

СТАТЬЯ

УДК 630*23:630*453:630*581
DOI 10.17513/use.38492



CC BY 4.0

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ В НАРУШЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

Данилюк Д. Я. ORCID ID 0009-0000-4552-2118,
Вайс А. А. ORCID ID 0000-0003-4965-3670,
Андропова А. А. ORCID ID 0000-0001-7079-0819,
Соклаков Н. А. ORCID ID 0009-0005-9785-2107

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М. Ф. Решетнева», Красноярск, Российская Федерация, e-mail: danya_091102@mail.ru*

Цель работы – оценка лесовозобновления участков, поврежденных уссурийским полиграфом. Исследование проводилось на семи пробных площадях. Согласно данным лесоустройства, повреждения пихтовых древостоев на данной территории возникли в 2012 г. Инвазивному нарушению подверглись две группы по породному составу: пихтово-кедровые и пихтово-березовые насаждения. Доминирующее количество подроста на участках представлено пихтовым подростом, березы от 2 до 3 ед., кедр представлен единично. В дальнейшей оценке участвовал весь подрост. Максимальное количество подроста наблюдалось в пихтаче разнотравно-осочковом и крупнотравно-папоротниковом. Встречаемость подроста на всех участках равномерная. Состояние и размерные параметры подроста во многом зависят от интенсивности повреждения полиграфом (23–82 %). Интенсивность повреждения оказала опосредованное влияние на количественную и качественную характеристику подроста. Скорее всего, прямое влияние на формирование и развитие подроста оказывают условия произрастания. Размещение подроста как групповое, так и одиночное. Агрегация также имеет определенное влияние на состояние подроста. Групповое расположение в большей степени наблюдается у сомнительной подроста как пихты, так и березы. В целом на территории доминирует подрост последующей генерации.

Ключевые слова: лесовозобновление, подрост, пихтовые насаждения, встречаемость, обилие, густота

ASSESSMENT OF NATURAL FOREST REGENERATION IN DEGRADED STANDS OF THE “KRASNOYARSK STOLBY” NATIONAL PARK

Danilyuk D. Ya. ORCID ID 0009-0000-4552-2118,
Vays A. A. ORCID ID 0000-0003-4965-3670,
Andronova A. A. ORCID ID 0000-0001-7079-0819,
Soklakov N. A. ORCID ID 0009-0005-9785-2107

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Siberian State University named after M. F. Reshetnev”, Krasnoyarsk,
Russian Federation, e-mail: danya_091102@mail.ru*

The aim of this study is to assess forest regeneration in areas damaged by the Ussurian polygraf. The research was conducted on 7 sampling plots. According to forestry data, damage to the fir stands in this area occurred in 2012. Two groups of stands were affected by the invasive disturbance: fir–cedar and fir–birch stands. The dominant amount of saplings on these sites is represented by fir saplings, with birch present at 2 to 3 individuals, and cedar represented only by a few trees. The entire sapling layer was included in the assessment. The highest number of saplings was observed in the mixed herbaceous–fir and large herbaceous fern types. The occurrence of saplings was fairly uniform across all sites. The condition and size parameters of the saplings largely depended on the severity of damage caused by the polygraf (23–82%). The intensity of damage had an indirect influence on the quantitative and qualitative characteristics of the saplings. It is most likely that the growth conditions directly affect the formation and development of the saplings. Saplings are arranged both in groups and individually, with some degree of aggregation also influencing their condition. Group arrangements are more common among uncertain saplings of both fir and birch. Overall, the regenerating layer in the area is dominated by subsequent generation saplings.

Keywords: forest regeneration, juveniles, fir stands, encounter rate, abundance, stand density

Введение

Инвазионный дальневосточный короед – уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) оказывает негативное воздействие на темно-

хвойные леса [1]. Инвайдер изменил структуру и строение насаждений на значительной площади. При этом влияние вредителя на ценозы носит фрагментарный и очаговый характер [2]. История происхождения

и распространения полиграфа представлена в ряде научных публикаций [3, 4]. Особенности распространения и механизм воздействия короеда в Сибири описан в трудах [5–7].

Согласно данным С. А. Кривец, полиграф во вторичном ареале встречается в насаждениях различного состава, но с полным или частичным участием пихты. При этом ареал распространения достаточно широк [8].

Особенно насущная проблема воспроизводства лесных ресурсов Сибири – это повышение эффективности естественного лесовозобновления и реализация потенциала лесных экосистем к самовосстановлению. Оно принимает особое значение в условиях распространения нового инвазивного вида, уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus Blandf*), массовое размножение которого вызвало деградацию пихтовых древостоев, образование сухостоев и затронуло подчиненные ярусы [1].

