

На правах рукописи

Роговский Станислав Викторович

**Водоохранная роль насаждений различных
формаций на Рудном Алтае**

Специальность 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры,
агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург, 2026

Работа выполнена в
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Сергей Вениаминович Залесов
Официальные оппоненты:	Онучин Александр Александрович, доктор биологических наук, профессор, Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», директор; Григорьев Андрей Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, лаборатория геоинформационных технологий, старший научный сотрудник.
Ведущая организация:	ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук

Защита состоится 24 сентября 2026 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 24.2.424.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfeu.ru).

Автореферат разослан «___» августа 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптрауфовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Одной из важнейших проблем, с которой столкнулось человечество на современном этапе развития является дефицит пресной воды. При этом проблема усугубляется наблюдающимися изменениями климата в сторону аридизации, то есть повышения температуры воздуха и уменьшения количества осадков.

Большинство исследователей отмечают положительную роль лесов в выполнении многообразных водоохранно-защитных функций. Однако водоохранная и водорегулирующая роль лесов зависят от большого количества факторов, даже в одних географических условиях. Указанное свидетельствует о несомненной актуальности изучения водоохранно-защитной роли лесов различных формаций в разных регионах, в том числе и Рудном Алтае.

Степень разработанности темы исследования. Водоохранно-защитная роль лесных насаждений изучается уже на протяжении длительного времени во многих странах мира. Однако разнообразие природных условий обуславливает специфику роли лесов в накоплении и перераспределении влаги. Так, в частности, отсутствуют объективные научные данные о водоохранной роли лесов на территории Рудного Алтая, что и определило направление наших исследований.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи исследования. Цель работы – установление водоохранной роли насаждений различных формаций в условиях Рудного Алтая.

В соответствии с поставленной целью в процессе исследований решались следующие задачи:

1. Установить динамику формирования снежного покрова в березняке, осиннике, пихтарнике и кустарниковых зарослях.
2. Изучить влажность и температуру почвы в насаждениях различных формаций.
3. Изучить задержание атмосферных осадков кронами деревьев и нижними ярусами растительности.
4. Изучить водопроницаемость почв в насаждениях различных формаций.

Научная новизна работы. Впервые в условиях Рудного Алтая исследована динамика формирования снежного покрова, влажности и температуры почвы в разное время года, задержания атмосферных осадков кронами деревьев, а также подростом, подлеском и живым напочвенным покровом; проанализирован внутрипочвенный сток в березовых, осиновых, пихтовых насаждениях и в кустарниковых зарослях.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные расширяют современные знания о водоохранной роли насаждений различных формаций. Материалы исследований о динамике снежного покрова,

температуре и влажности почвы, задержании атмосферных осадков кронами деревьев и нижними ярусами растительности, а также о внутрипочвенном стоке в насаждениях березы, осины, пихты и кустарниковых зарослях могут стать базовой основой при планировании и проведении лесоводственных мероприятий, организации охраны лесов от пожаров и охотничьего хозяйства, а также мероприятий по предотвращению эрозии почвы.

Результаты исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению 35.03.01 и 35.04.01 «Лесное дело» (имеется справка о внедрении).

Методология и методы исследований. В основу исследований положен метод постоянных пробных площадей (ППП). PPP закладывались с учетом требований ОСТ-56-69-83 и методических рекомендаций (Бунькова и др., 2020; Данчева и др., 2023). В ходе проведения исследований использовались апробированные методики, применяемые в лесоведении, лесной таксации, гидрометеорологии.

Положения, выносимые на защиту:

- сравнение динамики накопления и таяния снега в березняке, осиннике, пихтарнике и кустарниковых зарослях;
- данные о задержании атмосферных осадков кронами деревьев и нижними ярусами растительности в насаждениях различных формаций;
- сравнительные данные о влажности и температуре почвы в насаждениях различных формаций;
- предложения по повышению водоохранной роли насаждений на Рудном Алтае.

Соответствие паспорту научной специальности. Содержание диссертации соответствует пункту 7 паспорта научной специальности 4.1.6 «Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация»: влияние леса на почвенно-климатические факторы и урожайность сельскохозяйственных культур, его водоохранное, водорегулирующее, почвозащитное, почвообразующее, рекреационное значение, разработка санитарно-гигиеническое и мероприятий по усилению средообразующей и экостабилизирующей роли лесов

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом собранных и обработанных с использованием апробированных методик результатов, а также длительным периодом проведения исследований.

Основные положения и материалы исследований докладывались и обсуждались на IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Повышение эффективности лесного комплекса» (Петрозаводск, 2018); Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 70-летию В.П. Бессчетнова (Н. Новгород, 2022); VIII Международной научно-технической конференции студентов,

магистров и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана (Оскемен, 2022); XXIV Международной научно-технической интернет-конференции «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (Брянск, 2024); Всероссийской научной конференции с международным участием «Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока» (Хабаровск, 2024); XVI Международной научно-технической конференции «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий» (Екатеринбург, 2025).

Основные результаты исследований ежегодно заслушивались на заседании Ученого совета КазНИИЛХА им. А.Н. Букейхана (Щучинск, РК, 2021-2025).

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования, планировании и выполнении полевых работ, создании опытных объектов, сборе, анализе и интерпретации полученных данных; обобщении полученных результатов, подготовке материалов для опубликования в научных изданиях, написании диссертации и автореферата.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 13 печатных работах, в том числе 4 публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и приложений. Список использованной литературы включает 155 наименований, в том числе 20 на иностранных языках. Текст изложен на 141 странице и проиллюстрирован 16 таблицами и 31 рисунком.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Проблема водных ресурсов и роль лесов в ее решении

Проблема пресной воды складывается во многих регионах нашей планеты, что вызывает необходимость более внимательного отношения к водным ресурсам. В то же время данные о влиянии лесной растительности на сохранение и перераспределение осадков нередко противоречивы, что объясняется специфическими особенностями климатических условий региона, различием состава, формирующих насаждения древостоев, рельефом местности и так далее.

