 © Авторы статьи / Authors of the article

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY, LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.11 EDN: BODZVZ

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ НАРУШЕННОСТИ ЛЕСОВ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Научная статья

Сультсон С.М.[1], Слинкина О.А.[2], Михайлов П.В.[3], Кулакова Н.Н.[4], Попова В.В.[5,] *, Федонова П.А.[6]

[1] ORCID : 0000-0001-5679-1874;

[2] ORCID : 0000-0001-9453-318X;

[3] ORCID : 0000-0003-3967-0709;

[4] ORCID : 0000-0001-6900-5115;

[5] ORCID : 0000-0002-8388-3667;

[6] ORCID : 0000-0003-1793-6369;

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (valpx[at]bk.ru)

Предложена: 02.10.2026; Принята: 22.10.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

Рассматривается проблема оценки нарушенности лесного покрова юга Средней Сибири под воздействием комплекса биотических и антропогенных факторов. Исследование охватывает 53 лесничества Красноярского края общей площадью 36,2 млн. га и основано на интеграции спутниковых данных высокого разрешения, материалов дистанционного мониторинга пожаров и сведений об очагах вредителей. Установлено, что за десятилетний период потери лесного покрова составили 2,66 млн. га, при этом ведущую роль в деградации древостоев играли природные факторы — вспышки массового размножения насекомых-вредителей и лесные пожары, совокупный вклад которых существенно превысил потери от промышленных рубок. Выявлена выраженная пространственная дифференциация нарушенности: в Нижнем Приангарье преобладает сопряжённое воздействие рубок и пожаров, тогда как на левобережье Енисея ключевую роль сыграли вспышки сибирского шелкопряда и уссурийского полиграфа. В горных лесничествах юга потери минимальны. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости перехода к адаптивному управлению лесами с учётом естественной смертности древостоев и усиления противопожарных мер в нарушенных лесах.

Ключевые слова: нарушенность лесного фонда, потери леса, лесные пожары, насекомые-вредители, вырубка лесов, Средняя Сибирь.

EVALUATION OF CHANGES IN FOREST DETERIORATION IN SOUTHERN CENTRAL SIBERIA RESULTING FROM THE IMPACT OF BIOTIC AND ANTHROPOGENIC FACTORS

Research article

Sultson S.M.[1], Slinkina O.A.[2], Mikhaylov P.V.[3], Kulakova N.N.[4], Popova V.V.[5,] *, Fedonova P.A.[6]

[1] ORCID : 0000-0001-5679-1874;

[2] ORCID : 0000-0001-9453-318X;

[3] ORCID : 0000-0003-3967-0709;

[4] ORCID : 0000-0001-6900-5115;

[5] ORCID : 0000-0002-8388-3667;

[6] ORCID : 0000-0003-1793-6369;

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (valpx[at]bk.ru)

Suggested: 02.10.2026; Accepted: 22.10.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

The problem of assessing the degree of forest cover deterioration in southern Central Siberia under the influence of a combination of biotic and anthropogenic factors is examined. The study covers 53 forest districts in Krasnoyarsk Krai with a total area of 36.2 million hectares and is based on the integration of high-resolution satellite data, remote sensing data on wildfires, and information on pest outbreaks. It was found that over a ten-year period, forest cover loss amounted to 2.66 million hectares, with natural factors—outbreaks of mass reproduction of insect pests and forest fires—playing a leading role in stand degradation; their combined contribution significantly exceeded losses from commercial logging. A significant spatial differentiation in disturbance patterns was identified: in the Lower Angara region, the combined impact of logging and fires predominates, whereas on the left bank of the Yenisei, outbreaks of the Siberian silkworm and the Ussuri polygraph played a key role. In the southern mountain forest districts, losses are minimal. The obtained results indicate the need to transition to

 © Авторы статьи / Authors of the article

adaptive forest management that takes into account the natural mortality of tree stands and to strengthen fire prevention measures in disturbed forests.

Keywords: deterioration of forest resources, forest loss, forest fires, insect pests, deforestation, Central Siberia.

Введение

Красноярский край занимает ведущее место по плотности населения и экономическому потенциалу в Приенисейской и Восточной Сибири [1], [2]. Общая площадь лесов Красноярского края составляет 164 млн. га, причем большая часть, 158,7 млн. га, находится на землях государственного лесного фонда, из них покрытые лесом земли — 105 млн. га.

Степень нарушенности лесного фонда Красноярского края в отдельных районах достигает 80–90%, при этом усредненный показатель составляет 69%. Это указывает на то, что регион входит в зону истощительного лесопользования [3], [4], [5]. В Сибирских регионах с преобладанием спелых и перестойных насаждений все еще продолжается экстенсивное освоение и использование лесных ресурсов [6].

Ключевыми факторами, влияющими на функционирование и состояние лесов, являются пожары, вырубки и насекомые-вредители. Данные факторы нарушают не только лесные экосистемы, но и приводят к значительным потерям в сфере экологии и экономики [7], [8]. Влияние на леса Сибири проявляется схожим образом: уничтожается древесная растительность и насаждения прекращают выполнять свои экосистемные функции. Это запускает новый цикл сукцессий [9], при этом повторные пожары и сплошные рубки часто ведут к долговременной смене хвойных формаций на мелколиственные леса [10].

По данным Федерального агентства лесного хозяйства «Рослесхоз», площадь поврежденных и погибших лесных участков, вследствие воздействия вредителей и болезней леса на территории Сибири, в 2024 году составила около 500 тыс. га, из них 273 тыс. га сосредоточено в Красноярском крае.

Оценка динамики лесных растительных формаций за последние 50 лет, проведенная В.А. Соколовым и др.[6], указывает на ухудшение качественного состава лесов Центральной Сибири. Лесные насаждения были вырублены на площади 4,5 млн. га с общим запасом древесины 900 млн. м³. Площадь, пройденная лесными пожарами, составила 12,5 млн. га, на ущерб от вредителей и болезней приходится 3,7 млн га. Кроме того, сотни тысяч гектаров были исключены из лесного фонда для нужд инфраструктуры, не относящейся к лесному хозяйству (зоны затопления ГЭС, ЛЭП, дороги, гражданское и промышленное строительство и прочее). В результате за указанный период площадь лесных земель сократилась на 1,0 млн. га, а хвойные насаждения уменьшились на 19 млн. га. Общий запас древесины хвойных пород снизился на 24%, включая уменьшение запасов спелых и перестойных насаждений на 34,7% [6], [11]. Существенные изменения произошли в пирологической ситуации в лесах, нарушилась природная цикличность и закономерность возгораний, что также повлияло на пирогенные сукцессии [6], [12].

Нарастающая деградация коренных древостоев, вызванная энтомовредителями (в первую очередь сибирским шелкопрядом *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. и уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandf.), не только снижает сырьевой потенциал, но и сопровождается накоплением крупных древесных остатков, нарушением водного режима почв, процессами задернения и заболачивания, а также длительной повышенной эмиссией углерода в атмосферу [13], [14]. Кроме того, распад полога стимулирует многократный рост запасов лесных горючих материалов (ЛГМ), повышая пожарную опасность в нарушенных пихтарниках [15], [16]. При этом горимость лесов подчиняется строгим временным закономерностям: вероятность возникновения пожаров резко возрастает через 2 года после повреждения шелкопрядом и на 8-й год — после очагов полиграфа уссурийского [17].

Отразить реальную ситуацию нарушенности лесного покрова района исследований в результате воздействия негативных факторов по данным статистической отчетности государственного лесопатологического мониторинга (ГЛПМ) не представляется возможным из-за неполноты и задержки наземных сведений [18]. В связи с этим проведен дополнительный анализ нарушенности лесопокрытой территории по спутниковым данным. Анализ включал территории в составе земель лесного фонда южной части Средней Сибири (53-х лесничеств Красноярского края) общей площадью 36,2 млн. га. Исследуемые территории относятся к подзоне южной тайги, зоне подтайги, а также горно-таежным лесам [19].

Среди факторов, негативно воздействующих на лесные экосистемы в больших масштабах, рассматривались лесные пожары, насекомые-вредители (сибирский шелкопряд, полиграф уссурийский) и антропогенное воздействие — промышленная заготовка древесины.

Материалы и методы

Средняя Сибирь представляет собой обширный по географическому охвату регион России, характеризующийся выраженной неоднородностью климатических и орографических условий, а также значительными ресурсами бореальных лесов [1], [2].

