

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЛЕСОВ С УЧАСТИЕМ *PINUS SIBIRICA* В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ КОЛВЫ (СЕВЕРНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ) С 1938 ПО 2023 ГОДЫ

А. А. Алейников^{1,2,*}, В. Э. Алексутин², Ф. К. Возьмитель^{3,4}, А. Н. Гуня²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Россия

²Институт географии РАН, Россия

³Институт леса Карельского научного центра РАН, Россия

⁴Государственный природный заповедник «Денежкин Камень», Россия

*e-mail: aaacastor@gmail.com

Поступила: 10.04.2024. Исправлена: 05.06.2024. Принята к опубликованию: 05.08.2024.

Лесные экосистемы подвергались воздействию человека на протяжении нескольких тысячелетий. Прошрое природопользование не только изменило соотношение наземных экосистем разных типов, но и повлияло на распространение древесных видов. Знание прошлого видового состава лесов, его динамики, а также его отличия от современного должно быть основой для выделения и сохранения наиболее ценных лесов, а также восстановления ранее нарушенных. На основе анализа материалов лесоустройства 1937–1939 гг. и актуализированных материалов 1994 гг. в статье проанализирована динамика лесов с участием *Pinus sibirica* (далее – кедр) в лесах Северного Предуралья (Пермский край, Россия) на западной границе его сплошного распространения. В 1938 г. леса с кедром занимали только 16.6% от всех лесов модельного полигона. Большая часть лесов с участием кедра (64%) в 1938 г. – леса, в которых доля кедра составляла всего лишь 1–5% по запасу. Леса с преобладанием кедра практически отсутствовали. Так, на всей территории исследования был обнаружен только один участок с 60% кедра и пять участков с долей кедра 40%. За последующие 85 лет площадь лесов с участием кедра в пределах модельного полигона сократилась в 2.5 раза в результате сплошных рубок и пожаров. К 2023 г. соотношение площадей лесов с разной долей участия кедра существенно изменилось. Наибольшие изменения в площади лесов наблюдались в сообществах с долей кедра 1%, 5% и 20% по запасу. Анализ типологической структуры лесов с кедром показал, что в настоящее время кедр сохранился только в ненарушенных темнохвойных лесах, которые не были затронуты лесозаготовительной деятельностью и пожарами в прошлом. Из-за крайне медленного возобновления после пожаров и рубок в сформированных рассматриваемый период лесах кедр отсутствует. Действующие ограничения, принятые на федеральном уровне, позволяют сохранять леса с участием кедра в составе древостоя более 30%, однако в Европейской России преобладают леса с меньшей долей кедра. Мы полагаем, что необходима разработка единых мер по сохранению существующих и восстановлению утраченных популяций кедра в Республике Коми и Пермском крае, включающих запрет на рубку существующих лесов с любой долей участия кедра и создание лесных культур.

Ключевые слова: бореальные леса, кедровый промысел, лесозаготовительная деятельность, малонарушенные леса, Пермский край, традиционное природопользование, сосна сибирская кедровая, сплошная рубка

Введение

Лесные экосистемы подвергались воздействию человека на протяжении нескольких тысячелетий. В последнее столетие трансформация лесов усилилась из-за массового распространения сплошных рубок и пожаров, которые повлияли на структуру и функционирование лесных экосистем на разных пространственных уровнях (Boucher et al., 2015; Kuuluvainen & Gauthier, 2018). В разных странах и регионах скорость, масштабы и тренды трансформации отличались в зависимости от географических и социально-экономических причин (Brunet et al.,

2012; Loran et al., 2017; Zheng et al., 2022). Сохранившиеся естественные разновозрастные леса постепенно сменяются вторичными или подвергаются фрагментации (Смирнова, 2004; Williams, 2003; Kaplan et al., 2009; De Keersmaecker et al., 2014). В прошлом природопользование также влияло на видовой состав, обилие и распространение древесных видов в зависимости от их экологических особенностей и экономической ценности (Lindbladh et al., 2014; Conedera et al., 2017). Долгосрочность этих воздействий зависела от биологических способностей вида к восстановлению: одни виды быстро восстанавли-

ливали свои утраченные позиции, другие – медленно, а некоторые надолго сменялись другими (Boucher et al., 2014; De Keersmaecker et al., 2014; Wulf et al., 2017).

Особого внимания заслуживает мониторинг распространения долгоживущих видов деревьев, а также динамика их численности и способность к восстановлению после нарушений разных типов. Интерес к таким видам обусловлен их существенным влиянием на структурно-функциональную организацию экосистем (Lindenmayer & Laurance, 2017; Lutz et al., 2018; Gilhen-Baker et al., 2022). Долгоживущие деревья вносят огромный вклад в поддержание биоразнообразия за счет создания условий существования популяций сопутствующих видов (Kozák et al., 2023; Pasques & Munné-Bosch, 2024). При этом распространение долгоживущих видов сокращается во всем мире из-за изменения климата, массового размножения вредителей / патогенов и антропогенной трансформации лесов (Ellison et al., 2005; Lindbladh & Foster, 2010), а для восстановления ранее утраченных популяций и их уникального вклада в функционирование экосистем требуется длительное время (Piovesan et al., 2022).

В Европе к долгоживущим деревьям относят пятихвойные сосны (*Pinus cembra* L. (кедр европейский) и *P. sibirica* Du Tour (далее – кедр сибирский)), единый доисторический ареал которых когда-то занимал большую часть Северной Евразии (Gernandt et al., 2005; Hao et al., 2015; Gugerli et al., 2023). К основным причинам сокращения распространения этих видов на европейском субконтиненте относят лесозаготовительную деятельность и пожары (Мальгин, 1842; Кеппен, 1885; Genries et al., 2009). К факторам, сдерживающим распространение кедров в прошлом, также могут быть отнесены приисковые рубки и кедровый промысел (сбор кедровых орехов), которые были распространены на всем пространстве его ареала (Rösch et al., 2005; Arbachakov, 2009; Aleinikov, 2023; Rokorný et al., 2023). Особенности развития и медленный рост на ранних этапах жизни, невысокая плотность подроста в естественных популяциях обуславливают крайне медленное естественное возобновление, которое не удается ускорить даже искусственными методами (Tantsyrev & Sannikov, 2008; Efimenko & Aleinikov, 2019; Fragnière et al., 2022).

Значительная часть современного ареала кедра сибирского расположена в Сибири, небольшая – в Европейской России (Соколов и др., 1977; Смирнова, 2004; Рысин, 2011). Однако в недавнем прошлом этот вид встречался значительно западнее современной границы, что подтверждается этнографическими записями, находками пыльцы и моделированием потенциального ареала (Латкин, 1853, Смирнова, 2004; Григорьева и др., 2018; Shumilovskikh et al., 2020; Shuvaev et al., 2023). В Европейской России кедр сибирский – одно из самых долгоживущих и крупных деревьев. Кедровые орехи – пищевой ресурс, а огромные растущие деревья и валежины – станции обитания для множества видов млекопитающих и птиц (Москвитин, Нехорошев, 1995; Карякин, 2008; Ермаков, Переясловец, 2020). В ненарушенных темнохвойных лесах на кедровых валежинах отмечены виды базидиальных грибов, характерные для сосновых лесов (Viner, 2015). На примере этих же лесов показано, что наиболее крупные деревья обеспечивают секвестрацию углерода в живой и мертвой древесине, где 15 растущих деревьев кедра сибирского (2% от числа всех живых деревьев) содержали около 16% общего запаса древостоя (Braslavskaya et al., 2022).

В середине XX в. вопросы рационального использования кедровых лесов были одними из наиболее обсуждаемых, однако большинство исследований было выполнено в Сибири (Бех, Данченко, 2012; Дебков, Залесов, 2018; Debkov et al., 2020). В Европейской России многочисленные работы были посвящены вопросам интродукции и культурам кедра сибирского (например, Ларин, 1980; Игнатенко, 1988; Дроздов, 1999), меньше исследований – динамике и особенностям возобновления в естественных популяциях (Ланина, 1963; Крестьяшин, 1972; Непомилуева, 1974; Efimenko & Aleinikov, 2019). В настоящее время в Республике Коми кедр сибирский занесен в региональную Красную книгу (Дегтева, 2019). В Пермском крае этот вид не имеет охранного статуса, несмотря на крайне уязвимое положение и сокращение численности, зафиксированное еще во второй половине XX в. (Крестьяшин, 1972). В обоих регионах действуют федеральные ограничения, установленные в Правилах заготовки древесины (Приказ, 2020), которые запрещают рубку лесов с участием кедра сибирского в составе древостоя более

трех единиц (30%). В рамках добровольной лесной сертификации дополнительно предлагалось оставлять на лесосеках живые деревья (Паутов и др., 2020). В условиях увеличения масштабов, скорости и интенсивности лесозаготовительной деятельности, особенно на ранее неосвоенных территориях, необходимо принятие современных мер для сохранения и поддержания лесов с участием кедра сибирского. Цель работы – оценить динамику лесов с участием кедра сибирского на модельном полигоне в Северном Предуралье с 1938 по 2023 гг. и обосновать необходимость разработки и принятия мер по сохранению естественных лесов с участием кедра сибирского в Европейской России.

Материал и методы

Территория исследования

Исследования проведены в верховьях реки Колвы (приток р. Вишера) в Северном Предуралье (Пермский край, Россия), между 60.50° – 61.83° с.ш. и 56.25° – 58.75° в.д. Площадь лесов на анализируемой территории – 4465 км² (рис. 1). На востоке модельный полигон граничит с государственным природным заповедником «Вишерский», на севере – с охранной зоной Печоро-Илычского заповедника, который входит в состав объекта

всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми» (UNESCO, 1995). Небольшая часть модельного полигона уже несколько лет рассматривается в качестве потенциальной особо охраняемой природной территории (ООПТ) регионального значения «Ямжачная парма» (Санников, Бузмаков, 2015).

Климат Северного Предуралья резко континентальный с длительной суровой зимой и коротким прохладным летом. Географическое положение территории исследования и сложный рельеф определяют суровый горный характер климата с вертикальной сменой климатических поясов и значительной изменчивостью температур воздуха, количества осадков и скоростей ветра на коротких расстояниях. Устойчивый снежный покров образуется в середине октября, сходит в первой декаде мая. Однако заморозки могут быть до первой декады июля и в августе. В среднем зима длится более семи месяцев. Среднемесячная температура января – -16.8°C , июля – $+15.8^{\circ}\text{C}$; среднегодовая температура – -0.6°C . Сумма температур выше 10°C составляет около 1350°C (Борисенков, 1990). По классификации типов климата Кеппена-Гейгера климат района исследований относится к Dfb (теплый летний влажный континентальный климат) (Kottek et al., 2006).

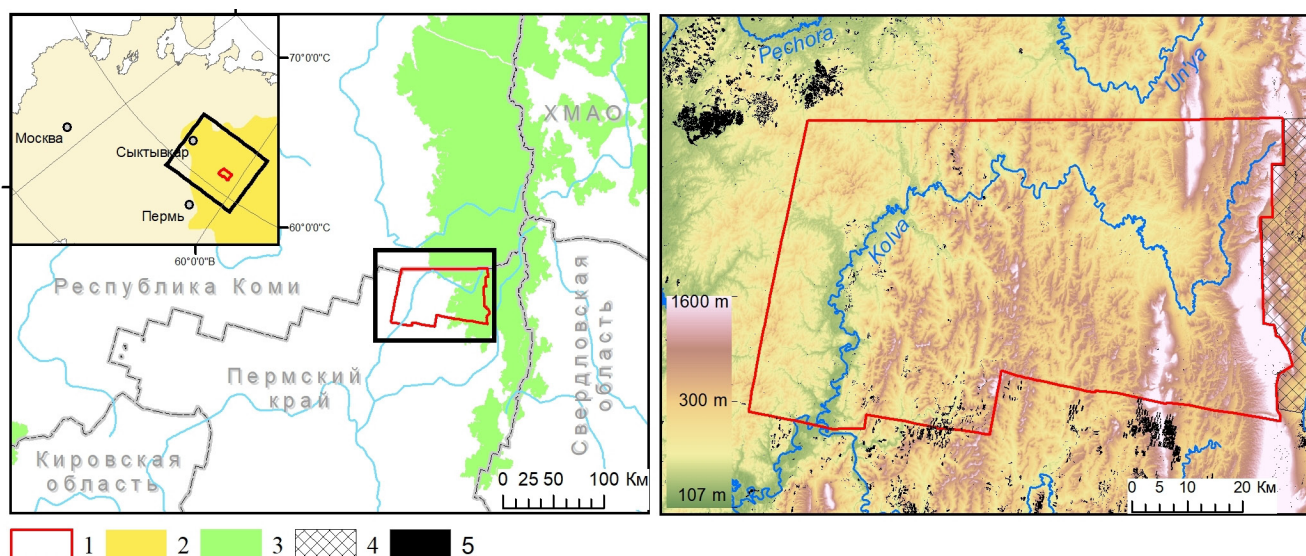


Рис. 1. Модельный полигон в верховьях реки Колвы (Пермский край, Россия) для исследования долговременной динамики лесов с участием кедра сибирского (*Pinus sibirica*). Обозначения: 1 – модельный полигон; 2 – ареал *Pinus sibirica* (Соколов и др., 1977); 3 – малонарушенные лесные территории; 4 – государственный природный заповедник «Вишерский»; 5 – потери лесов с 2000 по 2023 гг. по данным Global Forest Change (Hansen et al., 2013).