Библиографический список работ, касающихся проблемы водных ресурсов и роли лесов в ее решении насчитывает тысячи публикаций (Воейков, 1889; Рутковский, 1940, 1948; Костюкевич, 1952; Горчаковский, 1953; Молчанов, 1960, 1973; Рахманов, 1970, 1971, 1983, 1986; Данилик, 1975, 1992; Побединский, 1975, 1979; Луганский, Макаренко, 1975, 1976; Онучин,

1987, 2001, 2015; Водоохранная роль ..., 1990; Никитин, Рыбаков, 1990; Буренина и др., 2002; Быков, Панов, 2011; Толкач, 2016; Калачев и др., 2023 и др.).

Общеизвестно, что лесные насаждения перераспределяют осадки, переводят поверхностный сток во внутрипочвенный, очищают воду от вредных примесей, препятствуют развитию эрозионных процессов и т.д. В то же время количество научных публикаций по данному вопросу на территории Рудного Алтая (Республики Казахстан) крайне недостаточно, несмотря на тот факт, что горный рельеф местности определяет не только специфику накопления зимних осадков, но и скорость их таяния. При этом в указанном регионе существует опасность эрозии почв при таянии снега и интенсивных осадках.

Для научно-обоснованного планирования лесоводственных мероприятий, направленных на усиление водоохранно-защитных функций лесных насаждений необходимы объективные данные о динамике накопления и таяния зимних осадков, а также перехвате жидких осадков компонентами лесного насаждения, что и определило направление наших исследований.

2. Характеристика природных условий и лесного фонда района исследований

Основной объем исследований был выполнен в коммунальном государственном учреждении «Риддерское лесное хозяйство» (КГУ «Риддерское ЛХ»), территория которого относится преимущественно к Западно-Алтайской лесорастительной провинции Юго-Западного округа пихтовых лесов.

Климат района исследований характеризуется как горно-континентальный. При этом на климат оказывает влияние вертикальная поясность. На территории района исследований выделены три зоны: высокогорных лугов и горной тундры; горнотаежная и горная лесостепная. Средняя температура воздуха на высоте 780 м н.у.м. составляет 1,6⁰С при количестве осадков 615 мм. На лесную растительность существенное влияние оказывают поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Горный рельеф местности предопределяет мозаичность почв и высокую опасность их эрозии. Под коренными пихтовыми насаждениями доминируют горно-лесные кислые неоподзоленные почвы.

В лесном фонде ГКУ «Риддерский ЛХ» доминируют пихтовые насаждения – 47,01%. При этом велика доля березняков – 31,80%, осинников – 7,29% и кустарниковых зарослей акации желтой – 3,56%, которые сформировались на месте коренных пихтовых насаждений после проведения сплошнолесосечных рубок и лесных пожаров. Средний класс бонитета III,8, средняя относительная полнота 0,50. Высокая доля производных мягколиственных насаждений вызывает необходимость переформирования их в коренные пихтарники в целях повышения продуктивности лесов.

3. Программа, методика исследований и объем выполненных работ

В соответствии с целью исследований была разработана следующая программа работ:

1. Выполнить анализ научной и ведомственной литературы по проблеме водоохранной роли лесов.
2. Проанализировать природные условия района исследований.
3. Подобрать участки и заложить пробные площади в березовых, осиновых, пихтовых насаждениях, а также в кустарниковых зарослях с целью осуществления мониторинга снежного покрова, влажности почвы, объемов внутрипочвенного и поверхностного стока.
4. Изучить динамику накопления и таяния зимних осадков в насаждениях различных формаций и в кустарниковых зарослях.
5. Изучить особенности внутрипочвенного стока в насаждениях различных формаций и в кустарниковых зарослях.
6. Изучить влажность и температуру почвы в березняках, осинниках, пихтарниках и кустарниковых зарослях.
7. Установить долевое соотношение осадков, задерживаемых древесным пологом и нижними ярусами растительности.
8. Разработать предложения по использованию полученных данных для планирования лесохозяйственных мероприятий.

В основу исследований заложен системный подход, который заключается в понимании сложности изучаемого объекта и организации работ на раскрытие и выявление многообразных связей (Миркин, Розенберг, 1983). Для изучения были подобраны березовые, осиновые, пихтовые насаждения и кустарниковые заросли, в которых были заложены постоянные пробные площади ППП в соответствии с нормативно-правовыми документами и апробированными методиками (ОСТ 56-69-83; Бунькова и др., 2020; Данчева и др., 2023). На ППП были установлены основные таксационные показатели насаждений в соответствии с вышеуказанными методиками.

Помимо установления таксационных показателей на всех четырех ППП закладывались мониторинговые площадки для замера мощности снега и других метеорологических наблюдений. Постоянные снегомерные рейки устанавливались на ППП в форме треугольника с расстоянием между ними 10-15 м. Каждой рейке присваивался номер.

Замеры снежного покрова производились с начала его формирования по 3 раза в месяц через 10 дней, а с начала снеготаяния через каждые 5 дней (Кузьмин, 1960; Лебедев, 1982). Помимо замеров мощности снега на постоянных снегомерных рейках, на каждой ППП производилось по 30 измерений мощности снежного покрова на трансектах, заложенных поперек склона.

При замерах мощности снежного покрова устанавливалась его плотность, а также запас снеговой воды.

Определение водно-физических свойств почвы на ППП производи-

лось согласно общепринятым методикам. Влажность почвы устанавливалась термостатно-весовым методом, при котором устанавливалась естественная влажность (Лебедев, 1982; ГОСТ 28268-89; Мазиров и др., 2012).

Для определения количества выпавших летних осадков использовались осадкомеры Третьякова, которые устанавливались на открытых участках. Для определения перехвата жидких осадков кронами деревьев, кустарников и травянистой растительностью использовались осадкомеры «Давитая», а также осадкомерные емкости. При этом на каждой ППП на двух параллельных лентах через каждые 2 м устанавливалось 20 шт. осадкомерных емкостей под травяным покровом. Разница в осадках между данными, полученными осадкомерами Третьякова и осадкомерными емкостями указывала объем перехвата осадков древесной и травянистой растительностью.