Важной составляющей воздействия полиграфа уссурийского является его влияние на подрост пихты. Устойчивость молодого подпологового поколения различных категорий крупности описана в ряде исследований [9, 10]. Авторы приходят к выводу о временной ограниченности влияния полиграфа на подрост, после инвазивного воздействия наблюдается удовлетворительная возобновительная способность ценоза.

Уссурийский полиграф вызывает отпад взрослых и молодых деревьев, что приводит к изменению уровня инсоляции и формированию очагов как открытого, так и закрытого типа. В живом напочвенном покрове наблюдается смена групп от таежного мелкотравья к разнотравью и сорнотравью. При

этом растет плотность и размеры травяно-кустарникового покрова [11–13].

Цель исследования – оценка лесовозобновления участков, поврежденных уссурийским полиграфом на территории национального парка «Красноярские столбы».

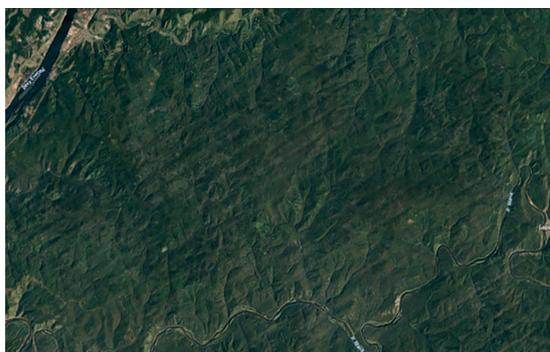
Материалы и методы исследования

Национальный парк «Красноярские столбы» расположен вблизи г. Красноярск (рис. 1). Основной лесообразующей породой территории является пихта. Вспышка инвайдера в 2012–2014 гг. сформировала очаги различной площади и месторасположения.

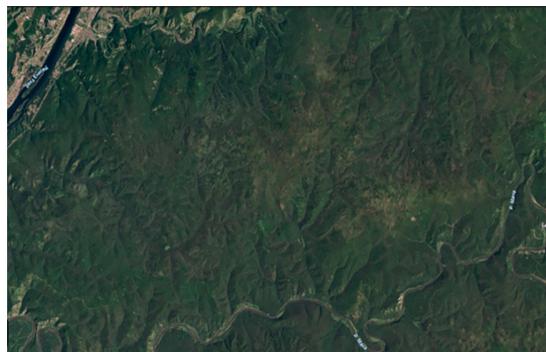
Исследование проводилось на семи пробных площадях (кварталы 31, 46, 47 и 48). Согласно данным лесоустройства, повреждения пихтовых лесов на данной территории возникли в 2012 г. Как показывают космические снимки, катастрофических изменений в лесной экосистеме не выявлено. Однако на локальном уровне пихтовые насаждения повреждены, очаги полиграфа встречаются на всей территории национального парка.

В течение полевого сезона проведена оценка поврежденных полиграфом насаждений чистых и смешанных пихтовых древостоев при вспомогательном участии березы повислой (*Betula pendula* Roth) и сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica*). Насаждения разновозрастные и представлены различными поколениями пихты. Уровень нарушенности зависел от интенсивности воздействия инвайдера.

Темнохвойные насаждения с преобладанием пихты сибирской (*Abies sibirica*) относятся к пихтачам разнотравных, зеленомошниковых и крупнотравных групп.



Снимок 2010 г.



Снимок 2020 г.

Рис. 1. Территория национального парка «Красноярские столбы» до (2010 г.) и после (2020 г.) воздействия полиграфа

Примечание: составлен авторами на основе космических снимков Landsat (Google Earth Pro)

На лесных участках до воздействия полиграфа наблюдалась полнота, равная и больше 1,0, что свидетельствует о плотном кроновом пространстве, способствующем усилению конкуренции за свет, воду и питательные вещества.

Учет деревьев на нарушенных участках проводился на основе оптимизированной методики, разработанной научными сотрудниками Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН совместно с Институтом биогеохимии им. Макса Планка (г. Йена, Германия) [14]. Пробная площадь состояла из трех концентрических кругов с целью полного перечета деревьев в них в зависимости от диаметра дерева. Диаметр первого круга – 3,5 м, второго – 7,5 м и третьего – 15,0 м. На пробе проводилась таксация древесного яруса, учет подроста и подлеска. Разбивка площади на местности осуществлялась по сторонам света. Учет подроста выполнялся на четырех учетных площадках, расположенных

в северном, восточном, южном и западном направлениях. Размер – 2*2 м. Подрост характеризовался следующими морфологическими признаками: видовая принадлежность, возраст, высота и категория жизненного состояния.

На всех исследуемых участках наблюдался отпад по запасу древостоя. Кроме этого, выявлена высокая захламленность, значительное количество сухостоя и валежа (рис. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

При переете деревьев выявлено, что инвазивному нарушению подверглись две разные по составу группы: пихтово-кедровые и пихтово-березовые насаждения. На участках наблюдалась высокая инсоляция из-за низкой полноты и активного зарастания крупнотравными видами (рис. 2).



Рис. 2. Участки (№ 1, 2) разной степени повреждения полиграфом
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Таблица 1

Характеристика подроста и степень повреждения насаждений

Номер пробной площади	Состав	Тип леса	Количество подроста, шт*га ⁻¹			Итого количество подроста, шт*га ⁻¹	Степень повреждения насаждения, %
			пихта	береза	кедр		
1	10П	Поскт	11875	–	–	11875	41
2	10П+Е,К	Поскт	18125	–	–	18125	42
3	8П2Б	Поскт	11875	2500	–	14375	23
4	7ПЗБ+К	Пртос	21875	11250	–	39375	49
5	9П1К	Посзм	7500	2500	–	10000	82
6	9П1К	Пкзм	19375	–	1875	21250	67
7	9П1К	Пктп	23750	–	1875	25625	81

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

В табл. 1 представлена таксационно-лесо-водственная характеристика подроста, а также степень повреждения насаждений по запасу древесины от уссурийского полиграфа. Степень воздействия инвайдера на древесный компонент менялась от 23 до 81 %.

Доминирующее количество подроста на участках представлено пихтовым подростом, подрост березы от 2 до 3 ед., подрост кедра представлен единично. В дальнейшей оценке участвовал весь подрост.

По густоте все участки делят на следующие категории: редкий; средний; густой; очень густой. Ранее проведенные нами исследования показали, что на территории доминирует очень густой и густой подрост [2].

Количественная представленность по элементам леса имела следующий вид. У подрост пихты редкого нет; средней густоты – 6,6 % (ПП № 5); густого – 20,8 % (ПП № 1, 3); очень густого – 72,7 % (ПП № 2, 4, 6, 7). Густота березового подрост определена как средняя – 30,8 % (ПП № 3, 5) и густая – 69,2 % (ПП № 4). Кедровый подрост имел редкую густоту – 100 % (ПП № 6, 7). Максимальное количество подроста наблюдалось в пихтаче разнотравно-осочковом и крупнотравно-папоротниковом (ПП № 4,7).

Далее для участков определено количество и размещение подроста [15]. Подрост равномерно занимает все участки. Число жизнеспособного подрост пихты менялось от 15 до 100 %, сомнительная категория представлена от 17 до 72 %.

Жизнеспособный подрост характеризовался как групповой (30 %), так и одиночной агрегацией (25 %). Размещение сомнительного подрост пихты имеет следующую структуру: 11 % – одиночно, 23 % – группами. Если не учитывать состояние, тогда 92 % – групповое размещение, а 8 % – одиночное расположение подроста. Второстепенная порода, береза, располагается на территории одиночно и группами (11 %). Подрост кедра встречается редко и одиночно на 5 % площади.

Состояние подрост зависело от степени повреждения насаждения полиграфом (23–82 %) (рис. 3).

Максимальное число подрост пихты и березы сомнительного состояния установлено на ПП № 2, 4 со степенью повреждения более 40 %.

Интенсивность повреждения оказала опосредованное влияние на количественную и качественную характеристику подроста. Скорее всего, прямое влияние на формирование и развитие подрост оказывают условия произрастания. Размещение также имеет определенное влияние на состояние подроста. Групповое размещение в большей степени наблюдается у сомнительного подрост как пихты, так и березы. Жизнеспособный подрост пихты занимает чуть более половины – 61 % территории, в то время как сомнительный подрост – 39 %. Можно констатировать, что воздействие полиграфа не остановило восстановительную способность пихтовой формации, но жизнеспособность подрост пихты и березы ухудшилась.

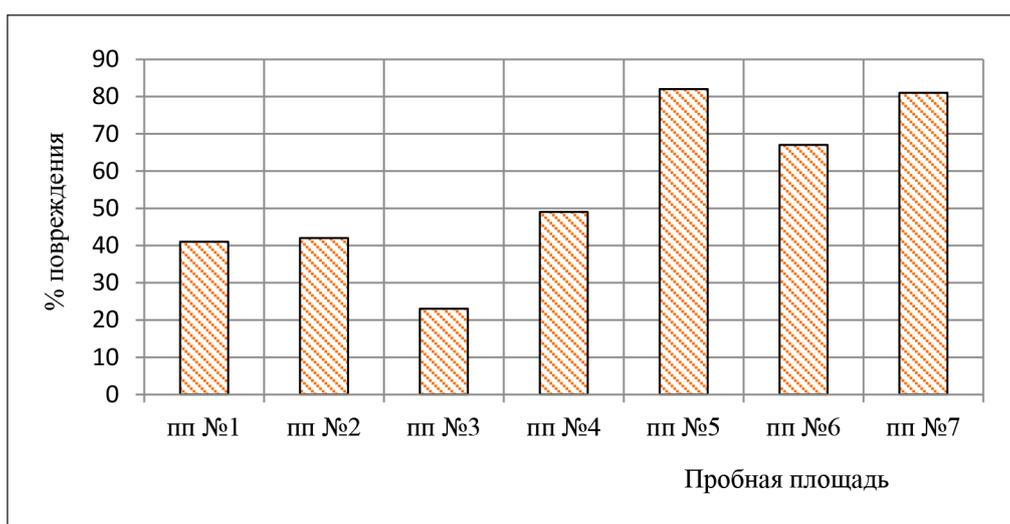


Рис. 3. Процент повреждения пихтовых насаждений
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

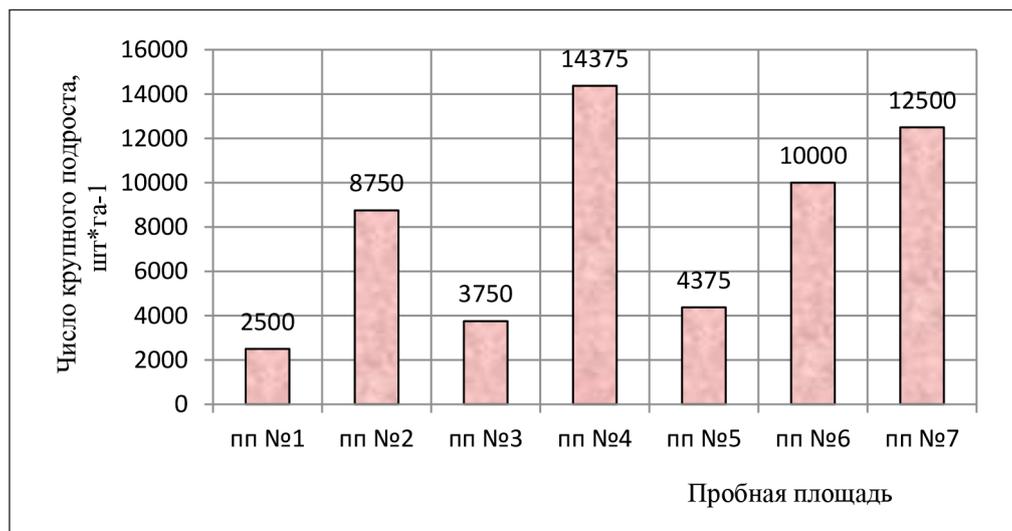


Рис. 4. Количество крупного подроста на лесных участках
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Таблица 2

Статистическая оценка возрастной и размерной структуры подроста

Номер пробной площади	Возраст		Высота	
	Средний, лет	Коэффициент варьирования, %	Средняя, М	Коэффициент варьирования, %
Пихтовый жизнеспособный подрост				
1	10±1	14,3	0,5±0,12	24,1
2	11±2	17,0	1,2±0,18	14,9
3	10±1	7,3	0,9±0,15	17,1
4	13±1	5,3	1,3±0,11	8,7
5	12±1	6,3	1,1±0,15	13,4
6	13±1	4,9	1,0±0,10	9,4
7	12±1	4,8	1,1±0,08	7,6
Пихтовый сомнительный подрост				
1	10±1	12,6	0,7±0,22	29,0
2	8±1	7,0	0,9±0,11	12,6
3	9±1	7,7	0,8±0,17	21,5
4	12±1	5,0	1,1±0,09	8,4
7	15±0	1,2	1,4±0,10	7,1
Кедровый жизнеспособный подрост				
7	9±1	3,6	0,5±0,11	20,9
Кедровый сомнительный подрост				
6	8±1	10,2	0,8±0,15	22,5
Березовый сомнительный подрост				
3	2±0	5,8	0,4±0,03	15,2
4	2±0	10,2	0,3±0,06	20,9

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования. Статистические оценки получены при уровне доверительной вероятности 95,4 %. Средние параметры достоверны и надежны, так как $t_f > t_{ст}$. Точность опыта по возрасту 0,4–6,3 %, высоте 1,4–13,0 %.

На следующем этапе изучена возрастная и размерная структура подроста. При оценке подроста произведено разделение на категории возраста: всходы – до 1 года (3,7 %), самосев – до 5 лет (29,3 %), подрост – более 5 лет (67 %). Это показывает, что в целом на территории доминирует подрост последующей генерации, до воздействия полиграфа сформировалась третья часть подроста (предшествующая генерация). В табл. 2 представлена статистическая оценка возраста и высоты подроста.

Средний возраст пихты 8–15 лет, кедра 8–9 лет, береза 2 года. Изменчивость указывает на высокую однородность данных по возрасту (1,2–17,0 %).

По размерным параметрам подрост соответствовал следующей структуре: преобладает средний (выше 55 %), далее крупный (около 43 %) и мелкий (меньше 2 %).

Средняя высота подроста пихты составила 0,5–1,4 м; березового подроста 0,2–0,5 м; кедрового 0,5–0,8 м. Вариабельность достаточно низкая (7,1–24,1 %).

Для оценки лесовозобновления выполнен количественный анализ подроста высотой более 1,0 м (рис. 4). При количестве крупного подроста более 2500 шт*га⁻¹ можно констатировать успешность восстановительного процесса [15, 16]. Можно отметить, что максимальное число крупного подроста отмечено на участках с максимальной степенью повреждения полиграфом (№ 4, 6, 7).

На исследуемой территории недостаточное количество подроста березы и кедрового, поэтому диаграмма построена только по пихтовому подросту. Установлено, что на всех участках естественное возобновление является успешным, а восстановление удовлетворительным.

Выводы

По результатам выполненных исследований получены следующие выводы.

– После воздействия уссурийского полиграфа интенсивность повреждения менялась от 23 до 82 %.

– Инвазивному нарушению подверглись две группы: пихтово-кедровые и пихтово-березовые насаждения. На участках наблюдалась высокая инсоляция из-за низкой полноты и активного зарастания крупнотравными видами.

– Доминирующее количество подроста на участках представлено пихтовым подростом, подрост березы от 2 до 3 ед., подрост кедрового представлен единично. В дальнейшей оценке участвовал весь подрост. Он имеет

высокую густоту на 17 % участках и очень большую густоту на 83 % территории. Густота березового подроста определена как средняя – 30,8 % и густая – 69,2 %. Кедровый подрост имел редкую густоту – 100 %. Максимальное количество подроста наблюдалось в пихтаче разнотравно-осочковом и крупнотравно-папоротниковом.

– Подрост расположен равномерно по всей площади. Число жизнеспособного и сомнительного подростов практически одинаково.

– Состояние подростов зависело от степени повреждения насаждения полиграфом (23–82 %). Интенсивность повреждения опосредованно влияет на количественную и качественную характеристику подростов. Скорее всего, прямое влияние на формирование и развитие подростов оказывают условия произрастания.

– Подрост характеризуется групповым и одиночным расположением. Размещение в определенной степени оказывает влияние на состояние подростов. Групповая агрегация выявлена у сомнительного подростов как пихты, так и березы.

В целом на территории доминирует подрост последующей генерации, до воздействия полиграфа сформировалась третья часть подростов (предшествующая генерация).

На 42,8 % участков подрост превышает 1,5 м, что свидетельствует о наличии достаточно значительного числа крупного подростов.

Таким образом, поврежденные полиграфом уссурийским древостоем обладают высоким потенциалом естественного хвойного возобновления, где в видовом составе преобладает молодое поколение *Abies sibirica*, способное в будущем сформировать близкие к коренному типу насаждения.

Список литературы

1. Кривец С. А., Керчев И. А., Бисирова Э. М., Пашенова Н. В., Демидко Д. А., Петько В. М., Баранчиков Ю. Н. Уссурийский полиграф в лесах Сибири (распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений): метод. пособие. Томск, 2015. 48 с. EDN: OOXCDN. ISBN 978-5-9907381-0-2.
2. Данилюк Д. Я., Андропова А. А., Соклаков Н. А., Немич В. Н. Воздействие уссурийского полиграфа на подрост пихты сибирской территории национального парка «Красноярские столбы» // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2025. № 68. С. 140–146. EDN: HHATAH.
3. Лямцев Н. И. Динамика очагов уссурийского полиграфа в лесах России // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. № S4-2 (20). С. 59–60. EDN: FREJXR.
4. Жила С. В., Фуряев И. В., Ковалева Н. М. Оценка запасов лесных горючих материалов в поврежденных полиграфом уссурийским пихтовых древостоев Красноярского края // Сибирский лесной журнал. 2023. № 6. С. 76–84. DOI: 10.15372/SJFS20230608.

5. Бисирова Э. М., Кривец С. А. Динамика состояния древостоев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandf. в Томской области // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 44. С. 118–140. DOI: 10.17223/19988591/44/7.
6. Куренцов А. И. Короеды Дальнего Востока СССР / под ред. проф. Н. Я. Кузнецова; АН СССР, Дальневосточ. им. акад. В. Л. Комарова горнотаеж. ст. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 233 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-heritage.ru/Book/10070884> (дата обращения: 06.02.2026).
7. Кривец С. А., Бисирова Э. М., Керчев И. А., Пац Е. Н., Чернова Н. А. Трансформация таежных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2015. Т. 8. № 1. С. 41–63. EDN: TZKLWH.
8. Шабалина О. М., Безкорвайная И. Н., Баранчиков Ю. Н. Изменение нижних ярусов фитоценозов пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.) на территории Красноярского края // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 2 (356). С. 67–84. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.2.67.
9. Дебков Н. М. Природный потенциал возобновления в пихтовых лесах, поврежденных в ходе инвазии уссурийского полиграфа // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 1 (25). С. 58–68. EDN: YKVTOB.
10. Дебков Н. М. Повлияет ли уссурийский полиграф на ход лесообразовательного процесса пихтовых лесов Томской области? // IX Чтения памяти О. А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: материалы международной конференции (г. Санкт-Петербург, 23–25 ноября 2016 г.) / Под редакцией Д. Л. Мусолина, А. В. Селиховкина. СПб.: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, 2016. С. 25. EDN: XBPGDL.
11. Чернова Н. А. Трансформация напочвенного покрова пихтовых лесов Томской области под влиянием уссурийского полиграфа // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: материалы VI Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий (г. Томск, 24–26 октября 2017 г.). Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. С. 121–122. DOI: 10.17223/9785946216371/39.
12. Пац Е. Н., Чернова Н. А. Изменение жизненности подроста в ходе инвазии уссурийского полиграфа в пихтовые леса Томской области // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. Т. 3. № 4. С. 55–59. EDN: QITYUH.
13. Коваль Ю. Н. Полиграф уссурийский и его влияние на лесопатологическую обстановку ЗАТО Железногорск // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2020. № 7 (25). С. 90–96. EDN: SJDFIQ.
14. Schulze E.-D., Heimann M., Harrison S., Holland E., Lloyd J. Global Biogeochemical Cycles in the Climate System. Jena: Academic Press. 2010. 345 p.
15. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления / Зарегистрирован Минюстом России 11 февраля 2022 г. Регистрационный № 67240. [Электронный ресурс]. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=602894380&rdk=&firstDoc=1&link_id=0&intel-search (дата обращения: 06.02.2026).
16. Иванова Г. А., Конрад С. Г., Макрае Д. Д., Безкорвайная И. Н., Богородская А. В., Жила С. В., Иванов В. А., Иванов А. В., Ковалева Н. М., Краснощекова Е. Н., Кукавская Е. А., Орешков Д. Н., Перевозникова В. Д., Самсонов Ю. Н., Сорокин Н. Д., Тарасов П. А., Цветков П. А., Шишкин А. С. Воздействие пожаров на компоненты экосистемы среднетаежных сосняков Сибири / отв. ред. М. Д. Евдокименко. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://cat.gpntb.ru/?id=EC/ShowFull&irbDb=ESVODT&bid=50cef300ff23901ecfd2d834ebce84b5> (дата обращения: 06.02.2026). ISBN 978-5-02-019163-1.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта FEFE-2024-0029 «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомофагами» коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Financing: The research was carried out as part of the state assignment established by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for the implementation of project FEFE-2024-0029 “Dynamics of Taiga Forest Recovery in Central Siberia Affected by Insect Pests” by the team of the Forest Ecosystems Laboratory.