Fig. 1. A model research area in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia) for studying the long-term dynamics of forests with Siberian pine (*Pinus sibirica*) participation. Designations: 1 – model research area; 2 – natural range of Siberian pine based on Sokolov et al. (1977); 3 – intact forest landscapes; 4 – Visher State Nature Reserve; 5 – forest loss in 2000–2023 according to Global Forest Change (Hansen et al., 2013).

Рельеф обусловлен переходным положением территории исследования и сформирован предгорными грядками, вытянутыми вдоль Уральского хребта. Высота таких гряд не превышает 500–700 м н.у.м.; встречаются отдельные хребты до 1000 м н.у.м. Сложный рельеф территории исследования определил разнообразную растительность. На высоких хребтах отчетливо выражена смена вертикальных растительных поясов. Предгорья покрыты темнохвойными лесами с доминированием *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb. и кедра сибирского с небольшой примесью *Betula* spp. На пологих склонах гряд встречаются зеленомошные, крупнопоротниковые и высокотравные леса, между грядками – сфагновые (Smirnova et al., 2017). С подъемом в горы, таежные леса постепенно сменяются горно-таежными, а затем – субальпийскими лугами. Кроме рельефа, мощным фактором формирования растительности оставались пожары и рубки, в результате которых темнохвойные леса предгорий сменились на березняки и осинники, а в речных долинах – на длительно существующие сосновые леса. Сохранность современного лесного покрова – невысокая. К малонарушенным лесным территориям в настоящее время относится только 34.6% от площади модельного полигона (рис. 1), и эта доля продолжает сокращаться.

В XVI–XVII вв. в верховьях Колвы жили вогулы (Александров и др., 1989), основными занятиями которых была охота, рыболовство и оленеводство. Первое русское поселение (д. Корепино) на этой территории появилось во второй половине XVII в. и было немногочисленным (Чагин, 2017). В XIX в. население резко увеличилось за счет внутреннего прироста и к началу XX в. в пределах модельного полигона уже существовало 14 населенных пунктов, в которых проживало около 1400 человек (Drobyshev et al., 2024). К 1926 г. число поселений увеличилось до 22, а численность населения – до 2551 человека (Гридина и др., 1928). В последующие 10 лет население увеличилось еще примерно на 1000 человек за счет образования спецпоселений.

Модельный полигон отличается продолжительностью и степенью трансформации лесных экосистем. Это обусловлено принадлежностью территории к Волжскому бассейну и возможностью сплава древесины. Южнее, на берегах р. Камы, располагались крупнейшие солеваренные производства, для которых было необходимо заготавливать огромное количество дровяной древесины (ежегодная площадь лесосек достигала

170 км²). В бассейне Верхней Колвы рубка солеваренных дров началась в первой трети XIX в. К середине XIX в. леса уже были вырублены в полосе шириной до 10 км вдоль некоторых сплавных рек (Алейников и др., 2018). Дополнительным центром, потреблявшим древесину, было лесопильное производство, существовавшее в XVIII–XIX вв. в среднем течении реки Колвы (Чагин, 2017). Во второй половине XIX в. значительная часть леса шла на баржестроение, а с 1890-х гг. лес, в основном, отправляли на «низовые приволжские рынки» (Саратов, Волгоград, Астрахань), и с этого времени спрос на древесину постоянно увеличивался. За три года (1898–1900 гг.) из Колвинского лесничества (в границах того времени) было вывезено более 139 000 хлыстов и бревен, 19 500 жердей и кольев, около 80 000 м³ дров. При этом на продажу отправляли лучшую древесину (бревна должны были иметь длину не менее 9.5 м и диаметр от 27 см до 53 см). С развитием торговли постепенно прекратилась рубка солеваренных дров, заготовка которых перестала быть рентабельной для местного населения. Отпуск крестьянам древесины для собственных нужд был незначительным. Так, в 1900 г. было отпущено всего около 1060 еловых деревьев. Однако местное население оказывало серьезное влияние на лесной покров, выжигая темнохвойные леса вдоль судоходных рек для образования пашни, покоса или выселков (Батуев, 1902). Несмотря на небольшую площадь крестьянских угодий (около 1.3% от площади модельного полигона), фактически в хозяйственный оборот было включено намного больше лесов за счет активного использования подсеčno-огневого земледелия, расчистки сенокосов и кедрового промысла (Чагин, 2017; Aleinikov, 2023; Aleinikov & Lisitsyna, 2023).

По результатам лесоустройства 1937–1939 гг. модельный полигон относился к четырем лесничествам (Верхне-Колвинское, Корепинское, Березовское и Вижайское) Колвинского лесхоза. В последующие десятилетия структура лесохозяйственного деления менялась несколько раз. В настоящее время исследуемая территория относится к Верхне-Колвинскому и Вижайскому участковым лесничествам Колвинского лесничества.

Методы исследования

В качестве источника данных о прошлом распространении лесов с участием кедра сибирского были проанализированы материалы первого советского лесоустройства Колвинского лесхоза

Пермской области 1937–1939 гг. Полевые работы предваряла детальная аэрофотосъемка в соответствии с «Временной инструкцией для устройства лесов водоохранной зоны», принятой в 1937 г. В результате лесоустройства леса будущего модельного полигона были поделены на кварталы размером 4×4 км, составлены таксационные описания и планы лесонасаждений масштаба 1 : 50000. Поскольку в таксационных описаниях приведено состояние лесов на 1938 г., именно этот год мы взяли за точку отсчета.

Из таксационных описаний 1937–1939 гг. нами были выбраны все выделы, в древостое которых присутствовал кедр сибирский. Доля участия кедра сибирского в составе древостоя была преобразована следующим образом: единичное присутствие (в таксационных описаниях – ед. К) – 1%, +К – 5%, 1К – 10%, 2К – 20%, 3К – 30%, 4К – 40%, 6К – 60%. По каждому выделу был выписан состав и возраст каждого элемента леса, тип леса, назначенные или ранее выполненные хозяйственные мероприятия. Планы лесонасаждений были отсканированы с разрешением 600 dpi, сшиты и геопривязаны. Затем на отсканированных планах был оцифрован каждый выдел с участием кедра сибирского в составе древостоя.

В 1994 г. на территории современного Колвинского лесничества было проведено последнее лесоустройство, материалы которого до сих пор остаются единственным источником количественной информации о лесах и используются при разработке проектов освоения лесов и лесохозяйственных регламентов. Из таксационных описаний 1994 г. нами были выбраны все выделы с участием в древостое кедра сибирского. Для актуализации площади лесов с участием кедра сибирского нами были дополнительно проанализированы планшеты Колвинского лесхоза, на которых отмечены вырубки 1995–2000 гг. В случае обнаружения на планшете вырубки в выделе с участием кедра сибирского, из площади выдела вычитали площадь вырубки, определенную по космическим снимкам. Изменения площади лесов с 2000 по 2023 гг. определяли по данным Global Forest Change (Hansen et al., 2013).

Поскольку планы лесонасаждений 1994 г. не были доступны для анализа, мы проанализировали изменение площади лесов с участием кедра сибирского поквартально. Для этого были реконструированы границы лесничеств и кварталов в разные периоды времени. Затем для каждого современного таксационного квартала была определена доля площади лесов с участием кедра

сибирского в 1938 и 2023 гг. Для сравнения этих долей использовали G-критерий знаков, который применим к большим выборкам (от 50 до 300) и позволяет установить в какую сторону в выборке произошли изменения (Zar, 2010).

В зависимости от состава и соотношения сопутствующих видов в древостое, леса с участием кедра сибирского были разделены на девять типов (табл. 1). Класс возраста древостоя был преобразован в календарные годы с учетом размеров класса для разных групп преобладающих пород (еловые, пихтовые, сосновые – 20 лет, кедровые – 40 лет, березовые и осиновые – 10 лет). Статистический анализ выполнен в среде статистического программирования R (R Core Team, 2019). Карты построены в QGIS (QGIS Development Team, 2019).

Результаты

Особенности распространения и использования лесов с участием кедра сибирского

В 1938 г. леса с участием кедра сибирского на исследуемой территории занимали площадь 743.85 км² (16.6 % от площади всех лесов). В таксационных описаниях обнаружено 703 выдела размером от 0.013 км² до 13.730 км², средняя площадь выдела составляла 1.06 ± 0.06 км² (медиана – 0.52 км²). Значительные площади лесов с кедром сибирским сохранялись в восточной части бассейна р. Колвы ближе к Уральскому хребту. Однако многочисленные небольшие массивы таких же лесов еще существовали вдоль западной границы модельной территории. Значительно меньше лесов с кедром сибирским было расположено вдоль р. Колвы вокруг населенных пунктов и на горях разного возраста.

Анализ предшествующей лесозаготовительной деятельности показал, что распространенными до 1930-х гг. выборочными рубками слабой интенсивности были затронуты только десять участков общей площадью 5.19 км². На этих участках вырубали ель диаметром толще 24–28 см. Выборочная рубка слабой интенсивности практически не влияла на видовой состав древостоя, так как доля кедра сибирского на этих участках колебалась от 1% до 10%, как и на большинстве участков с кедром сибирским, не испытавших выборочных рубок в прошлом. Однако один из участков площадью 0.063 км² с 10% кедра сибирского в составе древостоя уже был запланирован в сплошную рубку в 1938 г., а в 1994 г. в этом квартале кедр сибирский в составе древостоя отсутствовал.

Таблица 1. Типы древостоев с участием кедра сибирского (*Pinus sibirica*) на модельном участке в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия)

Table 1. Types of the forest stands with Siberian pine (*Pinus sibirica*) participation in the model research area in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia)

Тип древостоя	Состав древостоя
Темнохвойный	более 80% ели и/или пихты
Лиственнично-темнохвойный	50–70% темнохвойные, 30–50% лиственные
Лиственный	более 80% лиственные
Темнохвойно-лиственный	50–70% лиственные, 30–50% темнохвойные
Светлохвойно-лиственный	50–70% лиственные, 30–50% светлохвойные
Светлохвойный	более 80% светлохвойные
Лиственнично-светлохвойный	50–70% светлохвойные, 30–50% лиственные
Темнохвойно-светлохвойный	50–70% светлохвойные, 30–50% темнохвойные
Смешанный	30–40% темнохвойные, 30–40% лиственные, 30–40% светлохвойные

В 1930-е гг. продолжалась распространенная в конце XIX – начале XX вв. практика рубки генеративных деревьев ради сбора орехов. Каждый административный район получал помесечный план заготовок кедрового ореха. Например, в урожайный 1935 г. Нырбский район Пермской области должен был заготовить 3.0 т орехов, в том числе 1.2 т должны были заготовить сельсоветы, расположенные в бассейне р. Верхняя Колва (ГАПК, 1935). Поскольку способы заготовки орехов никто не регламентировал, то местное население добывало орехи традиционным для этой территории способом – массовой рубкой деревьев. Во время полевых работ на территории Колвинского лесхоза в 1937 г. инженеры-таксаторы отметили, что население рубит не только хорошо семеносящие деревья, но также молодые деревья с небольшим количеством шишек. По мнению таксаторов, продолжение подобной практики приведет к полному исчезновению семеносящих деревьев кедра сибирского в лесхозе (ГАПК, 1939а). Подобная практика, вероятно, повторялась каждый урожайный год, о чем свидетельствовали повсеместно срубленные стволы кедра сибирского разной давности (рис. 2). На ленточной пробной площади размером 300 × 10 м оказались срублены 16 деревьев кедра сибирского, в том числе четыре – осенью 1937 г. Причем эта проба была заложена не далее 1 км от места жительства лесника. Местные жители не только не старались скрыть следы своих преступлений, но и оставили на срубленных деревьях пометки в виде вырубленных топором инициалов и фамилий. Пометок же лесников и объездчиков, что эти порубки ими были зарегистрированы, как самовольные, обнаружено не было. Подобное отношение к вырубкам кедра сибирского как со стороны населения, так и со стороны лесной охраны, в это время фиксировали и в других районах лесхоза (ГАПК, 1939а).

Сбор кедровых орехов со стоящих деревьев часто сопровождался обламыванием или обрубанием сучьев с шишками, чем также наносились деревьям кедра сибирского значительные повреждения. По мнению таксаторов, способы заготовки кедрового ореха без причинения повреждений деревьям местному населению были неизвестны (ГАПК, 1939а). В лесоустроительном отчете таксаторы неоднократно отмечали необходимость повышения доли участия кедра сибирского в древостоях, предлагая разные способы. Во-первых, информировать население о более щадящих способах сбора орехов, например, с помощью тяжелого колота, которым ударяют по дереву. Во-вторых, начать посев кедровых семян между «корневыми лапами» пней на вырубках, а также прививать кедр сибирский на сосну. В-третьих, оставлять живые деревья кедра сибирского на лесосеках (рис. 2, справа). В-четвертых, выбрать участки с кедром сибирским, в которых необходимо вырубить сопутствующие деревья и охранять урожай от *Nucifraga caryocatactes* (Linnaeus, 1758) в период созревания шишек (ГАПК, 1939б).