Внутрипочвенный и поверхностный стоки устанавливались методом трубок с переменным напором воды (Жуков и др., 2013), через водопроницаемость почвы.

В процессе исследований была проанализирована проблема водных ресурсов и роли лесов в ее решении, а также природные условия и лесной фонд КГУ «Риддерское ЛХ». Подобраны участки для закладки 4 ППП в березняке, осиннике, пихтарнике и кустарниковых зарослях. На каждой из ППП установлены 3 постоянные мерные рейки для изучения динамики накопления и таяния снега. В период с осени 2021 по весну 2024 гг. проводились замеры высоты и плотности снежного покрова через каждые 10 дней на постоянных снегомерных рейках и по 30 замеров на трансектах каждой ППП. С начала таяния снега замеры производились через каждые 5 дней.

Заложено 4 почвенных разреза с их детальным описанием и отбором образцов почвы на разных уровнях для определения фракционного состава.

С использованием осадкомеров Третьякова устанавливалось количество жидких осадков, а с помощью осадкомерных емкостей количество осадков, поступающих на поверхность почвы. Разница данных позволяла определить объем перехвата осадков растительностью в насаждениях различных формаций.

На всех ППП производились замеры температуры и влажности почвы, а также был изучен внутрипочвенный сток методом трубок и определена водопроницаемость почв.

4. Влияние насаждений различных формаций на накопление зимних и проникновение летних осадков

Объектом исследований служили коренные пихтовые насаждения и производные насаждения березы и осины, а также кустарниковые заросли, сформировавшиеся на месте коренных пихтовых насаждений травяно-папоротникового типа леса после сплошнолесосечной рубки. Таксационная характеристика насаждений ППП приведена в табл. 1.

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что березовые и осиновые на-

Таблица 1. – Основные таксационные показатели насаждений ППП

Состав древосто- я*	Средние			Густо- та, шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га		Класс бони- тета
	воз- раст, лет	высо- та, м	диа- метр, см		абсо- лютная, м ² /га	отно- ситель- ная	общий	в т.ч. сухо- стой	
ППП-1 – Березовое насаждение									
10Б	41	15,6	14,9	1111	24,18	1,09	180	0	I
ППП-2 – Осиновое насаждение									
10Ос	60	22,9	22,0	669	27,11	0,81	281	6	
+Б	59	21,6	27,3	25	1,51	0,05	15	0	
Итого	60	22,9		694	28,62	0,86	296	6	I
ППП-3 – Пихтовое насаждение									
8П	80	17,3	20,7	427	16,57	0,72	135	19	
2Б	80	18,0	36,8	35	4,15	0,17	35	0	
Итого	80	17,4		462	20,72	0,89	170	19	III
ППП-4 – Кустарниковые заросли									
8Аж	15	2,0	2	-	-	0,4	3	0	
2Спир.	15	1,0	2	-	-	0,1	1	0	
Итого	15					0,5	4	0	V

*Б – береза; Ос – осина; П – пихта; Аж – акация желтая; Спир. – спирея средняя

саждения характеризуются первым классом бонитета, пихтовые – третьим, а кустарниковые заросли – пятым. Все насаждения относятся к высокополнотным и имеют запас от 170 до 296 м³/га.

Участки для закладки ППП характеризовались близкими показателями высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона.

Древесная растительность оказывает существенное влияние на накопление и таяние снега. Кроны деревьев задерживают часть зимних осадков, что способствует повышению интенсивности их испарения. В то же время затенение снега весной способствует замедлению его таяния, уменьшая риск поверхностного стока. Данные о накоплении и таянии снега в насаждениях различных формаций за 2021-2023 гг. приведены на рис. 1.

Материалы рис. 1 свидетельствуют, что максимальной толщиной снежный покров характеризуется в березняках, но в отдельные годы значительной толщины снежный покров достигает и в кустарниковых зарослях. Толщина снежного покрова варьировалась от $117,7 \pm 8,83$ до $177,3 \pm 7,32$ см, что свидетельствует о накоплении значительных запасов в нем снеговой воды.

Данные о максимальной мощности снежного покрова в насаждениях различных формаций приведены в табл. 2.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что в 2021 г. статистические достоверные различия мощности снежного покрова зафиксированы между пихтарником и березняком ($t_{\text{факт.}} = 6,147$ при $t_{0,05} = 2,042$), пихтарником, а кустарниковыми зарослями ($t_{\text{факт.}} = 4,435$ при $t_{0,05} = 2,042$).

