

СОСНА СИБИРСКАЯ КЕДРОВАЯ (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РОССИИ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Н.В. Танцырев, Н.С. Иванова[✉], Г.В. Андреев, И.В. Петрова

ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», Россия, 620144,
г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202а

i.n.s@bk.ru

Представлены результаты анализа современных исследований сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) за период 2018–2022 гг. Рассмотрено 257 публикаций. Выявлена высокая и стабильная публикационная активность. Установлены основные направления исследований, в частности: естественное и искусственное возобновление, семеношение, интродукция, структура древостоев и динамика кедровых лесов, восстановительные и климатогенные сукцессии, генетика и селекция, палеоботаника, инвазии вредителей и болезней, геоботаническое направление, взаимосвязи с животным миром, проблемы дистанционного зондирования и разработка GIS-технологий. Показано, что во многих публикациях наряду с традиционными методами применены новые подходы к исследованиям и анализу данных. Доказан недостаток исследований, посвященных естественному возобновлению сосны сибирской кедровой на нарушенных техногенных территориях и ее взаимоотношений с тонкокловкой кедровкой. Выявлена необходимость совершенствования лесохозяйственных мероприятий на основе региональных и лесотипологических особенностей лесовозобновления. Рекомендуются использовать результаты исследований для сохранения и воспроизводства кедровых лесов.

Ключевые слова: *Pinus sibirica*, сосна сибирская, направления исследований

Ссылка для цитирования: Танцырев Н.В., Иванова Н.С., Андреев Г.В., Петрова И.В. Сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour) в современных исследованиях России: литературный обзор // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 4. С. 19–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-19-38

Сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour) или кедр сибирский — истинно национальное дерево России, в пределах которой расположена наибольшая (95 %) часть ее ареала. Сосна сибирская кедровая принадлежит роду *Pinus* L. — подрод пятихвойных сосен секции *Cembra* Sprach. Данный древесный вид распространен от Республики Коми и северо-востока Пермского края до юго-востока Республики Саха (Якутия), низовий Енисея на севере и Монголии на юге [1]. Экологическая амплитуда почвенных, климатических, гидрологических условий произрастания сосны сибирской кедровой сравнительно широка. В оптимальных условиях данный древесный вид является крупным деревом, способным достигать высоты 45 м и диаметра ствола 2 м, а в горах, у верхней границы своего произрастания, она принимает кустарниковую стелящуюся форму высотой около 3 м. Продолжительность жизни превышает 500 лет и может достигать 800 лет [2, 3]. Благоприятными для произрастания сосны сибирской кедровой считаются

хорошо дренированные подзолистые суглинистые достаточно увлажненные почвы, хотя дерево может также произрастать и на песчаных, торфяных болотных почвах и на скалах [1, 4–7]. При этом влажность воздуха важнее для роста всходов, чем влажность и плодородие почвы [7–9].

В результате изучения межпопуляционной аллозимно-генетической структуры популяций сосны сибирской кедровой установлено, что дифференциация популяции в пределах отдельных географических районов в 3 раза выше, нежели между популяциями разных районов [10–12]. Генетического разнообразия и дифференциации среди малочисленных изолированных насаждений на границе ареала не наблюдается [13].

Значение кедровых лесов многогранно. Они выполняют важные средообразующие и климаторегулирующие функции, являются средой обитания для многих представителей фауны. Крупные семена сосны сибирской (кедровый орех) представляют собой ценный пищевой и кормовой продукт. Кроме того, семена, хвоя и живица применяются в медицине, а древесина высоко ценится.

В связи с интенсивным промышленным освоением девственных лесов Урала и Сибири, в том числе проведением сплошных концентрированных рубок древостоев, в области научных исследований проблема скорейшего восстановления кедровников приобрела широкую актуальность. Еще в прошлом веке детально и разносторонне изучались вопросы формирования, количественной и качественной оценки урожаяев семян [14–17], многолетней динамики семеношения [18–23] и естественного возобновления [2, 4, 6, 9, 19, 24–30] сосны сибирской кедровой в различных регионах произрастания. В этих работах описана обширная вариабельность успешности естественного возобновления сосны сибирской кедровой под пологом древостоев, на гарях и вырубках.

Одним из коренных экологических отличий данного древесного вида, а также других близкородственных видов пятихвойных сосен с бескрылыми семенами, от других лесообразующих видов является зоохория семян (точнее — орнитохория), т. е. их разнос тонкоклювой кедровкой (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos* Vrehm) в целях создания кормовых запасов, иногда на значительные расстояния от источников семян. Несмотря на общепризнанность этого факта и изученность биологии кедровки, работ, посвященных ее взаимоотношениям с сосной сибирской кедровой и влиянием на ее последующее возобновление, крайне мало [20, 31, 32]. Гипотетически высказано предположение об избирательном заносе семян кедровкой в конкретный тип почвенного субстрата с определенными условиями экотопа [6, 27, 30, 33, 34], однако детально это почти не изучалось. Одновременно с возобновлением большой интерес вызывали вопросы интродукции и селекции кедра сибирского [28, 35].

Значимость сосны сибирской кедровой и необходимость сохранения и восстановления кедровых лесов стимулирует дальнейшие более детальные исследования. В целом, в настоящее время имеется множество публикаций, однако представленная в них информация не систематизирована, что осложняет ее эффективное применение в целях использования, сохранения и восстановления кедровых лесов.

Цель работы

Цель работы — проведение систематического обзора современных исследований (с 2018 по 2022 гг.), посвященных сосне сибирской кедровой (*Pinus sibirica*) и выявление приоритетных направлений выполненных исследований, наиболее значимых трудов авторов, а также конкретизация проблем, остающихся до сих пор малоизученными.

Материалы и методы

При проведении данного исследования были использованы такие руководства как PRISMA [36] и руководство по проведению исследований в области экологии [37]. В качестве поискового запроса выбраны «*Pinus sibirica*», «*сосна сибирская*». Поиск информации осуществлялся по базе данных E-library и был ограничен периодом 2018–2022 гг. Сбор данных проводился с января по март 2023 г., при этом общее количество изученных записей составило 680 (рис. 1).

Обязательным условием отбора статей из журналов, монографий и глав из монографий для систематического обзора был контроль их качества. Тезисы и материалы конференций исключались из анализа. Данные извлекались вручную и заносились в электронную таблицу Excel. После исключения дублирующихся записей общее количество отобранных публикаций составило 257. Использование руководства PRISMA [36] и руководства по научным исследованиям в области экологии [37], а также указанные критерии отбора и контроль качества позволили провести научный анализ и достичь поставленной цели.

Результаты и обсуждение

Распределение публикаций по годам — важная составляющая библиографического анализа, которая позволяет получить информацию о динамике научных исследований. В ходе анализа было установлено, что интенсивность публикационной активности сохраняет стабильность: количество публикаций по годам изменяется незначительно, не имеет скачков и спадов. При этом, к сожалению, увеличения количества публикаций за последние 5 лет не наблюдается (рис. 2).

Анализ направлений исследований показал, что сосна сибирская кедровая исследуется с самых разных точек зрения, а спектр научных тематик достаточно широк, имеются также комплексные исследования (рис. 3).

Основное внимание уделяется проблемам выращивания данного древесного вида. Наибольшее количество исследований посвящено культурам сосны сибирской кедровой (29 публикаций за период 2018–2022 гг.), интродукции и озеленению (26 публикаций), а также естественному возобновлению (8 публикаций). Большинство исследований посвящено оценке состояния культур сосны сибирской кедровой, в том числе под пологом древостоев [38]. Успешный их рост и развитие отмечается не только в границах ее современного ареала, но и за его

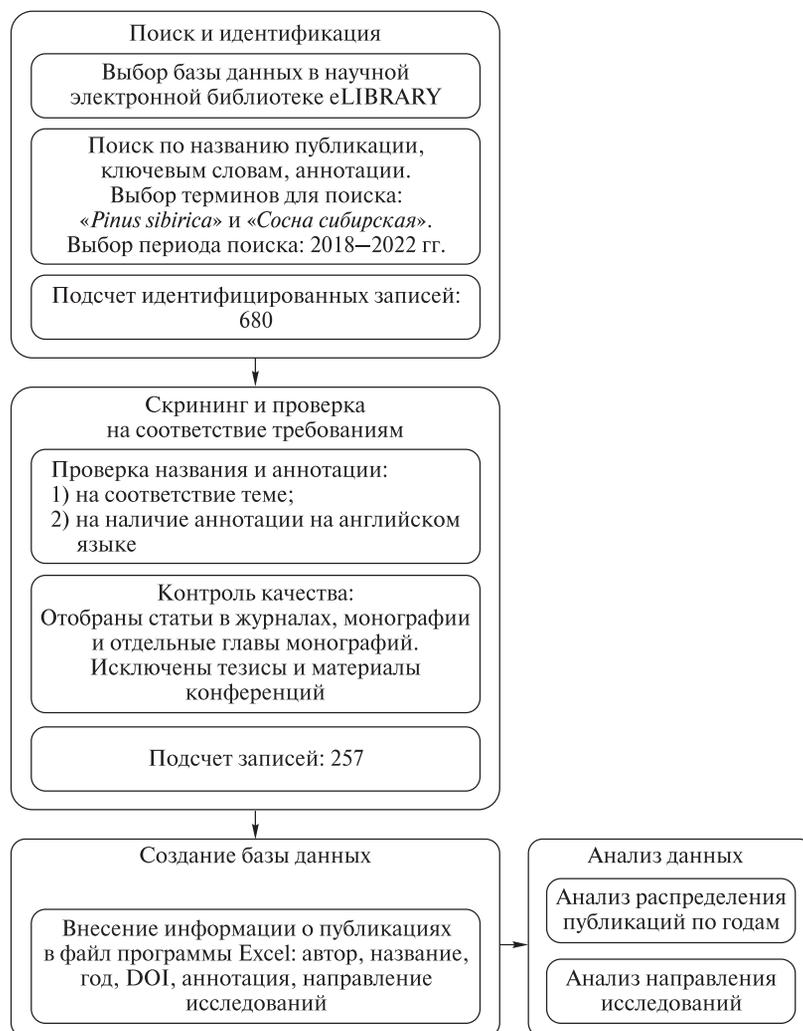


Рис. 1. Схема систематического обзора
Fig. 1. Scheme of the systematic review

пределами [39–41]. При этом в некоторых случаях было выявлено регулярное семеношение и появление уже естественного возобновления [40], что позволяет сделать важный для лесного хозяйства вывод о расширении ареала данного ценного древесного растения.

При планировании создания культур сосны сибирской кедровой за пределами ее естественного ареала, как сообщают некоторые авторы [40–42], необходимо учитывать географическое происхождение семян и посадочного материала. Так, выявлена следующая тенденция: чем восточнее и севернее происхождение семян — тем хуже рост и сохранность культур [42], созданных в европейской части России. Создание подполюговых культур сосны сибирской кедровой в сочетании с первым приемом постепенных рубок исключает разрастание травянистой растительности и обеспечивает лучшую сохранность подроста [43].

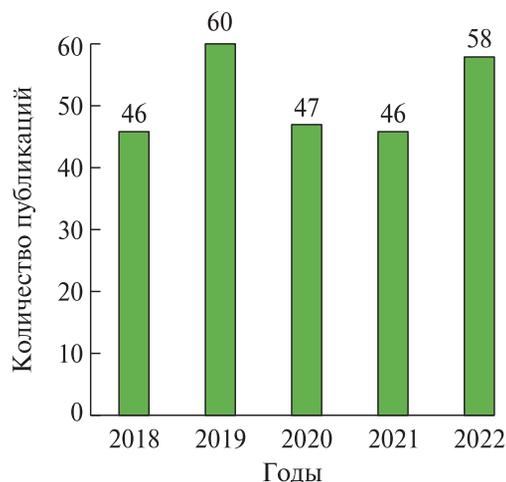


Рис. 2. Распределение по годам количества публикаций, посвященных сосне сибирской кедровой
Fig. 2. Distribution by year of the number of publications on Siberian stone pine

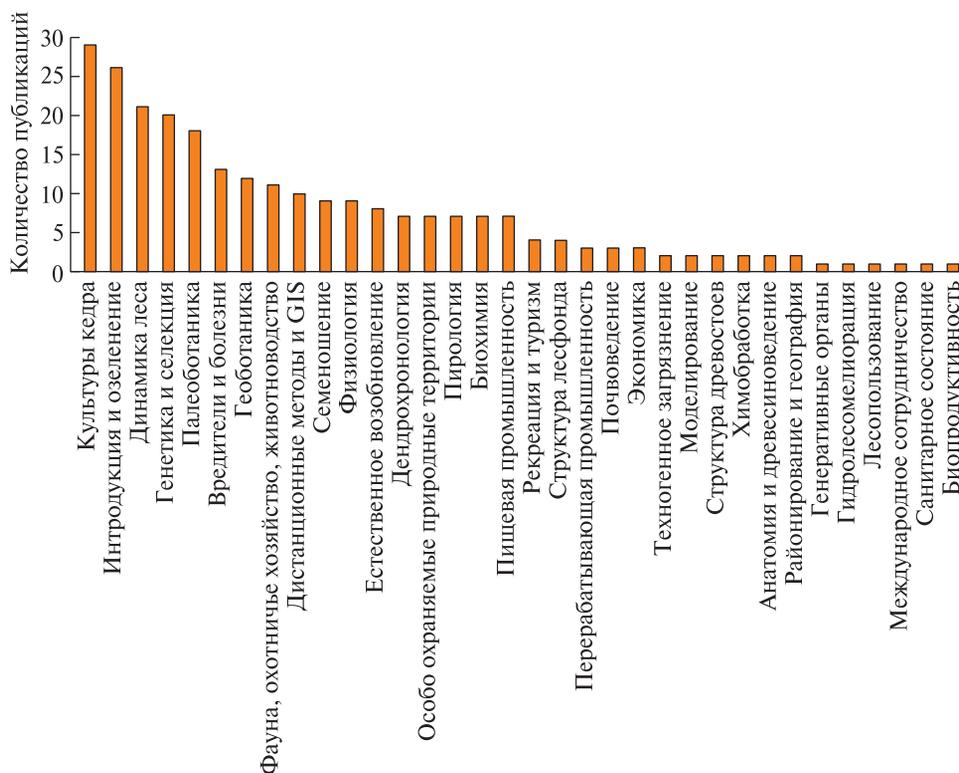


Рис. 3. Распределение публикаций по направлениям исследований

Fig. 3. Distribution of publications by research areas

Некоторые работы [44–48] подтверждают давно назревшую необходимость разработки индивидуальных требований к технологии создания культур сосны сибирской кедровой, а также к количеству, кратности и периодичности уходов в них. Отдельно можно отметить исследования, направленные на выявление причин ослабления культур сосны сибирской кедровой и условий их лучшего роста и развития [44, 45, 49].