Рис. 2. Срубленный при сборе орехов ствол кедра сибирского (*Pinus sibirica*) (слева) и оставленные на лесосеке живые деревья кедра сибирского (справа) в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия). Фото 1938 г. (ГАПК, 1939а).

Fig. 2. Fallen Siberian pine (*Pinus sibirica*) tree cut down for collection of seeds (left) and living Siberian pine tree left at the cutting area (right) in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia). Photo from 1938 (GAPK, 1939a).

Тем не менее, в результате последующих условно-сплошных и сплошных концентрированных рубок, начавшихся на этой территории исследования в 1940-е гг. и продолжавшихся до 2000-х гг., площадь лесов с участием кедр сибирского сократилась в 2.5 раза. При этом в 2000 г. лесозаготовительная деятельность на территории модельного полигона фактически была прекращена. По данным Global Forest Change (Hansen et al., 2013), с 2000 по 2023 гг. незначительные площади лесов (без участия кедр сибирского в составе древостоя) были вырублены вдоль южной границы модельного полигона (рис. 1). По актуализированным материалам таксации 1994 г., к 2023 г. на модельном полигоне сохранилось только 284 участка с кедром сибирским в составе древостоя общей площадью 263.0 км². Размер участков варьирует от 0.006 км² до 6.710 км². Средняя площадь участка за 85 лет незначительно уменьшилась (0.93 ± 0.06 км²), а медиана увеличилась до 0.63 км². Леса с кедром сибирским практически полностью исчезли в западной части модельной территории, сохранившись только в восточной части полигона на труднодоступных западных предгорьях Северного Урала.

Сравнение распространения лесов с кедром сибирским по кварталам указывает на важные изменения в его распространении. Анализ с помощью G-критерия показал, что выявленные различия долей лесов с кедром сибирским были статистически значимы ($p < 0.001$), уменьшение доли лесов с кедром сибирским наблюдается в 86.5% кварталов (рис. 3).

Динамика площади лесов с разной долей кедр сибирского в составе древостоя

В 1938 г. доля кедр сибирского в составе древостоев варьировала от единичного присутствия до 60% по запасу. С увеличением доли, площадь лесов с его участием экспоненциально снижалась ($R^2 = 0.98$). Большая часть лесов с участием кедр сибирского (64%) – растительные сообщества, в которых доля кедр сибирского составляла всего лишь 1–5% по запасу (рис. 4). Леса с преобладанием кедр сибирского практически отсутствовали. Так, на всей территории исследования был обнаружен только один участок (0.16 км²) с 60% долей кедр сибирского на

склоне хребта на водоразделе р. Колва и р. Вишера. В этом же труднодоступном районе было отмечено четыре из пяти участков с 40% долей кедр сибирского. Пятый участок был обнаружен рядом с с. Корепино в 350 м от населенного пункта. Возможно, это был припоселковый кедровник, т.е. частично окультуренный участок темнохвойного леса, используемый для сбора кедровых орехов местными жителями. В припоселковых кедровниках традиционно вырубали часть сопутствующих видов, тем самым повышая долю кедр сибирского в древостое (Дебков, Данченко, 2014).

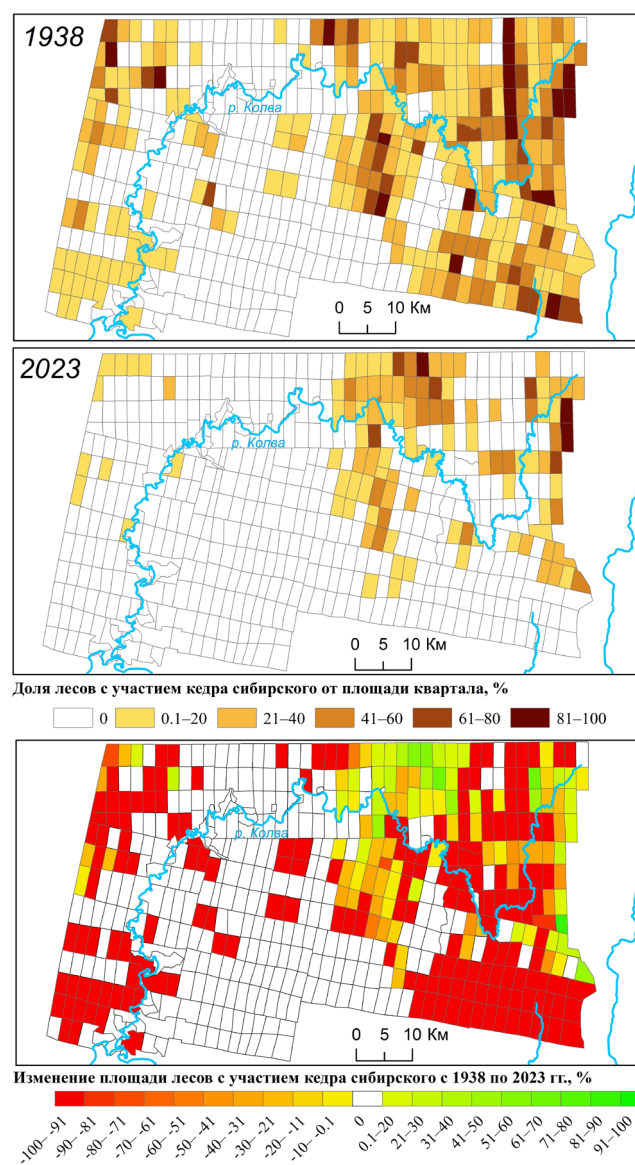


Рис. 3. Поквартальная динамика лесов с участием кедр сибирского (*Pinus sibirica*) (современная квартальная сеть) в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия).
Fig. 3. Dynamics of forests with Siberian pine (*Pinus sibirica*) by forest compartments (modern net of forest compartments) in the upper reaches of the River Kolva (Permian Krai, Russia).

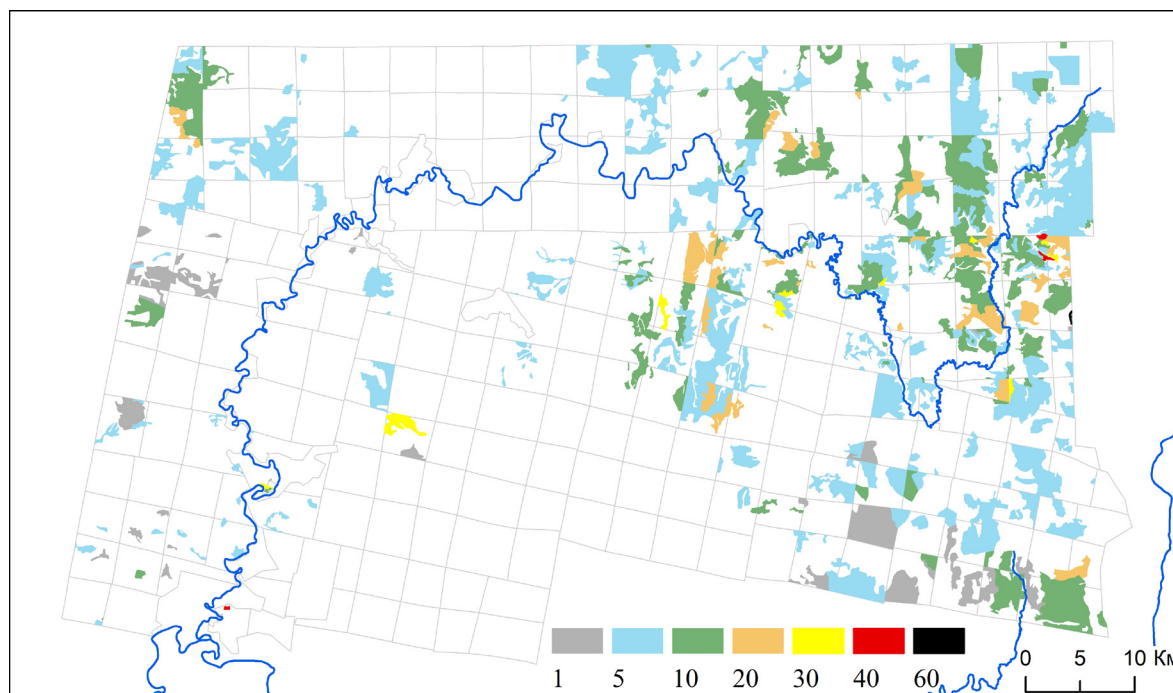


Рис. 4. Распространение лесов с различной долей кедра сибирского (*Pinus sibirica*) в составе древостоя в 1938 г. на модельной территории (квартальная сеть 1938 г.) в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия).

Fig. 4. Spatial distribution of forests with various proportions of Siberian pine (*Pinus sibirica*) in 1938 in the model research area (grid of forest compartments in 1938) in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia).

К 2023 г. соотношение площадей лесов с разной долей участия кедров сибирского существенно изменилось. Максимальные изменения произошли в самых распространенных в 1938 г. категориях с долей кедров сибирского от 1% до 5% по запасу. Леса с таким составом полностью исчезли на модельной территории. На втором месте по убыли – леса с 20% кедров сибирского в составе. Площади лесов в остальных категориях даже незначительно увеличились. Однако, в целом, доля лесов с участием кедров сибирского сократилась на 65%, а число участков – на 60% (табл. 2).

Изменение возрастной структуры

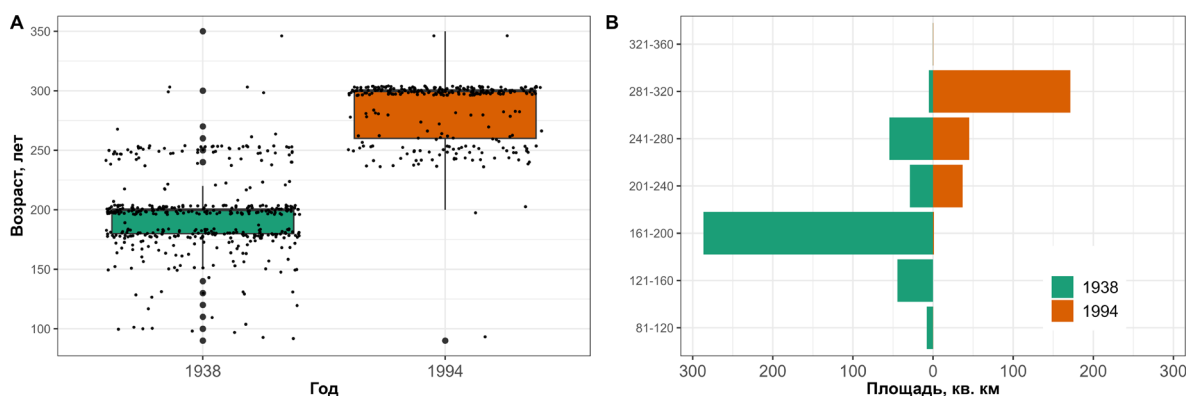
Анализ распределения участков с кедром сибирским по классам возраста показал, что в 1938 г. средний возраст кедровой части древостоев ($n = 435$) составлял 195 ± 1.6 лет. При этом самым молодым деревьям кедров сибирского было около 90 лет (два участка), а самым старым – 350 лет (один участок). На модельной территории преобладали леса (71% от всех лесов с зафиксированным возрастом кедровой части древостоя), в которых возраст кедров сибирского колебался от 160 до 200 лет. Высокий средний возраст – показатель длительного спонтанного развития этих лесов, а также присутствия в экосистеме деревьев как меньшего, так и большего возрастов.

К 1994 г. произошли существенные изменения в возрастной структуре. Прежде всего, это произошло за счет естественного старения сохранившихся участков с кедром сибирским. Средний максимальный возраст деревьев кедров сибирского увеличился до 284 ± 1.6 лет (рис. 5А). Минимальный (90 лет) и максимальный (350 лет) средний возраст не изменился. Однако, как видно из рис. 5В, произошло резкое сокращение площади древостоев с кедром сибирским с 80 до 200 лет, и существенно увеличилась доля лесов с кедром сибирским с 281 до 320 лет.

Анализ морфометрических характеристик кедровой части древостоев показал, что в 1938 г. средний диаметр деревьев кедров сибирского составлял 37.0 ± 0.5 см, а средняя высота – 19.6 ± 0.1 м. К 1994 г. значения этих показателей увеличились до 46.5 ± 0.5 см и 21.8 ± 0.2 м, соответственно. Особо следует обратить внимание на максимальные значения средних размеров, а именно диаметра деревьев в 60.0 см и высоты в 26.0 м. Вкупе с максимальным возрастом эти данные в очередной раз подтверждают, что кедр сибирский представляет очень старые и крупные деревья в лесных экосистемах Северного Предуралья, несмотря на незначительное участие в составе древостоя.