Район настоящего исследования охватывает южную и наиболее освоенную часть региона, расположенную южнее 59°–60° с. ш., включая бассейн р. Ангары (Приангарье) и левобережье р. Енисей [1], [2]. Анализ нарушенности лесного фонда проведен в границах 53 лесничеств Красноярского края общей площадью 36,2 млн. га. В соответствии со схемой лесорастительного районирования [20] исследуемая территория включает пять лесных районов: Западно-Сибирский южно-таежный, Приангарский таежный, Среднесибирский подтаежно-лесостепной, Алтае-Саянский горно-таежный и Алтае-Саянский горно-лесостепной, охватывая подзону южной тайги, подтайгу и горно-таежные комплексы [19].

Оценка динамики потерь лесного покрова проводилась за 10-летний ретроспективный период (2014–2023 гг.) на основе глобального информационного продукта Global Forest Change (GFC v1.11), разработанного на базе многолетних серий спутниковых снимков Landsat с пространственным разрешением 30 м [21]. Для анализа использовался базовый

 © Авторы статьи / Authors of the article

слой *Forest Cover Loss* (FCL), регистрирующий факт исчезновения древесного полога (снижение проективного покрытия деревьев ниже порогового значения) в результате любых деструктивных воздействий: сплошных рубок, пожаров, усыхания от вспышек насекомых-вредителей, ветровалов и расчисток земель. Авторы [21] оценивают точность карты в 96,7% (рисунок 1).

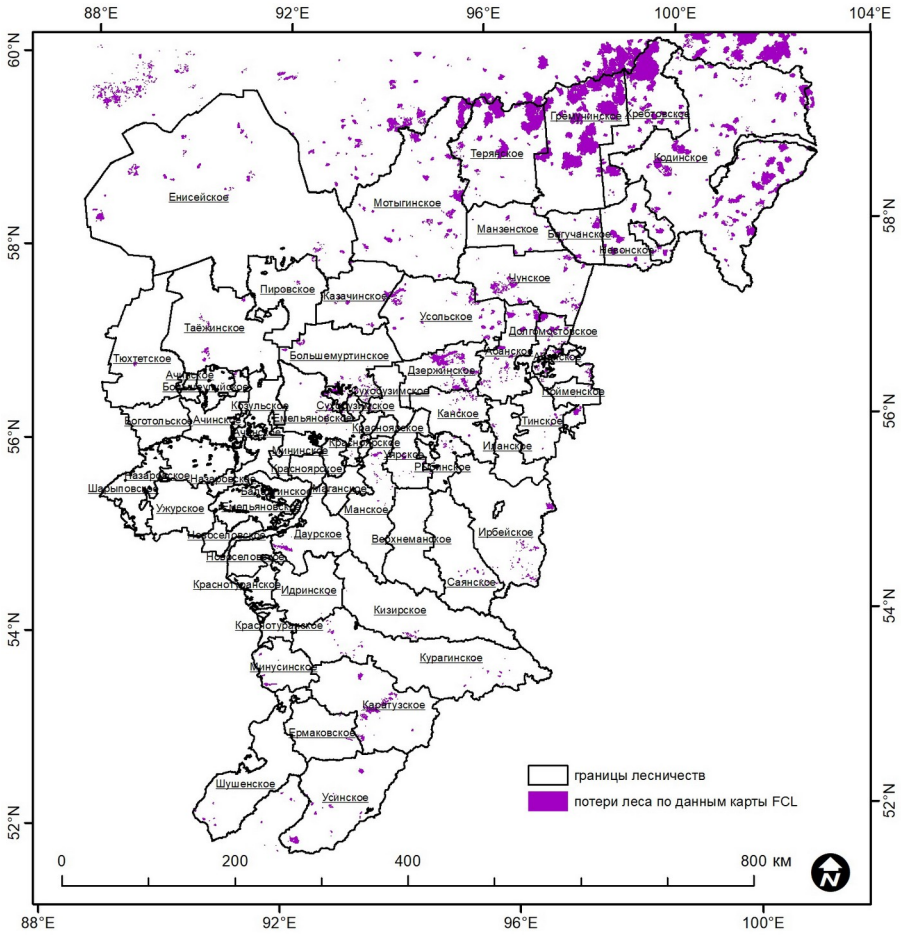


Рисунок 1 - Потери леса на территории исследования в 2014–2023 годах, по данным карты Forest Cover Loss
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.11.1

Примечание: по ист. [21]

Поскольку продукт GFC детектирует суммарную потерю лесного покрова без дифференциации причин деградации, для разделения факторов нарушенности был реализован алгоритм пространственно-временного сопряжения разнородных пространственных данных в среде ГИС [22], [23]:

- Пирогенные нарушения. Верификация площадей, погибших в результате лесных пожаров, осуществлялась путем пространственного совмещения полигонов FCL со стандартным спутниковым продуктом MODIS Burned Area (MCD64A1, разрешение 500 м), детектирующим пройденные огнем площади на основе данных радиометров Terra/Aqua MODIS [24], а также валидировалась по точкам тепловых аномалий (FRP/MODIS). Участки FCL, совпавшие по координатам и времени проявления со следами пожаров, классифицировались как потери от пирогенного фактора.

- Повреждения энтомовредителями. Выделение древостоев, погибших в результате массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) и инвазии уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.), выполнено на основе геопривязанной картосхемы очагов вредителей и болезней Приложения № 1 к Лесному плану Красноярского края [25], сформированной по данным наземного лесопатологического мониторинга ФБУ «Рослесозащита» и материалам ДЗЗ. В контуры биогенных потерь включались пиксели FCL, зафиксированные внутри подтвержденных очагов усыхания.

- Лесозаготовки и сопутствующие антропогенные нарушения. Контуры FCL, не имеющие пространственно-временного пересечения с гарями MODIS и очагами размножения насекомых, были классифицированы как антропогенные рубки и сопутствующие деструкции. Правомерность данного методического допущения обусловлена тем, что в пределах эксплуатационных лесов зоны активного лесопользования регулярные компактные полигоны потерь полога формируются преимущественно промышленной заготовкой древесины [8], [26], в то время как естественные локальные выпады (ветровалы, почвенно-гидрологический отпад) занимают подчиненное значение в общей структуре ежегодной убыли лесов.

 © Авторы статьи / Authors of the article

В случаях комплексного сопряженного воздействия (например, развитие вторичных пожаров по усохшим шелкопрядникам и полиграфникам) приоритет первичного деструктивного агента устанавливался по хронологии наступления события: участки, первоначально подвергшиеся распаду от насекомых и впоследствии пройденные огнем, учитывались в составе биогенных нарушений с фиксацией вторичного пирогенного перехода [17].

Результаты и обсуждение

Пространственная дифференциация и масштабы деструктивных процессов в бореальных лесах юга Средней Сибири тесно сопряжены со структурой хозяйственного освоения территории. Исследуемый район охватывает ключевой массив эксплуатационных лесов Красноярского края, переданных в настоящее время в долгосрочную аренду в целях заготовки древесины, а также зоны обеспечения муниципальных и социально-бытовых нужд (рисунок 2). Сопоставление локализации участков усыхания и нарушений с функциональным зонированием показывает, что основные объемы потерь лесного покрова сосредоточены в поясе интенсивного лесопромышленного освоения [25].

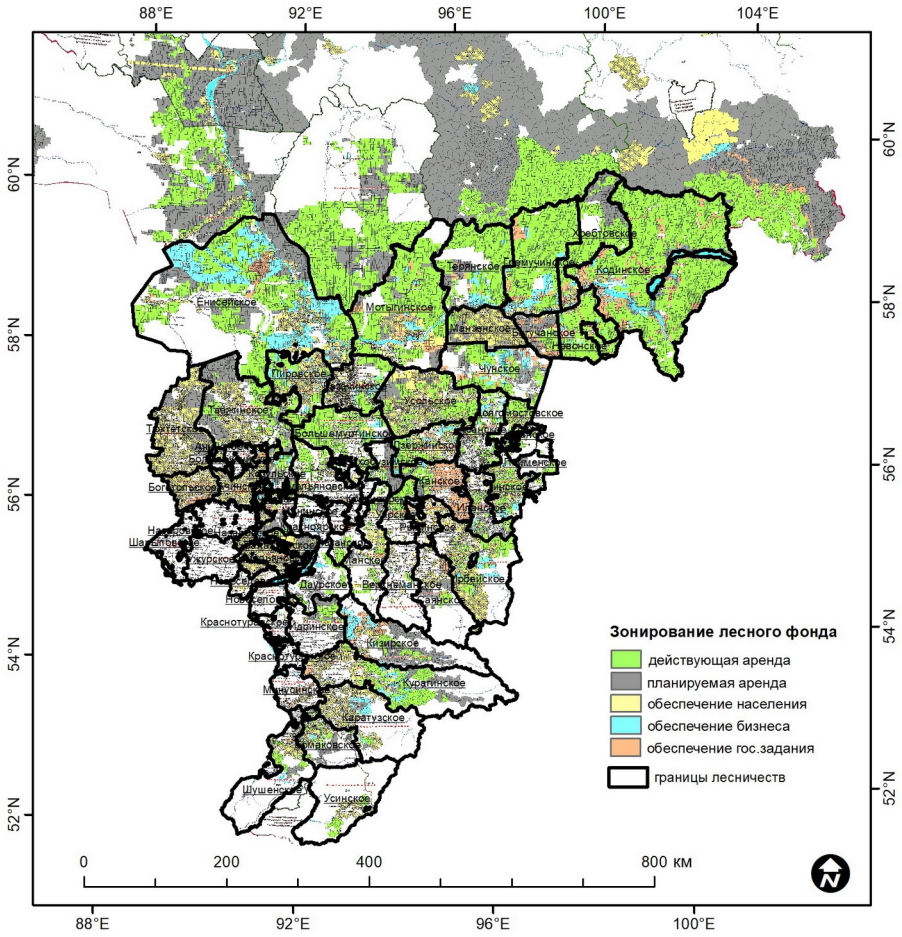


Рисунок 2 - Отнесение лесного фонда района исследований (в границах лесничеств) к видам законодательного лесопользования

