

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/3>

УДК 630 416.16:6305



Влияние уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на запас и на долю участия пихтовых древостоев в породном составе лесных насаждений Пермского края

Людмила А. Иванчина¹ ✉, ivanchina.ludmila@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0001-9476-8683>

Евгений Г. Большаков², b.e.g@mail.ru <https://orcid.org/0009-0000-9701-940X>

Эдуард Е. Ротэрмель¹, edvard_rotermel@mai.ru <https://orcid.org/0009-0007-0238-9178>

¹Естественнонаучный институт ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614068, Российская Федерация

²Пермский филиал ФГБУ «Рослесинфорг», ул. Маришутная, 14Ж, г. Пермь, 614990, Российская Федерация

В последние годы по регионам России молниеносно распространяется стволовой вредитель дальневосточного происхождения уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford, далее по тексту: *P. proximus*), заселяющий пихтовые древостои. *P. proximus* способен привести к значительному сокращению запаса пихтовых древостоев, а также к исчезновению породы из состава лесных насаждений. Цель исследования – оценка изменения запаса и доли участия пихтовых древостоев в породном составе насаждений от воздействия *P. proximus* в условиях Южно-таежного района европейской части Российской Федерации Пермского края. Объектом исследования послужили пихтовые древостои, произрастающие на территории Добрянского и Пермского лесничеств. Проанализированы материалы актов лесопатологических обследований, проведенных лесопатологами ГБУ ПК «Гослесхоз» и Центра защиты леса Пермского края в период с 2022 по 2024 годы, которыми зафиксировано усыхание пихтовых древостоев от воздействия уссурийского полиграфа. В результате установлено, что в среднем в насаждениях всех типов леса после воздействия *P. proximus* доля запаса погибших деревьев пихты превышает долю запаса живых, а участие пихты в формуле состава древостоев в результате усыхания сокращается на 1 единицу. В ельниках липовых доля погибших деревьев превосходит долю живых в среднем в 2,5 раза! Полная гибель пихтовых древостоев отмечена в 21,4% случаев, причем наибольшая доля полностью погибших древостоев пихты зафиксирована в насаждениях липового типа леса (14,2%). По мнению авторов, массовое усыхание деревьев пихты в условиях липового типа леса объясняется невысокой долей участия пихтовых древостоев в породном составе насаждений указанного типа леса. Установлена слабая статистически значимая обратная корреляционная зависимость между долей участия пихты в составе древостоев и долей погибших от воздействия *P. proximus* деревьев.

Ключевые слова: уссурийский полиграф, усыхание, пихтовые древостои, средневзвешенный балл санитарного состояния древостоев, запас древостоя, породный состав лесных насаждений, Пермский край

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-76-10057, <https://rscf.ru/project/24-76-10057/>

Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Иванчина, Л. А. Влияние уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на запас и на долю участия пихтовых древостоев в породном составе лесных насаждений Пермского края / Л. А. Иванчина, Е. Г. Большаков, Э. Е. Ротэрмель // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 3 (59). – С. 37–54. – Библиогр.: с. 50–54 (24 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/3>.

Article

The influence of the *Polygraphus proximus* Blandford on the stock and share of fir stands in the species composition of forest plantations in the Perm Krai

Ludmila A. Ivanchina¹ ✉, ivanchina.ludmila@yandex.ru  <https://orcid.org/0000-0001-9476-8683>

Evgeny G. Bolshakov², b.e.g@mail.ru  <https://orcid.org/0009-0000-9701-940X>

Eduard E. Rotermel¹, edvard_rotermel@mai.ru  <https://orcid.org/0009-0007-0238-9178>

¹Natural Science Institute of Perm State University, 15 Bukireva str., Perm, Russian Federation

²Roslesinforg Federal State Budgetary Institution, Perm branch, 14Zh Marshrutnaya str., Perm, Russian Federation

Abstract

In recent years, the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford, hereinafter referred to as *P. proximus*), a stem pest of Far Eastern origin, has been spreading rapidly across the regions of Russia, inhabiting fir stands. The *P. proximus* can lead to a significant reduction in the stock of fir stands, as well as to the disappearance of the species from the composition of forest plantations. The purpose of the study is to assess the changes in the stock and share of fir stands in the species composition of plantations due to the influence of the *P. proximus* in the conditions of the South-taiga region of the European part of the Russian Federation, Perm Krai. The objects of the study are fir stands growing on the territory of the forestries of Dobryanka and Perm. The materials of the acts of forest pathology surveys conducted by forest pathologists of SBI PK «Gosleskhoz» and the Center for Forest Protection of the Perm Krai in the period from 2022 to 2024, which recorded the drying out of fir stands from the effects of the *P. proximus*, were analyzed. As a result, it is established that, on average, in plantations of all types of forests after the impact of *P. proximus*, the share of dead fir trees exceeds the share of living trees, and the participation of fir in the composition formula of forest stands decreases by 1 unit as a result of drying out. In linden spruce forests, the proportion of dead trees exceeds the proportion of living trees by an average of 2.5 times! The complete death of fir stands is noted in 21.4% of cases, with the largest proportion of completely dead fir stands recorded in linden forest type plantations (14.2%). According to the authors, the high mortality of fir trees in the conditions of the linden forest type is explained by the low share of fir stands in the species composition of the plantations of this type of forest. The weak statistically significant inverse correlation between the proportion of fir in the composition of stands and the proportion of trees affected by *P. proximus* is found.

Keywords: four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford), drying out, fir stands, average weighted score of the sanitary condition of stands, growing stock, species composition of forest plantations, Perm Krai

Funding: the research was funded by a Russian Science Foundation grant № 24-76-10057, <https://rscf.ru/project/24-76-10057/>

Acknowledgments: authors thank the reviewers for their contribution to the peer review.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Ivanchina L. A., Bolshakov E. G., Rotermel' E. E. (2025). The influence of the *Polygraphus proximus* Blandford on the stock and share of fir stands in the species composition of forest plantations in the Perm Krai. Forestry Engineering journal, Vol. 15, No. 3 (59), pp. 37-54 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.3/3>

Received 29.03.2025. Revised 31.08.2025. Accepted 15.09.2025. Published online 25.09.2025.

Введение

К нарушениям лесного покрова приводят разные природные факторы. В частности, в Европе максимальная потеря лесов (46%) происходит от ветровалов, 24% лесов теряется от пожаров и 17% лесов гибнет от воздействия вредителей, преимущественно стволовых [24]. Однако в последние десятилетия на фоне глобального потепления климата леса все больше теряют устойчивость к воздействию болезней и вредителей [18-23]. Площадь потерь лесов в Европе вследствие вспышек массового размножения вредителей удвоилась за последние 20 лет [24]. В России вспышки массового размножения вредителей, охватывающие огромные площади, – один из самых существенных факторов гибели древостоев. Ведущую роль в составе насекомых-дендрофагов играют стволовые вредители [4, 11, 17]. В последние годы по регионам России молниеносно распространяется стволовой вредитель дальневосточного происхождения уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford, далее по тексту: *P. proximus*), заселяющий пихтовые древостои [3, 6, 8, 10]. В лесах Пермского края указанный инвазивный вредитель обнаружен в 2022 году [10]. *P. proximus* способен разрушить пихтовые древостои на больших площадях [5] и тем самым привести к значительному сокращению запаса пихтовых древостоев, а также к исчезновению породы из состава лесных насаждений.