Таблица 2. Динамика лесов с разной долей кедр сибирского (*Pinus sibirica*) с 1938 по 2023 гг. в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия)**Table 2.** Dynamics of forests with various proportions of Siberian pine (*Pinus sibirica*) from 1938 to 2023 in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia)

Доля кедр сибирского в составе древостоя, %	Год				Изменение, %	
	1938		2023		площади	числа участков
	площадь, км ²	число участков	площадь, км ²	число участков		
1	12.0	54	0.0	0	-100.0	-100.0
5	394.9	359	0.0	0	-100.0	-100.0
10	205.2	217	237.7	246	+15.8	+13.4
20	56.5	57	19.6	30	-65.3	-47.4
30	4.3	10	4.5	6	+5.5	-40.0
> 40	0.9	6	1.2	2	+27.1	-66.7
Всего	743.9	703	263.0	284	-64.6	-59.6

**Рис. 5.** Распределение возраста древостоя с кедром сибирским (*Pinus sibirica*) в 1938 и 1994 гг. по таксационным данным на модельном полигоне в верховьях р. Колвы (Пермский край, Россия). Обозначения: А – медиана, межквартильный размах, значения; В – возрастная структура древостоев.**Fig. 5.** Age distribution of forests with Siberian pine (*Pinus sibirica*) in 1938 and 1994 according to the forest inventory data on the model research area in the upper reaches of the River Kolva (Permsky Krai, Russia). Designations: A – boxplot (mean, interquartile ranges, values) of the forest stand age; B – age structure of the forest stands.

Наиболее важным для понимания долговременной динамики кедр сибирского представляется сравнение видового и возрастного состава древостоев с его участием в разные периоды времени. В 1938 г. большая часть лесов с кедром сибирским представляла собой естественные темнохвойные леса без признаков каких-либо прошлых воздействий (79.4%), на втором месте (17.9%) – восстанавливающиеся после пожаров темнохвойно-лиственные леса. Помимо этих двух типов лесов, кедр сибирский был отмечен в древостоях еще пяти типов (светлохвойно-темнохвойный, темнохвойно-лиственный, светлохвойный, лиственно-светлохвойный), представляющих разные этапы послепожарной и послерубочной сукцессий. Суммарная доля этих лесных сообществ составляла менее 1% от всех лесов с участием кедр сибирского. Анализ доминантов древесного яруса также показал, что абсолютное большинство лесов с участием кедр сибирского (98.3%) – пихто-еловые леса, около 1.2% – березовые и около 0.5% – сосновые.

Это косвенно подтверждает наше предположение о том, что в 1938 г. леса с участием кедр сибирского представляли собой, в основном, ненарушенные темнохвойные леса, сохранявшиеся вдоль всего западного макросклона Северного Урала. С точки зрения типологического состава, в 1938 г. среди лесов с участием кедр сибирского преобладали зеленомошные леса (66.5%), на втором месте – сфагновые (20.3%), на третьем – мшисто-хребтовые (7.2%). Незначительные площади лесов с кедром сибирским (в сумме около 6%) относились к беломошному, долгомошному и хвощевому типам леса. К 1994 г. кедр сибирский сохранился только в древостоях двух типов – темнохвойном (94.4%) и лиственно-темнохвойном (5.6%), которые относятся к зеленомошным (73.5%) и сфагновым (26.0%) секциям.

Обсуждение

Как известно, заселение территории и ее промышленное освоение, а также антропоген-

ные пожары приводят к значительным изменениям в составе и структуре лесных экосистем. Это проявляется, прежде всего, в сокращении площади лесов с доминированием позднесукцессионных видов и увеличении площади лесов, сформированных раннесукцессионными видами (Terrail et al., 2019; Dupuis et al., 2020; Ruggirello et al., 2023). Исследования состояния лесов в доиндустриальный период и его сравнение с современным позволяют реконструировать прошлый состав лесов, который затем использовать в качестве эталона для разработки современных методов управления лесами на экосистемном уровне. Такое управление лесами должно быть направлено на восстановление ареалов и увеличение частоты встречаемости медленно растущих и слабозобновляющихся видов деревьев, а также на выявление наиболее старых лесов (Dupuis et al., 2020; Kaiser et al., 2024). Наши результаты, полученные в бореальных лесах Северного Предуралья, дополняют подобные исследования, выполненные, в основном, в Европе и Северной Америке (Boucher et al., 2009; Marchais et al., 2020). Важно подчеркнуть, что большинство известных работ оценивают динамику лесов, уже в разной степени трансформированных. Безусловно, леса Северного Предуралья также представляют собой мозаику лесов разных сукцессионных стадий. Однако несомненное преимущество этого района для реконструкции доиндустриального состава и строения лесных экосистем – высокая сохранность ненарушенных лесов, которые можно рассматривать в качестве эталона (Алейников, 2021). Как показывает наше исследование, сплошные концентрированные рубки в Колвинском лесхозе начали применяться только с 1930 г. Однако ими были затронуты нижняя и средняя части бассейна р. Колва, т.е. в проектируемой зоне затопления в результате соединения р. Печора и р. Кама (ГАПК, 1939а). На модельном полигоне было зафиксировано всего несколько десятков вырубков разного возраста площадью около 33 км² (0.7% от площади модельного полигона), а остальные леса представляют собой наследие традиционного природопользования. Это в очередной раз подчеркивает исключительную важность материалов лесоустройства 1938 г., которые позволяют оценить состав, строение и пространственную структуру лесов в доиндустриальный период. Более того, анализируя возрастную структуру лесов в 1938 г., можно реконструировать состояние и структуру лесно-

го покрова на 100–150 лет назад, уточняя существующие представления о масштабах пожаров в бореальных лесах.

Как можно заметить на рис. 2, распространение лесов с участием кедра сибирского уже в 1938 г. было неравномерным и отчасти отражает результат приисковых регулярных рубок взрослых генеративных деревьев кедра сибирского ради древесины для строительства домов и производства домашней мебели, а в урожайные годы – для сбора кедровых орехов (Алейников, 2023). Заметки инженеров-таксаторов о массовых рубках кедра сибирского в урожайные годы подтверждают, что нерациональное отношение местного населения к кедру сибирскому не только сохранилось, но и усилилось из-за обязательных планов по заготовке кедровых орехов. При этом, если в конце XIX в. за порубку даже единичных деревьев кедра сибирского крестьяне подвергались значительным штрафам, то в 1930-е гг. порубки даже не скрывали. Подобная ситуация в этот период времени была характерна и для сопредельного Печорского бассейна, где, несмотря на требования к заготовщикам орехов иметь «когти» – самодельные приспособления для лазания по деревьям, в 1937 г. срубленные деревья кедра сибирского фиксировали даже на территории Печоро-Ильчского заповедника (Ланина, 1963). В Соликамском районе Пермской области подобная практика была распространена вплоть до середины 1970-х гг. (Крестьяшин, 1970).

Чрезмерный сбор кедровых орехов подрывал способность популяции кедра сибирского к самоподдержанию не только за счет уменьшения числа генеративных деревьев. Как известно, все виды кедровых сосен (*Pinus cembra*, *P. sibirica* и *P. koraiensis* Siebold & Zucc.) – зоохорные виды, распространение которых поддерживается семеноядными млекопитающими и птицами. Животные могут делать запасы на значительном расстоянии от генеративных деревьев, однако часть запасов не используется и прорастает (Воробьев, 1982). Недавние исследования *Pinus koraiensis* показали, что нехватка семян, в том числе из-за их сбора, ограничивает их распространение, поскольку животные склонны больше поедать семена на месте, а не запасать (Wang et al., 2022). Поэтому в качестве одной из мер по восстановлению и поддержанию популяций кедра сибирского должно быть ограничение сбора орехов, как это сделано в некоторых кантонах Швейцарии, где проходит граница распространения *Pinus cembra* (Fragrière et al., 2022).

Рубка единичных молодых и зрелых генеративных деревьев в урожайные годы негативно влияла на его распространение и уменьшала поток семян, поступающий в экосистему. Однако, поскольку сами темнохвойные леса оставались нетронутыми, в древостое и подросте сохранялись особи кедров сибирского других онтогенетических состояний, которые через несколько десятков лет вступали в генеративную фазу, сохраняя присутствие вида в лесной экосистеме (Smirnova et al., 2017; Efimenko & Aleinikov, 2019). Вероятно, подобный сценарий сохранялся на протяжении всего периода времени, пока применялась выборочная форма хозяйства. Однако после проведения лесоустройства в 1937–1939 гг. основным способом рубки леса стали условно-сплошные и сплошные концентрированные рубки, в результате которых большая часть древостоя вырубалась, а кое-где сохранившийся подрост погибал в результате огневой очистки лесосек. Хозяйственное освоение территории также привело к росту лесных пожаров. В результате через 85 лет площадь лесов с участием кедров сибирского сократилась более чем в 2.5 раза. В недавнем обзоре (Kharugin et al., 2020) показано, что лесное хозяйство слабо воздействует на редкие и уязвимые растения, занесенные в Красные книги. Мы полагаем, что для таких долгоживущих и крайне медленно восстанавливающихся древесных видов, как кедр сибирский, особенно на границе его сплошного распространения, лесозаготовительная деятельность – основной фактор сокращения численности. Именно поэтому к настоящему времени, леса с кедром сибирским сохранились только в труднодоступных верховьях р. Колва. Отсутствие кедров сибирского в составе древостоя молодняков и средневозрастных лесов различного типологического состава подтверждает крайне медленное внедрение кедров сибирского в лесные экосистемы в условиях западного макросклона Северного Урала, отмеченное еще в 1970-е гг. (Крестьяшин, 1972; Непомилуева, 1972). Спустя 85 лет после верхового пожара, в онтогенетическом спектре популяции кедров сибирского были представлены, в основном, иматурные и виргинильные особи (Лазников, Алейников, 2016).

Катастрофическое сокращение лесов с участием кедров сибирского на модельном полигоне свидетельствует о необходимости разработки рекомендаций для сохранения существующих лесов и восстановления численности в пределах ареала. Важно отметить, что из двух регионов в

Европейской России, в которых сохранились последние массивы естественных лесов с кедром сибирским, детальные исследования были проведены только в Республике Коми. Результаты этих исследований послужили основой для нескольких региональных постановлений (1959, 1964, 1968 гг.), ограничивающих вырубку кедров сибирского, а на участках с максимальной плотностью деревьев было создано несколько региональных ООПТ (Ланина, 1963; Непомилуева, 1974). На территории современного Пермского края леса с участием кедров сибирского не были предметом специальных исследований. В настоящее время в обоих субъектах продолжают действовать ограничения, установленные федеральным законодательством, которые запрещают рубку жизнеспособных деревьев кедров сибирского и спелых и перестойных насаждений с долей кедров сибирского от 30% в составе древостоя. Однако такое пороговое значение доли кедров сибирского оправдано для Сибири, где лесов с доминированием кедров сибирского в древостое значительно больше. Например, в южной тайге Томской области доля таких лесов более 30%, а в средней тайге – около 50% (Дебков, 2017). В то же время в 1970-е гг. в Республике Коми общая площадь лесов с долей кедров сибирского от 30% и выше составляла всего 4.6% (от всех лесов с кедром сибирским), 52.9% – с долей участия вида 10–20%, а площадь лесов с единичными деревьями кедров сибирского – 42.5% (Непомилуева, 1974). Подобное распределение площади лесов с участием кедров сибирского характерно для модельного полигона в бассейне р. Верхняя Колва (табл. 2). Кроме того, наше исследование показало, что за 85 лет больше всего сократилась площадь лесов с долей кедров сибирского менее 30%. Рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в лесах Республики Коми и Пермского края, к сожалению, только дублируют федеральные ограничения, дополнительно предлагая сохранять группы деревьев кедров сибирского или отдельные деревья в качестве ключевых биотопов или объектов (Залесов и др., 2020; Паутов и др., 2020).

Несколько лет назад в Пермском крае была начата работа по определению редких и уязвимых типов лесных экосистем, которые необходимо сохранять при лесозаготовительной деятельности, в том числе леса с участием кедров сибирского в составе древостоя более 10% (Овеснов и др., 2020). Однако в дальнейшем критерии были пересмотрены путем повышения минимальной доли

участия кедра сибирского в составе древостоя до 20% (Овеснов и др., 2021). Анализ современного состава древостоев на модельной территории показал, что в соответствии с действующими ограничениями (30%), в бассейне р. Верхняя Колва рубке не подлежат только 0,4% от всех лесов с кедром сибирским. При снижении пороговой доли участия кедра сибирского до 20% в составе древостоя из лесозаготовительной деятельности будут исключены чуть более 2%. При снижении минимальной доли кедра сибирского до 10% из лесозаготовительной деятельности будут исключены только 9,6% лесов. Принимая во внимание особенности возобновления и крайне медленный рост кедра сибирского в первые десятилетия, для сохранения непрерывного и устойчивого потока поколений необходим запрет на вырубку лесов с любым участием кедра сибирского в составе древостоя, а также создание лесных культур. Из лесозаготовительной деятельности должны быть исключены темнохвойные леса с кедром сибирским, поскольку это эталон ненарушенных лесных экосистем, максимально реализующих свои экосистемные функции (Piovesan et al., 2022; Makarieva et al., 2023; Halsey, 2024).