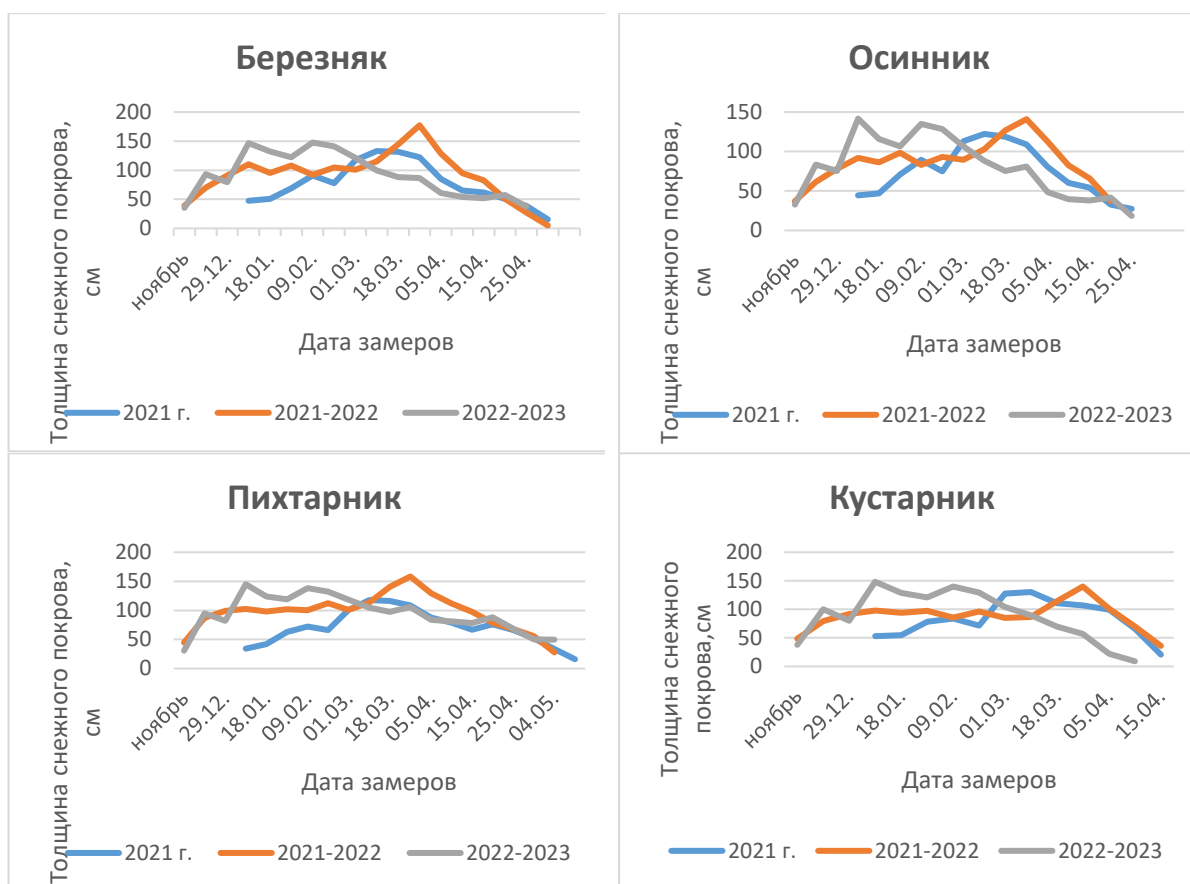


Рисунок 1. – Динамика толщины снежного покрова под пологом насаждений различных формаций за период с 2021 по 2023 гг.

Таблица 2. – Максимальная мощность снежного покрова в насаждениях различных формаций, см

Лесная формация	Годы		
	2021	2022	2023
Березняк	133,0±1,63	177,3±7,32	146,7±1,36
Осинник	122,3±5,19	141,0±0,82	141,7±1,36
Пихтарник	117,7±1,88	158,3±1,89	145,0±1,03
Кустарниковые заросли	130,3±2,13	140,0±2,36	148,3±3,60

В 2022 г. различие между максимальной мощностью снежного покрова статистически достоверно между насаждениями всех формаций за исключением осинников и кустарниковых зарослей ($t_{\text{факт.}} = 0,400$ при $t_{0,05} = 2,042$). В 2023 г. статистически достоверные различия в максимальной мощности снежного покрова между насаждениями различных формаций не зафиксированы.

Толщина снега носит накопительный характер в течение зимы. Аналогичная закономерность характерна и для плотности снега (рис. 2).

Из материалов рис. 2 следует, что максимальной плотностью снег характеризуется перед началом снеготаяния, при этом максимальные значения плотности снега за три года варьируют от 0,3 до 0,45 г/см³.

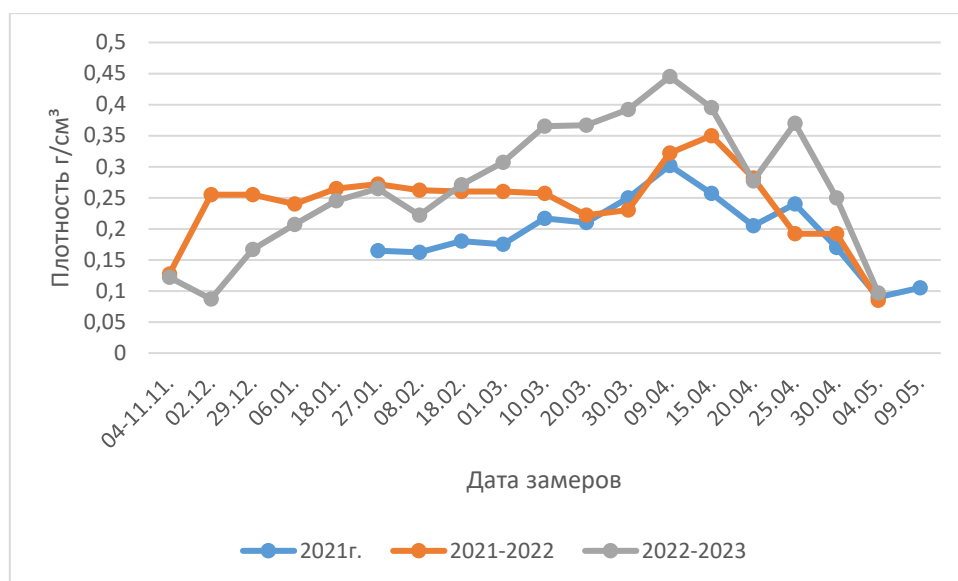


Рисунок 2. – Динамика плотности снега на всех участках за три года

Мощность и плотность снега определяют его снегозапас (рис. 3).