В большинстве работ, посвященных естественному возобновлению сосны сибирской кедровой, дается традиционная количественная оценка успешности появления подроста и его роста на гарях, вырубках и под пологом коренных и производных древостоев в различных типах леса Западной Сибири [50–52], Восточной Сибири [53] и Урала [54]. Особого внимания заслуживают исследования, направленные на прогнозирование развития молодняков, в том числе и после применения целевых рубок ухода, направленных на оптимизацию роста и развития подроста сосны сибирской кедровой и формирования в дальнейшем кедровников. При этом работ, посвященных влиянию рубок ухода в производных лесах на последующее возобновление сосны сибирской кедровой [55, 56] и оптимизации этого процесса, по-прежнему

недостаточно. Все еще остаются практически не изученными процессы естественного возобновления сосны сибирской на нарушенных землях. В работе [57] констатируется лишь крайне редкая встречаемость всходов данного древесного вида на промышленных отвалах Кузбасса.

Следующее приоритетное направление — исследование структуры древостоев и динамики кедровых лесов (21 публикация) (см. рис. 3). Рассматриваются возрастная структура и видовой состав древостоев с участием сосны сибирской кедровой в различных типах леса в пределах некоторых регионов, оценивается их насыщенность подростом и прогнозируется последующая динамика древостоев [58–62]. Особо следует отметить многолетние стационарные исследования [59, 63, 64], посвященные моделированию и прогнозированию динамики развития кедровников [61].

Важными для лесной экологии и лесного хозяйства являются исследования климатогенной динамики кедровых лесов, выполненные на основе дендрохронологического анализа [65–68] и GIS-технологий [69]. На основе анализа интенсивности возобновления сосны сибирской кедровой на северном и верхнем пределе ее распространения подтвержден факт инвазии

данного древесного вида в тундру и успешное формирование кедровых молодняков на фоне изменений климата [70, 71]. Кроме того, установлено влияние изменений климата на горимость и, как следствие, на формирование биоты [72].

Большое внимание в работах уделяется проведению рубок ухода и рубок переформирования, обеспечивающих увеличение в составе древостоя кедр и стимулирующих рост и развитие подпологового подроста сосны сибирской, что может способствовать ускорению формирования кедровников на месте производных насаждений [43, 55, 56, 73–76].

Новым направлением стало изучение влияния геоактивных зон на рост и развитие деревьев в древостое, в том числе сосны сибирской кедровой [77, 78]. Новизна исследований заключается в том, что они находятся на стыке космогеологии, лесоведения и ботаники. В работах [77, 78] показано, что в так называемых малых геоактивных зонах наблюдаются наилучшие рост и развитие деревьев, максимальные размеры и продолжительность жизни. Это направление, возможно, прольет свет на те вопросы, на которые ответ пока не получен.

По генетике и селекции опубликовано 20 работ (см. рис. 3), из которых следует, что изучение генетики сосны сибирской кедровой откроет путь к пониманию генетических особенностей и механизмов, благодаря которым данный древесный вид успешно адаптируется к экстремальным климатическим и почвенным условиям, что способствует успешному выращиванию не только в условиях современного ареала распространения, но и за его границами.

Дальнейшему успешному развитию данного направления содействует анализ современных литературных обзоров [79, 80], один [79] из которых посвящен истории развития лесной генетики в России. Этот труд представляет собой первый и качественный пример обзора по данной теме, охватывающий широкий спектр различных разделов лесной генетики, применяемых в ней методов и анализ теоретического и практического значений анализируемых публикаций. В работе [79] также описаны новые перспективные направления в генетике.

Другой литературный обзор [80] посвящен достижениям и проблемам в области селекции. В нем указаны актуальные проблемы, требующие решения в целях повышения эффективности лесной селекции, в том числе и для сосны сибирской кедровой, приоритетные направления лесной селекции [80]. Авторы этой работы отмечают, что область лесной селекции в России ограничивается только несколькими

экономически важными видами, в число которых входит и сосна сибирская кедровая. Среди целевых признаков при ее селекции отмечаются семенная продуктивность, ускоренный рост и смолопродуктивность [80].

К последним важным научным достижениям в области селекции сосны сибирской кедровой относят разработку высокополиморфных и информативных молекулярно-генетических маркеров [81], уточнение генетического разнообразия [82]. В целом можно отметить, что направление генетики и селекции занимает одно из первых мест в ряду актуальных.

Активно развивающимся направлением можно назвать палеоботанику. Ей отводится важное значение в понимании климатических изменений, развития экосистем, трансформации ареалов растительных видов и взаимосвязей с животным миром. Большинство современных палеоботанических исследований направлено на реконструкцию растительности различных регионов [83–88]. Полученная с помощью палеоботаники информация о сосне сибирской кедровой может способствовать пониманию факторов, лимитирующих ее современное распространение, и рисков сокращения ареала. Отсутствие палеоботанических исследований, в которых сосна сибирская кедровая является главным объектом исследований, можно считать серьезным пробелом, требующим скорейшего исправления.

Вредители и болезни могут провоцировать усыхание и гибель как отдельных деревьев, так и лесных насаждений в целом, в том числе на значительных площадях [89]. Это может привести к серьезным экономическим и экологическим проблемам.

В настоящее время, по мнению исследователей [90, 91], особую тревогу вызывают участвовавшие инвазии дендрофильных насекомых в бореальные леса. Данная проблема актуальна и для сосны сибирской кедровой [90, 91]. За последние 5 лет получены такие новые результаты, как выявление и исследование нового инвазионного стволового вредителя европейского происхождения — короеда (*Ips amitinus* Eichh.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) [91]. Авторы работы [91] отмечают, что наиболее уязвимы насаждения сосны сибирской кедровой, ослабленные различными воздействиями, в том числе пожарами, вспышками численности сибирского шелкопряда (*Dendrolimus superans sibiricus* Tshetv.) и др. [91]. Причем эти вспышки достаточно опасны для кедровых лесов [92]. Признано, что вредители и болезни наиболее опасны для сеянцев, выращиваемых в питомниках. В неблагоприятные годы гибель сеянцев

от возбудителей заболеваний может составлять 100 %. Возбудители таких заболеваний, как фомоз, шютте (настоящее, обыкновенное, снежное), фузариоз, альтернариоз, кладоспориоз, тифулез и склерофомоз исследованы недостаточно [93]. Отсюда и риски потерь как посадочного материала, так и ценных кедровых лесов сохраняются.

В числе приоритетных находится и геоботаническое направление исследований, помогающее понять экологическое значение кедровых лесов в поддержании биоразнообразия и функционирования лесных экосистем. Внутренним направлением геоботанических исследований служит изучение растительного покрова в его взаимодействии с почвой, рельефом и климатическими условиями [94–97]. Такими исследованиями устанавливаются зависимости структуры и динамики растительности кедровых лесов от различных факторов среды. Кроме того, они могут стать основой разработки рекомендаций в области сохранения и восстановления кедровых лесов. На наш взгляд, геоботанические исследования по изучению всех ярусов лесной растительности составляют отдельную группу. Флористический состав признается чувствительным индикатором устойчивости фитоценозов. Благодаря ему выявляются дигрессивные и восстановительные сукцессии растительных сообществ в ответ на антропогенные нарушения, вспышки вредителей и болезней, а также глобальные и региональные климатические изменения. Анализ флористического состава и видовой структуры позволяет оценить степень уникальности растительности различных типов кедровых лесов и имеет важное значение для разработки рекомендаций по охране природы [95, 96, 98].

Современные методы анализа данных, разработанные в геоботанике, представляют собой эффективный инструмент для изучения зависимостей структуры растительности от природных и антропогенных факторов. Корректно проведенный геоботанический анализ помогает разработать эффективные меры по сохранению кедровых лесов и их устойчивому использованию. Однако выполненный нами анализ опубликованных трудов позволил сделать вывод о том, что недостаточно полно используется арсенал геоботанических и флористических методов анализа данных для изучения кедровых лесов, например, реализованный в среде программирования R в виде множества прикладных пакетов [99]. Кроме того, мы акцентируем внимание на экологических шкалах для оценки среды обитания и динамики фитоценозов. Такой подход отлично себя зарекомендовал во многих странах, в том числе и в России [100, 101],

но не использовался последние 5 лет для изучения кедровых лесов. Кроме того, перспективным современным методом является анализ ранговых распределений обилий видов. Он также хорошо себя зарекомендовал в лесотипологических исследованиях [102], при анализе влияния факторов среды на видовую структуру лесных фитоценозов [103] и исследовании лесных сукцессий [104]. Однако данный метод не был применен для изучения кедровых лесов.

Следующим важным направлением исследования кедровых лесов является изучение животного мира, связанного с данными лесными экосистемами. В исследованиях, посвященных взаимоотношениям сосны сибирской и животного мира, кедровники традиционно рассматриваются как среда обитания представителей того или иного вида [105–108], а также как источник кормовых ресурсов, в первую очередь кедрового ореха. Например, с его неурожаем связывают явление шатунизма у медведей [109]. По-прежнему актуальной остается проблема повреждения естественных кедровых молодняков и культур сосны сибирской кедровой животными, в первую очередь копытными, которые объедают их молодые побеги [110, 111]. К сожалению, по-прежнему единичными остаются исследования, посвященные взаимоотношениям с тонкоклювой кедровкой [112] — главным разносчиком семян, обеспечивающим возобновление этого вида.

Ценным исследовательским инструментом признаются GIS-технологии. Преимуществом данных методов являются широкие возможности для визуализации и анализа пространственных данных. Важной современной проблемой в области применения GIS-технологий является составление карт на основе синтеза классических методов картографирования и автоматизированного дешифрирования данных, полученных с помощью дистанционного зондирования. В рамках этой проблемы важные результаты получили исследователи из Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН [113]. Авторы исправили один из главных недостатков карты Global Forest Change 2000–2013, построенной с использованием данных мозаики Хансена, который заключается в игнорировании дифференциации лесных территорий. На основе многоуровневого автоматизированного дешифрирования мозаики Хансена, которое было дополнено анализом снимков ключевых участков и физико-географических профилей, исследователи составили карту северо-запада Западной Сибири. Данный подход позволил дифференцировать леса и отразить их на карте, в том числе, кедровые.

Для исследователей кедровых лесов, а также для практиков лесного хозяйства данная карта имеет большое значение и может служить отправной точкой для мониторинга состояния уникальных кедровых лесов Западной Сибири, разработки системы мер по сохранению и устойчивому лесопользованию. Из других карт растительности, созданных в последние годы, исследователей кедровых лесов могут заинтересовать серии электронных крупномасштабных универсальных и оценочных карт [114], в частности растительности Байкальского региона [115], естественных геосистем Тункинской котловины и их антропогенных модификаций [116].

Наряду с изложенным выше GIS-технологии были привлечены к решению актуальной проблемы лесовосстановления [117].

Заслуживает внимания исследование, посвященное изучению фитомассы древостоев, основанное на анализе разносезонных спутниковых снимков и данных таксации леса [118]. Авторы доказали возможность оценки запасов фитомассы полого древостоя, определения высоты и возраста насаждений на основе разработанной ими методики. Поскольку биопродуктивность кедровых лесов в последние 5 лет достаточно не исследовалась, наша работа может иметь большое значение. Есть надежда, что она будет стимулом для дальнейшего изучения продуктивности кедровых лесов.

Следующим приоритетным направлением является изучение семеношения сосны сибирской кедровой (6 публикаций за рассматриваемый период) (см. рис. 3). В работах [119–121] представлен анализ динамики семеношения за многолетний период (17–30 лет) в разных регионах Западной Сибири с использованием различных методик определения урожая. Установлено, что на периодичность обилия пыления и семеношения влияют условия произрастания, уровень влажности воздуха и температурный фактор [119], а семенная продуктивность снижается из-за поздних весенних заморозков и повышенной температуры воздуха в сентябре. Кроме того, показано существенное снижение плодоношения в связи с направленным изменением этих факторов за последние 30 лет [120]. Интерес вызывают исследования по выявлению зависимости между объемом урожая и географическим происхождением сосны сибирской кедровой в культурах [121].