Цель исследования – оценка изменения запаса и доли участия пихтовых древостоев в породном составе насаждений от воздействия *P. proximus* в условиях Южно-таежного района европейской части Российской Федерации Пермского края.

Материалы и методы

Объектом исследования служили лесные насаждения Добрянского и Пермского лесничеств Пермского края, в породном составе которых имеются пихтовые древостои, подвергшиеся заселению уссурийским полиграфом. Указанные лесничества расположены в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации [13].

Чистые пихтарники в районе исследования отсутствуют. Деревья пихты произрастают совместно с древостоями, состоящими из других пород деревьев.

В ходе исследований проанализированы материалы актов лесопатологических обследований, которыми зафиксирована гибель деревьев пихты от воздействия *P. proximus*. Лесопатологические обследования (далее – ЛПО) проводились лесопатологами ГБУ ПК «Гослесхоз» и Центра защиты леса Пермского края в период с 2022 по 2024 годы.

Лесопатологическое обследование проводится в соответствии с приказом Минприроды России от 9 ноября 2020 года № 910 «Об утверждении Порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования» [15]. ЛПО осуществлялось методом закладки реласкопических площадок. На каждый лесопатологический выдел закладывалось несколько реласкопических площадок: их количество определялось требованиями действующей Лесоустроительной инструкции и требованиями действующего Порядка отвода и таксации лесосек [12, 14]. Категория санитарного состояния каждого дерева определялась визуально в соответствии со шкалой, представленной в действующих Правилах санитарной безопасности в лесах [16]. Повреждение деревьев вредителями и болезнями оценивалось визуально.

В камеральных условиях произведен расчет таксационных показателей по общеизвестным в лесной таксации формулам, определена встречаемость вредителей и болезней. Расчет и оценка средневзвешенного балла санитарного состояния каждой породы и насаждения в целом выполнены по методике, представленной в приложении 2 Правил санитарной безопасности в лесах [16]. При распределении категорий санитарного состояния к живым относили деревья, имеющие следующие категории санитарного состояния: «без признаков ослабления», «ослабленные» и «сильно ослабленные», к погибшим – «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой», а к захламленности – ветровал и бурелом.

По результатам камеральной обработки данных полевых обследований в материалах актов ЛПО содержатся следующие сведения: фактическая таксационная характеристика лесных насаждений, распределение запаса каждой породы по категориям санитарного состояния, средневзвешенный балл санитарного состояния каждой породы, причины повреждения насаждений, виды и встречаемость вредителей

и болезней, пространственное расположение обследованных участков.

В течение 3 лет лесопатолагами обследовано 112 лесных участков общей площадью 1891,7 га (табл. 1).

Таблица 1

Количество и площадь обследованных лесных участков, в границах которых зафиксировано наличие вредителя уссурийского полиграфа

Table 1

The number and area of surveyed forest plots within the boundaries of which the presence of the four-eyed fir bark beetle has been recorded

Лесничество Forestry department	Количество и площадь обследованных лесных участков в году, шт./га Number and area of surveyed forest plots per year, pcs/ha			Итого, шт./га Total, pcs/ha
	2022	2023	2024	
Добрянское Dobryansкое	<u>53</u> 984,8	<u>17</u> 370,3	<u>13</u> 191,7	<u>83</u> 1546,8
Пермское Permsкое	<u>6</u> 47,6	<u>1</u> 11	<u>22</u> 286,3	<u>29</u> 344,9
Итого, шт./га Total, pcs/ha	<u>59</u> 1032,4	<u>18</u> 381,3	<u>35</u> 478,0	<u>112</u> 1891,7

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Больше всего насаждений обследовано в Добрянском лесничестве в 2022 году (53 насаждения общей площадью 984,8 га).

Карта-схема расположения обследованных за 3 года лесных участков представлена на рис. 1.

Основные таксационные характеристики, рассчитанные по живой части обследованных насаждений, представлены в табл. 2. Очаги заселения пихтовых древостоев уссурийским полиграфом обнаружены в насаждениях 4 типов леса: в ельниках зеленомошного, кисличного, липового и широколиственного типов леса. Количество заложённых реласкопических площадок в пределах обследованных выделов варьирует от 4 до 25. В среднем заложено 11 реласкопических площадок на выдел. Средний возраст пихтовых древостоев варьирует от 60 до 140 лет. Наиболее часто встречаются пихтовые древостои в возрасте 100 лет. Полнота древостоев варьирует от 0,05 до 0,99. Очень низкое значение полноты в одном насаждении (0,05) объясняется практически полной гибелью древостоя: как деревьев пихты, так и деревьев других пород. Среднее значение полноты об-

щей выборки древостоев составляет 0,53 (низкополнотные), наиболее часто встречаются древостои с полнотой 0,49 (низкополнотные).

В насаждениях большинства типов леса преобладают низкополнотные древостои: в ельнике зеленомошном (среднее значение полноты – 0,5, максимальное – 0,58), в ельнике кисличном (среднее значение – 0,49, мода – 0,44) и в ельнике широколиственном (среднее значение – 0,43, мода – 0,4). Самые высокие значения полноты древостоев зафиксированы в ельнике липовом: в одном насаждении полнота древостоя достигает 0,99 (высокополнотный древостой). В среднем она составляет 0,63 (среднеполнотный древостой), а наиболее часто встречаются древостои с полнотой 0,61 (среднеполнотный древостой).

Построение графиков и диаграмм, расчет статистических показателей выполнены в программном обеспечении Microsoft Excel версии 2019 года. Карта-схема подготовлена в программе QGIS версии 3.22. Расчет коэффициентов корреляции Спирмена осуществлен в программном обеспечении Statistica 12. Сила связи коэффициентов корреляции оценивалась по шкале Чеддока [1].

