7. Борисов А. Н., Иванов В. В., Петренко А. Е. Формирование пространственной структуры сосновых древостоев при рубках ухода // Лесоведение, 2019, №1, С. 1-12. DOI: 10.1134/S0024114819010042
8. Иванов В.В., Борисов А.Н., Петренко А.Е. Влияние густоты древостоя на формирование кроны и рост по диаметру сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Лесн. журн. 2019. № 3. С. 9–16. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.9
9. Кириченко Н.И. Современные сведения о таксономическом составе, распространении и трофических связях минирующих молей-пестрянок сем. Gracillariidae (Lepidoptera) в Сибири на основе ДНК-баркодинга / Н.И. Кириченко, П. Триберти, Е.Н. Акулов, М.Г. Пономаренко, К. Лопез-Ваамонде // Энтомологическое обозрение, 2019. Т. 98, № 3. С. 600-631. DOI: 10.1134/S0367144519030109 [Версия на английском языке: Kirichenko N.I. Novel data on the taxonomic diversity, distribution and host plants of leafmining moths of the family Gracillariidae (Lepidoptera) in Siberia based on the DNA-barcoding / N.I. Kirichenko, P. Triberti, E.N. Akulov, M.G. Ponomarenko, C. Lopez-Vaamonde // Entomological Review, 2019. Vol. 90, № 6. P. 1-24. DOI: 10.1134/S001387381906001X]
10. Ivanova Yu.D. Modeling of the Damage Sustained by Forest Coenoses and Their Destruction under the Impact of Point Contamination Sources/ Yu.D. Ivanova, V.G. Soukhovolsky // Biology Bulletin Reviews, 2019, 9 (1), pp. 73-82. <https://doi.org/10.1134/S2079086419010079>.
11. Замолотчиков Д.Г. Вклад академика А.С. Исаева в развитие лесной науки / Д.Г. Замолотчиков, В.Г. Суховольский, С.А. Барталев, Н.В. Лукина // Лесоведение, 2019, № 5, с. 323–340. DOI: 10.1134/S0024114819050127
12. Суховольский В.Г. Влияние массового размножения сосновой пяденицы на радиальный прирост деревьев / В.Г. Суховольский, П.А. Красноперова, Е.Н. Пальникова, И.В. Свицерская, О.В. Тарасова // Лесоведение, 2019, № 5, с. 357–365. DOI: 10.1134/S0024114819050103
13. Тихонова Н.А. Генетическая дифференциация рододендрона золотистого (*Rhododendron aureum* Georgi) по ядерным микросателлитным локусам / Полежаева М.А., Н.А. Тихонова, М.В. Модоров, М.Н. Ранюк, О.С. Корчагина // Генетика. 2019. № 6. Т. 55. С. 714-719. DOI: 10.1134/S1022795419060115 Genetic Differentiation of *Rhododendron aureum* Georgi at Nuclear Microsatellite Loci. Polezhaeva M.A., Tikhonova N.A., Modorov M.V., et al. //Russian journal of genetics. Vol. 55. № 6. PP. 762-766.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=37461578>

[http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=C3UEbgMFmWkTdyDfJVc&page=1&doc=2.](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=C3UEbgMFmWkTdyDfJVc&page=1&doc=2.) (WoS).