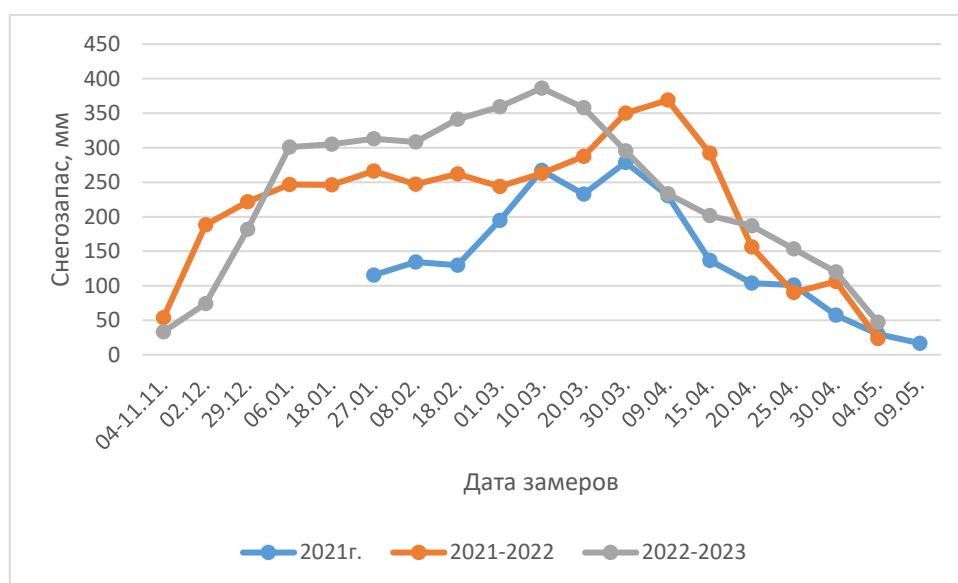


Рисунок 3. – Динамика снегозапасов по всем участкам за три года

Материалы рис. 3 свидетельствуют, что согласно средним данным за 3 года снегозапас варьируется от 243,72 до 386,32 мм. При этом максимальный снегозапас был зафиксирован 14 марта 2023 г. в пихтарнике и составил 421,2 мм.

Водорегулирующая роль древесной растительности во многом зависит от скорости снелотаяния. Снегомерные съемки, выполненные 16.03.2021 г. на трех трансектах ППП-3 в условиях пихтового насаждения, показали, что высота снежного покрова составляет на нижней, средней и верхней трансектах $120,6 \pm 6,66$ см; $113,7 \pm 3,72$ см и $115,8 \pm 5,71$ см соответственно. При этом в кустарниковых зарослях (ППП-4) высота снежного

покрова на аналогичных трансектах составляла $116,4 \pm 7,22$ см; $104,6 \pm 6,24$ см и $110,8 \pm 5,42$ см. При недостаточном на 95% уровне значимости различий в высоте снежного покрова в период максимального снегонакопления уже к 20 апреля на закустаренном участке снег отсутствовал, а в пихтарнике его высота составляла в среднем $76,0 \pm 3,54$ см.

В целом можно отметить, что кроны деревьев пихты задерживают 48,3-49,2% твердых осадков (табл. 3). Однако по причине медленного таяния снега весной здесь отсутствует поверхностный сток.

Таблица 3. – Задержание твердых атмосферных осадков кронами пихтового насаждения

Год	Снегозапас на контроле, мм	Снегозапас под пологом, мм	Задержание осадков	
			мм	%
2021	325,0	168,0	157,0	48,3
2022	495,6	252,0	243,6	49,2

Особо следует отметить, что под пологом древостоев таяние снега существенно различается в зависимости от особенностей пространственного размещения деревьев и других таксационных показателей. В период таяния снега к 15 апреля непосредственно под кронами деревьев пихты высота снежного покрова равнялась 20 см. При этом на опушках, участках с лиственными деревьями и в приствольных сугробах высота снега варьировалась от 80 до 100 см.

Нагрев стволов деревьев в нижней части способствовал полному сходу снега вокруг них у деревьев пихты к 15-20 апреля (рис. 4).



Рисунок 4. – Сход снега вокруг стволов

Полный сход снежного покрова в коренных пихтовых насаждениях в 2021 г. произошел только к концу первой декады мая, то есть почти на 2,5 декады позже, чем в кустарниковых зарослях.

Описанная закономерность в динамике схода снежного покрова свидетельствует о том, что состав насаждений оказывает определяющее

влияние на таяние снега весной. В коренных пихтовых насаждениях, из-за плотности древесного полога в биогруппах пихты, создается особый микроклимат, при котором распределение твердых осадков зимой характеризуется значительной неравномерностью. При этом характерной особенностью является формирование сугробов вокруг крон деревьев. Однако весной расход влаги и процесс таяния снежного покрова длиннее, чем под пологом лиственных древостоев и на закустаренных участках.

Задержание кронами деревьев и нижними ярусами растительности жидких осадков зависит от их интенсивности и таксационных показателей насаждений (рис. 5).