В этом исследовании мы использовали материалы лесоустройства – единственного источника количественной информации о лесах модельного полигона. Мы понимаем, что материалы 1938 и 1994 гг. могут отличаться точностью определения состава древостоя. Поэтому для более точной оценки, безусловно, не хватает наземных данных о составе древостоя. Тем не менее, проанализированные данные остаются единственным официальным источником, используемым при планировании лесохозяйственной деятельности. Поэтому любые меры по сохранению естественных популяций кедра сибирского в Европейской России должны основываться на детальном наземном обследовании лесов.

Заключение

Северное Предуралье (Республика Коми и Пермский край) остается западным форпостом естественных темнохвойных лесов с кедром сибирским в Европейской России. В 1938 г. распространение кедра сибирского на модельном полигоне было неравномерным из-за пожаров и традиционной для этой местности рубки генеративных деревьев для сбора орехов. Сплошные концентрированные и условно-сплошные рубки, начавшиеся на модельном полигоне в 1940-е гг. и продолжавшиеся до 2000-х гг., ускорили сокра-

щение лесов с кедром сибирским. В результате за последние 85 лет площадь лесов с участием кедра сибирского сократилась в 2,5 раза, причем фактически это сокращение произошло в период 1938–2000 гг., так как с 2000 по 2023 гг. лесозаготовительная деятельность на модельном полигоне была минимальной. За этот период значительно изменилась возрастная и морфологическая структура кедровой части древостоев. Анализ типологической структуры показал, что к настоящему времени кедр сибирский сохранился только в естественных темнохвойных лесах, которые не были затронуты лесозаготовительной деятельностью и пожарами. Типологическое разнообразие лесов, в которых встречался кедр сибирский, уменьшилось. Из-за крайне медленного роста в первые десятилетия жизни и медленного естественного возобновления в условиях западного макросклона Северного Урала, кедр сибирский отсутствует в послепожарных и послерубочных древостоях, сформированных за последние 100 лет, и сохранился только в естественных темнохвойных лесах. Действующие федеральные ограничения направлены на сохранение лесов с участием кедра сибирского в составе древостоя более 30%, в то время как на западной границе его распространения в Европейской России большая часть рассматриваемых лесов содержит менее 30% кедра сибирского. Результаты исследования подчеркивают необходимость запрета на рубку лесов с любым участием кедра сибирского и разработку единых мер по сохранению существующих ценопопуляций и восстановлению утраченных в Республике Коми и Пермском крае.

Благодарности

Авторы благодарят Пермский филиал ФГБУ «Рослесинфорг» за предоставленные сведения. Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда №23-24-00294 «Леса Северного Предуралья в первой трети XX века как отражение исторического традиционного и промышленного природопользования».

Литература

- Алейников А.А. 2021. Историко-географические причины сохранности ненарушенных темнохвойных лесов Северного Урала // Лесоведение. №6. С. 593–608. DOI: 10.31857/S0024114821060036
- Алейников А.А., Стенно С.П., Циберкин Н.Г., Мельничук А.Ф., Садовникова Е.Н. 2018. Влияние пермских соляных промыслов XV–XIX вв. на трансформацию лесов: опыт оценки масштабов воздействия // Russian Journal of Ecosystem Ecology. Т. 3(1). С. 1–12. DOI: 10.21685/2500-0578-2018-1-2

- Александров В.А., Власова И.В., Кремлева И.А., Листова Т.А., Макашина Т.С., Чагин Г.Н. 1989. На путях из Земли Пермской в Сибирь: очерки этнографии севернорусского крестьянства XVII–XX вв. М.: Наука. 350 с.
- Батуев Н.Г. 1902. Краткий очерк Колвинского лесничества // Лесной журнал. №3. С. 487–536.
- Бех И.А., Данченко А.М. 2012. Библиографический указатель отечественной литературы по кедровым соснам за 1959–2011 гг. Томск: Томский государственный университет. 248 с.
- Борисенков Е.П. 1990. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 9. Ленинград: Гидрометеиздат. 560 с.
- Воробьев В.Н. 1982. Кедровка и ее взаимосвязи с кедром сибирским (Опыт количественного анализа). Новосибирск: Наука. 113 с.
- ГАПК. 1935. Переписка Ныробского райисполкома с сельсоветами // Государственный архив Пермского края. Фонд р1423. Описание 1. Дело 241.
- ГАПК. 1939а. Отчет по устройству Колвинского лесхоза. Том 2 // Государственный архив Пермского края. Фонд р554. Описание 2. Дело 428.
- ГАПК. 1939б. Отчет по устройству Колвинского лесхоза. Том 3. Государственный архив Пермского края. Фонд р554. Описание 2. Дело 429.
- Григорьева С.О., Константинов А.В., Трещевская Э.И., Кузнецова М.Л., Школьник И.М. 2018. Палеоклиматическая реконструкция ареалов древесных пород на территории Северо-Запада России. Воронеж. 119 с.
- Гридина И.Н., Колупаева А.А., Лебедева Ф.Н. 1928. Список населенных пунктов Уральской области. Т. 1. Верхкамский округ. Свердловск. 85 с.
- Добков Н.М. 2017. Лесоводственная оценка кедровых лесов Западно-Сибирской равнины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. Т. 4. С. 25–34.
- Добков Н.М., Данченко А.М. 2014. Припоселковые кедровники Томской области. Проблемы устойчивого лесопользования // Сибирский лесной журнал. №3. С. 127–139.
- Добков Н.М., Залесов С.В. 2018. Библиографический указатель авторефератов диссертаций, защищенных по «Проблеме кедра» за 1952–2017 годы. Ливны: Мухометов Г.В. 45 с.
- Дегтева С.В. (ред.). 2019. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар. 768 с.
- Дроздов И.И. 1999. Интродукция кедра сибирского в европейскую часть лесной зоны России. М.: ВНИИЦ-лесресурс. 31 с.
- Ердаков Л.Н., Переясловец В.М. 2020. Цикличность многолетней динамики численности соболя (*Martes zibellina* (L.)) // Бюллетень МОИП. Т. 125(1). С. 3–14.
- Залесов С.В., Попов А.С., Белов Л.А., Залесова Е.С., Залесов В.Н., Ведерников Е.А., Оплегаев А.С., Платонов Е.П. 2020. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в лесах Пермского края. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет. 24 с.
- Игнатенко М.М. 1988. Сибирский кедр (биология, интродукция, культура). М.: Наука. 160 с.
- Карякин И.В. 2008. Большой подорлик в Алтае-Саянском регионе // Изучение и охрана большого и малого подорликов в Северной Евразии. Иваново: Ивановский государственный университет. С. 165–184.
- Кеппен Ф. 1885. Географическое распространение хвойных деревьев в Европейской России и на Кавказе. СПб.: Типография Императорской Академии наук. Т. 20. 634 с.
- Крестьянин Л.И. 1970. О причинах, препятствующих возобновлению и распространению кедра сибирского в Западном Приуралье // Леса Урала и хозяйство в них: сборник научных трудов. Вып. 5. Свердловск. С. 87–89.
- Крестьянин Л.И. 1972. О возобновлении кедра сибирского в Пермской области // Кедр сибирский на европейском севере СССР: его распространение, возобновление и культура. Л.: Наука. С. 76–80.
- Лазников А.А., Алейников А.А. 2016. Характеристика ценопопуляции кедра сибирского спустя 80 лет после катастрофического пожара // Научные основы устойчивого управления лесами. М.: ЦЭПЛ РАН. С. 46–47.
- Ланина Л.Б. 1963. Сибирский кедр в Печоро-Ильчском заповеднике // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Вып. 10. Сыктывкар. С. 88–219.
- Ларин В.Б. 1980. Культуры ели и кедра сибирского на северо-востоке европейской части СССР. Л.: Наука. 224 с.
- Латкин В.Н. 1853. Дневник Василия Николаевича Латкина, во время путешествия на Печору, в 1840 и 1843 годах. СПб: Типография Императорской Академии наук. 143 с.
- Мальгин Н.Г. 1842. Некоторые замечания о произрастании сибирского кедра // Лесной журнал. Т. 3(2). С. 332–361.
- Москвитин С.С., Нехорошев О.Г. 1995. Позвоночные животные кедровых лесов Томской области // Природокомплекс Томской области. Т. 2. Биологические и водные ресурсы. Томск: Издательство Томского университета. С. 88–95.
- Непомилуева Н.И. 1972. Возобновление кедра сибирского в Коми АССР // Кедр сибирский на европейском севере СССР: его распространение, возобновление и культура. Л.: Наука. С. 20–28.
- Непомилуева Н.И. 1974. Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) на Северо-Востоке Европейской части СССР. Ленинград: Наука. 184 с.
- Овеснов С.А., Ефимик Е.Г., Санников П.Ю. 2020. Предварительный список редких лесных экосистем Пермского края // Устойчивое лесопользование. №4. С. 30–38. DOI: 10.47364/2308-541X_2020_63_4_30
- Овеснов С.А., Ефимик Е.Г., Рогозин М.В. 2021. Редкие лесные экосистемы Пермского края. Анализ лесотаксационных показателей // Устойчивое лесопользование. №3. С. 10–14. DOI: 10.47364/2308-541X202167310
- Паутов Ю.А., Шуктомов Н.В., Шилов А.И., Боровлев А.Ю. 2020. Ландшафтно-экологическое планирование и сохранение биоразнообразия при организации рубок леса в Республики Коми. Сыктывкар. 124 с.

- Приказ. 2020. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 1 декабря 2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах». Доступен через <https://base.garant.ru/75083487/>
- Рысин Л.П. 2011. Кедровые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 240 с.
- Санников П.Ю., Бузмаков С.А. 2015. Развитие сети особо охраняемых природных территорий для сохранения географического разнообразия Пермского края // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. Т. 25(4). С. 22–34.
- Смирнова О.В. (ред.). 2004. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1. М.: Наука. 479 с.
- Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. 1977. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Т. 1. Л.: Наука. 240 с.
- Чагин Г.Н. 2017. Колва, Чусовское, Печора: история, культура, быт от древности до 1917 года. Пермь: Пушкиа. 670 с.
- Aleinikov A.A. 2023. The Traditional Use of Siberian Pine in Northern Pre-Urals in the late 19th – early 20th centuries based on the Archival Data // *Bylye Gody*. Vol. 18(4). P. 1948–1959. DOI: 10.13187/bg.2023.4.1948
- Aleinikov A., Lisitsyna O. 2023. Archival Analysis of Slash-And-Burn Agriculture in the Northern Ural Mountains at the End of the Nineteenth Century // *Human Ecology*. Vol. 51(4). P. 671–683. DOI: 10.1007/s10745-023-00435-8
- Arbachakov A.N. 2009. Harvesting of Siberian Pine nuts in Mountain Shoria: traditions and nowadays // *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. Vol. 37(2). P. 110–118. DOI: 10.1016/j.aeae.2009.08.016
- Boucher D., De Grandpré L., Kneeshaw D., St-Onge B., Ruel J.C., Waldron K., Lussier J.M. 2015. Effects of 80 years of forest management on landscape structure and pattern in the eastern Canadian boreal forest // *Landscape Ecology*. Vol. 30(10). P. 1913–1929. DOI: 10.1007/s10980-015-0220-6
- Boucher Y., Arseneault D., Sirois L. 2009. Logging history (1820–2000) of a heavily exploited southern boreal forest landscape: Insights from sunken logs and forestry maps // *Forest Ecology and Management*. Vol. 258(7). P. 1359–1368. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.06.037
- Boucher Y., Grondin P., Auger I. 2014. Land use history (1840–2005) and physiography as determinants of southern boreal forests // *Landscape Ecology*. Vol. 29(3). P. 437–450. DOI: 10.1007/s10980-013-9974-x
- Braslavskaya T.Y., Geraskina A.P., Aleinikov A.A., Sibgatullin R.Z., Belyaeva N.V., Ukhova N.L., Korotkov V.N., Shilov D.S., Lugovaya D.L., Smirnova O.V. 2022. Long-term effect of wildfires on vascular plant and soil invertebrate diversity in primary fir-spruce forests of the Ural mountains (North Eurasia) // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. Vol. 7(1). P. 1–26. DOI: 10.21685/2500-0578-2022-1-5
- Brunet J., Felton A., Lindbladh M. 2012. From wooded pasture to timber production – Changes in a European beech (*Fagus sylvatica*) forest landscape between 1840 and 2010 // *Scandinavian Journal of Forest Research*. Vol. 27(3). P. 245–254. DOI: 10.1080/02827581.2011.633548
- Conedera M., Colombaroli D., Tinner W., Krebs P., Whitlock C. 2017. Insights about past forest dynamics as a tool for present and future forest management in Switzerland // *Forest Ecology and Management*. Vol. 388. P. 100–112. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.027
- De Keersmaecker L., Onkelinx T., De Vos B., Rogiers N., Vandekerckhove K., Thomaes A., De Schrijver A., Hermy M., Verheyen K. 2014. The analysis of spatio-temporal forest changes (1775–2000) in Flanders (northern Belgium) indicates habitat-specific levels of fragmentation and area loss // *Landscape Ecology*. Vol. 30(2). P. 247–259. DOI: 10.1007/s10980-014-0119-7
- Debkov N., Sidorenkov V., Sidorenkova E., Sedykh V. 2020. Forest cover dynamics of the Bazoy Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) forest from 1915 to 2015 // *Forestry Studies*. Vol. 73(1). P. 52–63. DOI: 10.2478/fsmu-2020-0014
- Drobyshev I., Aleinikov A., Lisitsyna O., Aleksutin V., Vozmitel F., Ryzhkova N. 2024. The first annually resolved analysis of slash-and-burn practices in the boreal Eurasia suggests their strong climatic and socio-economic controls // *Vegetation History and Archaeobotany*. Vol. 33(2). P. 301–312. DOI: 10.1007/s00334-023-00939-9
- Dupuis S., Danneyrolles V., Laflamme J., Boucher Y., Arseneault D. 2020. Forest Transformation Following European Settlement in the Saguenay-Lac-St-Jean Valley in Eastern Québec, Canada // *Frontiers in Ecology and Evolution*. Vol. 8. Article: 257. DOI: 10.3389/fevo.2020.00257
- Efimenko A.S., Aleinikov A.A. 2019. The Role of Microsites in the Natural Regeneration of Trees in Boreal Tall-Herb Dark Coniferous Forests of the Northern Urals // *Biological Bulletin*. Vol. 46(2). P. 200–209. DOI: 10.1134/S1062359019020055
- Ellison A.M., Bank M.S., Clinton B.D., Colburn E.A., Elliott K., Ford C.R., Foster D.R., Kloeppel B.D., Knoepp J.D., Lovett G.M., Mohan J., Orwig D.A., Rodenhouse N.L., Sobczak W.V., Stinson K.A., Stone J.K., Swan C.M., Thompson J., Von Holle B., Webster J.R. 2005. Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems // *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 3(9). P. 479–486. DOI: 10.1890/1540-9295(2005)003[0479:LOFSCF]2.0.CO;2
- Fraginière Y., Sonnenwyl V., Clément B., Kozłowski G. 2022. Large-scale historical afforestation failure with *Pinus cembra* in the Swiss Prealps // *New Forests*. Vol. 53(3). P. 533–553. DOI: 10.1007/s11056-021-09871-0
- Genries A., Mercier L., Lavoie M., Muller S.D., Radakovitch O., Carcaillet C. 2009. The effect of fire frequency on local *Cembra* pine populations // *Ecology*. Vol. 90(2). P. 476–486. DOI: 10.1890/07-1740.1
- Gernandt D.S., López G.G., García S.O., Liston A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus* // *Taxon*. Vol. 54(1). P. 29–42. DOI: 10.2307/25065300
- Gilhen-Baker M., Roviello V., Beresford-Kroeger D., Roviello G.N. 2022. Old growth forests and large old trees as critical organisms connecting ecosystems and human health. A review // *Environmental Chemistry Letters*. Vol. 20(2). P. 1529–1538. DOI: 10.1007/s10311-021-01372-y