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.11.2

За десятилетний период (2014–2023 гг.) суммарные потери лесного покрова на исследуемой территории составили 2,66 млн. га, или 7,4% от общей площади покрытых лесом земель. Ведущим фактором гибели древостоев явились вспышки массового размножения насекомых-вредителей, на долю которых пришлось 1,09 млн. га (41% от всех потерь). Потери леса в результате рубок составили 858 тыс. га (32%), от лесных пожаров — 705 тыс. га (27%). Таким образом, суммарное воздействие природных факторов существенно превосходило объемы рубок, при этом динамика потерь леса характеризовалась выраженной межгодовой неравномерностью (рисунок 3).

 © Авторы статьи / Authors of the article

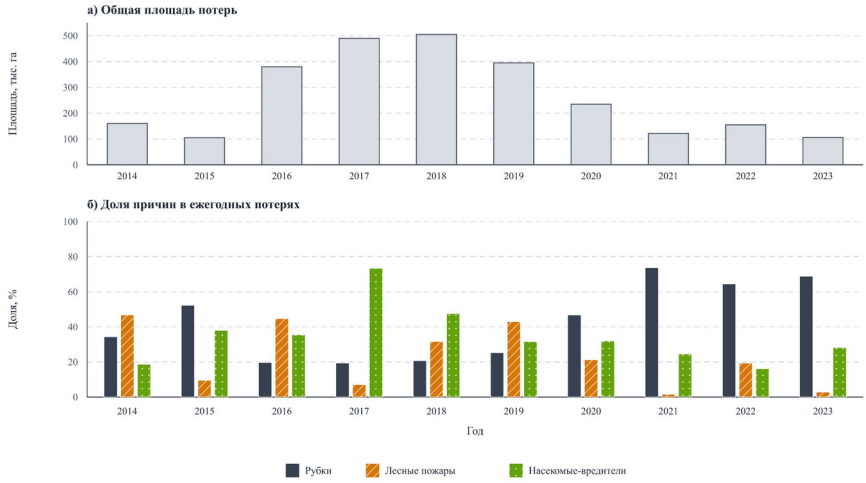


Рисунок 3 - Распределение потерь леса по годам и причинам гибели
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.11.3

По данным диаграммы видно, что площадь рубок на протяжении рассматриваемого периода остается относительно неизменной и находится в диапазоне 60–100 тыс. га в год. Площадь лесов, погибших от пожаров и вспышек размножения насекомых-вредителей, сильно варьирует по годам. От пожаров ежегодно гибло от 2 до 170 тыс. га леса, а от насекомых-вредителей — от 20 до 360 тыс. га. При этом между площадями древостоев погибших от пожаров и от насекомых-вредителей просматривается сопряженность, обусловленная, по всей вероятности, влиянием климатических факторов: превышение температурной нормы и длительные периоды засух способствуют как развитию пожароопасной ситуации, так и вспышкам массового размножения насекомых-вредителей [12], [27].

Максимальные площади лесов, погибших от пожаров за период с 2014 г. по 2023 г., расположены в границах Нижнего Приангарья: в Гремучинском лесничестве — 208 тыс. га, Кодинском — 116 тыс. га, Терянском — 112 тыс. га, Хребтовском — 110 тыс. га, Мотыгинском — 41 тыс. га.

В связи с большой протяженностью региона (почти 3000 км с юга на север) и многообразием лесорастительных условий лесные пожары на территории Красноярского края возникают в течение всего пожароопасного сезона. С увеличением положительных температур лесные пожары начинают возникать в апреле в южных районах края и постепенно продвигаются на север [28]. Ежегодно фиксируется примерно 1300 пожаров, но в 2019 году аномальные погодные условия привели к резкому росту их количества — до 2059 [29]. По данным А.Д. Долматова [28], количество пожаров и территорий, подвергшихся им, с 2010 года значительно возросло, особенно в период с 2017 по 2020 годы. Средняя площадь пожаров за 2011–2021 годы в 6 раз превышает показатели 2003–2010 годов [28]. В то же время, по данным Г.А. Ивановой с соавторами [30], средняя площадь одного пожара в период с 1990 по 1999 г. составила 89,4 га, с 2000 по 2010 г. — 90,4 га, а с 2011 по 2022 г. — 272,6 га, т.е. за последние десятилетия возросла в 3 раза. Увеличение средней площади пожаров указывает на снижение эффективности служб раннего выявления и ликвидации пожаров. В соответствии с Приказом Минприроды России [31], для труднодоступных и удаленных территорий предусмотрено создание зон контроля, где допускается отказ от тушения лесных пожаров при отсутствии угрозы населённым пунктам и объектам экономики, если предполагаемые расходы на противопожарные мероприятия превышают прогнозируемый ущерб. Совокупные ежегодные потери от лесных пожаров в Сибири, включающие как прямые убытки, так и расходы на их ликвидацию, оцениваются в 10–15 млрд. руб. [32]. В период 2019–2020 годов в Среднесибирском плоскогорном таежном регионе наблюдалась экстремальная пожарная обстановка. Большинство масштабных и катастрофических возгораний было зарегистрировано именно в зонах контроля [30].

Исследования последних лет показывают, что пожары в лесных экосистемах повышают биоразнообразие лесных экосистем [33], [34]. Это происходит благодаря высвобождению экологических ниш для молодого поколения растений в результате прореживания или полного уничтожения древостоя, а также изменения характеристик почвенного покрова. Однако при частоте пожаров, превышающей естественные циклы возгораний, их воздействие на процессы лесовосстановления становится негативным [35].

Гибель лесов от вспышек размножения насекомых в значительной степени затронула территорию Енисейского лесничества, составив в общей сложности 582 тыс. га. В Таежинском лесничестве от насекомых-вредителей погибло 130 тыс. га леса, в Большемуртинском — 88 тыс. га, в Пировском — 59 тыс. га. Таким образом, максимальная гибель лесов от насекомых наблюдалась на левобережье р. Енисей, относящимся к подзоне южной тайги.

Очаги сибирского шелкопряда имеют цикличный характер [6], [35], [36], [37]. С конца XIX в. на территории Красноярского края зафиксировано 9 вспышек, охвативших 10 млн. га. Массовые вспышки приводят к усыханию и гибели хвойных насаждений. Исследования [7], [13], [38], [39] показывают, что при уничтожении хвои пихты и кедра сибирским шелкопрядом деревья начинают погибать уже в год дефолиации. Поврежденный древостой становится очагом размножения вторичных вредителей, которые в свою очередь создают условия для проникновения грибных патогенов, приводящих к развитию гнилей [7], [27]. В смешанных темнохвойных лесах зараженность гнилями варьирует от 20% до 90% [6].

 © Авторы статьи / Authors of the article

Массовая гибель пихтовых древостоев после воздействия полиграфа уссурийского связана с заселением деревьев короедом и последующим заражением офиостомовыми грибами, вызывающими формирование некротических участков в лубе, что приводит к ослаблению и усыханию древостоев [40], [41].

География распространения полиграфа уссурийского в нашей стране довольно обширна. Пихта сибирская является основной лесообразующей породой в лесах Средней и Южной Сибири. Согласно данным [42], полиграф уже охватил 4,9 млн. га пихтарников, что составляет почти треть их ареала. С 2009 года повреждение пихты сибирской стало актуальной проблемой для Красноярского края [43], [44], [45], где короедом повреждено более 1 млн. га темнохвойных лесов [42]. Прогнозируется дальнейшее расширение вторичного ареала полиграфа, в том числе формирование новых очагов вредителя [46].