Недостаточно освещены в печати вопросы по исследованию газообмена и содержания фотосинтетических пигментов у широтных и высотных экотипов сосны сибирской кедровой и сравнению их продуктивности [122, 123]. С практической точки зрения к важным можно

отнести исследования, посвященные совершенствованию технологии и оборудования для производства кедрового масла [124]. Авторы протестировали технологию двухэтапного холодного прессования кедрового ореха и выявили увеличение общего выхода кедрового масла на 16,87 % по сравнению с общепринятой технологией [124].

Выводы

Обзор публикаций показал, что исследования сосны сибирской кедровой ведутся с самых разных точек зрения. Спектр научных тематик традиционно достаточно широк, а интенсивность публикационной активности сохраняется на достаточно высоком уровне. За рассматриваемый период 2018–2022 гг. наибольшее количество (по 20–30 публикаций) посвящено проблемам искусственного восстановления, интродукции, динамики и структуры кедровых лесов, генетики и селекции и палеоботаники. Примерно по 10–15 публикаций посвящено геоботаническим исследованиям, изучению семеношения, физиологии сосны кедровой сибирской, естественного возобновления, инвазий вредителей и болезней, взаимоотношений с представителями животного мира, применения методов дистанционного зондирования и GIS-технологий. Во многих публикациях отражены комплексные исследования этих проблем, что наряду с применением оригинальных методов исследования климатогенной динамики и геоактивных зон представляет определенную научную новизну. По-прежнему недостаточно работ, посвященных естественному возобновлению сосны сибирской кедровой на нарушенных техногенных территориях и ее взаимоотношениям с тонкоклювой кедровкой — основным разносчиком семян. В 10–12 публикациях отражена необходимость разработки индивидуальных требований к лесохозяйственным мероприятиям по возобновлению, выращиванию и формированию кедровников, основанных на экологических особенностях данного вида,

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, № гос. регистрации 123112700125-1.

Список литературы

- [1] Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л.: Наука, 1978. 188 с.
- [2] Бех И.А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука, 1974. 206 с.

- [3] Кирсанов В.А. Биолого-экологическая характеристика кедровых лесов // Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. АН СССР УНЦ, Свердловск: Уральский Рабочий, 1981. С. 3–12.
- [4] Поварницын В.А. Кедровые леса СССР. Красноярск: Изд-во СибЛТИ, 1944. 220 с.
- [5] Крылов Г.В. Леса Западной Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 255 с.
- [6] Таланцев Н.К., Пряжников А.Н., Мишуков Н.П. Кедровые леса. М.: Лесная пром-сть, 1978. 176 с.
- [7] Хохрин А.В. Влияние эдафических условий на рост культур кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири. Свердловск: Изд-во АН СССР УНЦ, 1981. С. 63–72.
- [8] Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. М.; Л.: Гослестехиздат, 1938. 574 с.
- [9] Таланцев Н.К. Кедр. М.: Лесная пром-сть, 1981. 96 с.
- [10] Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение II. Уровень аллозимного полиморфизма в природной популяции Западного Саяна // Генетика, 1988. Т. 24. № 1. С. 118–124.
- [11] Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение IV. Генетическое разнообразие и степень генетической дифференциации между популяциями // Генетика, 1989. Т. 25. № 11. С. 2009–2032.
- [12] Политов Д.В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых (сем. *Pinaceae*) Северной Евразии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2007. 47 с.
- [13] Петрова Е.А., Велисевич С.Н., Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Политов Д.В., Горошкевич С.Н. Генетическое разнообразие и дифференциация популяций кедровых лесов на Южной границе ареала в равнинной части Западной Сибири // Экологическая генетика, 2014. Т. 12. № 1. С. 48–61.
- [14] Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1972. 274 с.
- [15] Воробьев В.Н. Особенности плодоношения кедровых лесов в горных условиях // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. С. 15–21.
- [16] Воробьев В.Н., Воробьева Н.А., Горошкевич С.Н. Рост и пол кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1989. 153 с.
- [17] Горошкевич С.Н. Динамика роста и плодоношения кедровых лесов. Уровень и характер изменчивости // Экология, 2008. № 3. С. 181–188.
- [18] Воробьев В.Н., Черкашин В.П., Кузьмичев В.В. Цикличность роста и семеношения кедровых лесов // Лесоведение, 1982. № 4. С. 38–48.
- [19] Смолоногов Е.П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: РИСО УрО АН СССР, 1990. 288 с.
- [20] Танцырев Н.В., Санников С.Н. Анализ консортивных связей между кедром сибирским и кедровкой на Северном Урале // Экология, 2011. № 1. С. 20–24. <https://doi.org/10.1134/S1067413611010127>
- [21] Сташкевич Н.Ю., Шишкин А.С. Зоогенный фактор возобновления сосны кедровой сибирской в горно-таежных лесах Восточного Саяна // Сибирский экологический журнал, 2014. № 2. С. 313–318.
- [22] Николаева С.А., Савчук Д.А. Динамика возобновления кедровых лесов на Кеть-Чулымском междуречье (Западно-Сибирская равнина) // Интерэкс-по ГЕО-Сибирь, 2015. Т. 3. № 4. С. 64–68.
- [23] Goroshkevich S., Velisevich S., Popov A., Khutornoy O., Vasilyeva G. 30-year cone production dynamics in Siberian stone pine (*Pinus sibirica*) in the southern boreal zone: a causal interpretation // Plant Ecology and Evolution, 2021, v. 154(3), pp. 321–331. <https://doi.org/10.5091/PLECEVO.2021.1793>
- [24] Непомилуева Н.И. Кедр сибирский на северо-востоке европейской части СССР. Л.: Наука, 1974. 183 с.
- [25] Кирсанов В.А. Формирование и развитие кедровых лесов Северного Урала и смежного Зауралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1975. 21 с.
- [26] Седых В.Н. Формирование кедровых лесов Приобья. Новосибирск: Наука, 1979. 108 с.
- [27] Крылов Г.В., Таланцев Н.К., Козакова Н.Ф. Кедр. М.: Лесная пром-сть, 1983. 216 с.
- [28] Семечкин И.В., Поликарпов Н.И., Ирошников А.И. Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 226 с.
- [29] Николаева С.А., Бех И.А., Савчук Д.А. Оценка этапов восстановительно-возрастной динамики темнохвойно-кедровых лесов по дендрохронологическим данным (на примере Кеть-Чулымского Междуречья) // Вестник Томского гос. ун-та. Биология, 2008. № 3(4). С. 180–185.
- [30] Танцырев Н.В. Лесоводственно-экологический анализ естественного возобновления кедровых лесов на сплошных гарях и вырубках в горных лесах Северного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2012. 23 с.
- [31] Воробьев В.Н. Кедровка и ее взаимосвязи с кедром сибирским. (Опыт количественного анализа). Новосибирск: Наука, 1982. 113 с.
- [32] Lanner R.M. Made for each other. A symbiosis of birds and pines. New York, Oxford: Oxford University Press, 1996, 160 p.
- [33] Бех И.А., Воробьев В.Н. Потенциальные кедровники. Проблемы кедровых лесов. Томск: Изд-во СО РАН, 1998. 122 с.
- [34] Поляков В.И., Семечкин И.В. Динамика и устойчивость черневых кедровых лесов Западного Саяна // Лесоведение, 2004. № 2. С. 12–19.
- [35] Ирошников А.И. Изменчивость некоторых морфологических признаков и эколого-физиологических свойств кедровых лесов // Селекция древесных пород в Восточной Сибири. М.: Наука, 1964. С. 62–68.
- [36] Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gøtzsche P.C., Ioannidis J.P.A., Clarke M., Devereaux P.J., Kleijnen J., Moher D. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration // PLOS Medicine, 2009, v. 6, p. e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- [37] Mengist W., Soromessa T., Legese G. Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research // MethodsX 2020, v. 7, p. 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>

- [38] Свалова А.И., Братилова Н.П., Лузганов А.Г. Оценка подпологовых культур сосны кедровой сибирской в урочище «Майдат» пригородной зоны Красноярска // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. XL. № 1. С. 46–59.
- [39] Велисевич С.Н., Попов А.В., Мельник М.А., Горошкевич С.Н. Влияние поздних весенних заморозков на плодоношение кедров сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в изменяющемся климате // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 5. С. 138–152.
DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-138-152
- [40] Хорошев А.С. Лесные культуры сосны кедровой сибирской в Серповском лесничестве Тамбовской области // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2019. Т. 7. № 3(46). С. 306–309.
- [41] Левин С.В. Эколого-биологические особенности произрастания кедров сибирского (*Pinus sibirica*) в условиях интродукции Воронежской области // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада, 2022. № 144. С. 25–32.
DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-25-32
- [42] Николаева М.А., Варенцова Е.Ю., Межина К.М. Оценка сохранности и состояния *Pinus sibirica* Du Tour в географических культурах Ленинградской области // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. XL, № 5. С. 381–387.
- [43] Белов Л.А., Залесова Е.С., Залесов С.В., Карташова Т.Ю., Тимербулатов Ф.Т. Опыт реформирования производных мягколиственных насаждений в коренные кедровники // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2019. Т. 56. № 3. С. 87–91.
DOI: 10.34655/bgsha.2019.56.3.013
- [44] Андреева Е.М., Терехов Г.Г., Стеценко С.К., Соловьев В.М., Фомин В.В. Лесоводственная и санитарная оценка культур кедров сибирского первого класса возраста в Свердловской области // Естественные и технические науки, 2019. № 10(136). С. 172–176. DOI: 10.25633/ETN.2019.10.26
- [45] Дебков Н.М., Паневин В.С. Искусственное восстановление кедровых лесов Томской области // ИзВУЗ Лесной журнал, 2019. № 2. С. 9–21.
DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9
- [46] Гришлова М.В., Свалова А.И., Братилова Н.П. Сравнительный анализ показателей сосны сибирской Бирюсинского происхождения при разной густоте посадки // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, 2021. № 20. С. 340–342.
- [47] Терехов Г.Г., Андреева Е.М., Стеценко С.К. Оценка культур кедров сибирского в конце первого класса возраста // ИзВУЗ Лесной журнал, 2021. № 6. С. 56–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-56-68
- [48] Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Кабонен А.В., Иоффе А.О. Оценка результатов интродукции сосны кедровой сибирской в условиях Южной Карелии // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2022. № 2 (54). С. 6–14.
DOI: 10.25686/2306-2827.2022.2.6
- [49] Васильев С.Б., Леденев Д.А., Семаев С.В. Особенности роста сосны кедровой сибирской на технологических субстратах Егорьевского месторождения фосфоритов // ИзВУЗ Лесной журнал, 2011. № 3 (321). С. 15–19.
- [50] Дебков Н.М., Паневин В.С. Оценка естественного возобновления кедров сибирского под пологом леса и на вырубках в средней тайге Западной Сибири // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2018. № 4 (40). С. 5–20.
DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5
- [51] Залесова Е.С., Чермных А.И. Обеспеченность подросом насаждений в районах нефтегазодобычи // Леса России и хозяйство в них, 2019. Вып. 68. № 1. С. 18–30.
- [52] Эфа Д.Э., Залесов С.В. Лесовосстановление на вырубках в подзоне северной тайги Ханты-Мансийского автономного округа – Югра // Вестник биотехнологии, 2018. № 1 (15). С. 12–19.
- [53] Никитина Н.В., Михайлова Л.М. Рост и развитие подраста кедров сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) под пологом леса и на вырубках Юго-Западной Якутии // Успехи современного естествознания, 2018. № 12. С. 296–301.
- [54] Танцырев Н.В. Начальная фаза формирования послепожарных горных кедровников на Северном Урале // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. XL, № 5. С. 395–403.
DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-395-403
- [55] Танцырев Н.В., Андреев Г.В. Основные факторы развития подростов кедров сибирского под пологом производного сосняка // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2020. № 4(48). С. 22–30. DOI: 10.25686/2306–2827.2020.4.22
- [56] Танцырев Н.В., Андреев Г.В. Влияние конкуренции древостоя на возобновление и рост подростов кедров сибирского в березняке // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2021. № 2 (50). С. 13–22.
DOI: 10.25686/2306-2827.2021.2.13
- [57] Климова О.А., Куприянов А.Н. Влияние экологических условий на занос семян и лесовозобновление на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Сибирский лесной журнал, 2018. № 5. С. 45–53.
DOI: 10.15372/SJFS20180504
- [58] Зиганшин Р.А. Лесной массив: сравнительная динамика среднего диаметра хвойных древостоев различных типов леса // Сибирский лесной журнал, 2019. № 6. С. 39–52. DOI: 10.15372/SJFS20190605
- [59] Данилина Д.М., Назимова Д.И., Коновалова М.Е. Пространственно-временная структура и динамика позднесукцессионного черного кедровника Западного Саяна // Лесоведение, 2020. № 5. С. 387–398.
DOI: 10.31857/S0024114820050034
- [60] Коновалова М.Е., Коновалова Е.Г., Цветков Е.Н., Генев Д.Д. Размерная и возрастная структура горных кедровников Приенисейского Саяна // Сибирский лесной журнал, 2020. № 3. С. 51–62.
DOI: 10.15372/SJFS20200305
- [61] Брюханов И.И. Особенности формирования и роста кедровых лесов в различных ландшафтных условиях Восточного Саяна // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки, 2021. № 5. С. 12–15. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.05.05