14. Kim M, Kraxner F, Son Y, Jeon SW, **Shvidenko A**, Schepaschenko D, Ham B-Y, Lim C-H, et al. (2019). Quantifying Impacts of National-Scale Afforestation on Carbon Budgets in South Korea from 1961 to 2014. *Forests* 10 (7): e579. DOI:10.3390/f10070579.
15. Lakyda P, **Shvidenko A**, Bilous A, Myroniuk V, Matsala M, Zibtsev S, Schepaschenko D, Holiaka D, et al. (2019). Impact of Disturbances on the Carbon Cycle of Forest Ecosystems in Ukrainian Polissya. *Forests* 10 (4): e337. DOI:10.3390/f10040337.
16. Akujärvi A, **Shvidenko A**, & Pietsch S (2019). Modelling the impacts of intensifying forest management on carbon budget across a long latitudinal gradient in Europe. *Environmental Research Letters* 14 (3) DOI:10.1088/1748-9326/aaf766.
17. Song C, Pietsch S, Kim M, Cha S, Park E, **Shvidenko A**, Schepaschenko D, Kraxner F, et al. (2019). Assessing Forest Ecosystems across the Vertical Edge of the Mid-Latitude Ecotone Using the BioGeoChemistry Management Model (BGC-MAN). *Forests* 10 (6): e523. DOI:10.3390/f10060523.
18. Краснощек Ю.Н. Постпирогенная изменчивость подстилки в горных лесах Прибайкалья // Почвоведение. 2019. №3. С.290-303. Doi: 10.1134/S0032180X19030080. Krasnoshchekov Yu.N. Postpyrogenic Variability of Litter in Mountain Forests of Baikal Region // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. №3. PP. 258-270. Doi: 10.1134/S1064229319030086.
19. Данилин И. М., Соколов В. А., Целитан И. А., Синявин В. С. Методика расчета компенсационной стоимости и исчисления размера ущерба при незаконных рубках, повреждении, уничтожении зеленых насаждений // Сибирский лесной журнал. 2019. № 2. С. 88–95 DOI: 10.15372/SJFS20190208 (BAK, Agris). <https://xn--80abmehbbaignewcmzjeef0c.xn--p1ai/upload/iblock/fe0/fe09617a0e1a9e3dc1a77e0e9700dba1.pdf>
20. 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. (РИНЦ, ВАК)
21. Кукавская Е.А., Буряк Л.В., Каленская О.П., Толмачев А.В., Жила С.В., Барабанцова А.Е. Оценка пирогенной эмиссии углерода на территории национального парка «Шушенский бор» // География и природные ресурсы. – 2019. – №1. – С. 37–44. DOI: [10.21782/GiPR0206-1619-2019-1\(37-44\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2019-1(37-44)) (ВАК, РИНЦ)
22. Цветков П. А., Кудинов Е. Н. Оценка пожароустойчивости сосняков Красноярской лесостепи, пройденных несплошными рубками // Сибирский лесной журнал. 2019. №. 5. DOI: 10.15372/SJFS20190507(РИНЦ, ВАК)
23. Volokitina A.V. Pirolological characteristic of forest types in nature reserve «Kuznetsky Alatau». Materials of the Intern.Conf. «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» - Repots in English. Part 2 (September 14, 2019. Beijing, China, PRC). Pp. 129-135. <https://doi.org/10.34660/INF.2019.16.36889>
24. Тарасова О.В. Пространственно-временная сопряженность развития вспышек массового размножения насекомых-ксилофагов в лесах Красноярского края / О. В. Тарасова, А. А. Суховольский, В. В. Солдатов, В. Г. Суховольский // Принципы экологии. 2019. № 3. С. 127–144. DOI: 10.15393/j1.art.2019.9062.
25. Кириченко Н.И. Молекулярно-генетическая каталогизация минирующих молей-пестрянок Gracillariidae (Lepidoptera) азиатской части России и прилегающих территорий / Н.И. Кириченко, Е.Н. Акулов, М.Г. Пономаренко, К. Лопез-Ваамонде // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова, 2019. № 30. С. 51-62. DOI: 10.25221/kurentzov.30.4
26. Пашенова Н.В. Инвазийный фитопатоген сопровождает уссурийского полиграфа в лесах Хамар-Дабана / Н.В. Пашенова, Д.А. Демидко, Н.С. Бабичев, А.А. Ефременко, А.А. Перцова, Ю.Н. Баранчиков // Совет ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации академий наук. Информационный бюллетень. М.: ООО «Научтехлитиздат»,

2019. Выпуск 12 (35). С.82-85. DOI: 10.25791/cbgcis.12(35).973

27. Баранчиков Ю.Н. Ясеновая узкотелая златка на пути в Белгород / Ю.Н. Баранчиков, Л.Г. Серая // Совет ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации академий наук. Информационный бюллетень. М.: ООО «Научтехлитиздат», 2019. Выпуск 12 (35). С.94-95. DOI: 10.25791/cbgcis.12(35).976

28. S. Evgrafova Carbon emissions in field-based incubation experiment with buried organic matter on Samoylov Island // Russian-German Cooperation: Expeditions to Siberia in 2017, Berichte zur Polar- und Meeresforschung - Reports on polar and marine research, Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (2018) 725: 64-67. doi: 10.2312/BzPM\_0725\_2018 [https://epic.awi.de/id/eprint/48562/1/BzPM\\_0725\\_2018.pdf](https://epic.awi.de/id/eprint/48562/1/BzPM_0725_2018.pdf) (РИНЦ)