Повреждение кедровых и пихтовых насаждений, вызванное уссурийским полиграфом и сибирским шелкопрядом, приводит к значительным изменениям в составе древостоев, их полноте и запасе. В составе древостоя отмечается практически полное отсутствие живых деревьев пихты (отпад 90–100%) и полное отсутствие кедра после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда (отпад 100%) [7], [13], [38], [39].

Изреживание древесного полога и изменение лесорастительных условий способствует увеличению запасов лесных горючих материалов (ЛГМ) и повышает пожароопасность нарушенных темнохвойных лесов. В пихтарниках, нарушенных полиграфом, накапливаются значительные запасы ЛГМ, которые варьируют в зависимости от степени нарушенности и в несколько раз превышают запасы в ненарушенных насаждениях [15], [26], [47].

Меньший вклад в общую картину нарушенности территории края вносит промышленная заготовка древесины.

Наибольшие потери леса от рубок наблюдались в лесничествах, относящихся к району Нижнего Приангарья, а также в Енисейском лесничестве. За десятилетний период совокупная площадь рубок в перечисленных лесничествах составила 595 тыс. га (70% от площади рубок на территории исследования). По данным E.A. Kukavskaya и др. [26], площадь вырубок в Нижнем Приангарье по результатам дистанционного зондирования в последнее десятилетие ежегодно увеличивается на 40–60 тыс. га. На вырубках наблюдается возрастание природной пожарной опасности за счет роста запасов горючих материалов на местах рубок и создания благоприятных условий для их быстрого высыхания [30], [48].

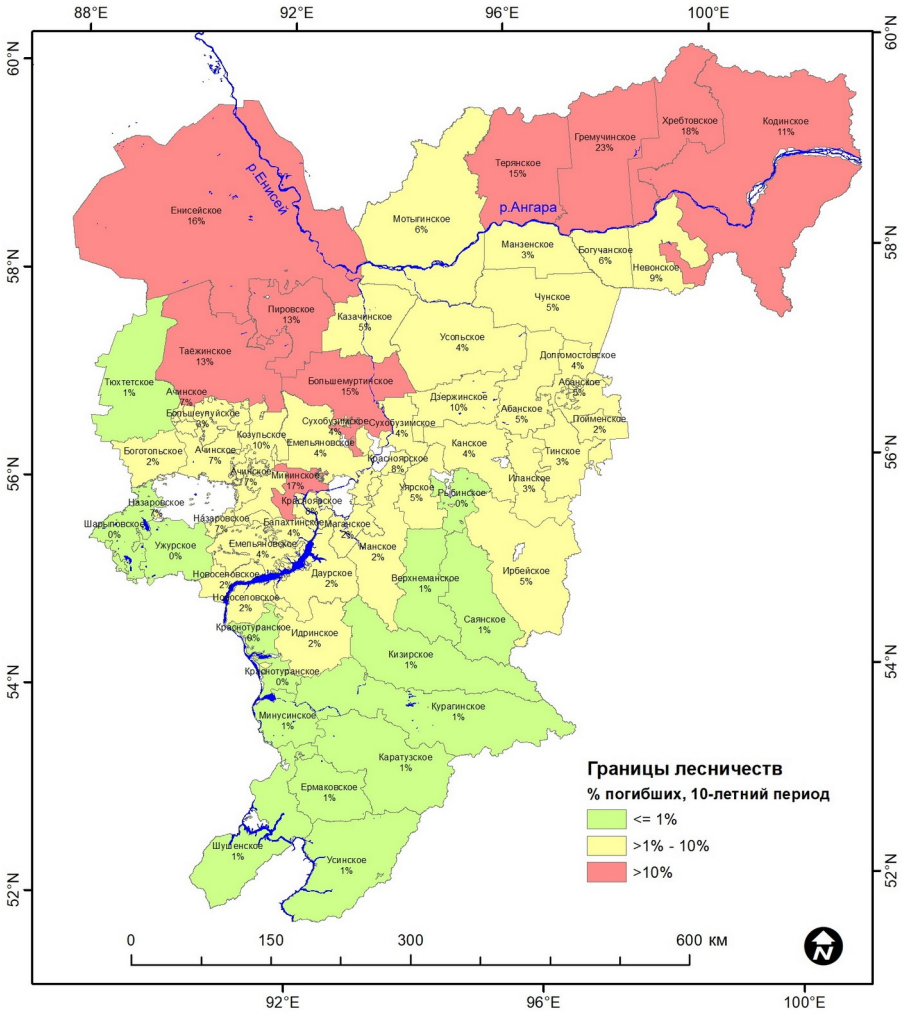


Рисунок 4 - Потери леса в границах лесничеств в процентном выражении за 10-летний период

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.11.4

 © Авторы статьи / Authors of the article

На рисунке 4 показано распределение потерь леса в границах лесничеств в процентном отношении к площади лесов каждого лесничества за десятилетний период. Пространственный анализ выявил четкую зонально-географическую дифференциацию нарушенности.

Минимальные потери леса (менее 1% за десятилетие) зафиксированы в лесничествах, расположенных в южной горной части территории исследования (Ермаковское, Шушенское, Усинское и др.). Столь высокая устойчивость горно-таежных комплексов обусловлена низкой транспортной и промышленной освоенностью труднодоступных территорий, повышенным увлажнением и прохладным микроклиматом, препятствующим развитию верховых пожаров и массовых вспышек насекомых-вредителей.

В подзоне южной тайги и в таежной зоне Приангарья потери леса существенно выше и варьируют от 5 до 23%. Максимальные относительные потери леса приурочены к Гремучинскому (23%), Хребтовскому (18%), Енисейскому (16%), Большемуртинскому (15%), Терянскому (15%), Таежинскому (13%) и Пировскому (13%) лесничествам. При этом на территории исследования четко обособляются два контрастных очага деградации лесного покрова:

1. В лесничествах правобережья р. Ангары потери леса обусловлены главным образом сопряженным действием пожаров и промышленных рубок, формирующих высокую пирогенную нагрузку на освоенных ландшафтах [26], [30], [48].

2. На левобережье р. Енисей потери вызваны прежде всего массовым размножением насекомых-вредителей — сибирского шелкопряда и уссурийского полиграфа, уничтоживших обширные массивы коренных темнохвойных лесов [7], [13], [42], [45].

Оценка динамики потерь лесов юга Средней Сибири за 2014–2023 гг. показывает, что суммарная площадь погибших от пожаров и вредителей насаждений (1,80 млн. га) более чем в два раза превышает площадь лесов, пройденных промышленными рубками (0,86 млн. га). Поскольку пожары и насекомые уничтожают преимущественно наиболее ценные спелые и приспевающие древостои, естественный распад насаждений под воздействием климатических факторов в 2,1 раза опережает официальное лесопользование, оказывая ключевое влияние на динамику и истощение лесного фонда региона.

Заключение

В ходе исследований установлено, что в границах 53 лесничеств южной части Средней Сибири за период 2014–2023 гг. суммарные потери лесов составили 2,66 млн. га, или 7,4% от покрытой лесом площади. Ведущим фактором гибели насаждений стали вспышки массового размножения насекомых-вредителей — 1,09 млн. га (41% всех потерь). На долю промышленных рубок пришлось 858 тыс. га (32%), а лесных пожаров — 705 тыс. га (27%).

В пространственном отношении на территории исследования обособляются два контрастных очага:

- в Нижнем Приангарье потери леса носят сопряженный характер и обусловлены высокой концентрацией рубок и частыми лесными пожарами;

- в подзоне южной тайги на левобережье Енисея ключевой причиной распада темнохвойных массивов стала массовая гибель лесов от сибирского шелкопряда и уссурийского полиграфа.

В горных лесничествах юга края потери минимальны и не превышают 1% за десятилетие.

Общая площадь лесов, погибших от пожаров и насекомых-вредителей (1,80 млн. га), более чем в два раза превышает площадь лесозаготовок (0,86 млн. га). Таким образом, основной вклад в сокращение площади лесов юга Средней Сибири вносят природные катастрофические явления, масштабы которых тесно связаны с климатическими изменениями. Опережающий естественный распад спелых древостоев создает прямую угрозу истощения эксплуатационного фонда региона и требует обязательного учета природных факторов при расчетном планировании объемов лесопользования.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение коллективом научной лаборатории «Защита леса» проекта «Методологические основы оценки лесопатологических рисков в насаждениях юга Средней Сибири» (№ FEFE2024-0016).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The research was carried out within the framework of the project «Methodological basis for assessment of forest pathology in southern Central Siberia» (№ FEFE-2024-0016) under the state order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for implementation by the Scientific Laboratory of Forest Health.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Средняя Сибирь / отв. ред. Л.Г. Каманин, Б.Н. Лиханов ; Академия наук СССР, Институт географии. — Москва : Наука, 1964. — 480 с.