- Gugerli F., Brodbeck S., Bebi P., Bollmann K., Dauphin B., Gossner M., Krumm F., Peter M., Queloz V., Reiss G., Rellstab C., Stofer S., von Arx G., Wasem U., Zweifel R. 2023. Swiss stone pine – Portrait of a Mountain Forest Tree. Birmensdorf: Swiss Federal Institute WSL. 16 p. DOI: 10.55419/wsl:32467
- Halsey S.M. 2024. Prioritizing new conservation areas during forest plan updates // *Forest Ecology and Management*. Vol. 553. Article: 121445. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121445
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // *Science*. Vol. 342(6160). P. 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693
- Hao Z.Z., Liu Y.Y., Nazaire M., Wei X.X., Wang X.Q. 2015. Molecular phylogenetics and evolutionary history of sect. *Quinquefoliae* (*Pinus*): Implications for Northern Hemisphere biogeography // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Vol. 87. P. 65–79. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.03.013
- Kaiser K., Theuerkauf M., van der Maaten E., van der Maaten-Theunissen M., Beil A. 2024. Forest history from a single tree species perspective: natural occurrence, near extinction and reintroduction of European yew (*Taxus baccata* L.) on the Darss-Zingst peninsula, southern Baltic Sea coast // *European Journal of Forest Research*. 143(3): 917–942. DOI: 10.1007/s10342-024-01665-1
- Kaplan J.O., Krumhardt K.M., Zimmermann N. 2009. The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe // *Quaternary Science Reviews*. Vol. 28(27–28). P. 3016–3034. DOI: 10.1016/j.quascirev.2009.09.028
- Khapugin A.A., Kuzmin I.V., Silaeva T.B. 2020. Anthropogenic drivers leading to regional extinction of threatened plants: insights from regional Red Data Books of Russia // *Biodiversity and Conservation*. Vol. 29(8). P. 2765–2777. DOI: 10.1007/s10531-020-02000-x
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated // *Meteorologische Zeitschrift*. Vol. 15(3). P. 259–263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130
- Kozák D., Svitok M., Zemlerová V., Mikoláš M., Lachat T., Larrieu L., Paillet Y., Buechling A., Bače R., Keeton W.S., Vítková L., Begovič K., Čada V., Dušátko M., Ferencík M., Frankovič M., Gloor R., Hofmeister J., Janda P., Kameniar O., Kníž T., Majdanová L., Mejstřík M., Pavlin J., Ralhan D., Rodrigo R., Roibu C., Synek M., Vostarek O., Svoboda M. 2023. Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats // *Conservation Biology*. Vol. 37(3). Article: e14066. DOI: 10.1111/cobi.14066
- Kuuluvainen T., Gauthier S. 2018. Young and old forest in the boreal: critical stages of ecosystem dynamics and management under global change // *Forest Ecosystems*. Vol. 5(1). Article: 26. DOI: 10.1186/s40663-018-0142-2
- Lindbladh M., Foster D.R. 2010. Dynamics of long-lived foundation species: the history of *Quercus* in southern Scandinavia // *Journal of Ecology*. Vol. 98(6). P. 1330–1345. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2010.01733.x
- Lindbladh M., Axelsson A.L., Hultberg T., Brunet J., Felton A. 2014. From broadleaves to spruce – the borealization of southern Sweden // *Scandinavian Journal of Forest Research*. Vol. 29(7). P. 686–696. DOI: 10.1080/02827581.2014.960893
- Lindenmayer D.B., Laurance W.F. 2017. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees // *Biological Reviews*. Vol. 92(3). P. 1434–1458. DOI: 10.1111/brv.12290
- Loran C., Munteanu C., Verburg P.H., Schmatz D.R., Bürgi M., Zimmermann N.E. 2017. Long-term change in drivers of forest cover expansion: an analysis for Switzerland (1850–2000) // *Regional Environmental Change*. Vol. 17(8). P. 2223–2235. DOI: 10.1007/s10113-017-1148-y
- Lutz J.A., Furniss T.J., Johnson D.J., Davies S.J., Allen D., Alonso A., Anderson-Teixeira K.J., Andrade A., Baltzer J., Becker K.M.L., Blomdahl E.M., Bourg N.A., Bunyavejchewin S., Burslem D.F.R.P., Cansler C.A., Cao K., Cao M., Cárdenas D., Chang L., Chao K., Chao W., Chiang J., Chu C., Chuyong G.B., Clay K., Condit R., Cordell S., Dattaraja H.S., Duque A., Ewango C.E.N. et al. 2018. Global importance of large-diameter trees // *Global Ecology and Biogeography*. Vol. 27(7). P. 849–864. DOI: 10.1111/geb.12747
- Makariev A.M., Nefiodov A.V., Rammig A., Nobre A.D. 2023. Re-appraisal of the global climatic role of natural forests for improved climate projections and policies // *Frontiers in Forests and Global Change*. Vol. 6. Article: 1150191. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1150191
- Marchais M., Arseneault D., Bergeron Y. 2020. Composition Changes in the Boreal Mixedwood Forest of Western Quebec Since Euro-Canadian Settlement // *Frontiers in Ecology and Evolution*. Vol. 8. Article: 126. DOI: 10.3389/fevo.2020.00126
- Pasques O., Munné-Bosch S. 2024. Ancient trees are essential elements for high-mountain forest conservation: Linking the longevity of trees to their ecological function // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 121(7). Article: e2317866121. DOI: 10.1073/pnas.2317866121
- Piovesan G., Cannon C.H., Liu J., Munné-Bosch S. 2022. Ancient trees: irreplaceable conservation resource for ecosystem restoration // *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 37(12). P. 1025–1028. DOI: 10.1016/j.tree.2022.09.003
- Pokorný P., Šída P., Ptáková M., Světlík I. 2023. A little luxury doesn't hurt: Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) – an unexpected item in the diet of central European Mesolithic hunter-gatherers // *Vegetation History and Archaeobotany*. Vol. 32(3). P. 253–262. DOI: 10.1007/s00334-022-00901-1
- QGIS Development Team. 2019. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Available from <https://qgis.org>
- R Core Team. 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available from <https://www.R-project.org>

- Rösch M., Fischer E., Märkle T. 2005. Human diet and land use in the time of the Khans – Archaeobotanical research in the capital of the Mongolian Empire, Qara Qorum, Mongolia // *Vegetation History and Archaeobotany*. Vol. 14(4). P. 485–492. DOI: 10.1007/s00334-005-0074-y
- Ruggirello M.J., Bustamante G., Rodriguez P., Cruz-Alonso V., Soler R. 2023. Post-fire forest recovery at high latitudes: tree regeneration dominated by fire-adapted, early-seral species increases with latitude // *Annals of Forest Science*. Vol. 80(1). Article: 47. DOI: 10.1186/s13595-023-01213-8
- Shumilovskikh L.S., Schmidt M., Pereskokov M., Sannikov P. 2020. Postglacial history of East European boreal forests in the mid-Kama region, pre-Urals, Russia // *Boreas*. Vol. 49(3). P. 526–543. DOI: 10.1111/bor.12436
- Shuvaev D.N., Semerikov V.L., Kuznetsova G.V., Putintseva Y.A. 2023. Late Quaternary history of Siberian stone pine as revealed by genetic and paleoecological data // *Tree Genetics and Genomes*. Vol. 19(2). Article: 16. DOI: 10.1007/s11295-023-01592-z
- Smirnova O.V., Bobrovsky M.V., Khanina L.G., Zaugolnova L.B., Korotkov V.N., Aleynikov A.A., Evstigneev O.I., Smirnov V.E., Smirnov N.S., Zaprudina M.V. 2017. Boreal Forests // *European Russian Forests. Plant and Vegetation*. Vol. 15. Dordrecht: Springer. P. 59–203. DOI: 10.1007/978-94-024-1172-0_3
- Tantsyrev N.V., Sannikov S.N. 2008. Dynamics of environmental factors and Siberian stone pine regeneration in burned-out and clear-cut forest areas in the Urals // *Russian Journal of Ecology*. Vol. 39(2). P. 140–144. DOI: 10.1007/s11184-008-2011-7
- Terrail R., Dupuis S., Danneyrolles V., Fortin M., Boucher Y., Arseneault D. 2019. Reorganization of tree assemblages over the last century in the northern hardwoods of eastern Canada // *Applied Vegetation Science*. Vol. 22(4). P. 474–483. DOI: 10.1111/avsc.12449
- UNESCO. 1995. Virgin Komi Forests. Available from <https://whc.unesco.org/en/list/719/>
- Viner I.A. 2015. Polyporoid and corticioid Basidiomycetes in pristine forests of the Pechora-Ilych Nature Reserve, Komi Republic, Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*. Vol. 52. P. 81–88. DOI: 10.12697/fce.2015.52.10
- Wang J., Wang G.G., Li R., Sun Y., Yu L., Zhu J., Yan Q. 2022. Cascading effect of source limitation on the granivore-mediated seed dispersal of Korean pine (*Pinus koraiensis*) in secondary forest ecosystems // *Ecological Processes*. Vol. 11(1). Article: 1. DOI: 10.1186/s13717-021-00352-y
- Williams M. 2003. *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis: an abridgment*. Chicago: University of Chicago Press. 689 p.
- Wulf M., Jahn U., Meier K., Radtke M. 2017. Tree species composition of a landscape in north-eastern Germany in 1780, 1890 and 2010 // *Forestry*. Vol. 90(2). P. 174–186. DOI: 10.1093/forestry/cpw061
- Zar J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, USA: Pearson. 944 p.
- Zheng X., Fang X., Ye Y., Pongratz J., Zhang C., Li J., Yang L.E., Li Y., Eckmeier E. 2022. Reconstruction of historical forest cover on a 1° grid in central and southeast Europe from AD 1800 to 2000 // *Holocene*. Vol. 32(10). P. 1052–1064. DOI: 10.1177/09596836221106963