- [62] Коронатова Н.Г., Косых Н.П. Продуктивность древесного яруса на верховых болотах в таежной зоне Западной Сибири // Лесоведение, 2022. № 4. С. 432–448. DOI: 10.31857/S0024114822040052
- [63] Медведков А.А. Климатогенная динамика ландшафтов Сибирской тайги в бассейне Среднего Енисея // География и природные ресурсы, 2018. № 4. С. 122–129. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(122-129)
- [64] Сизых А.П. Трансформация и восстановление растительности в Прибайкалье // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 2021. Т. 37. С. 86–102. DOI: 10.26516/2073-3402.2021.37.86
- [65] Цибульский В.Р. Оценка устойчивости биоразнообразия севера Западной Сибири через стационарность древесно-кольцевых временных рядов видов-эдикторов // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование, 2018. Т. 4. № 2. С. 44–57. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-2-44-57
- [66] Качаев А.В., Петров И.А., Харук В.И., Белова Е.Н. Новый подход к формированию переменных логистической регрессионной модели прогноза усыхания деревьев на основе динамики годичных колец в горных лесах Кузнецкого Алатау // Сибирский лесной журнал, 2020. № 5. С. 37–44. DOI: 10.15372/SJFS20200504
- [67] Николаева С.А., Савчук Д.А. Оценка методов дендроиндикации при датировании экзогенных грабитационных процессов прошлого в верховьях р. Актру (Горный Алтай) // Известия РАН. Серия географическая, 2021. Т. 85. № 3. С. 392–404. DOI: 10.31857/S2587556621030110
- [68] Быков Н.И., Шигимага А.А., Воробьев Р.И. Радиальный рост древесных растений на побережье Телецкого озера // Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике, 2022. Вып. 4. С. 6–11. DOI: 10.52245/26867109_2022_4_6
- [69] Петров И.А., Шушпанов А.С., Голуков А.С., Харук В.И. Воздействие изменений климата на радиальный прирост *Pinus sibirica* Du Tour в горных лесах Кузнецкого Алатау // Сибирский лесной журнал, 2019. № 5. С. 43–53. DOI: 10.15372/SJFS20190506
- [70] Санников С.Н., Танцырев Н.В., Петрова И.В. Инвазия популяций сосны сибирской в горную тундру Северного Урала // Сибирский экологический журнал, 2018. № 4. С. 449–461. <https://doi.org/10.1134/S1995425518040078>
- [71] Ivanova N., Tantsyrev N., Li G. Regeneration of *Pinus sibirica* Du Tour in the Mountain Tundra of the Northern Urals against the Background of Climate Warming // Atmosphere, 2022, v. 13, p. 1196. DOI: 10.3390/atmos13081196
- [72] Леонтьев Д.Ф. Природная среда в условиях изменения климата и реакция отдельных представителей биоты // Научное обозрение: Биологические науки, 2018. № 3. С. 18–22.
- [73] Дебков Н.М., Карташова Т.Ю., Залесова Е.С., Белов Л.А., Оплетаяев А.С., Тимербулатов Ф.Т. Некоторые аспекты последствий осветлений в кедровых культурах // Леса России и хозяйство в них, 2018. Вып. 66. № 3. С. 21–28.
- [74] Konovalova M.E., Danilina D.M., Nazimova D.I. Thinning-based formation of Siberian pine forests in the dark chern zone of Western Sayan // Сибирский экологический журнал, 2018. № 11(7). С. 779–788. DOI: 10.1134/S1995425518070065
- [75] Залесов С.В., Белов Л.А., Оплетаяев А.С., Магасумова А.Г., Карташова Т.Ю., Дебков Н.М. Формирование кедровников рубками ухода на бывших сельскохозяйственных угодьях // ИзВУЗ Лесной журнал, 2021. № 1. С. 9–19. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-9-19
- [76] Фарбер С.К., Мурзакматов Р.Т. Выборочные санитарные рубки в защитных кедровых насаждениях Хакасии: опыт послерубочной таксации и лесоводственный анализ // Сибирский лесной журнал, 2021. № 3. С. 27–37. DOI: 10.15372/SJFS20210303
- [77] Рогозин М.В., Михалев В.В. Высшие растения – фитоиндикаторы геоактивных зон в горах и на равнине // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2021. Т. 20. № 1. С. 373–378. DOI: 10.14258/pbssm.2021075
- [78] Рогозин М.В., Михалев В.В., Рыбальченко А.А. Геоактивные зоны и структура растительных сообществ в связи с новыми открытиями в космической геологии // Бюллетень науки и практики, 2021. Т. 7. № 1. С. 33–48. DOI: 10.33619/2414-2948/62/03
- [79] Милютин Л.И., Муратова Е.Н., Ларионова А.А. Развитие лесной генетики в России // Сибирский лесной журнал, 2018. № 1. С. 3–15. DOI: 10.15372/SJFS20180101
- [80] Тараканов В.В., Паленова М.М., Паркина О.В., Роговцев Р.В., Третьякова Р.А. Лесная селекция в России: достижения, проблемы, приоритеты (обзор) // Лесохозяйственная информатика, 2021. № 1. С. 100–143. DOI: 10.24419/LNI.2304-3083.2021.1.09
- [81] Крутовский К.В., Путинцева Ю.А., Орешкова Н.В., Бондар Е.И., Шаров В.В., Кузьмин Д.А. Постгеномные технологии в практическом лесном хозяйстве: разработка полногеномных маркеров для идентификации происхождения древесины и других задач // Лесотехнический журнал, 2019. Т. 9. № 1(143). С. 9–16. DOI: 10.12737/article_5c92016b64af27.15390296
- [82] Орешкова Н.В., Рименов А.В., Седельникова Т.С., Ефремов С.П. Генетический полиморфизм сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) в Кузнецком Алатау // Сибирский экологический журнал, 2020. Т. 27. № 6. С. 677–688.
- [83] Анри О., Безрукова Е.В., Тетенский А.В., Кузьмин М.И. Новые данные к реконструкции растительности и климата в Байкало-Патомском нагорье (Восточная Сибирь) в максимум последнего оледенения – раннем голоцене // Доклады Академии наук, 2018. Т. 478. № 5. С. 584–587. DOI: 10.7868/S0869565218050195
- [84] Решетова С.А. Реконструкция растительности Читино-Ингодинской впадины (Забайкалье) в позднем голоцене // Геосферные исследования, 2018. № 4. С. 56–63. DOI: 10.17223/25421379/9/6
- [85] Бибаева А.Ю. Преобразование геосистем Приольхонья в позднем кайнозое // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле, 2018. Т. 23. С. 28–42. DOI: 10.26516/2073-3402.2018.23.28
- [86] Антипина Т.Г., Преис Ю.И., Зенин В.Н. Динамика лесной растительности и климата в южной тайге Западной Сибири в позднем голоцене по данным спорово-пыльцевого анализа и AMS-датирования торфяного разреза Болотное // Экология, 2019. № 5. С. 356–364. DOI: 10.1134/S0367059719050032

- [87] Карпенко Л.В., Родионова А.Б. Реконструкция региональной динамики лесного покрова суходолов центральной части Сым-Дубчесского междуречья в среднем и позднем голоцене // Сибирский лесной журнал, 2021. № 1. С. 45–57. DOI: 10.15372/SJFS20210105
- [88] Кошкарлов А.Д., Кошкарлова В.Л. Эколого-географические особенности формирования лесных формаций в Среднем течении Нижней Тунгуски в послеледниковое время // Успехи современного естествознания, 2021. № 2. С. 100–106. DOI: 10.17513/use.37581
- [89] Русецкая Г.Д., Балданова Л.П. Проблемы экологии и защиты леса в Иркутской области // Экология и промышленность России, 2020. Т. 24. № 4. С. 42–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-4-42-45
- [90] Дебков Н.М., Бисирова Э.М., Бочаров А.Ю. Динамика радиального прироста кедрового *Pinus sibirica* Du Roi в очагах инвазии уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2018. Вып. 224. С. 161–175. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.224.161-175
- [91] Керчев И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А. Распространение союзного короледа *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий, 2021. Т. 21. № 4. С. 77–84. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-4-77-84
- [92] Чжан С.А., Пузанова О.А., Калачева Е.В. История развития очага сибирского шелкопряда в Окинском лесничестве Республики Бурятия // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки, 2021. Т. 1. С. 194–198.
- [93] Шилкина Е.А., Шеллер М.А., Ибе А.А., Сухих Т.В. Патогенные грибы лесных питомников Красноярского края и Республики Хакасия // Защита и карантин растений, 2019. № 6. С. 29–31.
- [94] Шишкин А.С., Ефимов Д.Ю., Лощев С.М., Мурзакуматов Р.Т., Буянцог Б.-О. Леса хребта Хан-Хухий в Монголии // Сибирский лесной журнал, 2018. № 6. С. 3–15. DOI: 10.15372/SJFS20180601
- [95] Пак Л.Н. Биоразнообразие темнохвойной тайги бассейна реки Аца (Восточное Забайкалье) // Международный научно-исследовательский журнал, 2019. № 4 (82). Ч. 1. С. 86–92. DOI: 10.23670/IRJ.2019.82.4.017
- [96] Коновалова М.Е., Данилина Д.М., Степанов Н.В., Тимошкин В.Б., Собачкин Д.С. Биоразнообразие и структура ненарушенных горно-таежных кедровников Идарского Белогорья (Восточный Саян) // Сибирский экологический журнал, 2020. Т. 27. № 1. С. 62–75. DOI: 10.15372/SEJ20200105
- [97] Башегуров К.А., Бунькова Н.П., Карташова Т.Ю., Морозов А.Е. Взаимосвязь лесных формаций с типами леса, почв и увлажнения // Международный научно-исследовательский журнал, 2021. Вып. 108. Т. 3, № 6. С. 68–73. DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.071
- [98] Шереметова С.А. К вопросу о флористическом районировании Кемеровской области // Ботанические исследования Сибири и Казахстана, 2019. Вып. 25. С. 354–41.
- [99] Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., Mcglinn D., Minchin P., O'hara R., Simpson G., Solymos P. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Community Ecol. Package 2022, 2, 1–297. Available online: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (accessed 30.03.2023).
- [100] Zolotova E., Ivanova N., Ivanova S. Global overview of modern research based on Ellenberg indicator values // Diversity, 2023, no. 15, p. 14. <https://doi.org/10.3390/d15010014>
- [101] Ivanova N., Zolotova E. Landolt indicator values in modern research: A review // Sustainability, 2023, v. 15. p. 9618. DOI: 10.3390/su15129618
- [102] Ivanova N.S., Zolotova E.S., Li G. Influence of soil moisture regime on the species diversity and biomass of the herb layer of pine forests in the Ural Mountains // Ecological Questions, 2021, v. 32, pp. 27–38. DOI: 10.12775/EQ.2021.011
- [103] Ivanova N. Forest typological features of herb species abundance distributions of pine forests in the Ural Mountains // Proceedings of the BIO Web of Conferences: Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation, Novosibirsk, Russia, 6–12 September 2021, v. 38, p. 00047. DOI: 10.1051/bioconf/20213800047
- [104] Ivanova N., Petrova I. Species abundance distributions: Investigation of adaptation mechanisms of plant communities // E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations» (FARBA 2021); EDP Sciences: Les Ulis, France, 2021, v. 254, p. 02003. DOI: 10.1051/e3sconf/202125402003
- [105] Леонтьев Д.Ф., Петров А.С., Зотченко З.Н. Инвентаризация охотничьих угодий Учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» // Вестник ИрГЦХА, 2018. № 86. С. 91–103.
- [106] Маркова Н.И., Панкова Н.Л., Васина А.Л., Погодина Н.Л. Особенности роющей деятельности кабана *Sus Scrofa* на северной границе ареала в Западной Сибири // Экология, 2018. № 6. С. 482–486. DOI: 10.1134/S1067413618060085
- [107] Винобер А.В. Лесные пожары и миграции бурого медведя // Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства, 2019. № 7 (19). С. 81–89.
- [108] Леонтьев Д.Ф., Козлова Н.Ю. Динамика возрастной структуры лесов как фактор влияния на состояние численности охотничьих животных Южного Предбайкалья (На примере бассейна р. Голоустная) // Гуманитарные аспекты охоты и охотничьего хозяйства, 2019. № 11 (23). С. 4–44.
- [109] Пучковский С.В., Рублева Е.А., Буйновская М.С. Шатуны бурого медведя в России // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология, Науки о Земле, 2019. Т. 29. Вып. 1. С. 124–136.
- [110] Леонтьев Д.Ф., Долгерд П.А. Влияние копытных животных на подросток охотничьих Учебной охотничьей базы «Булунчук» Учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» (Южное Предбайкалье). // Биосферное хозяйство: теория и практика, 2021. № 11 (40). С. 18–23.
- [111] Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Method for creating mixed cultures of cedar under conditions of damage by wild animals // Invention, 2021, 12 p.