2. Кошкарова В.Л. Оценка антропогенного воздействия на лесные экосистемы Сибири в позднеледниковье и голоцене по палеокарпологическим данным / В.Л. Кошкарова, А.Д. Кошкаров // География и природные ресурсы. — 2007. — № 2. — С. 34–40.

 © Авторы статьи / Authors of the article

3. Варфоломеев И.В. Межрегиональное регулирование — новый путь сохранения биологического и ландшафтного разнообразия юга Средней Сибири / И.В. Варфоломеев, В.А. Стахеев // Зеленый мир. — 2000. — № 3-4. — С. 23.

4. Безруких В.А. Аспекты землепользования и их влияние на лесные ландшафты Красноярского края. Хвойные бореальной зоны / В.А. Безруких, Е.В. Авдеева, А.А. Коротков // Хвойные бореальной зоны. — 2014. — Т. 32. — № 3-4. — С. 12–14.

5. Татаринцев А.И. Эколого-фитопатологическое состояние сосновых дендроценозов в лесах красноярской группы районов / А.И. Татаринцев, Л.Н. Скрипальщикова // Хвойные бореальной зоны. — 2018. — Т. 36. — № 4. — С. 322–333.

6. Оценка лесов Сибири в условиях глобальных изменений / В.А. Соколов, С.К. Фарбер, Д.Г. Щепащенко [и др.]. — Санкт-Петербург : Наукоемкие технологии, 2023. — 326 с.

7. Салцевич Ю.В Оценка состояния нарушенных пожарами, рубками и насекомыми-вредителями насаждений предгорий Восточного Саяна / Ю.В Салцевич, Л.В. Буряк, А.Н. Головина и др. // Сибирский лесной журнал. — 2023. — № 6. — С. 63–75.

8. Shvetsov E.G. Increasing fire and logging disturbances in Siberian boreal forests: A case study of the Angara region / E.G. Shvetsov, E.A. Kukavskaya, T.A. Shestakova et al. // Environmental Research Letters. — 2021. — Vol. 16. — № 11. — P. 115007. — DOI: 10.1088/1748-9326/ac2e37.

9. Фарбер С.К. Определение нарушенности лесов по материалам массовой таксации (на примере северотаежных лесов Эвенкии) / С.К. Фарбер, Н.В. Соколова, А.А. Мартынов // Гуковские чтения : материалы I международной научно-практической конференции, Уссурийск, 16 сентября 2022 года / отв. ред. И.И. Бородин. — Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. — Т. 1. — С. 129–134.

10. Zheleznyy O. Remote Sensing Reveals Post-Fire Forest Composition Shifts in Boreal Eastern Siberia / O. Zheleznyy, C. Senf, J. Boike et al. // Global Ecology and Biogeography. — 2026. — Vol. 35. — № 8. — P. e70298. — DOI: 10.1111/geb.70298.

11. Соколов В.А. Лесные ресурсы Красноярского края: перспективы и ограничения использования / В.А. Соколов, О.П. Втюрина, Н.В. Соколова // Сибирский лесной журнал. — 2021. — № 4. — С. 24–33. — DOI: 10.15372/SJFS20210402.

12. Ponomarev E.I. Correlating High-Intensity Wildfires to Tree Mortality in Larch (Larix sibirica) Forest Stands of Siberia, Russia / E.I. Ponomarev, E.G. Shvetsov // Fire. — 2026. — Vol. 9. — P. 266. — DOI: 10.3390/fire9070266.

13. Сультсон С.М. Деградация таежных лесных экосистем Средней Сибири после массовой дефолиации сибирским шелкопрядом Dendrolimus sibiricus Tchetv., 1908 / С.М. Сультсон, О.А. Слинкина, Н.Н. Кулакова и др. // Трансформация экосистем. — 2026. — Т. 9. — № 2(33). — С. 69–86.

14. Schepaschenko D. Estimation of Impact of Disturbances on Soil Respiration in Forest Ecosystems of Russia / D. Schepaschenko, L. Mukhortova, A. Shvidenko // Forests. — 2025. — Vol. 16. — P. 925. — DOI: 10.3390/f16060925.

15. Жила С.В. Оценка запасов лесных горючих материалов в поврежденных полиграфом уссурийским пихтовых древостоях Красноярского края / С.В. Жила, И.В. Фуряев, Н.М. Ковалева // Сибирский лесной журнал. — 2023. — № 6. — С. 76–84. — DOI: 10.15372/SJFS20230608.

16. Жила С.В. Перспективы лесоуправления в нарушенных темнохвойных насаждениях Сибири / С.В. Жила, Е.А. Тютькова, И.В. Фуряев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. — 2025. — Т. 3. — С. 195–201. — DOI: 10.33764/2618-981X-2025-3-195-201.

17. Мельник А.И. Временные закономерности горимости лесов, нарушенных энтомовредителями, на территории подтаёжной зоны Средней Сибири / А.И. Мельник, А.А. Вайс, П.В. Михайлов и др. // Лесотехнический журнал. — 2025. — Т. 15. — № 4 (60). — С. 180–201. — DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.4/11.

18. Слинкина О.А. Определение состояния темнохвойных лесов, поврежденных энтомовредителями, по спутниковым данным / О.А. Слинкина // Вестник СГУГиТ. — 2024. — Т. 29. — № 2. — С. 51–61. — DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-2-51-61.

19. Сафронова И.Н. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий : пояснительная записка и легенда к одноименной карте масштаба 1: 8 000 000 / И.Н. Сафронова, Т.К. Юрковская, И.М. Микляева [и др.]. — Москва : Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 1999. — 64 с.

20. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 июля 2014 г. № 367 «Об утверждении Методических указаний по определению класса пожарной опасности лесов» : зарегистрировано в Минюсте России 29 сентября 2014 г. № 34186. — URL: https://docs.cntd.ru/document/420224339 (дата обращения: 03.09.2026).

21. Hansen M.C. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M.C. Hansen, P.V. Potapov, R. Moore et al. // Science. — 2013. — Vol. 342. — № 6160. — P. 850–853. — DOI: 10.1126/science.1244693.

22. Кулакова Н.Н. Пространственно-временной анализ нарушенности лесных экосистем юга Средней Сибири под воздействием биотических и антропогенных факторов / Н.Н. Кулакова, С.М. Сультсон, О.А. Слинкина и др. // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2025. — № 68. — С. 162–165.

23. Попова В.В. Оценка нарушенности лесов юга Средней Сибири на основе спутниковых данных / В.В. Попова, С.М. Сультсон, О.А. Слинкина и др. // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2025. — № 68. — С. 57–60.

24. Giglio L. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product / L. Giglio, L. Boschetti, D.P. Roy et al. // Remote Sens Environ. — 2018. — Vol. 217. — P. 72–85. — DOI: 10.1016/j.rse.2018.08.005.

25. Лесной план Красноярского края : утверждён Указом Губернатора Красноярского края от 21 декабря 2018 г. № 332-уг (в ред. Указа Губернатора Красноярского края от 01 ноября 2019 г. № 300-уг). — URL: http://mlx.krskstate.ru/lesplan (дата обращения: 05.09.2026).

 © Авторы статьи / Authors of the article

26. Kukavskaya E.A. Increasing fuel loads, fire hazard, and carbon emissions from fires in Central Siberia / E.A. Kukavskaya, E.G. Shvetsov, L.V. Buryak et al. // Fire. — 2023. — Vol. 6. — № 2. — P. 63. — DOI: 10.3390/fire6020063.

27. Тарасова О.В. Влияние погодных условий на развитие вспышек массового размножения сибирского шелкопряда в Средней Сибири / О.В. Тарасова, В.Е. Волков // Сибирский лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 49–59. — DOI: 10.15372/SJFS20210506.

28. Долматов А.Д. Динамика лесных пожаров в Красноярском крае / А.Д. Долматов // Рациональное использование природных ресурсов в целях устойчивого развития : материалы Всероссийской конференции, Красноярск, 26–28 октября 2022 года / отв. за выпуск С.А. Мамонтова. — Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2022. — С. 144–147.

29. Хертек В.А. Лесные пожары на территории Красноярского края / В.А. Хертек // Студенческая наука — взгляд в будущее : материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. — Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2024. — Т. 1. — С. 407–410.