References

- Aleynikov A.A. 2021. Historical and Geografic Factors of Intactness of the Primary Dark Coniferous Forests of Northern Ural. *Russian Journal of Forest Science* 6: 593–608. DOI: 10.31857/S0024114821060036 [In Russian]
- Aleynikov A.A. 2023. The Traditional Use of Siberian Pine in Northern Pre-Urals in the late 19th – early 20th centuries based on the Archival Data. *Bylye Gody* 18(4): 1948–1959. DOI: 10.13187/bg.2023.4.1948
- Aleynikov A., Lisitsyna O. 2023. Archival Analysis of Slash-And-Burn Agriculture in the Northern Ural Mountains at the End of the Nineteenth Century. *Human Ecology* 51(4): 671–683. DOI: 10.1007/s10745-023-00435-8
- Alexandrov V.A., Vlasova I.V., Kremleva I.A., Listova T.A., Makashina T.S., Chagin G.N. 1989. *On the way from the Permian Land to Siberia: Essays on the Ethnography of the Northern Urals Peasantry of the XVII–XX Centuries*. Moscow: Nauka. 350 p. [In Russian]
- Aleynikov A.A., Stenno S.P., Tsiberkin N.G., Melnichuk A.F., Sadovnikova E.N. 2018. Influence of the perm salt production in the 15th – 19th centuries on forest transformation: impact assessment. *Russian Journal of Ecosystem Ecology* 3(1): 1–12. DOI: 10.21685/2500-0578-2018-1-2 [In Russian]
- Arbachakov A.N. 2009. Harvesting of Siberian Pine nuts in Mountain Shoria: traditions and nowadays. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia* 37(2): 110–118. DOI: 10.1016/j.aeae.2009.08.016
- Batuev N.G. 1902. A brief outline of the Kolva forestry. *Lesnoy Zhurnal* 3: 487–536. [In Russian]
- Bekh I.A., Danchenko A.M. 2012. *Bibliographic index of indigenous literature on cedar pines over 1959–2011*. Tomsk: Tomsk State University. 248 p. [In Russian]
- Borisenkov E.P. 1990. *Scientific and applied reference book on the climate of the USSR. Series 3. Long-term data. Parts 1–6. Vol. 9*. Leningrad: Hydrometeoizdat. 560 p. [In Russian]
- Boucher D., De Grandpré L., Kneeshaw D., St-Onge B., Ruel J.C., Waldron K., Lussier J.M. 2015. Effects of 80 years of forest management on landscape structure and pattern in the eastern Canadian boreal forest. *Landscape Ecology* 30(10): 1913–1929. DOI: 10.1007/s10980-015-0220-6
- Boucher Y., Arseneault D., Sirois L. 2009. Logging history (1820–2000) of a heavily exploited southern boreal forest landscape: Insights from sunken logs and forestry maps. *Forest Ecology and Management* 258(7): 1359–1368. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.06.037
- Boucher Y., Grondin P., Auger I. 2014. Land use history (1840–2005) and physiography as determinants of southern boreal forests. *Landscape Ecology* 29(3): 437–450. DOI: 10.1007/s10980-013-9974-x
- Braslavskaya T.Y., Geraskina A.P., Aleynikov A.A., Sibgatullin R.Z., Belyaeva N.V., Ukhova N.L., Korotkov V.N., Shilov

- D.S., Lugovaya D.L., Smirnova O.V. 2022. Long-term effect of wildfires on vascular plant and soil invertebrate diversity in primary fir-spruce forests of the Ural mountains (North Eurasia). *Russian Journal of Ecosystem Ecology* 7(1): 1–26. DOI: 10.21685/2500-0578-2022-1-5
- Brunet J., Felton A., Lindbladh M. 2012. From wooded pasture to timber production – Changes in a European beech (*Fagus sylvatica*) forest landscape between 1840 and 2010. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27(3): 245–254. DOI: 10.1080/02827581.2011.633548
- Chagin G.N. 2017. *Kolva, Chusovskoe, Pechora: history, culture, household from ancientry to 1917*. Perm: Pushka. 670 p. [In Russian]
- Conedera M., Colombaroli D., Tinner W., Krebs P., Whitlock C. 2017. Insights about past forest dynamics as a tool for present and future forest management in Switzerland. *Forest Ecology and Management* 388: 100–112. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.027
- De Keersmaecker L., Onkelinx T., De Vos B., Rogiers N., Vandekerckhove K., Thomaes A., De Schrijver A., Hermy M., Verheyen K. 2014. The analysis of spatio-temporal forest changes (1775–2000) in Flanders (northern Belgium) indicates habitat-specific levels of fragmentation and area loss. *Landscape Ecology* 30(2): 247–259. DOI: 10.1007/s10980-014-0119-7
- Debkov N.M. 2017. The estimate of cedar forests of the West Siberian plain. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management* 4: 25–34. [In Russian]
- Debkov N.M., Danchenko A.M. 2014. The Siberian Stone Pine Stands Near Settlements in Tomsk Region. Problems of Sustainable Forest Use. *Siberian Journal of Forest Science* 3: 127–139. [In Russian]
- Debkov N.M., Zalesov S.V. 2018. *Bibliographic index of abstracts of dissertations on the «Problem of Cedar» over 1952–2017*. Livny: Mukhametov G.V. 45 p. [In Russian]
- Debkov N., Sidorenkov V., Sidorenkova E., Sedykh, V. 2020. Forest cover dynamics of the Bazoy Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) forest from 1915 to 2015. *Forestry Studies* 73(1): 52–63. DOI: 10.2478/fsmu-2020-0014
- Degteva S.V. (Ed.). 2019. Red Data Book of the Komi Republic. Syktyvkar: Komi Book Publishing House. 768 p. [In Russian]
- Drobyshev I., Aleinikov A., Lisitsyna O., Aleksutin V., Vozmitel F., Ryzhkova N. 2024. The first annually resolved analysis of slash-and-burn practices in the boreal Eurasia suggests their strong climatic and socio-economic controls. *Vegetation History and Archaeobotany* 33(2): 301–312. DOI: 10.1007/s00334-023-00939-9
- Drozdov I.I. 1999. *Introduction of Siberian Cedar to the European Part of the Russian For-est Zone*. Moscow: Russian National Research and Information Centre for Forest Resources. 31 p. [In Russian]
- Dupuis S., Danneyrolles V., Laflamme J., Boucher Y., Arseneault D. 2020. Forest Transformation Following European Settlement in the Saguenay-Lac-St-Jean Valley in Eastern Québec, Canada. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 257. DOI: 10.3389/fevo.2020.00257
- Efimenko A.S., Aleinikov A.A. 2019. The Role of Microsites in the Natural Regeneration of Trees in Boreal Tall-Herb Dark Coniferous Forests of the Northern Urals. *Biological Bulletin* 46(2): 200–209. DOI: 10.1134/S1062359019020055
- Ellison A.M., Bank M.S., Clinton B.D., Colburn E.A., Elliott K., Ford C.R., Foster D.R., Kloeppel B.D., Knoepp J.D., Lovett G.M., Mohan J., Orwig D.A., Rodenhouse N.L., Sobczak W. V., Stinson K.A., Stone J.K., Swan C.M., Thompson J., Von Holle B., Webster J.R. 2005. Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(9): 479–486. DOI: 10.1890/1540-9295(2005)003[0479:LOFSCF]2.0.CO;2
- Erdakov L.N., Pereyaslovets V.M. 2020. Long-term cyclicality of the sable (*Martes zibellina* (L.)) population dynamics. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series* 125(1): 3–14. [In Russian]
- Fragnière Y., Sonnenwyl V., Clément B., Kozłowski G. 2022. Large-scale historical afforestation failure with *Pinus cembra* in the Swiss Prealps. *New Forests* 53(3): 533–553. DOI: 10.1007/s11056-021-09871-0
- GAPK. 1935. Correspondence of the Nyrob District Executive Committee with village councils. In: *State Archive of the Permsky Krai*. Fund r1423. Inventory 1. File 241. [In Russian]
- GAPK. 1939a. Report on the organisation of the Kolvinsky forestry. Volume 2. In: *State Archive of the Permsky Krai*. Fund r554. Inventory 2. File 428. [In Russian]
- GAPK 1939b. Report on the organisation of the Kolvinsky forestry. Volume 3. In: *State Archive of the Permsky Krai*. Fund r554. Inventory 2. File 429. [In Russian]
- Genies A., Mercier L., Lavoie M., Muller S.D., Radakovitch O., Carcaillet C. 2009. The effect of fire frequency on local cembra pine populations. *Ecology* 90(2): 476–486. DOI: 10.1890/07-1740.1
- Gernandt D.S., López G.G., García S.O., Liston A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* 54(1): 29–42. DOI: 10.2307/25065300
- Gilhen-Baker M., Roviello V., Beresford-Kroeger D., Roviello G.N. 2022. Old growth forests and large old trees as critical organisms connecting ecosystems and human health. A review. *Environmental Chemistry Letters* 20(2): 1529–1538. DOI: 10.1007/s10311-021-01372-y
- Gridina I.N., Kolupaeva A.A., Lebedeva F.N. 1928. *List of settlements of the Ural region. Vol. 1: Verkhkamsk district*. Sverdlovsk. 85 p. [In Russian]
- Grigoryeva S.O., Konstantinov A.V., Treshchevskaya E.I., Kuznetsova M.L., Shkolnik I.M. 2018. *Paleoclimatic reconstruction of tree species natural ranges in the North-West of Russia*. Voronezh. 119 p. [In Russian]
- Gugerli F., Brodbeck S., Bebi P., Bollmann K., Dauphin B., Gossner M., Krumm F., Peter M., Quéloz V., Reiss G., Rellstab C., Stofer S., von Arx G., Wasem U., Zweifel R. 2023. *Swiss stone pine – Portrait of a Mountain Forest Tree*. Birmensdorf: Swiss Federal Institute WSL. 16 p. DOI: 10.55419/wsl:32467
- Ignatenko M.M. 1988. *Siberian Cedar (Biology, Adaptation, Cultivation)*. Moscow: Nauka. 160 p. [In Russian]

- Halsey S.M. 2024. Prioritizing new conservation areas during forest plan updates. *Forest Ecology and Management* 553: 121445. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.121445
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342(6160): 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693
- Hao Z.Z., Liu Y.Y., Nazaire M., Wei X.X., Wang X.Q. 2015. Molecular phylogenetics and evolutionary history of sect. *Quinquifoliae* (*Pinus*): Implications for Northern Hemisphere biogeography. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 87: 65–79. DOI: 10.1016/j.ympev.2015.03.013
- Kaiser K., Theuerkauf M., van der Maaten E., van der Maaten-Theunissen M., Beil A. 2024. Forest history from a single tree species perspective: natural occurrence, near extinction and reintroduction of European yew (*Taxus baccata* L.) on the Darss-Zingst peninsula, southern Baltic Sea coast. *European Journal of Forest Research* 143(3): 917–942. DOI: 10.1007/s10342-024-01665-1
- Kaplan J.O., Krumhardt K.M., Zimmermann N. 2009. The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. *Quaternary Science Reviews* 28(27–28): 3016–3034. DOI: 10.1016/j.quascirev.2009.09.028
- Karyakin I.V. 2008. The Greater Spotted Eagle in Altai-Sayan Region. In: *Research and conservation of the Greater and Lesser Spotted Eagles in Northern Eurasia*. Ivanovo: Ivanovo State University. P. 165–184. [In Russian]
- Khapugin A.A., Kuzmin I.V., Silaeva T.B. 2020. Anthropogenic drivers leading to regional extinction of threatened plants: insights from regional Red Data Books of Russia. *Biodiversity and Conservation* 29(8): 2765–2777. DOI: 10.1007/s10531-020-02000-x
- Köppen F. 1885. *Geographical distribution of coniferous trees in European Russia and the Caucasus*. St. Petersburg: printing House of the Imperial Academy of Sciences. Vol. 20. 634 p. [In Russian]
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3): 259–263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130
- Kozák D., Svitok M., Zemlerová V., Mikoláš M., Lachat T., Larrieu L., Paillet Y., Buechling A., Bače R., Keeton W.S., Vítková L., Begović K., Čada V., Dušátko M., Ferenčík M., Frankovič M., Gloor R., Hofmeister J., Janda P., Kameniar O., Kníř T., Majdanová L., Mejstřík M., Pavlin J., Ralhan D., Rodrigo R., Roibu C., Synek M., Vostarek O., Svoboda M. 2023. Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats. *Conservation Biology* 37(3): e14066. DOI: 10.1111/cobi.14066
- Krestyashin L.I. 1970. About the reasons preventing the reforestation and spread of Siberian pine in the Western Pre-Urals. In: *Forests of the Urals and their economy*. Vol. 5. Sverdlovsk. P. 87–89. [In Russian]
- Krestyashin L.I. 1972. About the reforestation of Siberian pine in the Perm Region. In: *Pinus sibirica in the European North of the USSR: its distribution, regeneration and culture*. Leningrad: Nauka. P. 76–80. [In Russian]
- Kuuluvainen T., Gauthier S. 2018. Young and old forest in the boreal: critical stages of ecosystem dynamics and management under global change. *Forest Ecosystems* 5(1): 26. DOI: 10.1186/s40663-018-0142-2
- Lanina L.B. 1963. *Pinus sibirica* in the Pechora-Ilych State Nature Reserve. *Proceedings of the Pechora-Ilych State Nature Reserve* 10: 88–219. [In Russian]
- Larin V.B. 1980. *Cultures of spruce and Siberian pine in the northeast of the European part of the USSR*. Leningrad: Nauka. 224 p. [In Russian]
- Latkin V.N. 1853. *The diary of Vasily N. Latkin, during a trip to Pechora, in 1840 and 1843*. St. Petersburg: Printing House of the Imperial Academy of Sciences. 143 p. [In Russian]
- Laznikov A.A., Aleynikov A.A. 2016. Characteristics of the Siberian pine coenopopulation 80 years after a catastrophic fire. In: *Scientific foundations of sustainable forest management*. Moscow: CEPF RAS. P. 46–47. [In Russian]
- Lindbladh M., Foster D.R. 2010. Dynamics of long-lived foundation species: the history of *Quercus* in southern Scandinavia. *Journal of Ecology* 98(6): 1330–1345. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2010.01733.x
- Lindbladh M., Axelsson A.L., Hultberg T., Brunet J., Felton A. 2014. From broadleaves to spruce – the borealization of southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29(7): 686–696. DOI: 10.1080/02827581.2014.960893
- Lindenmayer D.B., Laurance W.F. 2017. The ecology, distribution, conservation and management of large old trees. *Biological Reviews* 92(3): 1434–1458. DOI: 10.1111/brv.12290
- Loran C., Munteanu C., Verburg P.H., Schmatz D.R., Bürgi M., Zimmermann N.E. 2017. Long-term change in drivers of forest cover expansion: an analysis for Switzerland (1850–2000). *Regional Environmental Change* 17(8): 2223–2235. DOI: 10.1007/s10113-017-1148-y
- Lutz J.A., Furniss T.J., Johnson D.J., Davies S.J., Allen D., Alonso A., Anderson-Teixeira K.J., Andrade A., Baltzer J., Becker K.M.L., Blomdahl E.M., Bourg N.A., Bunyavejchewin S., Burslem D.F.R.P., Cansler C.A., Cao K., Cao M., Cárdenas D., Chang L., Chao K., Chao W., Chiang J., Chu C., Chuyong G.B., Clay K., Condit R., Cordell S., Dattaraja H.S., Duque A., Ewango C.E.N. et al. 2018. Global importance of large-diameter trees. *Global Ecology and Biogeography* 27(7): 849–864. DOI: 10.1111/geb.12747
- Makarieva A.M., Nefiodov A.V., Rammig A., Nobre A.D. 2023. Re-appraisal of the global climatic role of natural forests for improved climate projections and policies. *Frontiers in Forests and Global Change* 6: 1150191. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1150191
- Malgin N.G. 1842. Some remarks about the growth of *Pinus sibirica*. *Lesnoy Zhurnal* 3(2): 332–361.
- Marchais M., Arseneault D., Bergeron Y. 2020. Composition Changes in the Boreal Mixedwood