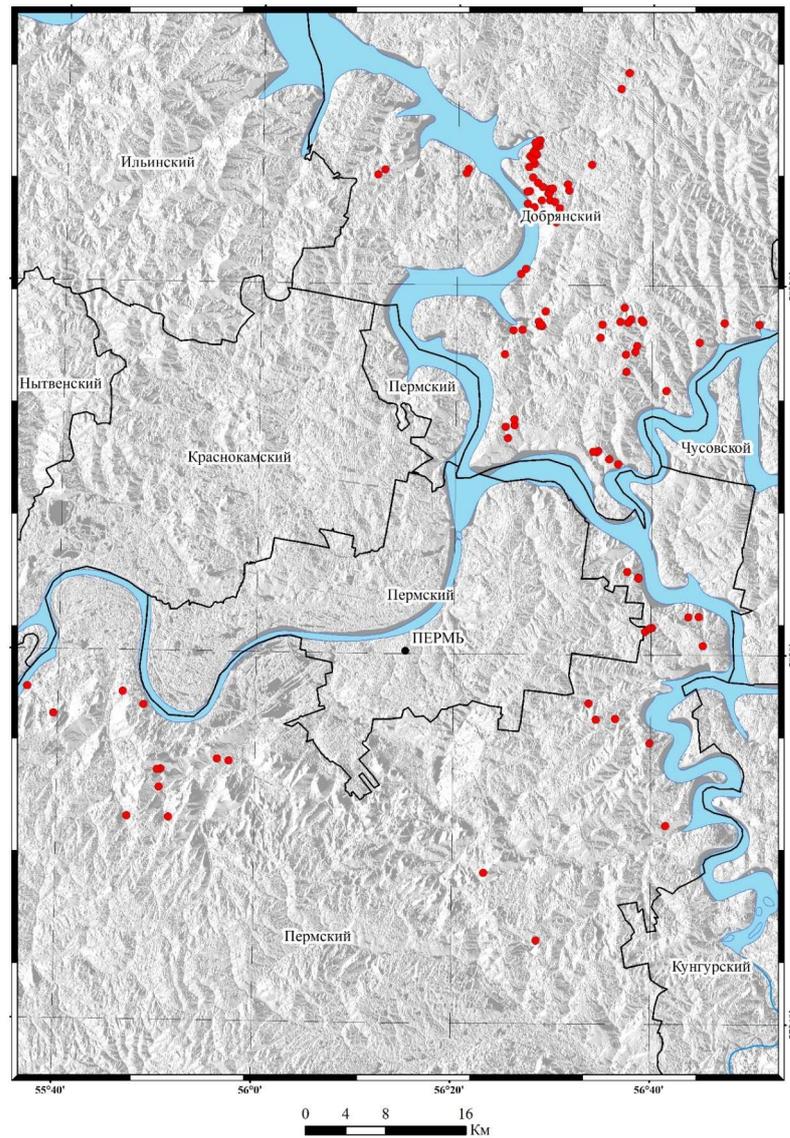


Рисунок 1. Карта-схема расположения обследованных лесных участков

Figure 1. The map-scheme of the location of surveyed forest areas

Источник: собственная композиция автора

Source: author's composition

Основные таксационные характеристики древостоев пробных площадей

Table 2

The main taxation characteristics of forest stands in the sample areas

Таксационные показатели The taxational data	Статистические показатели The statistical data					
	Среднее Average	Стандартная ошибка Standard error	Максимум Maximum	Минимум Minimum	Медиана Median	Мода Mode
Тип леса – ельник зеленомошный (Е.зм.), объем выборки – 7 The type of forest - green moss spruce forest, sample volume – 7						
Количество реласкопических площадок, шт. The number of relascopic plots, pcs	13	2,18	22	4	12	11
Средний возраст, лет The average age, year	101	5,08	120	90	100	90
Полнота Density	0,5	0,03	0,58	0,36	0,52	-
Тип леса – ельник кисличный (Е.к.), объем выборки – 31 The type of forest – Sorrel spruce forest, sample volume – 31						
Количество реласкопических площадок, шт. The number of relascopic plots, pcs	11	0,84	25	4	11	6
Средний возраст, лет The average age, year	99	3,25	140	60	100	100
Полнота Density	0,49	0,02	0,82	0,23	0,49	0,44
Тип леса – ельник липовый (Е.лп.), объем выборки – 42 The type of forest – linden spruce forest, sample volume – 42						
Количество реласкопических площадок, шт. The number of relascopic plots, pcs	11	0,74	22	5	11	8
Средний возраст, лет The average age, year	97	3,62	140	60	95	100
Полнота Density	0,63	0,03	0,99	0,2	0,63	0,61
Тип леса – ельник широколиственный (Е.тр.), объем выборки – 32 The type of forest – broad-grass spruce forest, sample volume – 32						
Количество реласкопических площадок, шт. The number of relascopic plots, pcs	9	0,60	17	4	9	6
Средний возраст, лет The average age, year	97	3,57	140	75	87,5	80
Полнота Density	0,43	0,02	0,72	0,05	0,41	0,4
Общая выборка, объем – 112 Total sample, volume – 112						
Количество реласкопических площадок, шт. The number of relascopic plots, pcs	11	0,43	25	4	10	6
Средний возраст, лет The average age, year	98	1,91	140	60	95	100
Полнота Density	0,53	0,02	0,99	0,05	0,49	0,49

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Результаты

Значения средневзвешенных баллов санитарного состояния пихтовых древостоев, произрастающих на территории исследованных насаждений, представлены на рис. 2.

Согласно материалам графиков боксплот, средневзвешенный балл санитарного состояния древостоев

пихты, заселенных уссурийским полиграфом, варьирует от 1,53 (ослабленные древостои) до 5,0 (погибшие древостои). Максимальный средневзвешенный балл санитарного состояния, имеющий значение 5,0, зафиксирован у пихтовых древостоев, произрастающих в ельниках липовом и широколиственном.

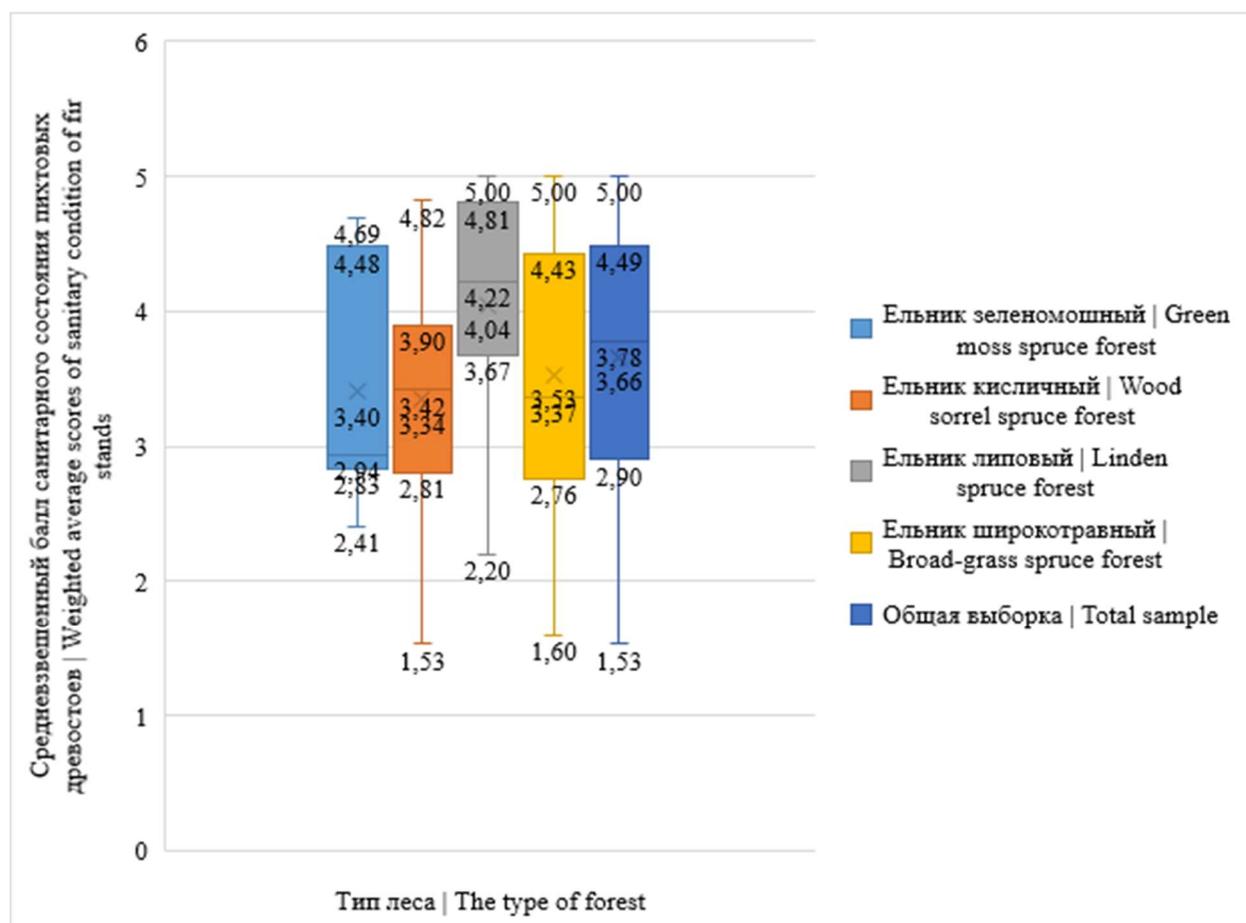


Рисунок 2. Значения средневзвешенных баллов санитарного состояния пихтовых древостоев, произрастающих в насаждениях разных типов леса и заселенных уссурийским полиграфом

Figure 2. The values of the weighted average scores of the sanitary condition of fir stands growing in plantings of different types of forest and inhabited by the *P. proximus*

Источник: собственная композиция автора

Source: author's composition

Указанный средневзвешенный балл санитарного состояния свидетельствует о полной гибели пихтового древостоя. Таким образом, полностью погибшие пихтовые древостои в насаждениях зеленомошного и кисличного типов леса не отмечены.

Оценка санитарного состояния пихтовых древостоев представлена на рис. 3.

Согласно материалам рис. 3, в районе исследований преобладают усыхающие древостои пихты, их доля от общей площади обследованных насаждений со-

ставляет 36%. Более 25% занимают лесные насаждения, древостои пихты которых характеризуются сильно ослабленным состоянием. Доля погибших превышает 21%. Наименьшую долю занимают насаждения с ослабленным состоянием пихтовых древостоев (16,8%). Факт незначительной доли ослабленных и отсутствия пихтовых древостоев с категорией санитарного состояния «без признаков ослабления» свидетельствует о неудовлетворительном санитарном состоянии пихтовых древостоев, произрастающих в районе исследования.

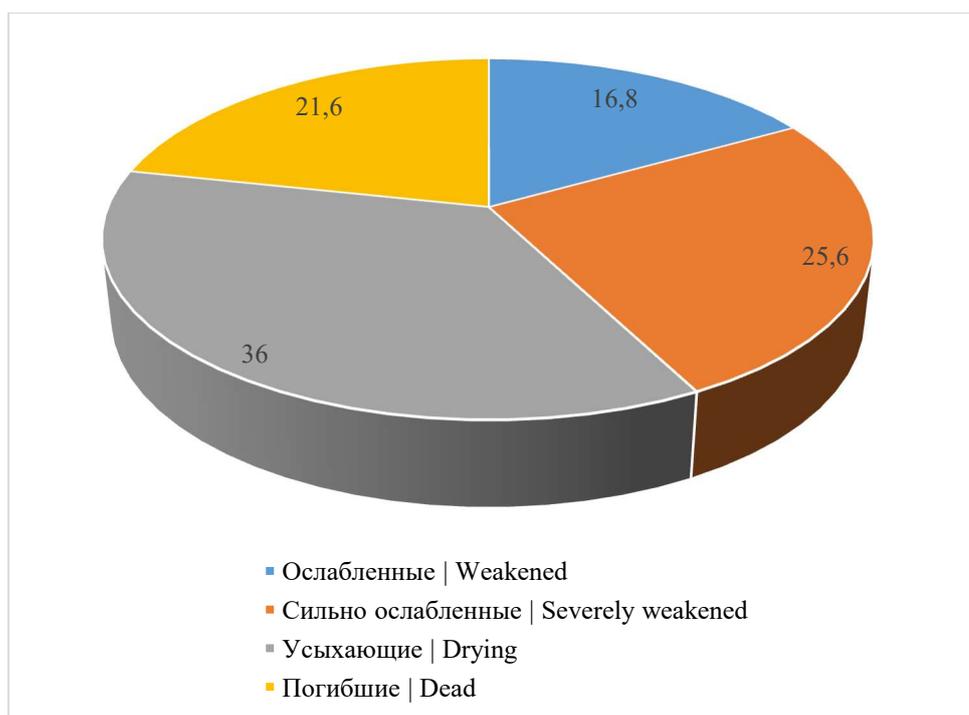


Рисунок 3. Распределение площади обследованных насаждений по категориям санитарного состояния пихтовых древостоев, %

Figure 3. The distribution of the area of the surveyed plantations by categories of sanitary condition of fir stands, %

Источник: собственная композиция автора

Source: author's composition

Запас живой части пихтового древостоя после повреждения уссурийским полиграфом варьирует от 0 до 97,14%, причем максимальная доля живых деревьев зафиксирована в насаждении широколиственного типа леса (табл. 2). В среднем доля живых деревьев в насаждениях большинства типов леса колеблется в пределах 41,27-44,31%. В насаждениях ельника липового доля живых деревьев в среднем намного меньше и составляет 26,74%. Следует отметить, что наиболее часто встречаются насаждения, в которых живые деревья пихты после воздействия инвайдера отсутствуют. То есть пихтовый древостой часто погибает полностью.

Доля погибших деревьев пихты в результате заселения насаждения уссурийским полиграфом варьирует от 2,86 до 100%, причем полная гибель древостоев пихты зафиксирована в насаждениях липового

и широколиственного типов леса. Полностью погибшие древостои наиболее часто встречаются в насаждениях липового типа леса.

В среднем в насаждениях всех типов леса доля погибших деревьев пихты превышает долю живых. В ельниках липовых доля погибших деревьев превосходит долю живых в среднем в 2,5 раза!

Доля захламленности от общего запаса пихтового древостоя не превышает 39,21%. При этом в насаждениях всех типов леса преобладают выделы с полным отсутствием захламленности. В среднем от ветровала и бурелома пихты наиболее захламлены ельники кисличные.

Доля участия пихты в составе древостоев до усыхания варьировала от 5-10 до 30-60% в зависимости от типа леса (табл. 3).

Статистические показатели запасов живых, погибших деревьев пихты и захламленности в насаждениях разных типов леса

The statistical indicators of stocks of living, dead fir trees and clutter in plantations of different types of forest

Состояние деревьев The condition of trees	Статистические показатели The statistical data					
	Среднее Average	Стандартная ошибка Standard error	Максимум Maximum	Минимум Minimum	Медиана Median	Мода Mode
Тип леса – ельник зеленомошный, объем выборки – 7 The type of forest - green moss spruce forest, sample volume – 7						
Доля живых деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of living trees in the total stock of fir forest stand, %	44,3	10,0	78,0	8,3	52,2	-
Доля погибших деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of dead trees in the total stock of fir forest stand, %	49,4	9,6	80,0	13,3	43,5	-
Захламленность, % Debris-strewn, %	6,2	2,2	18,1	0	4,4	-
Тип леса – ельник кисличный, объем выборки – 31 The type of forest – Sorrel spruce forest, sample volume – 31						
Доля живых деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of living trees in the total stock of fir forest stand, %	43,2	5,0	93,3	0	39,2	0
Доля погибших деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of dead trees in the total stock of fir forest stand, %	46,2	4,5	97,5	6,7	50,0	51,4
Захламленность, % Debris-strewn, %	9,0	1,8	39,2	0	6,2	0
Тип леса – ельник липовый, объем выборки – 42 The type of forest – linden spruce forest, sample volume – 42						
Доля живых деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of living trees in the total stock of fir forest stand, %	26,7	3,9	78,4	0	25,2	0
Доля погибших деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of dead trees in the total stock of fir forest stand, %	66,4	4,2	100,0	15,0	67,8	100
Захламленность, % Debris-strewn, %	6,8	0,8	19,9	0	6,2	0
Тип леса – ельник широколиственный, объем выборки – 32 The type of forest – broad-grass spruce forest, sample volume – 32						
Доля живых деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of living trees in the total stock of fir forest stand, %	41,3	4,8	97,1	0	42,7	-
Доля погибших деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of dead trees in the total stock of fir forest stand, %	52,7	4,8	100,0	2,9	49,6	75,0
Захламленность, % Debris-strewn, %	6,7	1,5	28,6	0	3,4	0
Общая выборка, объем выборки – 112 Total sample, volume – 112						
Доля живых деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of living trees in the total stock of fir forest stand, %	36,6	2,6	97,1	0	34,3	0

Доля погибших деревьев от общего запаса пихтового древостоя, % The share of dead trees in the total stock of fir forest stand, %	55,7	2,6	100,0	2,9	55,1	100
Захламленность, % Debris-strewn, %	7,3	0,7	39,2	0	5,9	0

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Таблица 3
Статистические показатели доли участия пихтовых древостоев в породном составе лесных насаждений до усыхания и после усыхания в результате воздействия уссурийского полиграфа

Table 3
The statistical indicators of the share of fir stands in the species composition of forest plantations before and after drying out as a result of exposure to the *P. proximus*

Исследуемые показатели доли участия пихтовых древостоев в породном составе насаждения The studied indicators of the share of fir stands in the species composition of the plantation	Статистические показатели The statistical data					
	Среднее Average	Стандартная ошибка Standard error	Максимум Maximum	Минимум Minimum	Медиана Median	Мода Mode
Тип леса – ельник зеленомошный The type of forest - green moss spruce forest						
Доля древостоев пихты в составе насаждения до усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation until drying out, %	21,4	3,4	30	10	20	30
Доля древостоев пихты в составе насаждения после усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation after drying out, %	11,4	3,0	20	5	5	5
Доля, на которую сократилось участие пихты в составе насаждения после усыхания, % The share by which the participation of fir in the composition of the plantation decreased after drying out, %	10,0	1,5	15	5	10	10
Тип леса – ельник кисличный The type of forest – Sorrel spruce forest						
Доля древостоев пихты в составе насаждения до усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation until drying out, %	21,6	2,2	50	5	20	20
Доля древостоев пихты в составе насаждения после усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation after drying out, %	9,7	1,5	40	0	10	10
Доля, на которую сократилось участие пихты в составе насаждения после усыхания, % The share by which the participation of fir in the composition of the plantation decreased after drying out, %	11,9	1,6	40	0	10	10
Тип леса – ельник липовый The type of forest – linden spruce forest						
Доля древостоев пихты в составе насаждения до усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation until drying out, %	12,1	2,0	60	5	10	5

Доля древостоев пихты в составе насаждения после усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation after drying out, %	4,6	0,7	20	0	5	0
Доля, на которую сократилось участие пихты в составе насаждения после усыхания, % The share by which the participation of fir in the composition of the plantation decreased after drying out, %	7,5	1,9	60	0	5	5
Тип леса – ельник широколиственный The type of forest – broad-leaved spruce forest						
Доля древостоев пихты в составе насаждения до усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation until drying out, %	20,0	2,3	60	5	20	20
Доля древостоев пихты в составе насаждения после усыхания, % The share of fir stands in the composition of the plantation after drying out, %	10,2	1,6	40	0	7,5	5
Доля, на которую сократилось участие пихты в составе насаждения после усыхания, % The share by which the participation of fir in the composition of the plantation decreased after drying out, %	9,8	1,3	30	0	10	5

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Проведенный анализ свидетельствует о значительном снижении роли пихты в составе древостоев после усыхания, вызванного воздействием патогена *P. proximus*. В исходном состоянии доля участия пихты варьировала в зависимости от типа лесорастительных условий: максимальные показатели (20-30%) отмечались в ельниках кисличных, широколиственных и зеленомошных, тогда как в ельниках липовых её участие не превышало 5%.

После патогенного воздействия наблюдается существенное сокращение фитоценотической роли пихты. В среднем, её участие в составе древостоев уменьшилось на одну единицу (10%) в формуле породного состава. Наиболее значительное снижение

(на 60%) зафиксировано в ельниках липовых. В текущем состоянии доля жизнеспособных особей пихты не превышает 5-10% в большинстве типов леса, достигая 20-40% лишь в отдельных лесных ассоциациях.

Полученные данные демонстрируют дифференцированную устойчивость пихты в различных типах лесных экосистем, что свидетельствует о необходимости учета лесорастительных условий при разработке мер по сохранению и восстановлению данного вида.

Полная гибель пихтовых древостоев отмечена в 21,4% случаев (табл. 4).

Таблица 4

Доля полностью погибших пихтовых древостоев в насаждениях разных типов леса

Table 4

The proportion of completely dead fir stands in plantations of different types of forest

Тип леса The type of forest	Количество обследованных насаждений, шт. The number of surveyed plantations, pcs.	Количество полностью погибших пихтовых древостоев, шт. The number of completely dead fir stands, pcs.	Доля полностью погибших пихтовых древостоев, % The share of completely dead fir stands, pcs.
Е.зм. Green moss spruce forest	7	0	0
Е.к. Sorrel spruce forest	31	3	2,7

Е.лп. Linden spruce forest	42	16	14,2
Е.тр. Broad-grass spruce forest	32	5	4,5
Итого Total	112	24	21,4

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Наибольшая доля полной гибели древостоев пихты (*Abies sibirica* Ledeb.) зарегистрирована в условиях липового типа леса, достигая 14,2% от общей площади изученных насаждений. Выдвигается гипотеза, что повышенная уязвимость пихты в данном типе лесорастительных условий обусловлена её низкой исходной долей участия в составе древостоя. Так, в зеленомошных, кисличных и широколиственных типах леса доля пихты в среднем составляла 2 единицы в формуле состава, тогда как в липовых ельниках — не более 1 единицы, что свидетельствует о маргинальном положении вида в данных фитоценозах.

Установлена статистически достоверная обратная корреляционная зависимость ($p < 0,05$) между исходной долей участия пихты в составе древостоя и интенсивностью её усыхания под воздействием патогена *Pityokteines proximus* Blandf. (табл. 5). Полученные данные подтверждают, что степень доминирования вида в фитоценозе является значимым фактором, влияющим на устойчивость древостоев к патогенной нагрузке. Более низкая конкурентная способность пихты в липовых типах леса, вероятно,

обусловлена её угнетённым состоянием в условиях сложной ценотической структуры и ограниченной доступности ресурсов, что повышает предрасположенность к поражению стволовыми вредителями. Это указывает на необходимость учёта породной структуры и ценотического статуса вида при оценке рисков массового усыхания пихтовых насаждений и разработке защитных мероприятий.

Значимая корреляционная зависимость доли участия пихты в составе древостоев до усыхания с долей погибших деревьев после воздействия *P. proximus* имеет отрицательную направленность, а с долей живых деревьев — положительную.

Обсуждение

Таким образом, выдвинутая авторами гипотеза подтвердилась: повреждение деревьев пихты уссурийским полиграфом, произрастающих в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации Пермского края, приводит к значительному сокращению запаса пихтовых древостоев, а также в ряде случаев к исчезновению породы из состава лесных насаждений.

Таблица 5

Статистически значимые корреляции между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и состоянием деревьев после воздействия *P. proximus* (при p -значении = 0,05)

Table 5

The statistically significant correlations between the proportion of fir in the composition of forest stands before drying out and the condition of trees after the impact of *P. proximus* (at p -value = 0.05)

Тип леса The type of forest	Корреляционная зависимость между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и санитарным состоянием деревьев пихты после воздействия <i>P. proximus</i> The correlation between the proportion of fir in the composition of forest stands before drying out and the sanitary condition of fir trees after exposure to <i>P. proximus</i>		
	Коэффициент корреляции Спирмена Spearman's rank correlation coefficient		Сила связи по шкале Чеддока The strength of bonding on the Cheddock scale
	Доля живых деревьев The share of living trees	Доля погибших деревьев The share of dead trees	
Е.зм. Green moss spruce forest	0,7111	-0,5988	Высокая и средняя соответственно
Е.к. Sorrel spruce forest	0,0394	-0,0801	Очень слабая

Е.лп. Linden spruce forest	0,5177	-0,5474	Средняя
Е.тр. Broad-grass spruce forest	0,5162	-0,4606	Средняя и слабая соответственно
Итого Total	0,3867	-0,4035	Слабая

Источник: собственные вычисления авторов
Source: calculations of the authors

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют, что с увеличением доли участия пихты в составе древостоев до усыхания доля погибших деревьев пихты в результате повреждения уссурийским полиграфом уменьшается. В смешанных насаждениях, в которых небольшой запас породы деревьев, служащих источником питания, наблюдается высокая вероятность полного заселения древостоя вредителем.

Исследованиями других авторов подтверждается высокая степень гибели пихты от воздействия уссурийского полиграфа. В границах Закрытого административно-территориального образования Железнодорожск в 2020 году доля погибших деревьев породы пихта в результате заселения опасного вредителя достигала 86% [9]. В Красноярском крае доля запаса сухостоя пихты в очагах массового размножения *P. proximus* достигает 77-100% [2, 7].

Результаты данного исследования могут быть использованы при установлении последствий воздействия уссурийского полиграфа, при расчете экономического ущерба государству, при прогнозировании изменения таксационных показателей насаждений с участием пихтовых древостоев в результате их повреждения *P. proximus*.

В дальнейшем авторами планируется рассмотреть влияние таксационных показателей на устойчивость деревьев пихты к воздействию *P. proximus*. Будет рассмотрено влияние полноты древостоев, влияние породного состава насаждений, проведено сравнение диаметров и форм поперечных сечений стволов деревьев пихты разных категорий санитарного состояния, а также сравнение показателей крон живых деревьев пихты и свежего сухостоя.

Установление влияния таксационных характеристик на устойчивость древостоев пихты к повреждению уссурийским полиграфом позволит разработать рекомендации по борьбе с вредителем лесоводственными способами.

Заключение

В результате анализа материалов лесопатологического обследования, проведенного на территории Пермского и Добрянского лесничеств Пермского края, установлено, что повреждение деревьев пихты уссурийским полиграфом, произрастающих в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации Пермского края, приводит к значительному сокращению запаса пихтовых древостоев, а также в ряде случаев к исчезновению породы из состава лесных насаждений. Высокая степень гибели пихты от воздействия уссурийского полиграфа подтверждается исследованиями других ученых. В среднем в насаждениях всех типов леса после воздействия *P. proximus* доля запаса погибших деревьев пихты превышает долю запаса живых, а участие пихты в формуле состава древостоев в результате усыхания сокращается на 1 единицу. В ельниках липовых доля погибших деревьев превосходит долю живых в среднем в 2,5 раза! Полная гибель пихтовых древостоев отмечена в 21,4% случаев, причем наибольшая доля полностью погибших древостоев пихты зафиксирована в насаждениях липового типа леса (14,2%). По мнению авторов, высокая гибель деревьев пихты в условиях липового типа леса объясняется невысокой долей участия пихтовых древостоев в породном составе насаждений указанного типа леса: в среднем в насаждениях зеленомошного, кисличного и широколиственного типов леса участие пихты до усыхания составляло 2 единицы в формуле состава древостоев, а в насаждениях ельника липового – всего 1 единицу. Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и санитарным состоянием деревьев в результате воздействия *P. proximus* установлена статистически значимая корреляционная зависимость. Обратная корреляционная связь выявлена между долей участия пихты в составе древостоев и долей погибших от воздействия *P. proximus* деревьев.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при установлении последствий воздействия уссурийского полиграфа, при расчете эко-

номического ущерба государству и при прогнозировании изменения таксационных показателей насаждений с участием пихтовых древостоев в результате их повреждения *P. proximus*.

Список литературы

1. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа. Медицинский альманах. 2021; 3(68): 70-79. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46594535&ysclid=m8ngdgy2tw281472022>
2. Бакшеева Е.О., Головина А.Н., Морозов С.А. Лесовозобновление и пожароопасность пихтовых насаждений, поврежденных полиграфом уссурийским. Хвойные бореальной зоны. 2021; 39(6): 443–450. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48036123&ysclid=m8nj4v8g85407098484>
3. Бисирова Э.М., Кривец С.А., Черногринов П.Н. Распространение и популяционные характеристики уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* на севере Томской области. Известия Санкт-петербургской лесотехнической академии. 2023; 244: 7-25. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.7-25. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54476734>
4. Бутока С.В., Скрыпник Л.Н. Санитарное и лесопатологическое состояние хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Калининградской области. Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2023; 27(2): 59–66. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-59-66. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50510764&ysclid=m8mqh2wgik560026554>
5. Гниненко Ю.И., Ширяева Н.В. Инвайдеры и особо охраняемые природные территории: почему не званый гость хуже? Сибирский лесной журнал. 2023; 5: 23–31. DOI: 10.15372/SJFS20230505. Режим доступа: <https://сибирскийлеснойжурнал.рф/articles/archive/arkhiv-2023-g/gninenko-yu-i-shiryayeva-n-v-invaydery-i-osobo-okhranyaemye-prirodnye-territorii-pochemu-nezvanyu-gos/>
6. Дедюхин С.В., Титова В.В. Обнаружение уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Удмуртии. Российский журнал биологических инвазий. 2021; 14(2): 32-39. DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46123466&ysclid=m8njctcvwk228698804>
7. Жила С.В., Фуряев И.В., Ковалева Н.М. Оценка запасов лесных горючих материалов в поврежденных полиграфом уссурийским пихтовых древостоях Красноярского края. Сибирский лесной журнал. 2023; 6: 76–84. DOI: 10.15372/SJFS20230608. Режим доступа: <https://сибирскийлеснойжурнал.рф/articles/archive/arkhiv-2023-g/zhila-s-v-i-v-furyayev-kovaleva-n-m-otsenka-zapasov-lesnykh-goryuchikh-materialov-v-povrezhdennykh-po/>
8. Исаева И.Л. О находке полиграфа уссурийского – *Polygraphus proximus* Blandford. на территории кластерного участка «Малый Абакан» заповедника «Хакасский» и прилегающих территориях. Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. 2021; 5: 100-102. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47953748&ysclid=m8njfcfljt289345789>
9. Коваль Ю.Н. Полиграф уссурийский и его влияние на лесопатологическую обстановку ЗАТО Железногорск. Биосферное хозяйство: теория и практика. 2020; 7(25): 90-96. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43792789&ysclid=m8nhmhr075819704728>
10. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Волкова Е.С., Астапенко С.А., Ефременко А.А., Косилов А.Ю., Кудрявцев П.П., Кузнецова Ю.Р., Пономарёв В.И., Потапкин А.Б., Тараскин Е.Г., Титова В.В., Шилонос А.О., Баранчиков Ю.Н. Обзор современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации. Российский журнал биологических инвазий. 2024; 1: 49–69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60974001&ysclid=m8njiwotpz343896542>

11. Мартирова М.Б., Мамаев Н.А., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г., Пахучий В.В., Пахучая Л.М., Селиховкин А.В. Пространственная динамика состояния и комплексов болезней и вредителей таежных лесов северо-запада европейской части России. *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2024; 251: 17-44. DOI: <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.17-44>. Режим доступа: <https://izvestiya-lta.spbftu.ru/jour/article/view/416/355>
12. Об утверждении Лесоустроительной инструкции: утверждена приказом Минприроды России от 5 августа 2022 года № 510. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/351878696?ysclid=m8oode1zue464220075>
13. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: утвержден приказом Минприроды России от 18 августа 2014 года № 367. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420224339?ysclid=m8ooethoh1241871336>
14. Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о внесении изменений в Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации, утвержденные приказом Минприроды России от 1 декабря 2020 г. № 993: утвержден приказом Минприроды России от 17 октября 2022 года № 688. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/352246458?ysclid=m8oogvbm22578359536>
15. Об утверждении Порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования: утвержден приказом Минприроды России от 9 ноября 2020 года № 910. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573140196?ysclid=m8ooivotvn904118509>
16. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573053313?ysclid=m8ookkev6y429816047>
17. Селиховкин А.В. Нормативно-правовая база лесозащиты и ее результативность в регуляции плотности популяций вредителей в таежных лесах. *Сибирский лесной журнал*. 2023; 1: 29–42. DOI: 10.15372/SJFS20230104. Режим доступа: <https://сибирскийлеснойжурнал.рф/articles/archive/arkhiv-2023-g/selikhovkin-a-v-normativno-pravovaya-baza-lesozashchity-i-eye-rezultativnost-v-regulyatsii-plotnosti/>
18. Constandache C., Tudor C., Aga V., Popovici L. Ecological restoration of Norway spruce stands affected by drying from outside the natural range. *Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering*. 2024; Vol. XIII: 60-66. Available from: <https://landreclamationjournal.usamv.ro/index.php/scientific-papers/current?id=642>
19. Forzieri G., Dakos V., McDowell N.G., Alkama R., Cescatti A. Emerging signals of declining forest resilience under climate change. *Nature*. 2022; 608(7923): 534–539. DOI: 10.1038/s41586-022-05071-9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/361973274_Emerging_signals_of_declining_forest_resilience_under_climate_change
20. Hlásny T., König L., Krokene P., Lindner M., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K.F., Schelhaas M.-J., Svoboda M., Viiri H., Seidl R. Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management. *Current Forestry Reports*. 2021; 7(3): 1-28. DOI:10.1007/s40725-021-00142-x. Available from: https://www.researchgate.net/publication/353546784_Bark_Beetle_Outbreaks_in_Europe_State_of_Knowledge_and_Ways_Forward_for_Management
21. Kharuk V.I., Im S.T., Petrov I.A., Dvinskaya M.L., Shushpanov A.S., Golyukov A.S. Climate-driven conifer mortality in Siberia. *Global Ecol. Biogeogr.* 2021; 30(2): 543–556. DOI: 10.1111/geb.13243. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45065907>
22. Löwe, R.; Sedlecký, M.; Sikora, A.; Prok^o upková, A.; Modlinger, R.; Novotný, K.; Turčáni, M. How Bark Beetle Attack Changes the Tensile and Compressive Strength of Spruce Wood (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Forests* 2022, 13, 87. <https://doi.org/10.3390/fl3010087>. Available from: <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/1/87>

23. Nardi D., Jactel H., Pagot E., Samalens J.-C. & Marini L. Drought and stand susceptibility to attacks by the European spruce bark beetle: A remote sensing approach. *Agricultural and Forest Entomology*. 2023; 25(1): 119-129. DOI: 10.1111/afe.12536. Available from: <https://doi.org/10.1111/afe.12536>

24. Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M.E. et al. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Global Change Biology*. 2023; 29(5): 1359–1376. DOI:0.1111/gcb.16531. Available from: https://www.researchgate.net/publication/366193141_Significant_increase_in_natural_disturbance_impacts_on_European_forests_since_1950

References

1. Bavrina A.P., Borisov I.B. Sovremennye pravila primeneniya korrelyatsionnogo analiza. [Modern rules of the application of correlation analysis]. *Meditsinskiy al'manakh*. [Medical almanac]. 2021; 3(68): 70-79. (In Russ.).

2. Baksheeva E.O., Golovina A.N., Morozov S.A. Lesovozobnovlenie i pozharoopasnost' pikhovyykh nasazhdeniy, povrezhdennykh poligrafom ussuriyskim. [Reforestation and fire hazard of fir stands damaged by the polygraphus proximus]. *Khvoynye boreal'noy zony*. [Conifers of the boreal area]. 2021; 39(6): 443–450. (In Russ.).

3. Bisirova E.M., Krivets S.A., Chernogrivov P.N. Rasprostranenie i populyatsionnye kharakteristiki ussuriyskogo poligrafa *Polygraphus proximus* na severe Tomskoy oblasti. [Distribution and population characteristics of the four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* in the north of the Tomsk oblast]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2023; 244: 7-25. (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.7-25.

4. Butoka S.V., Skrypnik L.N. Sanitarnoe i lesopatologicheskoe sostoyanie khvoyno-shirokolistvennykh (smeshannykh) lesov Kaliningradskoy oblasti. [Sanitary and forest pathology state of coniferous-broad-leaved (mixed) stands in Kaliningrad region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*. 2023; 27(2): 59–66. (In Russ.). DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-59-66.

5. Gninenko Yu.I., Shiryayeva N.V. Invaydery i osobo okhranyaemye prirodnye territorii: pochemu ne zvanyy gost' khuzhe? [Invaders and specially protected natural areas: why is an intruder worse?]. *Sibirskiy Lesnoj Zurnal [Sib. J. For. Sci.]*. 2023; 5: 23–31. (In Russ.). DOI: 10.15372/SJFS20230505.

6. Dedyukhin S.V., Titova V.V. Obnaruzhenie ussuriyskogo poligrafa (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) v Udmurtii. [Finding of the bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Udmurtia]. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii*. [Russian Journal of Biological Invasions]. 2021; 14(2): 32-39. (In Russ.). DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-2-32-39.

7. Zhila S.V., Furyaev I.V., Kovaleva N.M. Otsenka zapasov lesnykh goryuchikh materialov v povrezhdennykh poligrafom ussuriyskim pikhovyykh drevostoyakh Krasnoyarskogo kraya. [Assessment of stocks of forest combustible materials in fir stands, damaged by the four-eyed fir bark beetle in Krasnoyarsk krai]. *Sibirskiy Lesnoj Zurnal [Sib. J. For. Sci.]*. 2023; 6: 76–84. (In Russ.). DOI: 10.15372/SJFS20230608.

8. Isaeva I.L. O nakhodke poligrafa ussuriyskogo – *Polygraphus proximus* Blandford. na territorii klasterного uchastka «Malyi Abakan» zapovednika «Khakasskii» i prilegayushchikh territoriyakh. [About the discovery of the Ussuri polygraph – *Polygraphus proximus* Blandford. on the territory of the cluster site «Maly Abakan» of the «Khakassky» nature reserve and adjacent territories.]. *Monitoring sostoyaniya prirodnykh kompleksov i mnogoletnie issledovaniya na osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh*. 2021; 5: 100-102. (In Russ.).

9. Koval Yu.N. Poligraf ussuriyskii i ego vliyanie na lesopatologicheskuyu obstanovku ZATO Zheleznogorsk. [Polygraph Ussuri and its influence on forestpathological situation ZATO Zheleznogorsk]. *Biosfernoe khozyaistvo: teoriya i praktika*. 2020; 7(25): 90-96. (In Russ.).

10. Krivets S.A., Kerchev I.A., Bisirova E.M., Volkova E.S., Astapenko S.A., Efremenko A.A., Kosilov A.Yu., Kudryavtsev P.P., Kuznetzova Yu.P., Ponomarev V.I., Potapkin A.B., Taraskin E.G., Titova V.V., Shilonosov A.O., Baranchikov Yu.N. Obzor sovremennogo vtorichnogo areala ussuriyskogo poligrafa (*Polygraphus Proximus* Blandford) na territorii Rossiyskoy Federatsii [Overview of the current secondary range of the Four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) in the Russian Federation]. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions]. 2024; 1: 49–69. (In Russ.). DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69.

11. Martirova M.B., Mamaev N.A., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M., Selikhovkin A.V. Prostranstvennaya dinamika sostoyaniya i kompleksov boleznei i vreditel' taezhnykh lesov severo-zapada evropeiskoi chasti Rossii. [Spatial dynamics of the state and complexes of diseases and pests of taiga forests in the north-west of the European part of Russia]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*. 2024; 251: 17-44. (in Russian with English summary). DOI: <https://doi.org/10.21266/2079-4304.2024.251.17-44>.

12. Ob utverzhdenii Lesoustroitel'noi instruksii [On approval of the Forest Management Instructions]: utverzhdena prikazom Minprirody Rossii [approved by order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation] on August 5, 2022 No. 510. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/351878696?ysclid=m8oodc1zue464220075>

13. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nykh zon Rossiiskoi Federatsii i Perechnya lesnykh raionov Rossiiskoi Federatsii [On approval of the List of forest vegetation zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation] : utverzhden prikazom Minprirody Rossii [approved by order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation] on August 18, 2014 No. 367. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/420224339?ysclid=m8ooethoh1241871336>

14. Ob utverzhdenii Poryadka otvoda i taksatsii lesosek i o vnesenii izmenenii v Pravila zagotovki drevesiny i osobennosti zagotovki drevesiny v lesnichestvakh, ukazannykh v stat'e 23 Lesnogo kodeksa Rossiiskoi Federatsii, utverzhdennye prikazom Minprirody Rossii ot 1 dekabrya 2020 goda № 993 [On approval of the Procedure for the allocation and taxation of felling areas and on amendments to the Rules for timber harvesting and the specifics of timber harvesting in forestries specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation, approved by order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated December 1, 2020 No. 993] : utverzhden prikazom Minprirody Rossii [approved by order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation] on October 17, 2022 No. 688. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/352246458?ysclid=m8oogvbm22578359536>

15. Ob utverzhdenii Poryadka provedeniya lesopatologicheskikh obsledovaniy i formy akta lesopatologicheskogo obsledovaniya [On approval of the Procedure for conducting forest pathology surveys and the form of the forest pathology survey report] : utverzhden prikazom Minprirody Rossii [approved by order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation] on November 9, 2020 No. 910. (In Russ.). URL: <https://docs.cntd.ru/document/573140196?ysclid=m8ooivotvn904118509>

16. Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoy bezopasnosti v lesax [On approval of Regulations of sanitary Safety] : utverzhdeny` Postanovleniem Pravitel'stva RF [approved by the RF Government Decree] on December 9, 2020 No. 2047. (In Russ.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/0b3dfd4779a800d94c98bb0d44cd53e1dae94450/?ysclid=m3pjix3xsh627809010

17. Selikhovkin A.V. Normativno-pravovaya baza lesozashchity i ee rezul'tativnost' v regulyatsii plotnosti populyatsii vreditel'ei v taezhnykh lesakh. [Normative-legal basis of forest protection and its efficiency in regulation of pest population density in taiga forests]. *Sibirskij Lesnoj Zurnal [Sib. J. For. Sci.]*. 2023; 1: 29–42. (In Russ.). DOI: 10.15372/SJFS20230104.

18. Constandache C., Tudor C., Aga V., Popovici L. Ecological restoration of Norway spruce stands affected by drying from outside the natural range. *Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering*. 2024; Vol. XIII: 60-66.

19. Forzieri G., Dakos V., McDowell N.G., Alkama R., Cescatti A. Emerging signals of declining forest resilience under climate change. *Nature*. 2022; 608(7923): 534–539. DOI: 10.1038/s41586-022-05071-9.

20. Hlásny T., König L., Krokene P., Lindner M., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K.F., Schelhaas M.-J., Svoboda M., Viiri H., Seidl R. Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management. *Current Forestry Reports*. 2021; 7(3): 1-28. DOI:10.1007/s40725-021-00142-x.

21. Kharuk V.I., Im S.T., Petrov I.A., Dvinskaya M.L., Shushpanov A.S., Golyukov A.S. Climate-driven conifer mortality in Siberia. *Global Ecol. Biogeogr.* 2021; 30(2): 543–556. DOI: 10.1111/geb.13243.

22. Löwe, R.; Sedlecký, M.; Sikora, A.; Prok^o upková, A.; Modlinger, R.; Novotný, K.; Turčáni, M. How Bark Beetle Attack Changes the Tensile and Compressive Strength of Spruce Wood (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Forests* 2022, 13, 87. <https://doi.org/10.3390/f13010087>.

23. Nardi D., Jactel H., Pagot E., Samalens J.-C. & Marini L. Drought and stand susceptibility to attacks by the European spruce bark beetle: A remote sensing approach. *Agricultural and Forest Entomology*. 2023; 25(1): 119-129. DOI: 10.1111/afe.12536.

24. Patacca M., Lindner M., Lucas-Borja M.E. et al. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Global Change Biology*. 2023; 29(5): 1359–1376. DOI: 0.1111/gcb.16531.

Сведения об авторах

✉ *Иванчина Людмила Александровна* – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией Устойчивого лесопользования Естественного научного института, доцент кафедры биогеоэкологии и охраны природы ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9476-8683>, e-mail: ivanchina.ludmila@yandex.ru

Большаков Евгений Григорьевич – директор Пермского филиала ФГБУ «Рослесинфорг», г. Пермь, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9701-940X>, e-mail: b.e.g@mail.ru

Ротэрмель Эдуард Евгеньевич – лаборант лаборатории Устойчивого лесопользования Естественного научного института, студент географического факультета ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0238-9178>, e-mail: edvard_rottermel@mai.ru

Information about the authors

✉ *Ludmila A. Ivanchina* – Cand. Sci. (Agric.), Head of the Laboratory of sustained yield forest Management of Natural Science Institute, Associate Professor of Department of Biogeocoenology and environment Conservancy, Perm State University, Perm, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9476-8683>, e-mail: ivanchina.ludmila@yandex.ru

Evgeny G. Bolshakov – Director of Roslesinforг Federal State Budgetary Institution, Perm branch, Perm, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9701-940X>, e-mail: b.e.g@mail.ru

Ehduard E. Rotehrmel' – Laboratory Assistant of the Laboratory of Sustainable forestry, Student, Faculty of Geography, Perm State University; Perm, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0238-9178>, e-mail: edvard_rottermel@mai.ru

✉ – Для контактов /Corresponding author