30. Иванова Г.А. Лесные пожары и причины их возникновения на территории Средней Сибири / Г.А. Иванова, В.А. Иванов, А.В. Мусохранова [и др.] // Сибирский лесной журнал. — 2023. — № 6. — С. 6–16. — DOI: 10.15372/SJFS20230602.

31. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 1 апреля 2022 г. № 244 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров» : зарегистрировано в Минюсте России 15 августа 2022 г. № 69620. — URL: https://docs.cntd.ru/document/350760949 (дата обращения: 03.09.2026).

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

33. Гераськина А.П. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А.П. Гераськина, Д.Н. Тебенькова, Д.В. Ершов [и др.] // Вопросы лесной науки. — 2021. — Т. 4. — № 2. — DOI: 10.31509/2658-607x-202142-11.

34. Иванов В.А. Послепожарное естественное возобновление в лесах Средней Сибири / В.А. Иванов, Л.В. Буряк, Е.О. Бакшеева [и др.] // Вестник КрасГАУ. — 2014. — № 12(99). — С. 124–129.

35. Баранчиков Ю.Н. Взаимодействие науки и практики в защите таёжных лесов Красноярского края: вспышка массового размножения сибирского шелкопряда в конце 1960-х / Ю.Н. Баранчиков // Сибирский лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 92–100. — DOI: 10.15372/SJFS20210510.

36. Колтунов Е.В. Особенности цикличности многолетней динамики вспышек массового размножения различных географических популяций сибирского шелкопряда (Dendrolimus superans sibiricus tschetv) в Сибири / Е.В. Колтунов, Л.Н. Ердаков // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 6. — С. 700.

37. Фарбер С.К. Определение ущерба лесным экосистемам при поражении сибирским шелкопрядом / С.К. Фарбер, В.В. Солдатов, Н.С. Кузьмик // Сибирский лесной журнал. — 2024. — № 2. — С. 21–33. — DOI: 10.15372/SJFS20240203.

38. Гродницкий Д.Л. Деградация древостоев в таежных шелкопрядниках / Д.Л. Гродницкий, В.Г. Разнобарский, В.В. Солдатов [и др.] // Сибирский экологический журнал. — 2002. — Т. 9. — № 1. — С. 3.

39. Гродницкий Д.Л. Сибирский шелкопряд и судьба пихтовой тайги / Д.Л. Гродницкий // Природа. — 2004. — № 11(1071). — С. 49–56.

40. Баранчиков Ю.Н. Динамика отмирания деревьев пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа / Ю.Н. Баранчиков, Д.А. Демидко, А.В. Лаптев [и др.] // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2014. — Т. 18. — № 6. — С. 132–138.

41. Пашенова Н.В. К идентификации Grosmannia aoshimae — специфичного грибного ассоцианта уссурийского полиграфа / Н.В. Пашенова, Ю.Н. Баранчиков // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2013. — № 6. — С. 106–111.

42. Фуряев И.В. Изменение пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений средней и южной Сибири / И.В. Фуряев, С.В. Жила // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2024. — Т. 4. — № 2. — С. 35–41. — DOI: 10.33764/2618-981X-2024-4-2-35-41.

43. Баранчиков Ю.Н. Уссурийский полиграф — новый агрессивный вредитель пихты в Сибири / Ю.Н. Баранчиков, В.М. Петько, С.А. Астапенко // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2011. — № 4. — С. 78–81.

44. Кривец С.А. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений) : метод. пособие / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова [и др.] ; отв. ред. С.А. Кривец, Ю.Н. Баранчиков. — Томск : Умиум, 2015. — 48 с.

45. Попова В.В. Динамика очагов карантинных насекомых-вредителей в границах лесного фонда Красноярского края / В.В. Попова, П.А. Федонова, С.М. Сультсон [и др.] // Биосфера. — 2025. — Т. 17. — № 2. — С. 143–152. — DOI: 10.24855/biosfera.v17i2.981.

46. Krivets S.A. Overview of the Current Secondary Range of the Four-Eyed Fir Bark Beetle (Polygraphus proximus Blandford) in the Russian Federation / S.A. Krivets, I.A. Kerchev, E.M. Bisirova [et al.] // Russian Journal of Biological Invasions. — 2024. — Vol. 15. — № 2. — P. 180–197. — DOI: 10.1134/S2075111724700061.

47. Валендик Э.Н. Роль шелкопрядников в горимости лесов Нижнего Приангарья / Э.Н. Валендик, С.В. Верховец, Е.К. Кисиляхов [и др.] // Лесное хозяйство. — 2004. — № 6. — С. 27–29.

48. Хамедов В.А. Обнаружение пожароопасных участков лесных рубок на основе данных Landsat и Sentinel / В.А. Хамедов, Е.И. Баранова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2026. — Т. 23. — № 4. — С. 272–281. — DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-4-272-281.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Список литературы на английском языке / References in English

1. Srednjaja Sibir' [Central Siberia] / ed. by L.G. Kamanin, B.N. Lihanov ; Academy of Sciences of the USSR, Institute of Geography. — Moscow : Nauka, 1964. — 480 p. [in Russian]

2. Koshkarova V.L. Ocenka antropogennogo vozdejstviya na lesny'e e'kosistemy' Sibiri v pozdnelednikov'e i golocene po paleokarpologicheskim danny'm [Assessing the anthropogenic influence on Siberia's forest ecosystems in the Late Glacier period and Holocene from palaeocarpological records] / V.L. Koshkarova, A.D. Koshkarov // Geography and Natural Resources. — 2007. — № 2. — P. 34–40. [in Russian]

3. Varfolomeev I.V. Mezhregional'noe regulirovanie — novy'j put' soxraneniya biologicheskogo i landshaftnogo raznoobraziya yuga Srednej Sibiri [Interregional regulation — a new way to preserve biological and landscape diversity in the south of Central Siberia] / I.V. Varfolomeev, V.A. Staxeev // Green World. — 2000. — № 3-4. — P. 23. [in Russian]

4. Bezrukikh V.A. Aspekti zemlepolzovaniya i ikh vliyanie na lesnie landshafti Krasnoyarskogo kraya. Khvoinie borealnoi zoni [Aspects of land use and their impact on forest landscapes of the Krasnoyarsk Region] / V.A. Bezrukikh, Ye.V. Avdeeva, A.A. Korotkov // Khvoinie borealnoi zoni [Conifers of the boreal area]. — 2014. — Vol. 32. — № 3-4. — P. 12–14. [in Russian]

5. Tatarintsev A.I. Ekologo-fitopatologicheskoe sostoyanie sosnovikh dendrotsenozov v lesakh krasnoyarskoi gruppi raionov [Ecological and phytopathological status of pine dendrocenoses in the forests of the Krasnoyarsk group of districts] / A.I. Tatarintsev, L.N. Skripalshchikova // Khvoinie borealnoi zoni [Conifers of the boreal area]. — 2018. — Vol. 36. — № 4. — P. 322–333. [in Russian]

6. Ocenka lesov Sibiri v uslovijah global'nyh izmenenij [Assessment of forests of Siberia in the context of global changes] / V.A. Sokolov, S.K. Farber, D.G. Shhepushhenko [et al.]. — Sankt-Peterburg : Naukoemkie tehnologii, 2023. — 326 p. [in Russian]

7. Salcevich Yu.V Ocenka sostoyaniya narushenny'x pozharami, rubkami i nasekomy'mi-vreditelyami nasazhdenij predgorij Vostochnogo Sayana [Assessment of the state of forests disturbed by fires, logging, and insects in the foothills of the Eastern Sayan Mountains] / Yu.V Salcevich, L.V. Buryak, A.N. Golovina et al. // Siberian Forest Journal. — 2023. — № 6. — P. 63–75. [in Russian]

8. Shvetsov E.G. Increasing fire and logging disturbances in Siberian boreal forests: A case study of the Angara region / E.G. Shvetsov, E.A. Kukavskaya, T.A. Shestakova et al. // Environmental Research Letters. — 2021. — Vol. 16. — № 11. — P. 115007. — DOI: 10.1088/1748-9326/ac2e37.

9. Farber S.K. Opredelenie narushennosti lesov po materialam massovoj taksacii (na primere severotaezhnyh lesov Jevenkii) [Determination of forest disturbance by forest inventory data (case of Evenkiya north taiga forests)] / S.K. Farber, N.V. Sokolova, A.A. Martynov // Gukovskie chtenija : materialy I mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ussurijsk, 16 sentjabrja 2022 goda [Gukov Readings : Materials of the I International Scientific and Practical Conference] / resp. ed. I.I. Borodin. — Ussuriysk: Primorsky State Agricultural Academy, 2022. — Vol. 1. — P. 129–134. [in Russian]

10. Zheleznyy O. Remote Sensing Reveals Post-Fire Forest Composition Shifts in Boreal Eastern Siberia / O. Zheleznyy, C. Senf, J. Boike et al. // Global Ecology and Biogeography. — 2026. — Vol. 35. — № 8. — P. e70298. — DOI: 10.1111/geb.70298.