- [112] Танцырев Н.В. Анализ размещения кедровой кладовки семян кедрового шишечника по следам их зимнего использования // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2020. № 3 (60). С. 117–125. DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.018.
- [113] Кузьменко Е.И., Фролов А.А., Силаев А.В. Геоинформационное картографирование ландшафтов Северо-запада Западной Сибири на основе данных мозаики Хансена // География и природные ресурсы, 2018. № 2. С. 145–153. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(145-153)
- [114] Самбуу А.Д., Аюнова О.Д., Чупикова С.А. Структура растительного покрова северо-восточной части Тувы // Вестник Нижневартского государственного университета, 2020. № 1. С. 33–41. DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/06
- [115] Воронин В.И., Сизых А.П., Осолков В.А. Почвенно-геоботаническое профилирование как метод индикации развития растительности Байкальского региона // География и природные ресурсы, 2022. Т. 43. № 3. С. 77–86. DOI: 10.15372/GIPR20220309
- [116] Атутова Ж.В. Картографирование антропогенной и спонтанной (природной) преобразованности геосистем Тункинской котловины // Известия РАН. Серия Географическая, 2020. № 1. С. 138–146. DOI: 10.31857/S2587556620010045
- [117] Рожков Ю.Ф., Кондакова М.Ю. Оценка динамики восстановления лесов после пожаров в Олекминском заповеднике (Россия) по космическим снимкам LANDSAT // Nature Conservation Research. Заповедная наука, 2019. Т. 4. № 1. С. 1–10. DOI: 10.24189/ncr.2019.014
- [118] Сочилова Е.Н., Сурков Н.В., Ершов Д.В., Хамедов В.А. Оценка запасов фитомассы лесных пород по спутниковым изображениям высокого пространственного разрешения (на примере лесов Ханты-Мансийского АО) // Вопросы лесной науки, 2018. Т. 1. № 1. С. 1–23. DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-23
- [119] Паркина О.В., Третьякова Р.А., Галецкая Г.А. Динамика семеношения сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica*) в условиях Новосибирской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 6. С. 44–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-44-50
- [120] Горошкевич С.Н., Велисевич С.Н., Жук Е.А., Васильева Г.В. Плодоношение кедровых сосен на юге Западной Сибири: результаты 30-летних наблюдений // Сибирский экологический журнал, 2022. Т. 15. № 3. С. 262–269. DOI: 10.1134/S1995425522030064
- [121] Пастухова А.М., Войткевич А.Е., Аюбян Д.В. Динамика семеношения кедрового шишечника различного географического происхождения на участке «Известковый» за 17 лет наблюдений // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2022. Вып. 62. С. 67–69.
- [122] Бендер О.Г., Горошкевич С.Н. Газообмен и содержание фотосинтетических пигментов у широтных экотопов кедрового шишечника в опыте EX SITU // Сибирский лесной журнал, 2020. № 5. С. 28–35. DOI: 10.15372/SJFS20200503
- [123] Бендер О.Г. Оценка акклиматизации горных экотопов *Pinus sibirica* EX SITU по показателям CO₂ газообмена // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2021. № 20(1). С. 66–69. DOI: 10.14258/pbssm.2021014
- [124] Невзоров В.Н., Кох Ж.А., Мацкевич И.В., Холопов В.Н. Совершенствование технологии и оборудования производства кедрового масла // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. XL, № 5. С. 444–449. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-6-444-449

Сведения об авторах

Танцырев Николай Владимирович — канд. биол. наук, ст. науч. сотр., ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», 89502076608@mail.ru

Иванова Наталья Сергеевна — д-р биол. наук, вед. науч. сотр., ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», i.n.s@bk.ru

Андреев Георгий Васильевич — канд. с.-х. наук, науч. сотр., ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», 8061965@mail.ru

Петрова Ирина Владимировна — д-р биол. наук, зав. лабораторией Популяционной биологии древесных растений и динамики леса, ФГБУН «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук», irina.petrova@botgard.uran.ru

Поступила в редакцию 25.02.2025.

Одобрено после рецензирования 27.03.2025.

Принята к публикации 01.04.2025.

SIBERIAN STONE PINE (*PINUS SIBIRICA* DU TOUR) IN LATEST RESEARCH IN RUSSIA: LITERATURE SURVEY

N.V. Tantsyrev, N.S. Ivanova✉, G.V. Andreev, I.V. Petrova

Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS, 202a, 8 Marta st., 620144, Yekaterinburg, Russia

i.n.s@bk.ru

The following paper presents the contemporary study results of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) for the period 2018–2022. A total of 257 publications were subjected to review. It was revealed that there had been a high and stable level of publication activities. The primary research directions have been delineated, including natural and artificial regeneration, seed production and introduction, the stands composition and the Siberian stone pine forests dynamics, regenerative and climatogenic successions, genetics and breeding, paleobotany, pest and disease infestations, geobotany, interrelationships with the animal world, remote sensing problems and the development of GIS-technologies. It has been demonstrated that, in numerous publications, alongside conventional methodologies, novel approaches to research and data analysis have been employed. The paucity of research on the natural regeneration of Siberian stone pine in disturbed man-made territories and its relationship with nutcracker (*Nucifraga caryocatactes macrorhynchos*) is demonstrated. The necessity of improving forestry measures based on regional and forest typological features of reforestation has been identified. It is recommended to use the study results for the conservation and reproduction of Siberian stone pine forests.

Keywords: *Pinus sibirica*, Siberian stone pine, research directions

Suggested citation: Tantsyrev N.V., Ivanova N.S., Andreev G.V., Petrova I.V. *Sosna sibirskaya kedrovaya (Pinus sibirica du Tour) v sovremennykh issledovaniyakh Rossii: literaturnyy obzor* [Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in latest research in Russia: literature survey]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 4, pp. 19–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-4-19-38

References

- [1] Bobrov E.G. *Lesoobrazuyushchie khvoynnye SSSR* [Forestformation coniferous of the USSR]. Leningrad: Nayka, 1978, 188 p.
- [2] Bekh I.A. *Kedrovniki Yuzhnogo Priob'ya* [Siberian stone pine stands of the Southern Priob'e]. Novosibirsk: Nauka, 1974, 206 p.
- [3] Kirsanov V.A. *Biologo-ekologicheskaya kharakteristika kedra sibirskogo kak glavnogo lesobrazovatelya kedrovyykh lesov* [Biological and ecological characteristics of the Siberian stone pine as the main forest former of its forests]. *Vosproizvodstvo kedrovyykh lesov na Urale i v Zapadnoy Sibiri* [Reproduction of Siberian stone pine forests in the Urals and Western Siberia]. Sverdlovsk: Urals Scientific Center, 1981, pp. 3–12.
- [4] Povarnitsyn V.A. *Kedrovye lesa SSSR* [Siberian stone pine forests of the USSR]. Krasnoyarsk: SblTI Publ., 1944, 220 p.
- [5] Krylov G.V. *Lesy Zapadnoy Sibiri* [Forests of the Western Siberia]. Moscow: AN SSSR Publ., 1961, 255 p.
- [6] Talantsev N.K., Pryazhnicov A.N., Mishukov N.P. *Kedrovye lesa* [Siberian stone pine forests]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forestry industry], 1978, 176 p.
- [7] Khokhrin A.V. *Vliyaniye edaficheskikh usloviy na rost kultur kedra sibirskogo na Urale* [The influence of edaphic conditions on the growth of Siberian pine crops in the Urals]. *Vosproizvodstvo kedrovyykh lesov na Urale i v Zapadnoy Sibiri* [Reproduction of Siberian stone pine forests in the Urals and Western Siberia]. Sverdlovsk: Urals Scientific Center, 1981, pp. 63–72.
- [8] Sukachyov V.N. *Dendrologiya s osnovami lesnoy geobotaniki* [Dendrology with the basics of forest geobotany]. Moscow; Leningrad: Goslestekhzdat, 1938, 574 p.
- [9] Talantsev N.K. *Kedr* [Siberian stone pine]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forestry industry], 1981, 96 p.
- [10] Krutovskiy K.V., Politov D.V., Altukhov Yu.P. *Geneticheskaya izmenchivost sibirskoy kedrovoy sosny Pinus sibirica Du Tour. Soobshcheniye II. Uroven allozimnogo polimorfizma v prirodnoy populyatsii Zapadnogo Sayana* [Genetic variability of the Siberian stone pine *Pinus sibirica* Du Tour. Message II. Level of allozyme polymorphism in the natural population of Western Sayan]. *Genetika* [Russian J. of Genetics], 1988, iss. 24, no. 1, pp. 118–124.
- [11] Krutovskiy K.V., Politov D.V., Altukhov Yu.P. *Geneticheskaya izmenchivost sibirskoy kedrovoy sosny Pinus sibirica Du Tour. Soobshcheniye IV. Geneticheskoye raznoobrazie i stepen geneticheskoy differentsiatsii mezhdru populyatsiyami* [Genetic variability of the Siberian stone pine *Pinus sibirica* Du Tour. Message IV. Genetic diversity and degree of genetic differentiation between populations]. *Genetika* [Russian J. of Genetics], 1989, iss. 25, no. 11, pp. 2009–2023.
- [12] Politov D.V. *Genetika populyatsiy i evolyutsionnye vzaimootnosheniya vidov sosnovyykh (sem. Pinaceae) Severnoy Evrazii* [Population genetics and evolutionary relationships of pine species (family *Pinaceae*) of Northern Eurasia]. Diss. Dr. Sci. (Biol.), Moscow, 2007, 47 p.
- [13] Petrova Ye.A., Velisevich S.N., Belokon M.M., Belokon Yu.S., Politov D.V., Goroshkevich S.N. *Geneticheskoye raznoobrazie i differentsiatsiya populyatsiy kedra sibirskogo na Yuzhnoy granitse areala v ravninnoy chasti Zapadnoy Sibiri* [Genetic diversity and differentiation of Siberian stone pine populations at the Southern edge in lowland part of West Siberia]. *Ekologicheskaya genetika* [Ecological genetics], 2014, iss. 12, no. 1, pp. 48–61.