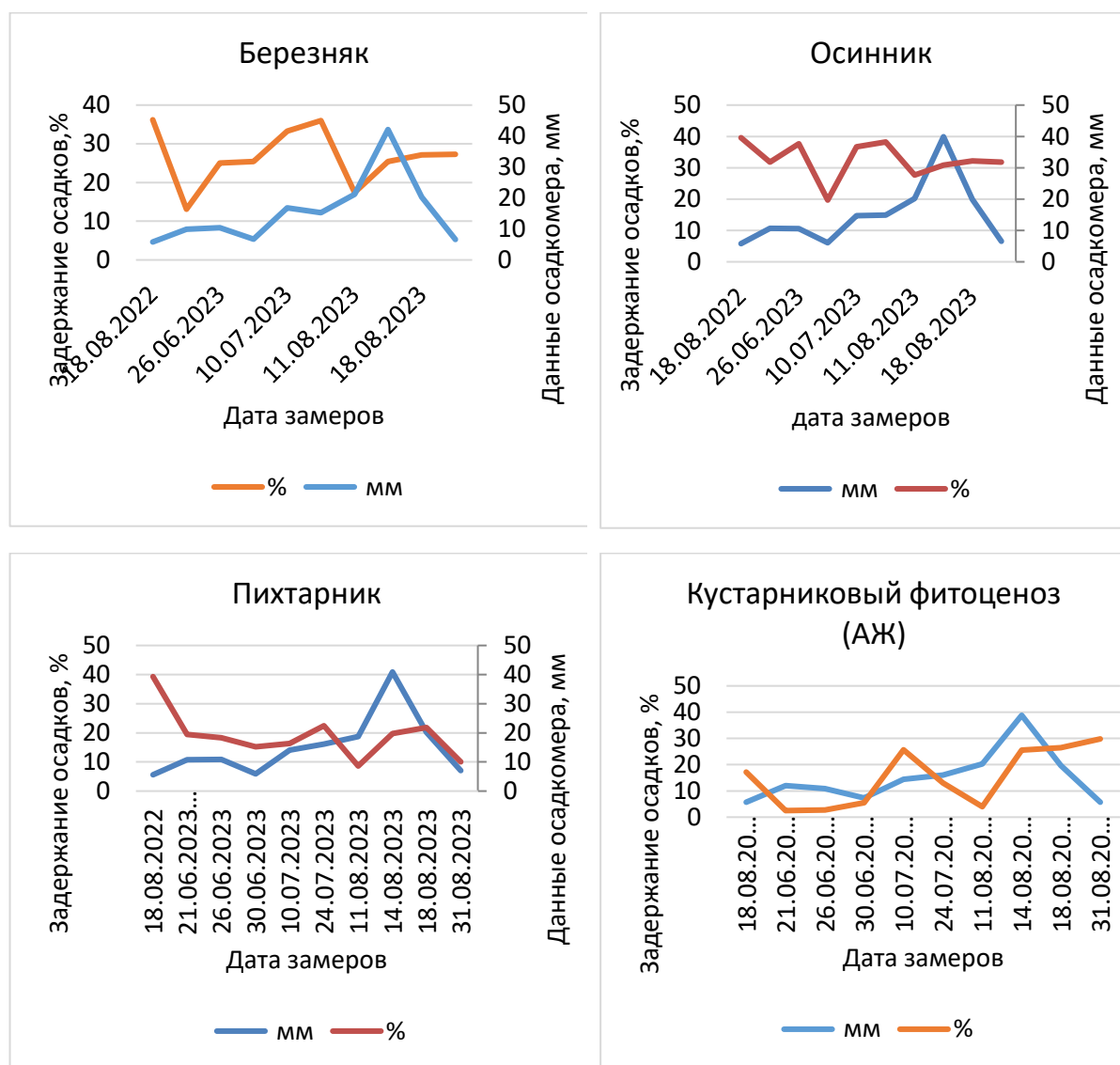


Рисунок 5. – Соотношение задержания осадков (%) и суммы выпавших осадков в различных насаждениях (мм)

Перехват жидких осадков кронами максимальный в осинниках, где он выше чем в пихтарниках на 14%. Березняки перехватывают на 7% больше,

чем пихтарники. При этом пихтарники задерживают кронами лишь 19% жидких осадков.

5. Внутрипочвенный и поверхностный сток в насаждениях различных формаций

Несмотря на тщательный подбор участков для закладки ППП мощность почв и их фракционный состав имеют различия, что наглядно прослеживается по данным табл. 4.

Таблица 4. – Фракционный состав почвы на ППП, %

Глубина взятия образца, см	Размер фракций, мм								Гигро- скопи- ческая влага, %
	1- 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	0,001	сумма фракций		
							<0,01	>0,01	
ППП-1, березовое насаждение									
0-5	0,16	30,24	33,47	12,97	11,67	11,50	36,14	63,86	7,14
5-20	0,15	44,86	21,30	11,74	10,55	11,40	33,69	66,31	6,31
20-40	0,11	35,37	21,92	16,10	12,74	13,75	42,59	57,41	4,58
40-70	0,11	28,84	30,24	13,99	11,93	14,89	40,81	59,19	2,78
70-76	0,15	30,73	27,96	14,06	14,02	13,09	41,16	58,84	1,27
ППП-2, осиновое насаждение									
0-10	0,96	44,82	21,44	11,39	10,31	11,09	32,79	67,21	7,65
10-24	1,04	42,00	22,54	11,73	12,85	9,85	34,43	65,57	3,80
24-30	0,66	41,66	23,35	10,57	14,80	8,96	34,33	65,67	2,71
ППП-3, пихтовое насаждение									
0-14	0,14	18,16	16,38	39,86	10,75	14,72	65,33	34,67	13,30
14-35	0,13	31,62	24,60	19,79	9,62	14,23	43,64	56,36	4,41
35-62	0,15	29,20	23,63	20,74	10,78	15,49	47,02	52,98	3,18
62-70	0,18	32,88	24,44	17,48	11,05	13,96	42,50	57,50	1,17
ППП-4, кустарниковые заросли									
0-10	0,17	18,97	16,00	41,91	13,39	9,55	64,86	35,14	12,49
10-20	0,21	25,72	23,38	37,80	13,91	8,98	60,68	39,32	8,25
20-30	0,98	31,79	27,81	14,28	15,35	9,85	39,48	60,52	3,35
30-35	0,58	29,04	30,63	13,68	15,68	10,40	39,76	60,24	2,31

Материалы таблицы 4 свидетельствуют о неоднородности фракционного состава почвы как по почвенному профилю, так и между почвами под пологом насаждений разного состава. Так, если под пологом березняков и осинников сумма фракций более 0,01 мм вдоль профиля меняется незначительно, то в пихтарниках и, особенно в кустарниковых зарослях четко прослеживается увеличение доли фракции более 0,01 мм вниз по профилю почвы. В то же время почвы на всех четырех ППП среднемощные, легкосуглинистые со значительным содержанием щебня,

подстилаются в большинстве случаев каменными плитами, что сказывается на такой характеристике как водопроницаемость. Различия почв объясняются их существенной мозаичностью в горных условиях.

Максимальной влажностью характеризуются почвы под пологом пихтового насаждения, несмотря на то, что влажность верхнего горизонта здесь ниже, чем в производных березняках и осинниках. При этом максимальная влажность почвы характерна для периода весеннего снеготаяния – 40-41,4%, а минимальная для осени – 10-15%. Минимальными значениями влажности почвы характеризуются осинники. Указанное можно объяснить значительным расходом влаги на транспирацию. Наша точка зрения по данному вопросу совпадает с результатами исследований, выполненных в черневой тайге Западного Саяна, где отмечается, что интенсивность транспирации осины в 1,5 раза выше, чем у березы и в 2-3 раза выше, чем у пихты. Кроме того, по данным Т.А. Бурениной с соавторами (Буренина и др., 2011) 50-летние осинники транспирируют на 40% больше влаги, чем пихтовые насаждения аналогичного возраста.

Температура почвы зимой во многом определяется временем формирования снежного покрова и его мощностью. Весной и летом верхние слои почвы прогреваются до 15⁰С. В июне на глубине 50 см температура почвы составляет 8,7⁰С, в июле – 14,9⁰С, а в августе снижается до 12,6⁰С.

Испарение влаги с поверхности почвы во многом зависит от скорости ветра. При этом при средней скорости ветра 2,3 м/с на высоте 2 м под пологом насаждений скорость ветра составляет 1,51 м/с, а на высоте 0,5 м – 1,44 м/с.

Как известно, величина и интенсивность поверхностного стока зависит не только от количества снегозапасов, скорости их таяния и т.д., но и от водопроницаемости почв, которая, в свою очередь, в значительной степени зависит от состояния почвы (ее промерзания и оттаивания), запасов влаги в ней, скважности, состава и других показателей. Интенсивность поступления от снеготаяния воды в почву в миллиметрах за единицу времени является одним из важных показателей, отвечающих за водорегулирующую роль лесных насаждений. При слабой водопроницаемости часть атмосферных осадков или талой воды стекает по поверхности, формируя поверхностный сток, что приводит к эрозии почвы, заилению водоемов и их загрязнению, а также к паводкам и другим негативным последствиям.

Согласно приведенной ранее методики в пределах мониторинговых площадок были выполнены исследования по изучению водопроницаемости почвы, как основного показателя фильтрации и внутрипочвенного стока.

Почвы района исследований характеризуются высокой водопроницаемостью (табл. 5).

Водонепроницаемость почв в исследуемых насаждениях варьируется от 307±31,1 мм/час в березняках, до 648±64,15 мм/час в кустарниковых за-

Таблица 5. – Показатели водопроницаемости почвы на пробных площадях

Глубина почвенного слоя, см	Влажность почвы на момент проведения опыта, %	Водопроницаемость почвы			Показатель водопроницаемости
		K _t , см/мин	K ₁₀ , см/мин	K ₁₀ , мм/час	
ППП–1, березовое насаждение					
0-10	34,0	0,80	0,62	372	Наилучшая
10-20	16,0	0,58	0,52	310	Наилучшая
20-30	21,5	0,51	0,40	240	Наилучшая
ППП–2, осиновое насаждение					
0-10	22,5	1,11	0,91	546	Излишне высокая
10-20	12,0	1,67	1,29	772	Излишне высокая
20-30	15,0	0,61	0,47	282	Наилучшая
ППП–3, пихтовое насаждение					
0-10	23,0	1,43	1,39	832	Излишне высокая
10-20	25,0	0,78	0,62	371	Наилучшая
20-30	15,0	0,73	0,65	390	Наилучшая
ППП–4, кустарниковые заросли					
0-10	18,2	1,90	1,46	876	Излишне высокая
10-20	13,0	0,86	0,84	504	Излишне высокая
20-30	17,9	1,23	0,94	564	Излишне высокая

рослях. В осинниках и пихтарниках водопроницаемость составляет $409 \pm 32,33$ и $531 \pm 47,96$ мм/час соответственно. При этом показатели водопроницаемости варьируются от наилучшей до излишне высокой. Последнее объясняет эффективный перевод поверхностного стока во внутripочвенный.

Заключение

Дефицит пресной воды, на фоне меняющегося в сторону аридизации климата, обусловил повышенное внимание к водоохранной роли лесов. Особенно важна роль лесов в горных условиях, где они предотвращают эрозию почвы и минимизируют опасность паводков.

Исследования по указанной проблеме ведутся уже давно, однако, в условиях Рудного Алтая данные исследования носили эпизодический характер.

Указанный район характеризуется горным рельефом с вертикальной поясностью растительности, мозаичностью почв и резко континентальным климатом. Среднее количество осадков, в зависимости от высоты над уровнем моря варьируется от 600 до 1520 мм, что свидетельствует о важной роли лесов в перераспределении осадков и переводе воды из поверхностного стока во внутripочвенный.

Исследования проводились на территории КГУ «Риддерский ЛХ», лесистость которого составляет 49,8%. В лесном фонде доминируют

коренные пихтовые насаждения, занимающие 47,01% покрытых лесной растительностью земель. На долю производных березняков и осинников приходится 31,8 и 7,3% указанных земель соответственно, а на заросли акации желтой – 3,56%. Приведенные данные определили выбор насаждений для изучения водоохранной роли лесов.

В основу исследований положен метод ППП, на каждой из которых оборудовались мониторинговые площадки для проведения исследований. ППП были заложены в 40-летнем березняке, 60-летнем осиннике, 80-летнем пихтарнике и 15-летних кустарниковых зарослях из акации желтой. Все ППП располагались на одной высоте от уровня моря, на склоне одной экспозиции и крутизны. Пихтарник является коренным травяно-папоротникового типа леса. Остальные насаждения и кустарниковые заросли являются производными и сформировались после сплошно-лесосечной рубки пихтового насаждения.

В ходе исследований установлено, что накопление снежного покрова зависит от количества осадков, их интенсивности и температуры воздуха. Максимальные влагозапасы формируются во второй половине марта, после чего начинается интенсивное снеготаяние. Наибольшей толщиной снежного покрова и снегозапасами характеризуются березняки и кустарниковые заросли. При этом снег в мягколиственных насаждениях располагается равномерно по площади. Пихтарники характеризуются неравномерным отложением снежного покрова и растянутым на 2–4 недели, по сравнению с мягколиственными насаждениями и кустарниковыми зарослями, периодом его таяния.

При плотном стоянии деревьев пихты они задерживают своими кронами до 49,2% твердых осадков. При этом доля задерживаемых пихтовым насаждением жидких осадков не превышает 19%. Осинники и березняки задерживают 33 и 26% жидких осадков соответственно и практически не задерживают твердые осадки. Во всех насаждениях доля осадков, задерживаемых растительностью повышается с увеличением их количества.

Несмотря на тщательный подбор участков для закладки ППП мощность почв существенно различается, что объясняется мозаичностью горных почв. Максимальной мощностью характеризуется почва в березняке, минимальной в кустарниковых зарослях и осиннике.

Почвы всех ППП характеризуются хрящеватостью, что обуславливает их высокую водопроницаемость.

Под пологом коренного пихтарника и в кустарниковых зарослях выше доля фракций почвы $< 0,01$ мм. При этом доля мелкозема уменьшается вниз по профилю почвы. Для мягколиственных насаждений характерна обратная закономерность.

Максимальная влажность почвы зафиксирована в период весеннего снеготаяния – 40-41,4%, минимальная – осенью 10-15%. При этом в течение всего года максимальной влажностью характеризуются почвы в пихтар-

нике.

В целом можно констатировать, что лучше других насаждений водоохранную функцию выполняют коренные пихтовые насаждения за счет растянутого периода снеготаяния, наличия лесной подстилки и минимального задержания жидких осадков летом.

Мягколиственные насаждения, в частности осинники, характеризуются максимальной транспирацией влаги и задержанием жидких осадков кронами, что приводит к иссушению почвы.

Рекомендации производству

1. В целях повышения водоохранной роли лесов целесообразно увеличить долю коренных пихтовых насаждений за счет переформирования кустарниковых зарослей и производных мягколиственных насаждений.

2. При формировании пихтовых насаждений следует разреживать плотные биогруппы пихты в целях минимизации испарения снега с их крон.

3. В пихтовых насаждениях целесообразно присутствие 2-3 единиц лиственных пород в формуле состава.

4. Значительная глубина снежного покрова вызывает необходимость организации подкормки диких копытных животных и ограничивает проведение в зимний период лесоводственных мероприятий.

5. В связи с опасностью эрозии почвы и утраты насаждениями водоохранных функций необходимо в горах Рудного Алтая отказаться от сплошнолесосечных рубок, заменив их на добровольно-выборочные или длительно постепенные.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ,
и в изданиях, входящих в международные реферативные
базы данных и системы цитирования*

Kalachev A. Effect of Forests Stands of Rudny Altai (Eastern Kazakhstan) on the Formation of Snow Cover / A. Kalachev, T. Burenina, S. Rogovskiy, A. Novak, E. Nikulina, A. Kuldarbek, V. Rogovskaya // Polish Journal of Environmental studies. – 2023. – № 32 (6): 5619-5630.

Роговский С.В. Роль растительности в задержании жидких осадков / С.В. Роговский, А.А. Калачев, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – №9 (147). – URL: <https://research-journal.org/media/articles/14796.pdf>

Роговский С.В. Накопление зимних осадков под пологом насаждений различных формаций на Рудном Алтае / С.В. Роговский, А.А. Калачев, С.В. Залесов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4 (80). – С. 75-80.

Hydrophysical Properties of Soils as Indicators of the Hydrological Role of Rudny Altai Forests / A. Kalachev, T. Burenina, S. Rogovskiy, E. Nikulina, A. Kuldarbek, V. Rogovskaya, E. Assangaliev, B. Apshikur // Online journal of biological sciences. – 2026. – 26 (1): 008.

В других изданиях

Роговский, С.В. Особенности роста производных березовых насаждений КГУ «Риддерское лесное хозяйство» / С.В. Роговский, К.С. Оканов, А.П. Новак, Е.В. Перехожих // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы IV Всеросс. науч.-практ. конф с междунар. участием. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2018. – С. 147-148

Калачев, А.А. Закономерности распределения снежного покрова в пихтовых насаждениях Рудного Алтая / А.А. Калачев, С.В. Роговский, А.П. Новак, Е.В. Никулина, А.Р. Кулдарбек, В.В. Роговская // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения: Сб. науч. статей по материалам Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф., посвященной 70-летию В.П. Бессчетнова, заведующего кафедрой «Лесные культуры» Нижегородской гос. сельскохозяйственной академии, д-ра биол. наук, проф. и 30-летию высшего лесного образования в Нижегородской области. – Нижний Новгород: НГСХА, 2022. – С. 154-159.

Роговский, С.В. Влияние климата на прирост пихты сибирской в условиях Рудного Алтая / С.В. Роговский, А.П. Новак, В.В. Барабанщикова, А.Р. Кулдарбек // Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана: Материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистров и молодых ученых. – Оскемен: ШКТУ, 2022. – С. 270-273.

Калачев, А.А. Влияние состава лесных насаждений на показатели влажности почвы в условиях Рудного Алтая / А.А. Калачев, С.В. Роговский, Е.В. Никулина, С.С. Лутай, Е.А. Асангалиев, Н.В. Валитова // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2023. – № 3. – С. 28-40.

Калачев, А.А. Особенности распределения снежного покрова в насаждениях Рудного Алтая / А.А. Калачев, К.С. Оканов, С.В. Роговский // Центрально азиатский журнал исследований водных ресурсов. – 2023. – № 9(1). – С. 33-58.

Калачев, А.А. Особенности задержания осадков древесным пологом в насаждениях Рудного Алтая / А.А. Калачев, А.П. Новак, С.В. Роговский, Е.В. Никулина, А.Р. Кулдарбек, В.В. Роговская // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф., приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ. – в 2-х книгах. – Барнаул: АГАУ, 2023. – Книга 2. – С. 24-27.

Роговский, С.В. Роль древесной растительности в перераспределении зимних осадков / С.В. Роговский // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГТУ, 2024. – С. 219-221.

Роговский, С.В. Влияние системы рубок на накопление зимних осад-

ков в Рудном Алтае / С.В. Роговский // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока: Материалы Всеросс. науч. конф. с междунар. участием. – Хабаровск: Изд-во ФБУ «ДальНИИЛХ», 2024. – С. 246-249.

Залесов, С.В. Проблемы современного лесопользования / С.В. Залесов, М.Е. Семенова, П.Н. Сураев, А.А. Короткова, С.В. Роговский // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: Материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. – С. 67-72.

Отзыв на автореферат просим направить по адресу: 620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37 УГЛТУ, ученому секретарю диссертационного совета 24.2.424.02 Магасумовой А.Г.
e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать 23.07.2026. Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная Печать офсетная 1,25 усл. печ. л.
Заказ № _____ Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Издательство УМЦ УПИ»
г. Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1 оф.15; тел.: (343) 362-91-16