11. Sokolov V.A. Lesny'e resursy' Krasnoyarskogo kraya: perspektivy' i ogranicheniya ispol'zovaniya [Forest resources of Krasnoyarsk Krai: prospects and limitations of the use] / V.A. Sokolov, O.P. Vtyurina, N.V. Sokolova // Siberian Forest Journal. — 2021. — № 4. — P. 24–33. — DOI: 10.15372/SJFS20210402. [in Russian]

12. Ponomarev E.I. Correlating High-Intensity Wildfires to Tree Mortality in Larch (Larix sibirica) Forest Stands of Siberia, Russia / E.I. Ponomarev, E.G. Shvetsov // Fire. — 2026. — Vol. 9. — P. 266. — DOI: 10.3390/fire9070266.

13. Sultson S.M. Degradatsiya taezhnikh lesnikh ekosistem Srednei Sibiri posle massovoi defoliatsii sibirskim shelkopryadom Dendrolimus sibiricus Tchetv., 1908 [Taiga ecosystems degradation in Central Siberia following defoliation by the Siberian moth Dendrolimus sibiricus Tchetv., 1908] / S.M. Sultson, O.A. Slinkina, N.N. Kulakova et al. // Transformatsiya ekosistem [Ecosystem Transformation]. — 2026. — Vol. 9. — № 2(33). — P. 69–86. [in Russian]

14. Schepaschenko D. Estimation of Impact of Disturbances on Soil Respiration in Forest Ecosystems of Russia / D. Schepaschenko, L. Mukhortova, A. Shvidenko // Forests. — 2025. — Vol. 16. — P. 925. — DOI: 10.3390/f16060925.

15. Zhila S.V. Ocenka zapasov lesny'x goryuchix materialov v povrezhdenny'x poligrafom ussurijskim pixtovy'x drevostoyax Krasnoyarskogo kraya [Assessment of stocks of forest combustible materials in fir stands, damaged by the four-eyed fir bark beetle in Krasnoyarsk Krai] / S.V. Zhila, I.V. Furyaev, N.M. Kovaleva // Siberian Forest Journal. — 2023. — № 6. — P. 76–84. — DOI: 10.15372/SJFS20230608. [in Russian]

16. Zhila S.V. Perspektivi lesoupravleniya v narushennikh temnokhvoinikh nasazhdeniyakh Sibiri [Prospects for forest management in disturbed dark coniferous forests of Siberia] / S.V. Zhila, Ye.A. Tyutkova, I.V. Furyaev // Interekspo GEO-Sibir [Interexpo GEO-Siberia]. — 2025. — Vol. 3. — P. 195–201. — DOI: 10.33764/2618-981X-2025-3-195-201. [in Russian]

17. Melnik A.I. Vremennie zakonomernosti gorimosti lesov, narushennikh entomovreditelyami, na territorii podtayozhnoi zoni Srednei Sibiri [Temporal patterns of wildfire occurrence in forests disturbed by pests in the subtaiga zone of Central Siberia] / A.I. Melnik, A.A. Vais, P.V. Mikhailov et al. // Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Journal]. — 2025. — Vol. 15. — № 4 (60). — P. 180–201. — DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.4/11. [in Russian]

18. Slinkina O.A. Opredelenie sostoyaniya temnokhvoinikh lesov, povrezhdennikh entomovreditelyami, po sputnikovim dannim [Determination of the state of dark coniferous forests damaged by pests using satellite data] / O.A. Slinkina // Vestnik SGUGiT [Bulletin of Siberian State University of Geosystems and Technologies]. — 2024. — Vol. 29. — № 2. — P. 51–61. — DOI: 10.33764/2411-1759-2024-29-2-51-61. [in Russian]

19. Safronova I.N. Zony i tipy pojasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nyh territorij : pojasnitel'naja zapiska i legenda k odnoimennoj karte masshtaba 1: 8 000 000 [Zones and types of altitudinal zonality of vegetation of Russia and adjacent

 © Авторы статьи / Authors of the article

territories : explanatory note and legend to the map of scale 1: 8 000 000] / I.N. Safronova, T.K. Jurkovskaja, I.M. Mikljaeva [et al.]. — Moscow: M.V. Lomonosov Moscow State University, 1999. — 64 p. [in Russian]

20. Prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii ot 18 ijulja 2014 g. № 367 «Ob utverzhdenii Metodicheskih ukazanij po opredeleniju klassa pozharnoj opasnosti lesov» [Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation No. 367 of July 18, 2014 "On approval of Methodological guidelines for determining the class of fire danger of forests"] : registrirano v Minjuste Rossii 29 sentjabrja 2014 g. № 34186 [registered with the Ministry of Justice of Russia on September 29, 2014 No. 34186]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/420224339 (accessed: 03.09.2026). [in Russian]

21. Hansen M.C. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M.C. Hansen, P.V. Potapov, R. Moore et al. // Science. — 2013. — Vol. 342. — № 6160. — P. 850–853. — DOI: 10.1126/science.1244693.

22. Kulakova N.N. Prostranstvenno-vremennoj analiz narushennosti lesny'x e'kosistem yuga Srednej Sibiri pod vozdejstviem bioticheskix i antropogenny'x faktorov [Spatial-temporal analysis of forest ecosystem disturbance in southern Central Siberia under the influence of biotic and anthropogenic factors] / N.N. Kulakova, S.M. Sul'tson, O.A. Slinkina et al. // Current Problems of the Forest Complex. — 2025. — № 68. — P. 162–165. [in Russian]

23. Popova V.V. Ocenka narushennosti lesov yuga Srednej Sibiri na osnove sputnikovy'x danny'x [Assessment of forest disturbance in southern Central Siberia based on satellite data] / V.V. Popova, S.M. Sul'tson, O.A. Slinkina et al. // Current Problems of the Forest Complex. — 2025. — № 68. — P. 57–60. [in Russian]

24. Giglio L. The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product / L. Giglio, L. Boschetti, D.P. Roy et al. // Remote Sens Environ. — 2018. — Vol. 217. — P. 72–85. — DOI: 10.1016/j.rse.2018.08.005.

25. Lesnoj plan Krasnojarskogo kraja [Forest Plan of Krasnoyarsk Krai] : utverzhdjon Ukazom Gubernatora Krasnojarskogo kraja ot 21 dekabrja 2018 g. № 332-ug (v red. Ukaza Gubernatora Krasnojarskogo kraja ot 01 nojabrja 2019 g. № 300-ug) [approved by Decree of the Governor of Krasnoyarsk Krai No. 332-ug of December 21, 2018 (as amended by Decree of the Governor of Krasnoyarsk Krai No. 300-ug of November 1, 2019)]. — URL: http://mlx.krskstate.ru/lesplan (accessed: 05.09.2026). [in Russian]

26. Kukavskaya E.A. Increasing fuel loads, fire hazard, and carbon emissions from fires in Central Siberia / E.A. Kukavskaya, E.G. Shvetsov, L.V. Buryak et al. // Fire. — 2023. — Vol. 6. — № 2. — P. 63. — DOI: 10.3390/fire6020063.

27. Tarasova O.V. Vliyanie pogodny'x uslovij na razvitie vspy'shek massovogo razmnozheniya sibirskogo shelkopryada v Srednej Sibiri [Influence of weather conditions on the development of Siberian silkmoth outbreaks in Central Siberia] / O.V. Tarasova, V.E. Volkov // Siberian Forest Journal. — 2021. — № 5. — P. 49–59. — DOI: 10.15372/SJFS20210506. [in Russian]

28. Dolmatov A.D. Dinamika lesnyh pozharov v Krasnojarskom krae [Dynamics of forest fires in the Krasnoyarsk Territory] / A.D. Dolmatov // Racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov v celjah ustojchivogo razvitija : materialy Vserossijskoj konferencii, Krasnojarsk, 26–28 oktjabrja 2022 goda [Rational Use of Natural Resources for Sustainable Development : Materials of the All-Russian Conference] / resp. for the issue S.A. Mamontova. — Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agricultural University, 2022. — P. 144–147. [in Russian]

29. Hertek V.A. Lesnye pozhary na territorii Krasnojarskogo kraja [Forest fires on the territory of Krasnoyarsk Krai] / V.A. Hertek // Studencheskaja nauka — vzgljad v budushhee : materialy XIX Vserossijskoj studencheskoj nauchnoj konferencii, Krasnojarsk, 27–29 fevralja 2024 goda [Student Science — a Look into the Future : Materials of the XIX All-Russian Student Scientific Conference]. — Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agricultural University, 2024. — Vol. 1. — P. 407–410. [in Russian]

30. Ivanova G.A. Lesnye pozhary i prichiny ih vozniknovenija na territorii Srednej Sibiri [Forest fires and the causes of their occurrence in Central Siberia] / G.A. Ivanova, V.A. Ivanov, A.V. Musohranova [et al.] // Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forest Journal]. — 2023. — № 6. — P. 6–16. — DOI: 10.15372/SJFS20230602. [in Russian]

31. Prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Rossijskoj Federacii ot 1 aprelja 2022 g. № 244 «Ob utverzhdenii Pravil tushenija lesnyh pozharov» [Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation No. 244 of April 1, 2022 "On approval of the Rules for extinguishing forest fires"] : registrirano v Minjuste Rossii 12 avgusta 2022 g. № 69620 [registered with the Ministry of Justice of Russia on August 12, 2022 No. 69620]. — URL: https://docs.cntd.ru/document/350760949 (accessed: 03.09.2026). [in Russian]

32. Cvetkov P.A. Issledovanija prirody pozharov v lesah Sibiri [Studies of fire nature in the forests of Siberia] / P.A. Cvetkov, L.V. Burjak // Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forest Journal]. — 2014. — № 3. — P. 25–42. [in Russian]

33. Geras'kina A.P. Pozhary kak faktor utraty bioraznoobrazija i funkcij lesnyh jekosistem [Wildfires as a factor of the loss of biodiversity and functions of forest ecosystems] / A.P. Geras'kina, D.N. Teben'kova, D.V. Ershov [et al.] // Voprosy lesnoj nauki [Forest Science Issues]. — 2021. — Vol. 4. — № 2. — DOI: 10.31509/2658-607x-202142-11. [in Russian]

34. Ivanov V.A. Poslepozharnoe estestvennoe vozobnovlenie v lesah Srednej Sibiri [Post-fire natural regeneration in the Central Siberia forests] / V.A. Ivanov, L.V. Burjak, E.O. Baksheeva [et al.] // Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]. — 2014. — № 12(99). — P. 124–129. [in Russian]

35. Baranchikov Ju.N. Vzaimodejstvie nauki i praktiki v zashhite tajozhnyh lesov Krasnojarskogo kraja : vspyshka massovogo razmnozhenija sibirskogo shelkoprjada v konce 1960-h [Interaction of science and practice in the protection of taiga forests of Krasnoyarsk Krai : the outbreak of the Siberian moth in the late 1960s] / Ju.N. Baranchikov // Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forest Journal]. — 2021. — № 5. — P. 92–100. — DOI: 10.15372/SJFS20210510. [in Russian]

36. Koltunov E.V. Osobennosti ciklichnosti mnogoletnej dinamiki vspyshek massovogo razmnozhenija razlichnyh geograficheskih populjacij sibirskogo shelkoprjada (Dendrolimus superans sibiricus tschetv) v Sibiri [The features of Siberian moth (Dendrolimus superans sibiricus tscetv.) of different geographical populations outbreaks of a multi-year cyclical dynamics in the Siberia] / E.V. Koltunov, L.N. Erdakov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern Problems of Science and Education]. — 2013. — № 6. — P. 700.

 © Авторы статьи / Authors of the article

37. Farber S.K. Opredelenie ushherba lesnym jekosistemam pri porazhenii sibirskim shelkoprjadom [Determination of damage to forest ecosystems under damage by the Siberian moth] / S.K. Farber, V.V. Soldatov, N.S. Kuz'mik // Sibirskij lesnoj zhurnal [Siberian Forest Journal]. — 2024. — № 2. — P. 21–33. — DOI: 10.15372/SJFS20240203. [in Russian]

38. Grodnickij D.L. Degradacija drevostoev v taezhnyh shelkoprjadnikah [Degradation of forest stands in taiga Siberian-moth foci] / D.L. Grodnickij, V.G. Raznobarskij, V.V. Soldatov [et al.] // Sibirskij jekologicheskij zhurnal [Siberian Journal of Ecology]. — 2002. — Vol. 9. — № 1. — P. 3. [in Russian]

39. Grodnickij D.L. Sibirskij shelkoprjad i sud'ba pihtovoj tajgi [The Siberian moth and the fate of fir taiga] / D.L. Grodnickij // Priroda [Nature]. — 2004. — № 11(1071). — P. 49–56. [in Russian]

40. Baranchikov Ju.N. Dinamika otmiranija derev'ev pihty sibirskoj v ochage ussurijskogo poligrafa [Dynamics of Siberian fir dieback in the outbreak area of the four-eyed fir bark beetle] / Ju.N. Baranchikov, D.A. Demidko, A.V. Laptev [et al.] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoj vestnik [Bulletin of Moscow State Forest University — Forest Bulletin]. — 2014. — Vol. 18. — № 6. — P. 132–138. [in Russian]

41. Pashenova N.V. K identifikacii Grosmannia aoshimae — specifichnogo gribnogo associanta ussurijskogo poligrafa [On the identification of Grosmannia aoshimae — a specific fungal associate of the four-eyed fir bark beetle] / N.V. Pashenova, Ju.N. Baranchikov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoj vestnik [Bulletin of Moscow State Forest University — Forest Bulletin]. — 2013. — № 6. — P. 106–111. [in Russian]

42. Furjaev I.V. Izmenenie pozharnoj opasnosti narushennyh temnohvojnyh nasazhdenij srednej i juzhnoj Sibiri [Changes in the fire hazard of disturbed dark coniferous plantations in Central and Southern Siberia] / I.V. Furjaev, S.V. Zhila // Interjekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]. — 2024. — Vol. 4. — № 2. — P. 35–41. — DOI: 10.33764/2618-981X-2024-4-2-35-41. [in Russian]

43. Baranchikov Ju.N. Ussurijskij poligraf — novyj agressivnyj vreditel' pihty v Sibiri [The four-eyed fir bark beetle — a new aggressive pest of fir in Siberia] / Ju.N. Baranchikov, V.M. Pet'ko, S.A. Astapenko // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoj vestnik [Bulletin of Moscow State Forest University — Forest Bulletin]. — 2011. — № 4. — P. 78–81. [in Russian]

44. Krivec S.A. Ussurijskij poligraf v lesah Sibiri (rasprostranenie, biologija, jekologija, vyjavlenie i obsledovanie povrezhdennyh nasazhdenij) : metod. posobie [Four-eyed fir bark beetle in Siberian forests (distribution, biology, ecology, detection and survey of damaged stands) : manual] / S.A. Krivec, I.A. Kerchev, Je.M. Bisirova [et al.] ; resp. ed. S.A. Krivec, Ju.N. Baranchikov. — Tomsk : Umium, 2015. — 48 p. [in Russian]

45. Popova V.V. Dinamika ochagov karantinnyh nasekomyh-vreditelej v granicah lesnogo fonda Krasnojarskogo kraja [Dynamics of pest foci subjected to quarantine surveillance within the forest resource borderlines of Krasnoyarsk Region] / V.V. Popova, P.A. Fedonova, S.M. Sul'tson [et al.] // Biosfera [Biosphere]. — 2025. — Vol. 17. — № 2. — P. 143–152. — DOI: 10.24855/biosfera.v17i2.981. [in Russian]

46. Krivets S.A. Overview of the Current Secondary Range of the Four-Eyed Fir Bark Beetle (Polygraphus proximus Blandford) in the Russian Federation / S.A. Krivets, I.A. Kerchev, E.M. Bisirova [et al.] // Russian Journal of Biological Invasions. — 2024. — Vol. 15. — № 2. — P. 180–197. — DOI: 10.1134/S2075111724700061.

47. Valendik Je.N. Rol' shelkoprjadnikov v gorimosti lesov Nizhnego Priangar'ja [The role of Siberian-moth foci in the fire hazard of forests of the Lower Angara region] / Je.N. Valendik, S.V. Verhovec, E.K. Kisiljahov [et al.] // Lesnoe hozjajstvo [Forestry]. — 2004. — № 6. — P. 27–29. [in Russian]

48. Hamedov V.A. Obnaruzhenie pozharoopasnyh uchastkov lesnyh rubok na osnove dannyh Landsat i Sentinel [Detection of fire-hazardous areas of forest logging based on Landsat and Sentinel data] / V.A. Hamedov, E.I. Baranova // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovanija Zemli iz kosmosa [Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space]. — 2026. — Vol. 23. — № 4. — P. 272–281. — DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-4-272-281. [in Russian]