- [14] Nekrasova T.P. *Biologicheskie osnovy semenosheniya kedra sibirskogo* [Biological basis of seed production in Siberian stone pine]. Novosibirsk: Nauka, 1972, 274 p.
- [15] Vorob'yov V.N. *Osobennosti plodonosheniya kedra sibirskogo v gornyykh usloviyakh* [Peculiarities of fruiting of Siberian stone pine in mountain conditions]. *Biologiya semennogo razmnozheniya khvoynykh Zapadnoy Sibiri* [Biology of seed propagation of conifers in Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1974, pp. 15–21.
- [16] Vorob'yov V.N., Vorob'yova N.A., Goroshkevich S.N. *Rost i pol kedra sibirskogo* [Growth and sex of Siberian stone pine]. Novosibirsk: Nauka, 1989, 153 p.
- [17] Goroshkevich S.N. *Dinamika rosta i plodonosheniya kedra sibirskogo. Uroven i kharakter izmenchivosti* [Dynamics of growth and fruiting of Siberian pine. Level and nature of variability]. *Ekologia* [Russian J. of Ecology], 2008, no. 3, pp. 181–188.
- [18] Vorob'yov V.N., Cherkashin V.P., Kuzmitchyov V.V. *Tsiklichnost' rosta i semenosheniya kedra sibirskogo* [Cyclicality of growth and seed production of Siberian pine]. *Lesovedenie* [Russian J. of Forest Science], 1982, no 4, pp. 38–48.
- [19] Smolonogov N.P. *Ekologo-geograficheskaya differentsiatsiya i dinamika kedrovyykh lesov Urala i Zapadno-Sibirskoy ravniny (ekologo-lesovodstvennyye osnovy optimizatsii khozyaistva)* [Ecological and geographical differentiation and dynamics Siberian stone pine forests of the Urals and West Siberian Plain (ecological and silvicultural bases of optimization of the economy)]. Sverdlovsk: RISO UrO AN SSSR, 1990, 288 p.
- [20] Tantsyrev N.V., Sannikov S.N. *Analiz konsortivnykh svyazey mezhdu kedrom sibirskim i kedrovkoi na Severnom Urale* [Analysis of consortive relationships between the Siberian stone pine and the nutcracker in the Northern Urals]. *Ekologiya* [Russian J. of Ecology], 2011, v. 42, no. 1, p. 17–21. DOI: 10.1134/S1067413611010127
- [21] Stashkevich N.Yu., Shishikin A.S. *Zoogeny factor vozobnovleniya sosny kedrovoy sibirskoi v gorno-taehnykh lesakh Vostochnogo Sayana* [Zoogenic factor of Siberian pine restoration in the mountain taiga forests of East Sayan]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2014, no. 2, pp. 313–318.
- [22] Nikolaeva S.A., Savchuk D.A. *Dinamika vozobnovleniya kedra sibirskogo na Ket-Chulymskom mezhdurech'e (Zapadno-Sibirskaya ravnina)* [The Siberian Stone Pine regeneration dynamics in the Ket-Chulyum interfluvium (West Siberian Plain)]. *Interexpo GEO-Siberia*, 2015, v. 3, no. 4, pp. 64–68.
- [23] Goroshkevich S., Velisevich S., Popov A., Khutornoy O., Vasilyeva, G. 30-year cone production dynamics in Siberian stone pine (*Pinus sibirica*) in the southern boreal zone: a causal interpretation. *Plant Ecology and Evolution*, 2021, 154(3), pp. 321–331. DOI: 10.5091/PLECEVO.2021.1793
- [24] Nepomilueva N.I. *Kedr sibirskiy na severo-vostoke Evropeyskoy chasti SSSR* [Siberian stone pine in the north-east of the European part of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1974, 183 p.
- [25] Kirsanov V.A. *Formirovanie i razvitie kedrovnikov Severnogo Urala i smezhnogo Zauraliya* [Formation and development of Siberian stone pine forests of the Northern Urals and adjacent Trans-Urals]. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Sverdlovsk, 1975, 21 p.
- [26] Sedykh V.N. *Formirovanie kedrovyykh lesov Priob'ya* [The formation of Siberian pine forests of Ob region]. Novosibirsk: Nauka, 1979, 110 p.
- [27] Krylov G.V., Talantsev N.K., Kozakova N.F. *Kedr*: [Siberian stone pine]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forestry industry], 1983, 216 p.
- [28] Semechkin I.V., Polikarpov N.I., Iroshnikov A.I. *Kedrovye lesa Sibiri* [Siberian stone pine forests of Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 1985, 226 p.
- [29] Nikolaeva S.A., Bekh I.A., Savchuk D.A. *Otsenka etapov vosstanovitelno-voznrastnoy dinamiki temnokhvoynno-keedrovyykh lesov po dendrokronologicheskim dannym (na primere Ket'-Chulymskogo Mezhdurech'ya)* [Ontogeny of Siberian stone pine in the Ket-Chulyum Divide]. *Bulletin of Tomsk State University. Biology*, 2008, iss. 4, no. 3, pp. 180–185.
- [30] Tantsyrev N.V. *Lesovodstvenno-ekologicheskii analiz estestvennogo vozobnovleniya kedra sibirskogo na sploshnykh garyakh i vyrubkakh v gornyykh lesakh Severnogo Urala* [Forestry and ecological analysis of natural regeneration of Siberian stone pine on fire scars and clearings in mountain forests of the Northern Urals]. Diss. Cand. Sci. (Biol.). Ekaterinburg, 2012, 215 p.
- [31] Vorob'ov V.N. *Kedrovka i eyo vzaimosvyazi s kedrom sibirskim. (Opyt kolichestvennogo analiza)* [Nutcracker and its relationship with Siberian stone pine. (Experience in quantitative analysis)]. Novosibirsk: Nauka, 1982, 113 p.
- [32] Lanner R.M. *Made for each other. A symbiosis of birds and pines*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1996, 160 p.
- [33] Bekh I.A., Vorob'yev V.N. *Potentsial'nye kedrovniki. Problemy kedra* [Potential Siberian stone pine forests. The problems of the Siberian stone pine]. Tomsk: SO RAN, 1998, rel. 6, 123 p.
- [34] Polyakov V.I., Semechkin I.V. *Dinamika i ustoychivost' chernykh kedrovnikov Zapadnogo Sayana* [Dynamics and stability Siberian stone pine forests of Western Sayan]. *Lesovedenie* [Russian J. of Forest Science], 2004, no. 2, pp. 12–19.
- [35] Iroshnikov A.I. *Izmenchivost' nekotorykh morfologicheskikh priznakov i ekologo-fiziologicheskikh svoystv kedra sibirskogo* [Variability of some morphological features and ecological and physiological properties of Siberian stone pine]. *Selektsiya drevnykh porod v Vostochnoy Sibiri* [Selection of tree species in Eastern Siberia]. Moscow, Nauka, 1964, pp. 62–68.
- [36] Liberati A., Altman D.G., Tetzlaff J., Mulrow C., Gøtzsche P.C., Ioannidis J.P.A., Clarke M., Devereaux P.J., Kleijnen J., Moher D. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLOS Medicine*, 2009, v. 6, p. e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- [37] Mengist W., Soromessa T., Legese G. Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX* 2020, v. 7, p. 100777. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>

- [38] Svalova A.I., Bratilova N.P., Luzganov A.G. *Otsenka podpologovykh kultur sosny kedrovoy sibirskoy v urochishche «Maydat» prigorodnoy zony Krasnoyarska* [Assessment of cultures under forest canopy of Siberian cedar pine in the tract «Maydat» in the suburban zone of Krasnoyarsk]. *Khvoynye borealnoy zony* [Conifers of the boreal area]. 2022, v. XL, no. 1. pp. 46–59.
- [39] Velisevich S.N., Popov A.V., Mel'nik M.A., Goroshkevich S.N. *Vliyaniye pozdnykh vesennykh zamorozkov na plodonosheniye kedra sibirskogo (Pinus sibirica Du Tour) v izmenyayushchemsya klimate* [Influence of late spring light frosts on Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) seed production in changing climate]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 5, pp. 138–152. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-138-152
- [40] Khoroshev A.S. *Lesnye kultury sosny kedrovoy sibirskoy v Serpovskom lesnichestve Tambovskoy oblasti* [Forest cultures of Siberian cedar pine in Serpovsky forestry of the Tambov region]. *Actualnye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Current Directions of Scientific Research in the 21st Century: Theory and Practice], 2019, v. 7, iss. 46, no. 3. pp. 306–309.
- [41] Levin S.V. *Ekologo-biologicheskie osobennosti proizrastaniya kedra sibirskogo (Pinus sibirica) v usloviyakh introdukcii Voronezhskoy oblasti* [Ecological and biological characteristics of Siberian cedar (*Pinus sibirica* Du Tour) growth under the conditions of introduction in Voronezh region]. *Bulleten gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Bull. Of State Nikita Botan. Garden], 2022, no. 144, pp. 25–32. DOI: 10.36305/0513-1634-2022-144-25-32
- [42] Nikolaeva M.A., Varentsova E.Yu., Mezhdina K.M. *Otsenka sokhrannosti i sostoyaniya Pinus sibirica Du Tour v geograficheskikh kul'turakh Leningradskoy oblasti* [Assessment of the preservation and condition of *Pinus sibirica* Du Tour in provenance trials of Leningrad region]. *Khvoynye borealnoy zony* [Conifers of the boreal area]. 2022, v. XL, no. 5. pp. 381–387.
- [43] Belov L.A., Zalesova Ye.S., Zalesov S.V., Kartashova T.Yu., Timerbulatov F.T. *Opyt pereformirovaniya proizvodnykh myagkolistvennykh nasazhdeniy v korennye kedrovniki* [The experience of derivative soft-leaved re-forming into native cedar stands]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Buryat agrarian state academy]. 2019, v. 56, no 3. p. 87–91. DOI: 10.34655/bgsha.2019.56.3.013
- [44] Andreeva Ye.M., Terekhov G.G., Stetsenko S.K., Soloviyov V.M., Fomin V.V. *Lesovodstvennaya i sanitarnaya otsenka kul'tur kedra sibirskogo pervogo klassa vozrasta v Sverdlovskoy oblasti* [Forestry and sanitary assessment of cedar crops of the first class age in the Sverdlovsk region]. *Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki* [Natural and technical sciences], 2019, iss. 136, no. 10, pp. 172–176. DOI: 10.25633/ETN.2019.10.26
- [45] Debkov N.M., Panevin V.S. *Iskusstvennoe vosstanovleniye kedrovyykh lesov Tomskoy oblasti* [Artificial Reforestation of Siberian Pine Forests in Tomsk Region]. *Russian Forestry J.*, 2019, no. 2. pp. 9–21. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.2.9
- [46] Grishlova M.V., Svalova A.I., Bratilova N.P. *Sravnitel'nyy analiz pokazateley sosny sibirskoy Biryusinskogo proiskhozhdeniya pri raznoy gustote posadki* [Comparative analysis of indicators for *Pinus sibirica* of Biryusinsky origin under different planting density]. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy* [Youth. Society. Modern science, technic and innovations], 2021, v. 20, pp. 340–342.
- [47] Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. *Otsenka kul'tur kedra sibirskogo v kontse pervogo klassa vozrasta* [Evaluation of Siberian stone pine plantations at the end of the first age class]. *Russian Forestry J.*, 2021, no. 6, pp. 56–68. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-6-56-68
- [48] Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Kabonen A.V., Ioffe A.O. *Otsenka rezul'tatov introduktsii sosny kedrovoy sibirskoy v usloviyakh Yuzhnoy Karelii* [Evaluation of the results of the introduction of Siberian cedar pine in the conditions of South Karelia]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2022, iss. 54, no. 2, pp. 6–14. DOI: 10.25686/2306-2827.2022.2.6
- [49] Vasil'ev S.B., Ledenev D.A., Semaev S.V. *Osobennosti rosta sosny kedrovoy sibirskoy na tekhnogennykh substratakh Egor'evskogo mestorozhdeniya fosforitov* [Features of growth of Siberian stone pine on technogenic substrates of the Yegoryevsky phosphorite deposit]. *Russian Forestry J.*, 2011, no. 3 (321), pp. 15–19.
- [50] Debkov N.M., Panevin V.S. *Otsenka estestvennogo vozobnovleniya kedra sibirskogo pod pologom lesa i na vyrubkakh v sredney tayge Zapadnoy Sibiri* [The estimate of natural regeneration of Siberian pine in middle taiga (Western Siberia) under forest canopy and on clearings]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2018, iss. 40, no 4, pp. 5–20. DOI: 10.15350/2306-2827.2018.4.5
- [51] Zalesova E.S., Chermnykh A.I. *Obespechennost podrostom nasazhdeniy v raionakh neftegazodobychi* [Provision of forest stands with undergrowth in region of oil-gas production]. *Lesa Rossii i khozyaistvo v nikh* [Forests of Russia and their management], 2019, iss. 69, no. 1, pp. 18–30.
- [52] Efa D.E., Zalesov S.V. *Lesovosstanovleniye na vyrubkakh v podzone severnoy taigi Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga – Yugra* [Reforestation on felled areas in the subzone of Northern taiga in the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra]. *Vestnik biotekhnologii* [Bulletin of Biotechnology]. 2018, iss. 15, no 1, pp. 12–19.
- [53] Nikitina N.V., Mikhaylova L.M. *Rost i razvitiye podrosta kedra (Pinus sibirica Du Tour) pod pologom lesa i na vyrubkakh Yugo-Zapadnoy Yakutii* [Growth and development of the cedar (*Pinus sibirica* Du Tour) adolescent under the forest protection and on the cut-over areas of South-Western Yakutia]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in current natural sciences], 2018, v. 2, no. 12, pp. 296–301.
- [54] Tantsyrev N.V. *Nachalnaya faza formirovaniya poslepozharnykh gornyykh kedrovnikov na Severnom Urale* [The initial phase of the formation of post-fire Siberian stone pine mountain forests in the Northern Urals]. *Khvoynye borealnoy zony* [Conifers of the boreal area], 2022, v. XL, no. 5, pp. 395–403. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-5-395-403