- Forest of Western Quebec Since Euro-Canadian Settlement. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 126. DOI: 10.3389/fevo.2020.00126
- Moskvitin S.S., Nekhorov O.G. 1995. Vertebrate animals of cedar forests of the Tomsk Region In: *Nature complex of the Tomsk Region. Vol. 2: Biological and water resources*. Tomsk: Tomsk State University Publishing House. P. 88–95. [In Russian]
- Nepomiluyeva N.I. 1972. Regeneration of Siberian pine in Komi ASSR. In: *Pinus sibirica in the European North of the USSR: its distribution, regeneration and culture*. Leningrad: Nauka. P. 20–28. [In Russian]
- Nepomiluyeva N.I. 1974. *Siberian pine (Pinus sibirica Du Tour) in the North-East of the European part of the USSR*. Leningrad: Nauka. 184 p. [In Russian]
- Order. 2020. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated on 01.12.2020 №993 «On the approval of the Rules of logging and the characteristics of logging in forests». Available from <https://base.garant.ru/75083487/> [In Russian]
- Ovesnov S.A., Efimik E.G., Sannikov P.Yu. 2020. Preliminary list of rare forest ecosystems of Perm region. *Sustainable Forestry* 4: 30–38. DOI: 10.47364/2308-541X_2020_63_4_30 [In Russian]
- Ovesnov S.A., Efimik E.G., Rogozin M.V. 2021. Rare forest ecosystems of the Perm region. Analysis of forest taxation indicators. *Sustainable Forestry* 3: 10–14. DOI: 10.47364/2308-541X202167310 [In Russian]
- Pasques O., Munné-Bosch S. 2024. Ancient trees are essential elements for high-mountain forest conservation: Linking the longevity of trees to their ecological function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 121(7): e2317866121. DOI: 10.1073/pnas.2317866121
- Pautov Yu.A., Shuktomov N.V., Shilov A.I., Borovlev A.Yu. 2020. *Landscape-ecological planning and biodiversity conservation in the organization of logging in the Komi Republic*. Syktyvkar. 124 p. [In Russian]
- Piovesan G., Cannon C.H., Liu J., Munné-Bosch S. 2022. Ancient trees: irreplaceable conservation resource for ecosystem restoration. *Trends in Ecology and Evolution* 37(12): 1025–1028. DOI: 10.1016/j.tree.2022.09.003
- Pokorný P., Šída P., Ptáková M., Světlík I. 2023. A little luxury doesn't hurt: Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) – an unexpected item in the diet of central European Mesolithic hunter-gatherers. *Vegetation History and Archaeobotany* 32(3): 253–262. DOI: 10.1007/s00334-022-00901-1
- QGIS Development Team. 2019. *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation*. Available from <https://qgis.org>
- R Core Team. 2019. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Available from <https://www.R-project.org>
- Rösch M., Fischer E., Märkle T. 2005. Human diet and land use in the time of the Khans – Archaeobotanical research in the capital of the Mongolian Empire, Qara Qorum, Mongolia. *Vegetation History and Archaeobotany* 14(4): 485–492. DOI: 10.1007/s00334-005-0074-y
- Ruggirello M.J., Bustamante G., Rodriguez P., Cruz-Alonso V., Soler R. 2023. Post-fire forest recovery at high latitudes: tree regeneration dominated by fire-adapted, early-seral species increases with latitude. *Annals of Forest Science* 80(1): 47. DOI: 10.1186/s13595-023-01213-8
- Rysin L.P. 2011. *Siberian pine forests of Russia*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 240 p. [In Russian]
- Sannikov P.Yu., Buzmakov S.A. 2015. Development of a protected areas network for conservation of geographic diversity in Perm region. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences* 25(4): 22–34. [In Russian]
- Shumilovskikh L.S., Schmidt M., Pereskokov M., Sannikov P. 2020. Postglacial history of East European boreal forests in the mid-Kama region, pre-Urals, Russia. *Boreas* 49(3): 526–543. DOI: 10.1111/bor.12436
- Shuvaev D.N., Semerikov V.L., Kuznetsova G.V., Putintseva Y.A. 2023. Late Quaternary history of Siberian stone pine as revealed by genetic and paleoecological data. *Tree Genetics and Genomes* 19(2): 16. DOI: 10.1007/s11295-023-01592-z
- Smirnova O.V. (Ed.). 2004. *Eastern European forests: Holocene history and modernity. Book 1*. Moscow: Nauka. 479 p. [In Russian]
- Smirnova O.V., Bobrovsky M.V., Khanina L.G., Zaugolnova L.B., Korotkov V.N., Aleynikov A.A., Evstigneev O.I., Smirnov V.E., Smirnov N.S., Zaprudina M.V. 2017. Boreal Forests. In: O. Smirnova, M. Bobrovsky, L. Khanina (Eds.): *European Russian Forests. Plant and Vegetation*. Vol. 15. Dordrecht: Springer. P. 59–203. DOI: 10.1007/978-94-024-1172-0_3
- Sokolov S.Ya., Svyazeva O.A., Kubli V.A. 1977. *Natural ranges of trees and shrubs of USSR*. Vol. 1. Leningrad: Nauka. 240 p. [In Russian]
- Tantsyrev N.V., Sannikov S.N. 2008. Dynamics of environmental factors and Siberian stone pine regeneration in burned-out and clear-cut forest areas in the Urals. *Russian Journal of Ecology* 39(2): 140–144. DOI: 10.1007/s11184-008-2011-7
- Terrail R., Dupuis S., Danneyrolles V., Fortin M., Boucher Y., Arseneault D. 2019. Reorganization of tree assemblages over the last century in the northern hardwoods of eastern Canada. *Applied Vegetation Science* 22(4): 474–483. DOI: 10.1111/avsc.12449
- UNESCO. 1995. *Virgin Komi Forests*. Available from <https://whc.unesco.org/en/list/719/>
- Viner I.A. 2015. Polyporoid and corticioid Basidiomycetes in pristine forests of the Pechora-Ilych Nature Reserve, Komi Republic, Russia. *Folia Cryptogamica Estonica* 52: 81–88. DOI: 10.12697/fce.2015.52.10
- Vorobyev V.N. 1982. *Nutcracker and its relationships with Siberian pine (Experience of quantitative analysis)*. Novosibirsk: Nauka. 113 p. [In Russian]
- Wang J., Wang G.G., Li R., Sun Y., Yu L., Zhu J., Yan Q. 2022. Cascading effect of source limitation on the granivore-mediated seed dispersal of Korean pine (*Pinus koraiensis*) in secondary forest ecosystems. *Ecological Processes* 11(1): 1. DOI: 10.1186/s13717-021-00352-y

- Williams M. 2003. *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis: an abridgment*. Chicago: University of Chicago Press. 689 p.
- Wulf M., Jahn U., Meier K., Radtke M. 2017. Tree species composition of a landscape in north-eastern Germany in 1780, 1890 and 2010. *Forestry* 90(2): 174–186. DOI: 10.1093/forestry/cpw061
- Zalesov S.V., Popov A.S., Belov L.A., Zalesova E.S., Zalesov V.N., Vedernikov E.A., Opletaev A.S., Platonov E.P. 2020. *Methodological recommendations for the conservation of biological diversity in the harvesting of wood in the forests of the Perm region*. Ekaterinburg: Ural State Forestry University. 24 p. [In Russian]
- Zar J.H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th ed. Upper Saddle River, USA: Pearson. 944 p.
- Zheng X., Fang X., Ye Y., Pongratz J., Zhang C., Li J., Yang L.E., Li Y., Eckmeier E. 2022. Reconstruction of historical forest cover on a 1° grid in central and southeast Europe from AD 1800 to 2000. *Holocene* 32(10): 1052–1064. DOI: 10.1177/09596836221106963

LONG-TERM DYNAMICS OF FORESTS WITH *PINUS SIBIRICA* IN THE UPPER REACHES OF THE RIVER KOLVA (NORTHERN PRE-URALS, RUSSIA) FROM 1938 TO 2023

Alexei A. Aleinikov^{1,2,*} , Vadim E. Aleksutin² , Foma K. Vozmitel^{3,4} , Alexey N. Gunya² 

¹Center for Forest Ecology and Productivity of the RAS, Russia

²Institute of Geography of RAS, Russia

³Forest Research Institute of the Karelian Research Center of RAS, Russia

⁴State Nature Reserve «Denezhkin Kamen», Russia

*e-mail: aaacastor@gmail.com

Forest ecosystems have been impacted by human activity over several millennia in a variety of ways. Previous land use activity has not only changed the ratio of various terrestrial ecosystems, but also influenced the distribution of tree species. The insight into the forest species composition, dynamics and revealing how it differs from the modern one should be of decisive importance for the identification and conservation of the most valuable forests, as well as the restoration of ones previously disturbed. The density and distribution of some species continues to decline rapidly due to the anthropogenic activity. This problem is most urgent in boreal forests, formed by a limited set of tree species. Studies of the long-lived tree species dynamics and their ability to restore after various types of disturbances deserve special attention. Based on analysis of forest management materials from 1938 and 2023, this paper was aimed to analyse the dynamics of forests with the participation of *Pinus sibirica* in the Northern Pre-Urals (Permsky Krai, Russia), on the western border of the species' natural range. In 1938, the forests with *Pinus sibirica* occupied 16.6% of all forests in the research area. In 1938, most forests with *Pinus sibirica* (64%) were forests, in which *P. sibirica* was represented by only 1–5% of the stock. *Pinus sibirica*-dominated forests were almost absent, with only one site with 60% dominance of *P. sibirica*, and five sites with 40% dominance of *P. sibirica*. Over the next 85 years, the area of forests with *Pinus sibirica* participation in the research area has decreased by 2.5 times due to the impact of clear cuttings and forest fires. By 2023, the ratio of forest areas with various proportions of *Pinus sibirica* participation had changed considerably. The highest changes were found in forests with *Pinus sibirica* participation of 1%, 5% and 20% of the stock. Analysis of the typological structure of forests showed that at present *Pinus sibirica* has survived only in natural dark-coniferous forests, which have not been affected previously by forestry activities and fires. Due to the exceptionally slow regeneration following fires and logging activities, *Pinus sibirica* is absent in the forests formed over the studied period. The current federal legal restrictions prove ineffective as they target the preservation of forest stands containing over 30% of *Pinus sibirica*, while the majority of forests in the study area contain less proportion of this species. We believe that it is necessary to develop uniform measures to preserve existing and restore the lost *Pinus sibirica* populations in the Komi Republic and the Permsky Krai, including the prohibitions on the logging of forests with any proportion of *Pinus sibirica* as well as the creation of *P. sibirica* forest plantations.

Kew words: boreal forests, clear-cutting, forestry, intact forest landscape, Permsky Krai, protected species, Siberian pine, Siberian pine nut gathering, traditional land use