29. S. Evgrafova, V. Kadutskiy, D. Heim Greenhouse gas release from buried soil: field incubation study // Russian-German Cooperation: Expeditions to Siberia in 2018, Berichte zur Polar- und Meeresforschung = Reports on polar and marine research, Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (2019) 734: 56-58; doi: 10.2312/BzPM\_0734\_2019, [https://epic.awi.de/id/eprint/50137/1/BzPM\\_0734\\_2019.pdf](https://epic.awi.de/id/eprint/50137/1/BzPM_0734_2019.pdf) (РИНЦ)

30. Тимошкин В.Б. Заражение птенцов воробьинообразных птиц личинками *Trypocalliphora braueri* (Diptera, Calliphoridae) в приенисейской Сибири // Паразитология. 2019. – №2. Т.53. – С. 159-163. DOI: 10.1134/S0031184719020078 (РИНЦ) <https://elibrary.ru/item.asp?id=37528306>

31. Пыжев АИ, Ваганов ЕА. Роль российских лесов в реализации Парижского климатического соглашения: возможности или риски? ЭКО, 2019, 11(545): 27-44. Doi: 10.30680/ECO0131-7652-2019-11-27-44

#### 4. Материалы международных конференций:

1. Анисимова А. В., Вараксин Г. С. О проблемах постановки на кадастровый учет объектов недвижимости в ОАО «РЖД» // Современные проблемы землеустройства, кадастров и природообустройства: мат-лы Национал. науч. конф. (Красноярск, 17 мая 2019 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 4–6.

2. Анисимова А. В., Вараксин Г. С. Постановка на кадастровый учет объектов недвижимости в ОАО РЖД // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 15 октября 2019 г. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 3–8.

3. Вараксин Г. С., Оюн А. М. Опыт государственного земельного надзора и муниципального контроля в Республике Тыва // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. 16–18 апреля 2019 г. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 6–10.

4. Волокитина А.В. Контролирование пожаров растительности на ООПТ. Материалы междунар.географ.конф. «Географические исследования Сибири и сопредельных территорий». Иркутск, 21-27 октября 2019 г. С. 353-357

5. Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Пирологическая характеристика растительности в заповедниках для прогноза поведения пожаров. Материалы международной школы-семинара «Современные биоэкологические и химические исследования на территории Средней Сибири». - Красноярск: КГПУ, 28 ноября 2019 г. С.

6. Данилин И. М., Целитан И. А. Алгоритмы обработки данных лазерного сканирования и автоматизированного определения таксационных параметров лесных насаждений // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы VI Междунар. науч. конф., Красноярск, 10–13 сентября 2019 г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. С. 86–91. [http://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/rpdzz\\_9106\\_2019.pdf](http://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/rpdzz_9106_2019.pdf)

7. Доржсурэн Ч., Дугаржав, Ч. Е. Н. Савин, В. Т. Ярмишко, Г. Цэдэндаш, Ю. Н. Краснощеков, Н. Н. Слемнев, З. Цогт, И. М. Данилин, Д. Зоё, Ц. Чулуунбаатар, М. А. Ярмишко, Т. Тушигмаа, А. И. Лобанов, М. Ундраа. Основные результаты исследования лесов Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ за 50 лет // Мат-лы междунар. конф., посвящ. 50-летию СРМКБЭ РАН и АНМ (Proc. Int. Conf. Dedicated 50<sup>th</sup> Anniv. JRMKBE RAS & MAS), Москва, 23–25 октября 2019 г. С. 41–44  
[https://drive.google.com/file/d/1N\\_Fw03uPwFgyEA7r0L2Vu\\_ZyNBXGLor9/view](https://drive.google.com/file/d/1N_Fw03uPwFgyEA7r0L2Vu_ZyNBXGLor9/view)
8. Иванив Т. Ю., Вараксин Г. С. Проблемы осуществления земельного контроля в Емельяновском районе // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 15 октября 2019 г. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 17–20.
9. Исакова А. С., Вараксин Г. С. Проблемы охраны земель сельскохозяйственного назначения на территории Красноярского края // Современные проблемы землеустройства, кадастров и природообустройства: мат-лы Национал. науч. конф. (Красноярск, 17 мая 2019 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 124–128.
10. Киреев Д.М., Фурьев В.В., Фурьев И.В. Пожароустойчивость лесов верхне-обского лесного массива Алтайского края / Материалы четвертой международной научно-технической конференции: Леса России: политика, промышленность, наука, образование. 22 – 25 мая 2019 год, Санкт-Петербург. Под. ред. В.М. Гедьо. –СПб.: СПбГЛТУ, 2019. С. – 46 - 49. <http://spbftu.ru/international/conference/events/>
11. Коннов И. А., Вараксин Г. С. Лесовыращивание на заброшенных сельскохозяйственных землях // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 15 октября 2019 г. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 43–45.
12. Корец М.А., Волокитина А.В. Методика и программное обеспечение для прогнозирования распространения пожара растительности. Сб.статей междунар.научно-практ.конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019». 23-26 сентября 2019 г., г. Севастополь.- С. 810-814.
13. Краснощеков Ю.Н. Криогенные и альфегумусовые почвы горной тайги в Северной Монголии// Материалы Международной конференции, посвященная 50-ти летию деятельности Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. М.: 2019. С. 105-110.
14. Краснощеков Ю.Н. Темногумусовые почвы подтаежных светлохвойных лесов Монголии//Материалы Международной научной конференции «Современные проблемы биологии, экологии и почвоведения», посвященная 100-летию высшего биологического образования в Восточной Сибири. Иркутск. ИГУ. 2019. С. 28-32.
15. Оюн А. М, Вараксин Г. С. Состояние государственного земельного надзора и муниципального контроля в Республике Тыва // Современные проблемы землеустройства, кадастров и природообустройства: мат-лы Национал. науч. конф. (Красноярск, 17 мая 2019 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 238–241.
16. Оюн А. М., Вараксин Г. С. Оценка государственного земельного надзора и муниципального контроля в Республике Тыва // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 15 октября 2019 г. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 50–53.
17. Романов Р. В., Вараксин Г. С. Проблемы кадастровой оценки городских территорий по престижности в России // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы междунар. науч. конф. Красноярск, 15 октября 2019 г. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. С. 57–59.
18. Соколов В. А., Горяева Е. В., Втюрина О. П. О стратегии развития лесного комплекса России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск: сб. материалов в 9 т. Т. 3: Междунар. науч. конф. «Экономическое

- развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Новосибирск: СГУГиТ, 2019. № 1. С. 223–230.
19. Сорокин А.В., Остыловский А.Н., Борисов А.Н., Иванов В.В., Макаров Д.С., Харламов. Оценка объема биомассы древостоя по ослаблению сигналов навигационных спутников диапазона L 1. // Региональные проблемы дистанционного зондирования земли. Материалы VI Междун. научн. конф. Красноярск, 2019. С. 326–329.
20. Тихонова И.В., Экарт А.К., Кравченко А.Н., Тихонова Н.А., Семенякин Д.А. Изменчивость аллозимов у подроста хвойных видов на вырубках в южной тайге Средней Сибири // Сохранение лесных генетических ресурсов: Мат. 6-ой Междунар. конф.-совещания. Щучинск: Изд-во «Мир печати», 2019. С. 224-226. ISBN 978-601-7582-85-2
21. Фарбер С. К., Кузьмик Н. С. Оценка и картографирование плодородия лесных почв // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск: сб. материалов в 9 т. Т. 3: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Новосибирск: СГУГиТ, 2019. № 1. С. 268–273. DOI: 2618-981X-2019-3-1-268-273.
22. Фарбер С. К., Кузьмик Н. С. Плодородие лесных почв, оценочные показатели и картографирование // Материалы VI Международной научной конференции Красноярск, 10–13 сентября 2019 г. «Региональные проблемы дистанционного зондирования земли». Красноярск: СФУ, 2019. С. 340–343. РИНЦ.
23. Ибраев Э., Мурзакматов Р.Т. Практическое применение аспектов сотрудничества в рамках проекта «Зеленый путь Центральной Азии» в сохранении биологического разнообразия растительности Кыргызстана // Материалы V-ой международной научной конференции. Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения центрально-азиатского региона. 11-15 сентября 2019 года. г. Кызыл: Изд-во ТувГУ. Стр. 67. (Очное участие).
24. Лощев С.М. Создание электронной базы данных по видовому разнообразию животных: региональные аспекты // Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения Центрально-азиатского региона: материалы V международной научно-практической конференции (11 - 15 сентября 2019 года, г. Кызыл, Россия). Кызыл: Изд-во ТувГУ, 2019. Стр. 163-165. (Очное участие).
25. Пономарева Т.В., Пономарев Е.И. Структурная организация техногенных почв. Международная конференция «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019». Севастополь: СевГУ, 2019. (устный доклад).
26. Пономарев Е.И., Пономарева Т.В., Масягина О.В., Швецов Е.Г. Спутниковый мониторинг пожаров и моделирование послепожарных эффектов в бореальных лесах Сибири // Мат. междунар. конф. «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019». Севастополь: СевГУ, 2019. С. 1298–1302. ISBN 978-5-6041740-3-6. [https://www.sevsu.ru/images/univer/2\\_iyaeip/epeb\\_2019/program.pdf](https://www.sevsu.ru/images/univer/2_iyaeip/epeb_2019/program.pdf)  
[https://www.sevsu.ru/images/univer/2\\_iyaeip/epeb\\_2019/%D0%AD%D0%9F%D0%AD%D0%91-2019.pdf](https://www.sevsu.ru/images/univer/2_iyaeip/epeb_2019/%D0%AD%D0%9F%D0%AD%D0%91-2019.pdf)
27. Пономарева Т.В., Пономарев Е.И. Структурная организация техногенных почв // Мат. междунар. конф. «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019». Севастополь: СевГУ, 2019. С. 1303–1306. ISBN 978-5-6041740-3-6. [https://www.sevsu.ru/images/univer/2\\_iyaeip/epeb\\_2019/program.pdf](https://www.sevsu.ru/images/univer/2_iyaeip/epeb_2019/program.pdf)  
[https://www.sevsu.ru/images/univer/2\\_iyaeip/epeb\\_2019/%D0%AD%D0%9F%D0%AD%D0%91-2019.pdf](https://www.sevsu.ru/images/univer/2_iyaeip/epeb_2019/%D0%AD%D0%9F%D0%AD%D0%91-2019.pdf)
28. Shvetsov E., Ponomarev E., Kharuk V., Ponomareva T. Monitoring of post-fire effects and vegetation recovery in larch forests of Central Siberia using remote sensing observations //

<https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/535734>

29. Шишкин А. С. Программа российско-монгольских исследований техногенных объектов // Международная научно-практическая конференция: “Актуальные эколого-экономические проблемы землепользования в природоустройстве и сельском хозяйстве” 25 - 26 апреля 2019 г. Дархан, Монголия. Стр. (Заочное участие).
30. Шишкин А. С. Городская среда – экологическая ловушка человечества // V международная научно-практическая конференция: «Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения центрально-азиатского региона». 11-15 сентября 2019. г. Кызыл, Республика Тыва. Стр. 48–50. (Очное участие)
31. Шишкин А. С. Биоразнообразие посттехногенных территорий // V международная научно-практическая конференция: «биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения центрально-азиатского региона». 11-15 сентября 2019. г. Кызыл, Республика Тыва. Стр. 129–131. (Очное участие).

## 5. Материалы российских конференций

1. Брюханов А.В. Иванов В.А. Оценка эффективности наземных самоходных агрегатов, пригодных для тушения лесных пожаров // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 60-62.
2. Брюханов А.В. Современные разработки в области спутниковой навигации и практика их применения при борьбе с пожарами в природной среде // Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций». – Железногорск, 2019 г. – С. 34-40. [https://sibpsa.ru/science/publications/avpb\\_2019.pdf](https://sibpsa.ru/science/publications/avpb_2019.pdf)
3. Брюханов А.В., Валендик Э.Н., Кисильхов Е.К. Постпирогенное восстановление древесно-кустарниковых пород в Центральной Сибири на естественных и антропогенно нарушенных лесных участках // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций». (25 октября 2019 г.), Железногорск. – С. (в печати).
4. Буренина Т.А., Прысов Д.А., Мусохранова А.В. Динамика стока рек в горах Западного Саяна в условиях интенсивного лесопользования и меняющегося климата// Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск: ИЛ СО РАН. 2019. С. 63-65.
5. Валендик Э.Н., Иванова Г.А., Кисильхов Е.К. Проблема природных пожаров в России и пути ее решения // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 73-75.
6. Вараксин Г. С. Рост и продуктивность сосновых и лиственничных культур в Средней Сибири» // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 76–79.
7. Волокитина А.В. Пирологическая характеристика растительности в заповедниках // Материалы научно-практич. конф. «Роль научно-исследовательской работы в управлении и развитии ООПТ» (14 октября 2019 г.). - Байкальский ГПБЗ, Респ.Бурятия, п.Танхой. - С. 54-59.
8. Волокитина А.В. Учет особенностей природы лесных пожаров при управлении ими // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные

экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 79-81.

9. Волокитина А.В., Корец М.А. Ретроспективная проверка программы прогноза поведения лесных пожаров // Материалы IX Всеросс. научно-практ.конф. «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций». (25 октября 2019 г.), Железногорск. – С. (в печати).

10. Волокитина А.В., Назимова Д.И., Софронова Т.М., Корец М.А. Совершенствование оценки пожарной опасности и прогноза поведения пожаров растительности на ООПТ // Материалы конф. «Итоги и перспективы геоботанических исследований в Сибири». - (13-17 мая 2019 г.). - Новосибирск. – С. 21-22.

11. Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесу // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 82-84.

12. Волокитина А.В., Софронова Т.М., Корец М.А. Управление пожарами растительности в заповедниках // Материалы научно-практич.конф. «Роль научно-исследовательской работы в управлении и развитии ООПТ» (14 октября 2019 г.). - Байкальский ГПБЗ, Респ.Бурятия, п.Танхой. - С. 60-66.

13. Данилин И. М., Зиганшин Р. А., Целитан И. А. Технология мониторинга лесных территорий на ландшафтной основе с использованием лазерного сканирования и цифровой аэрокосмической съемки. Сборник трудов VI международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли». Красноярск, 10–13 сентября 2019 г. Красноярск: СФУ, 2019. С. 82–85. [http://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/rpdzz\\_9106\\_2019.pdf](http://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/rpdzz_9106_2019.pdf)

14. Евдокименко М. Д., Петренко А. Е. Особенности растительных пожаров в Забайкалье // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски», Красноярск, 26–31 августа 2019 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 117–119.

15. Евдокименко М. Д., Петренко А. Е. Пирогенные трансформации лесных экосистем в Прибайкалье // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски», Красноярск, 26–31 августа 2019 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 120–122.

16. Жила С.В., Иванова Г.А., Кукавская Е.А. Оценка послепожарного возобновления в светлехвойных насаждениях Нижнего Приангарья // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 123-125.

17. Зиганшин Р. А. Истоки ландшафтного лесоустройства // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XVI Международной научно-технической конференции. Вологда, 5 декабря 2018 г. Вологда: Изд-во ВоГУ, 2019. С. 31–35.

18. Зиганшин Р. А. Факторы эффективного использования и восстановления лесов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IV научно-технической конференции. С.-Петербург, 22–25 мая 2019 г. СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. С. 105–108.

19. Зиганшин Р. А., Лехатинов А. М. Пути решения актуальной проблемы земельных отношений в национальном парке «Тункинский» // Заповедники-2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. Симферополь, 9–11 октября 2019 г. Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. С. 47–51.

20. Зиганшин Р. А., Смолин С. В. Экологическая катастрофа в прибайкальской популяции кедра сибирского // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с

международным участием Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 129–132.

21. Зырянова О.А., Прокушкин С.Г., Зырянов В.И., Мацуура Ю., Морисита Т. Функциональная роль структурного разнообразия северотаежных лиственничников Средней Сибири // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски». - Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. - С. 133-136.

22. Иванова Г.А., Конард С.Г., Ковалева Н.М., Кукавская Е.А., Фридрих И.Е. Мониторинг последствий высокоинтенсивных пожаров в сосняках Средней Сибири // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 142-144.

23. Онучин А.А. Стратегические задачи перехода к устойчивому управлению лесами в Сибири // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск: ИЛ СО РАН. 2019. С. 307-309.

24. Прокушкин С. Г., Зырянова О. А., Корец М. А., Петренко А. Е. Структура фитомассы древостоев лиственницы Гмелина на разных этапах онтогенеза эдификатора // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски», Красноярск, 26–31 августа 2019 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 363–366.

25. Пшеничникова Л.С. Рост и продуктивность разногустотных культур ели в южной тайге Средней Сибири // Актуальные проблемы лесного комплекса/ под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 54. – Брянск: БГИТУ, 2019. – С. 51-55.

26. Семенякин Д.А., Иванов В.В., Борисов А.Н. Продуктивность сосновых древостоев при выборочном лесопользовании. // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски», Красноярск, 26–31 августа 2019 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. – С. 391–393.

27. Соколов В. А. Проблемы развития лесного комплекса России // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 413–415.  
[http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF\\_b/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8%202019\\_.pdf](http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF_b/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8%202019_.pdf)

28. Софронова Т.М., Волокитина А.В. О создании терминологического корпуса данных по лесной пирологии для многоязычного сетевого ресурса // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26-31 авг. 2019. С. 423-425.

29. Тихонова И.В. и др. Встречаемость редких аллелей аллозимных маркеров у подростка в популяциях сосны обыкновенной, подверженных разным видам антропогенной нагрузки в Красноярской, Канской и Ачинской лесостепях / И.В. Тихонова, А.К. Экарт, А.Н. Кравченко, Н.А. Тихонова, Д.А. Семенякин // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 442-445. ISBN 978-5-906740-19-9

30. Фарбер С. К., Кузьмик Н. С. Определение потенциальной продуктивности древесных пород с использованием показателей тепла, влаги и плодородия почв // Лесные

экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 464–467.

31. Фуряев В.В., Цветков П.А., Фуряев И.В. Современные представления о пожароустойчивости бореальных лесов // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26–31 авг. 2019. С. 475–476.

32. Цветков П.А. Лаборатория лесной пирологии ИЛ СО РАН: 60 лет, итоги и перспективы // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26–31 авг. 2019. С. 483–486.

33. Цветков П.А. Роль пожаров в формировании среднетаежных сосняков Средней Сибири // Материалы Всероссийской конференции с международным участием: Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Красноярск, 26–31 авг. 2019. С. 487–489.

34. Целитан И. А., Соколов В. А., Данилин И. М. Формирование молодняков на вырубках в Нижнем Приангарье // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием Красноярск, 26–31 августа 2019 г. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 490–494.

[http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF\\_b/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8%202019\\_.pdf](http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF_b/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8%202019_.pdf)

35. Шапченкова О.А., Краснощеков Ю.Н., Лоскутов С.Р. Постпирогенная трансформация органического вещества в подстилках сосновых лесов Юго-Западного Прибайкалья // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск: ИЛ СО РАН. 2019. С. 501–503.

36. Буренина Т.А., Прысов Д.А., Мусохранова А.В. «Динамика стока рек в горах Западного Саяна в условиях интенсивного лесопользования и меняющегося климата» - «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски». Красноярск, 2019, с. 63–65. (Очное участие).

37. Хританков А.М., Лощев С.М., Трямкина Н.В. Участие учащихся летних экологических школ в полевых исследованиях Госзаповедника «Столбы» и природного парка «Ергаки» - важный элемент в работе по экологическому воспитанию, образованию и профорientации // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: Материалы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (г. Донецк, 8–10 октября 2019 г.). – Донецк, 2019. Стр. 477–487. (Заочное участие).

38. Лощев С.М. Электронная база данных по видовому разнообразию животных: региональные аспекты // Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.). Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. Стр. 381–385. (Очное участие).

39. Пономарева Т.В., Бикмурзина А.А. Температурные градиенты в техногенных почвах на отвалах вскрышных пород. Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 75-летию Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски» Красноярск, 26–31 августа 2019 года. (устный доклад).

40. Хританков А.М., Лощев С.М., Трямкина Н.В. Участие учащихся летних экологических школ в полевых исследованиях Госзаповедника «Столбы» и природного

парка «Ергаки» - важный элемент в работе по экологическому воспитанию, образованию и профориентации // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах: Материалы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (г. Донецк, 8–10 октября 2019 г.). – Донецк, 2019. Стр. 477-487. (Заочное участие).

41. Лощев С.М. Электронная база данных по видовому разнообразию животных: региональные аспекты // Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.). Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. Стр. 381-385. (Очное участие).

42. Пономарева Т.В., Бикмурзина А.А. Температурные градиенты в техногенных почвах на отвалах вскрышных пород. Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 75-летию Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски» Красноярск, 26–31 августа 2019 года. (устный доклад).

43. Пономарева Т.В., Пономарев Е.И., Шушпанов А.С., Краснощеков К.В., Сорокин А.В., Швецов Е.Г., Литвинцев К.Ю., Дергунов А.В. Методы анализа теплового режима почв криолитозоны и мониторинг послепожарных эффектов. XVII Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 2019. (постерный доклад).

44. Пономарева Т.В., Бикмурзина А.А. Температурные градиенты в техногенных почвах на отвалах вскрышных пород // Мат. Всерос конф. С межд. уч. «Лесные экосистемы бореальной зоны». Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 349–353. ISBN: 978-5-906740-19-9.

[http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF\\_b/Материалы конференции 2019\\_.pdf](http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF_b/Материалы конференции 2019_.pdf)

45. Пономарев Е.И., Швецов Е.Г., Пономарева Т.В., Харук В.И. Данные спутникового мониторинга пожаров в прогнозировании прямых пожарных эмиссий // Мат. Всерос конф. С межд. уч. «Лесные экосистемы бореальной зоны». Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 346–348. ISBN: 978-5-906740-19-9. [http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF\\_b/Материалы конференции 2019\\_.pdf](http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF_b/Материалы конференции 2019_.pdf)

46. Скрипальщикова Л.Н., Стасова В.В., Бажина Е.В., Барченков А.П., Пономарева Т.В., Гончарова И.А., Шушпанов А.С., Петров И.А., Федотова Е.В., Татаринцев А.И., Белянин А.В., Фомичев И.В. Комплексная оценка современного экологического состояния пригородных лесов г. Красноярска // Мат. Всерос конф. С межд. уч. «Лесные экосистемы бореальной зоны». Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. С. 406–410. ISBN: 978-5-906740-19-9.

[http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF\\_b/Материалы конференции 2019\\_.pdf](http://forest.akadem.ru/Konf/2019/IF_b/Материалы конференции 2019_.pdf)

47. Пономарев Е.И., Швецов Е.Г., Литвинцев К.Ю., Пономарева Т.В., Якимов Н.Д. // Спутниковый мониторинг характеристик пожаров, их последствий и прогнозирование эмиссий // XVII Всерос. откр. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 2019. [http://smiswww.iki.rssi.ru/d33\\_conf/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7434](http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7434)

48. Пономарева Т.В., Пономарев Е.И., Шушпанов А.С., Краснощеков К.В., Сорокин А.В., Швецов Е.Г., Литвинцев К.Ю., Дергунов А.В. Методы анализа теплового режима почв криолитозоны и мониторинг послепожарных эффектов // XVII Всерос. откр. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 2019. [http://smiswww.iki.rssi.ru/d33\\_conf/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7436](http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7436)

49. Пономарев Е.И., Швецов Е.Г., Пономарева Т.В., Харук В.И. Мониторинг и прогнозирование прямых пожарных эмиссий углерода // Мат. IX Всерос. науч.-практ. конф. «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций». Железногорск, 25 октября 2019 г., Железногорск, 2019.

50. Шишкин А. С. Биогенный фактор формирования породного состава древостоя // Мат. конф «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. 26-31 августа 2019 г. Красноярск, Стр. 520– 523. (Очное участие)
51. Шишкин А. С., Буренина Т. А., Пономарева Т. В., Ефимов Д. Ю. Бассейновый принцип организации ландшафтных структур // Мат. конф «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски. 26-31 августа 2019 г. Красноярск, Стр. 524– 528. (Очное участие)
52. Кожечкин В. В., Шишкин А. С. Сезонная и суточная активность барсука в Восточном Саяне // научн.- практическая конференция с международным участием «Современные проблемы охотоведения» 22-26 мая 2019 г. Иркутск. Стр. 116–119. (Очное участие).

#### **6. Методические рекомендации:**

Котельников Р.В., Брюханов А.В. Нормативы наличия в региональных лесопожарных учреждениях сил и средств пожаротушения: Справочное пособие. – Красноярск: ФБУ ВНИИЛМ, 2019. – 38 с.