- [55] Tantsyrev N.V., Andreev G.V. *Osnovnye factory razvitiya podrosta kedra sibirskogo pod pologom proizvodnogo sosnyaka* [The main factors in the development of Siberian stone pine undergrowth under the canopy of derivative pine stand]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2020, iss. 48, no. 4, pp. 22–30. DOI:10.25686/2306–2827.2020.4.22
- [56] Tantsyrev N.V., Andreev G.V. *Vliyanie konkurentsii drevostoya na vozobnovlenie i rost podrosta kedra sibirskogo v bereznyake* [The Effect of Stand Competition on the Regeneration and Growth of Siberian Stone Pine Undergrowth in Birch Forest]. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management], 2021, iss. 50, no. 2, pp. 13–22. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.2.13
- [57] Klimova O.A., Kupriyanov A.N. *Vliyanie ekologicheskikh usloviy na zanos semyan i lesovozobnovlenie na otvalakh ugol'nykh razrezov Kuzbassa* [Influence of environmental conditions on seed infusion and forest regeneration at coal mine dumps of Kuzbass]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry J.], 2018, no. 5, pp. 45–53. DOI: 10.15372/SJFS20180504
- [58] Ziganshin R.A. *Lesnoy massiv: sravnitel'naya dinamika srednego diametra khvoynykh drevostoev razlichnykh tipov lesa* [Woodland: comparative dynamics of average diameters of coniferous tree stands of different forest types]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry J.], 2019, no. 6, pp. 39–52. DOI: 10.15372/SJFS20190605
- [59] Danilina D.M., Nazimova D.I., Konovalova M.E. *Prostranstvenno-vremennaya struktura i dinamika pozdnesuktsessionnogo chernevogo kedrovnika Zapadnogo Sayana* [Spatio-temporal structure and dynamics of a late succession stage cedar pine taiga of the Western Sayan mountains]. Lesovedenie [Russian J. of Forest Science], 2020, no 5, pp. 387–398. DOI: 10.31857/S0024114820050034
- [60] Konovalova M.E., Konovalova E.G., Tsvetkov E.N., Genov D.D. *Razmernaya i vozrastnaya struktura gornyykh kedrovnikov Prieniseyskikh Sayan* [Dimensional and age structure of mountain Siberian stone pine forests of the Cis-Yenisei Sayan]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry J.], 2020, no 3, pp. 51–62. DOI: 10.15372/SJFS20200305
- [61] Bryukhanov I.I. *Osobennosti formirovaniya i rosta kedrovyykh lesov v razlichnykh landshaftnykh usloviyakh Vostochnogo Sayana* [Features of the formation and growth of cedar forests in various landscape conditions of the Eastern Sayan]. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: estestvennye i tekhnicheskie nauki [Modern Science: Current Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences], 2021, no. 5. pp. 12–15. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.05.05
- [62] Koronatova N.G., Kosykh N.P. *Produktivnost' drevesnogo yarusa na verkhovykh bolotakh v tayozhnoy zone Zapadnogo Sayana* [Forest stand productivity on peat bogs of Western Siberia's taiga zone]. Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science], 2022, no. 4, pp. 432–448. DOI: 10.31857/S0024114822040052
- [63] Medvedkov A.A. *Klimatogennaya dinamika landshaftov Sibirskoy taigi v bassejne Srednego Eniseya* [Climatogenic dynamics of Siberian taiga landscapes in the Middle Yenisei river basin]. Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources], 2018, no. 4, pp. 122–129. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(122-129)
- [64] Sizykh A.P. *Transformatsiya i vosstanovlenie rastitelnosti v Priбайkalie* [Transformation and reconstitution of vegetation in the Pre-Baikal]. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya nauki o Zemle [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences], 2021, v. 37, pp. 86–102. DOI: 10.26516/2073-3402.2021.37.86
- [65] Tsubul'skiy V.R. *Otsenka ustoychivosti bioraznoobraziya severa Zapadnoy Sibiri cherez statsionarnost' drevesno-koltsevyykh vremrnykh ryadov vidov-edifikatorov* [Estimating the Biodiversity Stability in the North of Western Siberia through Stationary Wood-Ring Time Series of Edificators Species]. Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopolzovanie [Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology], 2018, v. 4, no. 2, pp. 44–57. DOI: 10.21684/2411-7927-2018-4-2-44-57
- [66] Kachaev A.V., Petrov I.A., Kharuk V.I., Belova E.N. *Novyy podkhod k formirovaniyu peremennykh logisticheskoy regressionnoy modeli prognoza usykhaniya derev'ev na osnove dinamiki godichnykh kolets v gornyykh lesakh Kuznetskogo Alatau* [A new approach to developing a logistic regression model variables to predict tree mortality, based on tree-ring growth dynamics]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry J.], 2020, no 5, pp. 37–44. DOI: 10.15372/SJFS20200504
- [67] Nikolaeva S.A., Savchuk D.A. *Otsenka metodov dendroindikatsii pri datirovani ekzogennykh gravitatsionnykh protsessov proshlogo v verkhov'yakh r. Aktru (Gornyy Altay)* [Assessment of dendrogeomorphological dating methods of past geomorphic processes in the Aktru headwater (the Russian Altai mountains)]. Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2021, v. 85, no. 3, pp. 392–404. DOI: 10.31857/S2587556621030110
- [68] Bykov N.I., Shigimaga A.A., Vorob'ev R.I. *Radial'nyy rost drevesnykh rasteniy na poberezh'e Teletskogo ozera* [Radial growth of tree plants on the coast of lake Teletsky]. Polevyye issledovaniya v Altaiskom Biosfernom zapovednike [Field research in the Altai Biosphere Reserve], 2022, iss. 4, pp. 6–11. DOI: 10.52245/26867109_2022_4_6
- [69] Petrov I.A., Shushpanov A.S., Golyukov A.S., Kharuk V.I. *Vozdeystvie izmeneniy klimata na radialnyy prirost Pinus sibirica Du Tour v gornyykh lesakh Kuznetskogo Alatau* [*Pinus sibirica* Du Tour response to climate change in the forests of the Kuznetsk Alatau Mountains]. Sibirskiy lesnoy zhurnal [Siberian Forestry J.], 2019, no. 5, pp. 43–53. DOI: 10.15372/SJFS20190506
- [70] Sannikov S.N., Tantsyrev N.V., Petrova I.V. *Invaziya populyatsiy sosny sibirskoy v gornuyu tundru Severnogo Urala* [Invasion of Siberian pine populations into the mountain tundra of the Northern Urals]. Sibirskiy ekologicheskii zhurnal [Contemporary Problems of Ecology], 2018, no. 4, pp. 449–461. DOI: 10.1134/S1995425518040078

- [71] Ivanova N., Tantsyrev N., Li G. Regeneration of *Pinus sibirica* Du Tour in the Mountain Tundra of the Northern Urals against the Background of Climate Warming. *Atmosphere*, 2022, v. 13, p. 1196. DOI: 10.3390/atmos13081196
- [72] Leontiev D.F. *Prirodnaya sreda v usloviyakh izmeneniya klimata i reaktsiya otdelnykh predstavitel'nykh bioty* [The environment in conditions of climate change and reaction certain representatives of the biota]. *Nauchnoye obozreniye. Biologicheskiye nauki* [Scientific review: biological sciences], 2018, no 3, pp. 18–22.
- [73] Debkov N.M., Kartashova T.YU., Zalesova E.S., Belov L.A., Opletaev A.S., Timerbulatov F.T. *Nekotorye aspekty posledstviy osvvetleniy v kedrovyykh kulturakh* [Some aspects of the influence of thinning in Siberian stone pine cultures]. *Lesa Rossii i khozyaistvo v nikh* [Forests of Russia and their management], 2018, iss. 66, no. 3, pp. 21–28.
- [74] Konovalova M.E., Danilina D.M., Nazimova D.I. Thinning-based formation of Siberian pine forests in the dark chern zone of Western Sayan. *Siberian Ecological J.*, 2018, no. 11(7), pp. 779–788. DOI: 10.1134/S1995425518070065
- [75] Zalesov S.V., Belov L.A., Opletaev A.S., Magasumova A.G., Kartashova T.Yu., Debkov N.M. *Formirovanie kedrovnikov rubkami ukhoda na byvshikh sel'skokhozyaystvennykh ugod'yakh* [Formation of Siberian Pine Forests by Improvement Felling on Former Agricultural Lands]. *Russian Forestry J.*, 2021, no. 1, pp. 9–19. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-9-19
- [76] Farber S.K., Murzakmatov R.T. *Vyborochnye sanitarnyye rubki v zashchitnykh kedrovyykh nasazhdeniyakh Khakasii: opyt poslerubochnoy taksatsii i lesovodstvennyy analiz* [Selective forest health felling in protective Siberian stone pine stands of Khakassia: an experience of post-logging survey and silvicultural analysis]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry J.], 2021, no. 3, pp. 27–37. DOI: 10.15372/SJFS20210303
- [77] Rogozin M.V., Mikhalev V.V. *Vysshie rasteniya – fitoindikatoryy geoaktivnykh zon v gorakh i na ravnine* [Vascular plants – phyto-indicators of geoactive zones in mountains and plains]. *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii* [Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia], 2021, v. 20, no. 1, pp. 373–378. DOI: 10.14258/pbssm.2021075
- [78] Rogozin M.V., Mikhalev V.V., Rybalchenko A.Ya. *Geoaktivnyye zony i struktura rastitelnykh soobshchestv v svyazi s novymi otkrytiyami v kosmicheskoy geologii* [Geoactive zones and the structure of plant communities in connection with new discoveries in space geology]. *Byulleten nauki i praktiki* [Bulletin of science and practice], 2021, v. 7, no. 1, pp. 33–48. DOI: 10.33619/2414-2948/62/03
- [79] Milyutin L.I., Muratova E.N., Larionova A.Ya. *Razvitie lesnoy genetiki v Rossii* [Development of forest genetics in Russia]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry J.], 2018, no 1, pp. 3–15. DOI: 10.15372/SJFS20180101
- [80] Tarakanov V.V., Palenova M.M., Parkina O.V., Rogovtsev R.V., Tret'yakova R.A. *Lesnaya selektsiya v Rossii: dostizheniya, problemy, priority (obzor)* [Forest selective breeding in Russia: achievements, challenges, priorities (overview)]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2021, no. 1, pp. 100–143. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2021.1.09
- [81] Krutovskiy K.V., Putintseva Yu.A., Oreshkova N.V., Bondar E.I., Sharov V.V., Kuz'min D.A. *Postgenomnyye tekhnologii v prakticheskom lesnom khozyaystve: razrabotka polnogenomnykh markerov dlya identifikatsii proiskhozhdeniya drevesiny i drugikh zadach* [Postgenomic technologies in practical forestry: development of genome-wide markers for timber origin identification and other applications]. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* [Forest Engineering Journal], 2019, v. 9, iss. 143, no. 1, pp. 9–16. DOI: 10.12737/article_5c92016b64af27.15390296
- [82] Oreshkova N.V., Pimenov A.V., Sedel'nikov A.T.S., Efremov S.P. *Geneticheskyy polimorfizm sosny sibirskoy kedrovoy (Pinus sibirica Du Tour) v Kuznetskom Alatau* [Genetic polymorphism of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in Kuznetsk Alatau]. *Sibirskiy ekologicheskyy zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2020, v. 13, no. 6, pp. 569–576.
- [83] Henry A., Bezrukova E.V., Kuz'min M.I., Teten'kin A.V. *Novye dannye k rekonstruktsii rastitelnosti i klimata v Baikalo-Patomskom nagorie (Vostochnaya Sibir) v maksimum poslednego oledeneniya – ranнем golotsene* [New data on vegetation and climate reconstruction in the Baikal-Patom highland (Eastern Siberia) in the last glacial maximum and early Holocene]. *Doklady Akademii nauk* [Doklady of the Academy of sciences], 2018, v. 478, no. 2, pp. 241–244. DOI: 10.7868/S0869565218050195
- [84] Reshetova S.A. *Rekonstruktsiya rastitelnosti Chitino-Ingodinskoy vpadiny (Zabaikalie) v pozdnem golotsene* [Reconstruction of vegetation Chitino-Ingoda depression (Transbaikalia) in the late Holocene]. *Geosfernye issledovaniya* [Geosphere research], 2018, no. 4, pp. 56–63. DOI: 10.17223/25421379/9/6
- [85] Bibaeva A.Yu. *Preobrazovanie geosistem Priolkhoniya v pozdnem kainozoe* [Transformation of Priolhonye geosystems in later cenozoic era]. *Izvestia Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria Nauki o Zemle* [The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences], 2018, v. 23, pp. 28–42. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.23.28>
- [86] Antipina T.G., Preis Y.I., Zenin V.N. *Dinamika lesnoy rastitelnosti i klimata v yuzhnoy taige Zapadnoy Sibiri v pozdnem golotsene po dannym sporovo-pyltsovogo analiza i AMS-datirovaniya torfyanogo razreza Bolotnoe* [Dynamics of forest vegetation and climate in the Southern taiga of Western Siberia in the late holocene according to spore-pollen analysis and AMS dating of the Peat Bog]. *Ekologia* [Russian J. of Ecology]. 2019, v. 50, no. 5, pp. 445–452. DOI: 10.1134/S0367059719050032
- [87] Karpenko L.V., Rodionova A.B. *Rekonstruktsia regionalnoy dinamiki lesnogo pokrova sukhodolov centralnoy chasti Sym-Dubchesskogo mezhdurechia v srednem i pozdnem golotsene* [Reconstruction of regional dynamics of forest cover on dry lands of the central Sym-Dubches interfluvium in the middle and late holocene]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry J.], 2021, no. 1, pp. 45–57. DOI: 10.15372/SJFS20210105
- [88] Koshkarov A.D., Koshkarova V.L. *Ekologo-geograficheskie osobennosti formirovaniya lesnykh formatsiy v srednem techenii Nizhney Tunguski v poslednikovoe vremya* [Ecological and geographical features of forest formation in the middle current of the Lower Tunguska in last late time]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in current natural sciences], 2021, no. 2, pp. 100–106. DOI: 10.17513/use.37581
- [89] Rusetskaya G.D., Baldanova L.P. *Problemy ekologii i zashchity lesa v Irkutskoy oblasti* [Problems of ecology and forest protection in the Irkutsk region]. *Ekologia i promyshlennost Rossii* [Ecology and Industry of Russia], 2020, v. 24, iss. 4, pp. 42–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-4-42-45

- [90] Debkov N.M., Bisirova E.M., Bocharov A.Yu. *Dinamika radialnogo prirosta kedra sibirskogo Pinus sibirica Du Tuor v ochagakh invazii ussuriyskogo poligrafa Polygraphus proximus Blandf* [Dynamics of radial growth of Siberian pine *Pinus sibirica* Du Tuor in focus of invasion of four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 2018, iss. 224, pp. 161–175. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.224.161-175
- [91] Kerchev I.A., Krivets S.A., Bisirova E.M., Smirnov N.A. *Rasprostranenie soyuznogo koroeda Ips amitinus (Eichhoff, 1872) v Zapadnoy Sibiri* [Distribution of the small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) in Western Siberia]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forest Engineering Academy], 2021, v. 21, no. 4, pp. 77–84. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-4-77-84
- [92] Chzhan S.A., Puzanova O.A., Kalachyova Ye.V. *Istoriya razvitiya ochaga sibirskogo shelkopryada v Okinskom lesnichestve Respubliki Buryatiya* [The history of the development of the Siberian silkworm hearth in the Okinsky forestry of the Republic of Buryatia]. *Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i Inzhenernye nauki* [Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki], 2021, iss. 1, pp. 194–198.
- [93] Shilkina E.A., Sheller M.A., Ibe A.A., Sukhikh T.V. *Patogennyye griby lesnykh pitomnikov Krasnoyarskogo kraya i Respubliki Khakassia* [Pathogenic fungi of forest nurseries of Krasnoyarsk krai and the Republic of Khakassia]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Zashchita i karantin rasteniy], 2019, no. 6, pp. 29–31.
- [94] Shishikin A.S., Efimov D.Yu., Loshchev S.M., Murzakmatov R.T., Buyantsog B.-O. *Les khrebta Khan-Khykhiy* [Forests of the Khan-Khukhiy Mountain Ridge in Mongolia]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry J.], 2018, no. 6, pp. 3–15. DOI: 10.15372/SJFS20180601
- [95] Pak L.N. *Bioraznoobrazie temnokhoynoy taigi basseina reki Atsa (Vostochnoe Zabaikalie)* [Biodiversity of taiga trees with dark needles in Atsa river basin (Eastern Transbaikalia)]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research J.], 2019, iss. 82, no. 4–1, pp. 86–92. DOI: 10.23670/IRJ.2019.82.4.017
- [96] Konovalova M.E., Danilina D.M., Stepanov N.V., Timoshkin V.B., Sobachkin D.S. *Bioraznoobrazie i struktura nenarushennykh gorno-taizhnykh kedrovnikov Idarskogo Belogor'ya (Vostochnyy Sayan)* [Biodiversity and structure of undisturbed mountain Siberian pine taiga of the Idarsky Belogorye ridge (East Sayan)]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Contemporary problems of ecology], 2020, v. 13, no. 1, pp. 48–59. DOI: 10.15372/SEJ20200105
- [97] Bashegurov K.A., Bun'kova N.P., Kartashova T.Yu., Morozov A.E. *Vzaimosvyaz' lesnykh formatsiy s tipami lesa, pochvy i uvlazhneniya* [Relationship of forest formations with types of forest, soil and moisture]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research J.], 2021, iss. 108, v. 3, no. 6, pp. 68–73. DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.071
- [98] Sheremetova S.A. *K voprosu o floristicheskoy raionirovaniy Kemerovskoy oblasti* [To the question of the floristic zoning of the Kemerovo region]. *Botanicheskiye issledovaniya Sibiri i Kazakhstana* [Botanical studies of Siberia and Kazakhstan], 2019, iss. 25, pp. 34–41.
- [99] Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., Mcglinn D., Minchin P., O'hara R., Simpson G., Solymos P. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-5. Available at: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. *Community Ecol. Package* 2022, 2, 1–297. Available online: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf> (accessed 30.03.2023).
- [100] Zolotova E., Ivanova N., Ivanova S. *Global overview of modern research based on Ellenberg indicator values*. *Diversity*, 2023, no. 15, p. 14. <https://doi.org/10.3390/d15010014>
- [101] Ivanova N., Zolotova E. *Landolt indicator values in modern research: A review*. *Sustainability*, 2023, v. 15, p. 9618. DOI: 10.3390/su15129618
- [102] Ivanova N.S., Zolotova E.S., Li G. *Influence of soil moisture regime on the species diversity and biomass of the herb layer of pine forests in the Ural Mountains*. *Ecological Questions*, 2021, v. 32, pp. 27–38. DOI: 10.12775/EQ.2021.011
- [103] Ivanova N. *Forest typological features of herb species abundance distributions of pine forests in the Ural Mountains*. *Proceedings of the BIO Web of Conferences: Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation, Novosibirsk, Russia, 6–12 September 2021*, v. 38, p. 00047. DOI: 10.1051/bioconf/20213800047
- [104] Ivanova N., Petrova I. *Species abundance distributions: Investigation of adaptation mechanisms of plant communities*. *E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations» (FARBA 2021)*; EDP Sciences: Les Ulis, France, 2021, v. 254, p. 02003. DOI: 10.1051/e3sconf/202125402003
- [105] Leont'ev D.F., Petrov A.S., Zotchenko Z.N. *Inventarizatsiya okhotnich'ikh ugodiy Uchebno-opytного okhotnich'ego khozyaystva «Goloustnoe»* [Inventory of hunting grounds of Educational-experimental farm «Goloustnoye»]. *Vestnik IrGSKhA* [Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy], 2018, no. 86, pp. 91–103.
- [106] Markov N.I., Pankova N.L., Vasina A.L., Pogodin N.L. *Osobennosti royushchey deyatel'nosti kabana Sus Scrofa na severnoy granitse areala v Zapadnoy Sibiri* [Specific features of wild boar, *Sus Scrofa*, rooting activity at the Northern boundary of its range in Western Siberia]. *Ekologia* [Russian J. of Ecology], 2018, v. 49, no. 6, pp. 584–587. DOI: 10.1134/S1067413618060085
- [107] Vinober A.V. *Lesnye pozhary i migratsii burogo medvedya* [Forest fires and migration of the brown bear]. *Gumanitarnyye aspekty okhoty i okhotnichiyevogo khozyaystva* [Gumanitarnyye aspekty okhoty i okhotnich'ego khozyaystva], 2019, iss. 19, no. 7, pp. 81–89.
- [108] Leont'ev D.F., Kozlova N.Yu. *Dinamika vozrastnoy struktury lesov kak faktor vliyaniya na sostoyanie chislennosti okhotnich'ikh zhivotnykh Yuzhnogo Predbaykal'ya (na primere basseyna r. Goloustnaya)* [The dynamics of age struc-

- ture of forests as a factor influence on the state of number hunting animals the Southern Predbaykalia (On the example of Goloustnaya pool river)]. *Gumanitarnyye aspekty okhoty i okhotnichiyego khozyaystva* [Humanitarian aspects of hunting and game management], 2019, iss. 23, no. 11, pp. 40–44.
- [109] Puchkovskiy S.V., Rubleva E.A., Buinovskaya M.S. *Shatuny burogo medvedya v Rossii* [Brown bear shatuns in Russia]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya, Nauki o zemle* [Bulletin of Udmurtskii state university. Seriya Biology, Earth Sciences], 2019, iss. 1, v. 29. pp. 124–136.
- [110] Leont'ev D.F., Dolgerd P.A. *Vliyanie kopytnykh zhivotnykh na podrost okrestnostey Uchebnoy okhotnich'ey bazy «Bulunchuk» Uchebno-opytного okhotnich'ego khozyaystva «Goloustnoe» (Yuzhnoe Predbaykal'e)* [Influence of the Training hunting base «Bulunchuk» of the Training and experimental hunting farm «Housnoe» (Southern Prebaikale)]. *Biosfernoye khozyaystvo: teoriya i praktika* [Biosphere Economy: Theory and Practice], 2021, iss. 40, no. 11, pp. 18–23.
- [111] Terekhov G.G., Andreeva E.M., Stetsenko S.K. Method for creating mixed cultures of cedar under conditions of damage by wild animals. *Invention*, 2021, 12 p.
- [112] Tantsyrev N.V. *Analiz razmeshcheniya kedrovkoy kladovkoy semyan kedra sibirskogo po sledam ikh zimnego ispol'zovaniya* [Analysis of placement of Siberian stone pine seeds storage by nutcracker in traces of their winter use]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova* [Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov], 2020, iss. 60, no. 3. pp. 117–125. DOI: 10.34655/bgsha.2020.60.3.018
- [113] Kuz'menko E.I., Frolov A.A., Silaev A.V. *Geoinformatsionnoe kartografirivanie landshaftov severo-zapada Zapadnoy Sibiri na osnove mozaiki Khansena* [Geoinformational mapping of landscapes in the northwestern part of Western Siberia using the Hansen mosaic dataset]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2018, no. 2, pp. 145–153. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(145-153)
- [114] Sambuu A.D., Ayunova O.D., Chupikova S.A. *Struktura rastitel'nogo pokrova severo-vostochnoy chasti Tuvy* [Structure of the vegetative cover of the North-Eastern part of Tuva]. *Vestnik nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Nizhnevartovsk State University], 2020, no. 3, pp. 33–41. DOI: 10.36906/2311-4444/20-1/06
- [115] Voronin V.I., Sizykh A.P., Oskolkov V.A. *Pochvenno-geobotanicheskoe profilirovanie kak metod indikatsii razvitiya rastitel'nosti Baykal'skogo regiona* [Soil-Geobotanical profiling as the indication method for vegetation development in the Baikal region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2022, v. 43, no. 3. pp. 77–86. DOI: 10.15372/GIPR20220309
- [116] Atutova Zh.V. *Kartografirovanie antropogennoy i spontannoy (prirodnoy) preobrazovannosti geosistem Tunkinskoy kotloviny* [Mapping of Anthropogenic and Spontaneous (Natural) Transformation of the Geosystems of the Tunkinskaya Depression]. *Izvestiya RAN. Seriya Geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], 2020, no. 1, pp. 138–146. DOI: 10.31857/S2587556620010045
- [117] Rozhkov Yu.F., Kondakova M.Yu. *Otsenka dinamiki vosstanovleniya lesov posle pozharov v Olekminskom zapovednike (Rossiya) po kosmicheskim snimkam LANDSAT* [Assessment of the post-fire forest restoration dynamics in the Olekminsky state nature reserve (Russia) according to data of LANDSAT satellite images]. *Zapovednaya nauka* [Nature Conservation Research], 2019, v. 4, no. 1, pp. 1–10. DOI: 10.24189/ncr.2019.014
- [118] Sochilova E.N., Surkov N.V., Ershov D.V., Khamedov V.A. *Otsenka zapasov fitomassy lesnykh porod po sputnikovym izobrazheniyam vysokogo prostranstvennogo razresheniya (na primere lesov Khanty-Mansiyskogo AO)* [Assessment of biomass of forest species using satellite images of high spatial resolution) on the example of the forest of Khanty Mansi autonomous okrug]. *Voprosy lesnoy nauki* [Forest science issues], 2018, v. 1, no. 1, pp. 1–23. DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-23
- [119] Parkina O.V., Tretyakova R.A., Galitskaya G.A. *Dinamika semenosheniya sosny kedrovoy sibirskoy (Pinus sibirica) v usloviyakh Novosibirskoy oblasti* [Dynamics of Siberian pine (*Pinus sibirica*) seed production in Novosibirsk region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 6, pp. 44–50. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-44-50
- [120] Goroshkevich S.N., Velisevich S.N., Zhuk E.A., Vasil'eva G.V. *Plodonoshenie kedrovyykh sosen na yuge Zapadnoy Sibiri: rezul'taty 30-letnikh nablyudeniy* [Cone production of stone pines in the South of Western Siberia: results of 30 years of monitoring]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Contemporary problems of ecology], 2022, v. 15, no. 3, pp. 262–269. DOI: 10.1134/S1995425522030064
- [121] Pastukhova A.M., Voytkovich A.E., Akopyan D.V. *Dinamika semenosheniya kedra sibirskogo raznogo geograficheskogo proiskhozhdeniya na uchastke «Izvestkovyy» za 17 let nablyudeniy* [Dynamics of cedar seed production of Siberian cedar of different geographical origin in the Limestone area over 17 years of observation]. *Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2022, iss. 62, pp. 67–69.
- [122] Bender O.G., Goroshkevich S.N. *Gazoobmen i sodержание fotosinteticheskikh pigmentov u shirotnykh ekotopov kedra sibirskogo v opyte EX SITU* [Gas exchange and photosynthetic pigment content in latitudinal ecotypes of the Siberian stone pine EX SITU]. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* [Siberian Forestry J.], 2020, no. 5, pp. 28–35. DOI: 10.15372/SJFS20200503
- [123] Bender O.G. *Otsenka akklimatizatsii gornyykh ekotopov Pinus sibirica EX SITU po pokazatelyam SO2 gazoobmena* [Assessment of acclimation of *Pinus sibirica* mountain ecotypes EX SITU on CO₂-gas exchange parameters]. *Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii* [Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia], 2021, no. 20(1), pp. 66–69. DOI: 10.14258/pbssm.2021014
- [124] Nevzorov V.N., Kokh Zh.A., Matskevich I.V., Kholopov V.N. *Sovershenstvovanie tekhnologii i oborudovaniya proizvodstva kedrovogo masla* [Improvement of technology and equipment cedar oil production]. *Khvoynnye boreal'noy zony* [Conifers of the boreal area], 2022, v. XL, no. 5. pp. 444–449. DOI: 10.53374/1993-0135-2022-6-444-449

The work was carried out within the framework of the state task of the Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, № 123112700125-1

Author's information

Tantsyrev Nikolay Vladimirovich — Cand. Sci. (Biology), Scientific Senior Researcher, Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 89502076608@mail.ru

Ivanova Natal'ya Sergeevna [✉] — Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, i.n.s@bk.ru

Andreev Georgiy Vasil'evich — Cand. Sci. (Agriculture), Scientific Researcher, Institute Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 89502076608@mail.ru

Petrova Irina Vladimirovna — Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory of Population Biology of Woody Plants and Forest Dynamics of Botanic Garden Ural Branch of Russian Academy of Sciences, irina.petrova@botgard.uran.ru

Received 25.02.2025.

Approved after review 27.03.2025.

Accepted for publication 01.04.2025.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest