

Экология и природопользование
Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносов А.О.

Научная статья
УДК 630.48:630.11
doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140
EDN: RBQSVE



ВЛИЯНИЕ ТИПА ЛЕСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ПЕРМСКОГО КРАЯ К ЗАСЕЛЕНИЮ УССУРИЙСКИМ ПОЛИГРАФОМ

Людмила Александровна Иванчина¹, Эдуард Евгеньевич Ротэрмель², Евгений Григорьевич Большаков³,
Андрей Олегович Шилоносов⁴

^{1,2} Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

³ Пермский филиал ФГБУ «Рослесинфорг», г. Пермь, Россия

⁴ Филиал ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Пермского края», г. Пермь, Россия

¹ ivanchina.ludmila@yandex.ru

² edvard_rottermel@mail.ru

³ b.e.g@mail.ru

⁴ nefii@mail.ru

Аннотация. В последние годы стволовой вредитель дальневосточного происхождения пихты уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford) стремительно распространяется по регионам России. Не является исключением в этом отношении и Пермский край, в пределах которого опасный инвайдер обнаружен в 2022 г. Важным таксационным показателем, который влияет на устойчивость насаждений к неблагоприятным факторам, является тип леса. Цель исследования – установление влияния типа леса на устойчивость к усыханию от воздействия уссурийского полиграфа пихтовых древостоев, произрастающих в Южно-таежном районе 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 г., которыми зафиксировано усыхание пихтовых древостоев от воздействия уссурийского полиграфа. В результате очаги массового размножения уссурийского полиграфа зафиксированы в насаждениях 4 типов леса: ельник зеленомошный, ельник кисличный, ельник липовый и ельник широколиственный. Все типы леса, кроме ельника зеленомошного, являются самыми распространенными в районе исследований. Худшим санитарным состоянием характеризуются пихтовые древостои, произрастающие в условиях липового типа леса: наиболее часто встречаются насаждения ельника липового с полностью погибшим пихтовым древостоем. По мнению авторов, это связано с долей участия пихты в составе древостоев: в среднем в насаждениях ельника липового участие пихты в формуле состава древостоев на 1 единицу ниже, чем в насаждениях других типов леса. Установлена обратная корреляционная связь между долей участия пихты в составе древостоев и долей погибших от воздействия *P. proximus* деревьев.

Ключевые слова: тип леса, уссурийский полиграф, Пермский край, пихтовые древостои, лесопатологическое обследование, средневзвешенный балл санитарного состояния

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

Для цитирования: Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносов А.О. Влияние типа леса и типа лесорастительных условий на устойчивость пихтовых древостоев подзоны южной тайги Пермского края к заселению уссурийским полиграфом // Географический вестник=Geographical bulletin. 2025. № 2 (73). С. 130–140. doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140. EDN: RBQSVE



© 2025 Эта работа Иванчиной Л.А., Ротэрмеля Э.Е., Большакова Е.Г., Шилоносова А.О. лицензирована по CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140

EDN: RBQSVE

**THE INFLUENCE OF THE TYPE OF FOREST ON THE RESISTANCE OF FIR STANDS
IN THE SOUTHERN TAIGA SUBZONE OF PERM KRAI TO COLONIZATION
BY THE FOUR-EYED FIR BARK BEETLE**

Ludmila A. Ivanchina¹, Ehdvard E. Rotehrmel², Evgenij G. Bol'shakov³, Andrej O. Shilonosov⁴

^{1,2} Perm State University, Perm, Russia

³ Federal State Budgetary Institution 'Roslesinform', Perm Branch, Perm, Russia

⁴ Perm Krai Forest Protection Center, Branch of the Federal Budgetary Institution 'Roslesozashchita', Perm, Russia

¹ ivanchina.ludmila@yandex.ru

² edvard_rotermel@mail.ru

³ b.e.g@mail.ru

⁴ nefii@mail.ru

Abstract. In recent years, the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894), a fir tree pest of Far Eastern origin, has been rapidly spreading across the regions of Russia. Perm Krai is no exception in this regard: the dangerous invader was discovered in its territory in 2022. The type of forest is an important taxation indicator that affects the resistance of plantations to unfavorable factors. The aim of the study was to establish, using the example of fir stands growing in the South-taiga zone of Perm Krai (European part of the Russian Federation), how the forest type influences the resistance of fir stands to drying out caused by the impact of the four-eyed fir bark beetle. The objects of the study were fir stands growing on the territory of the Dobryanka and Perm forestries. The authors analyzed materials of forest pathology surveys conducted by forest pathologists in the period from 2022 to 2024, which showed the drying out of fir stands from the effects of the four-eyed fir bark beetle. The foci of the beetle's mass reproduction were detected in the territory of distribution of 4 types of forests: green moss spruce forest, wood sorrel spruce forest, linden spruce forest, and broad-grass spruce forest. All the types of forests, except for the green moss spruce one, are the most widespread in the study area. The sanitary condition of fir stands growing under the linden forest type conditions is characterized as the worst: the most common are linden spruce stands with a completely dead fir stand. In the authors' opinion, this is due to the share of fir in the composition of the stands: in linden spruce stands, the average share of fir in the composition formula of forest stands is 1 unit lower than in stands of other forest types. There is an inverse correlation between the proportion of fir in the stand composition and the percentage of trees killed by the effects of the four-eyed fir bark beetle.

Keywords: type of forest, four-eyed fir bark beetle, Perm Krai, fir wood, forest pathology research, weighted average scores of the sanitary condition

Funding. The study was funded by the Russian Science Foundation, project No. 24-76-10057, URL: <https://rscf.ru/project/24-76-10057/>

For citation: Ivanchina, L.A., Rotehrmel', E.E., Bol'shakov, E.G., Shilonosov, A.O. (2025). The influence of the type of forest on the resistance of fir stands in the southern taiga subzone of Perm Krai to colonization by the four-eyed fir bark beetle. *Geographical Bulletin*. No. 2(73). Pp. 130–140. doi: 10.17072/2079-7877-2025-2-130-140. EDN: RBQSVE

Введение

В последние годы стволовой вредитель пихты дальневосточного происхождения уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford, 1894, далее по тексту: *P. proximus*) (*Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae*) стремительно распространяется по регионам России [2, 7–9, 22]. Впервые в Пермском крае опасный инвазивный вредитель был обнаружен в 2022 г. в двух лесных районах: в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации и в районе хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации [2, 8, 12]. В 2023 г. территория, в пределах которой было подтверждено присутствие *P. proximus*, расширилась: повреждению также подверглись пихтовые древостои, произрастающие в Средне-Уральском таежном районе [12, 14].

Лесорастительные условия и, соответственно, типы леса оказывают влияние на продуктивность насаждений. Более устойчивы к неблагоприятным воздействиям среды насаждения, которые произрастают в оптимальных лесорастительных условиях [6].

Лесные участки с общим типом лесорастительных условий, с одинаковым составом древостоев и с рядом других общих признаков объединяются в типы леса [19].

Цель исследования – установление влияния типа леса на устойчивость к усыханию от воздействия уссурийского полиграфа пихтовых древостоев, произрастающих в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации Пермского края.

Экология и природопользование

Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносоев А.О.

Материалы и методы

Исследования проведены в пихтовых древостоях на территории Добрянского и Пермского лесничеств, которые расположены в Южно-таежном районе европейской части Российской Федерации Пермского края [14].

В течение последних трех лет в процессе лесопатологических обследований в пределах Добрянского и Пермского лесничеств повреждение уссурийским полиграфом обнаружено в границах 112 лесных участков, общая площадь которых составляет 1891,7 га (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Количество и площадь обследованных лесных участков,
в границах которых зафиксировано наличие уссурийского полиграфа
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	Количество и площадь обследованных лесных участков в году, шт./га			Итого, шт./га
	2022	2023	2024	
Добрянское	<u>53</u> 984,8	<u>17</u> 370,3	<u>13</u> 191,7	<u>83</u> 1546,8
Пермское	<u>6</u> 47,6	<u>1</u> 11	<u>22</u> 286,3	<u>29</u> 344,9
Итого, шт./га	<u>59</u> 1032,4	<u>18</u> 381,3	<u>35</u> 478,0	<u>112</u> 1891,7

Наибольшая площадь пихтовых древостоев, поврежденных *P. proximus*, обследована на территории Добрянского лесничества (1546,8 га), из них 984,8 га обследовано в год обнаружения вредителя (в 2022 г.).

Рассматривались все возрастные группы, кроме молодняков. Чистые пихтарники в районе исследований отсутствуют. Доля участия пихты в составе древостоев до воздействия вредителя варьировала от 5 до 60 %.

Для условий Пермского края лесоустройством была адаптирована типология леса, предложенная В.Н. Сукачевым [4], для которой были выделены в отдельные типы леса ельник зеленомошный, ельник широколиственный, а также сосняки зеленомошный и травяной [17]. Ниже приводится описание типов леса, послуживших объектами исследования [17].

Ельник зеленомошный (Е. зм.). Почвы под насаждениями ельника зеленомошного глубокоподзолистые малогумусные суглинистые. В составе древостоев преобладают ель (*Picea obovata* Ledeb.) и пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), единично участвуют сосна (*Pinus sylvestris* L.), береза (*Betula* L.) и осина (*Populus tremula* L.). Средний класс бонитета – III (II). Подлесок редкий и состоит из шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.). В напочвенном покрове произрастают плевроциум Шребера (*Pleurozium Schreberi* (Brid.) Mitt.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt).

Ельник кисличный (Е. к.). Указанный тип леса формируется на неглубокоподзолистых среднегумусных суглинистых почвах. Основными породами, составляющими древостой, являются ель (*Picea obovata* Ledeb.), пихта (*Abies sibirica* Ledeb.) и береза (*Betula* L.). Реже встречаются осина (*Populus tremula* L.) и липа (*Tilia* L.). Средний класс бонитета – II (III). Подлесок средней густоты, его формируют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.). Напочвенный покров составляют кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), медуница лекарственная (*Pulmonaria officinalis* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.).

Ельник липовый (Е. лп.). Почвы ельника липового дерново-подзолистые среднегумусные суглинистые. В составе древостоев участвуют ель (*Picea obovata* Ledeb.), пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), липа (*Tilia* L.), береза (*Betula* L.). Средний класс бонитета – II (III). Густой подлесок в основном состоит из липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.). Напочвенный покров слагают копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), звездчатка ланцето-видная (*Stellaria holostea* L.).

Ельник широколиственный (Е. тр.). В условиях ельника широколиственного формируются дерново-подзолистые глееватые суглинистые или глинистые почвы с большим содержанием гумуса. В составе древостоев участвуют ель (*Picea obovata* Ledeb.), пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), береза (*Betula* L.), осина (*Populus tremula* L.), липа (*Tilia* L.), сосна (*Pinus sylvestris* L.). Средний класс бонитета – II (III). В подлеске, среднем по густоте, встречаются шиповник майский (*Rosa majalis* Herrm.), черёмуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.). В составе напочвенного покрова участвуют лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), борец обыкновенный (*Aconitum septentrionale* Koelle).

Проанализированы материалы актов лесопатологических обследований, проведенных лесопатологами ГБУ ПК «Гослесхоз» и Центра защиты леса Пермского края в период с 2022 по 2024 г. Указанные акты содержат сведения о таксационной характеристике насаждений, о распределении запаса древесины по категориям санитарного состояния, о средневзвешенных баллах санитарного состояния по каждой породе, о встречаемости заселенных и отработанных вредителями деревьев. Кроме того, в каждом акте лесопатологического обследования содержится информация о причинах повреждения насаждения, о видах вредителей и болезней, которыми заражены деревья.

Экология и природопользование

Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносков А.О.

Лесопатологическое обследование проводится в соответствии с приказом Минприроды России от 9 ноября 2020 г. № 910 «Об утверждении Порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования» [15]. Средневзвешенные баллы санитарного состояния определены и оценены согласно методике, представленной в действующих Правилах 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», а к погибшим – «усыхающие», «свежий сухостой» и «старый сухостой». Категории санитарного состояния деревьев в процессе лесопатологических обследований определяются согласно шкале, представленной в действующих Правилах санитарной безопасности в лесах [16].

Распределение территории произрастания пихтовых древостоев, расположенных в пределах Добрянского и Пермского лесничеств, по типам леса выполнено по материалам таксационных описаний.

Результаты

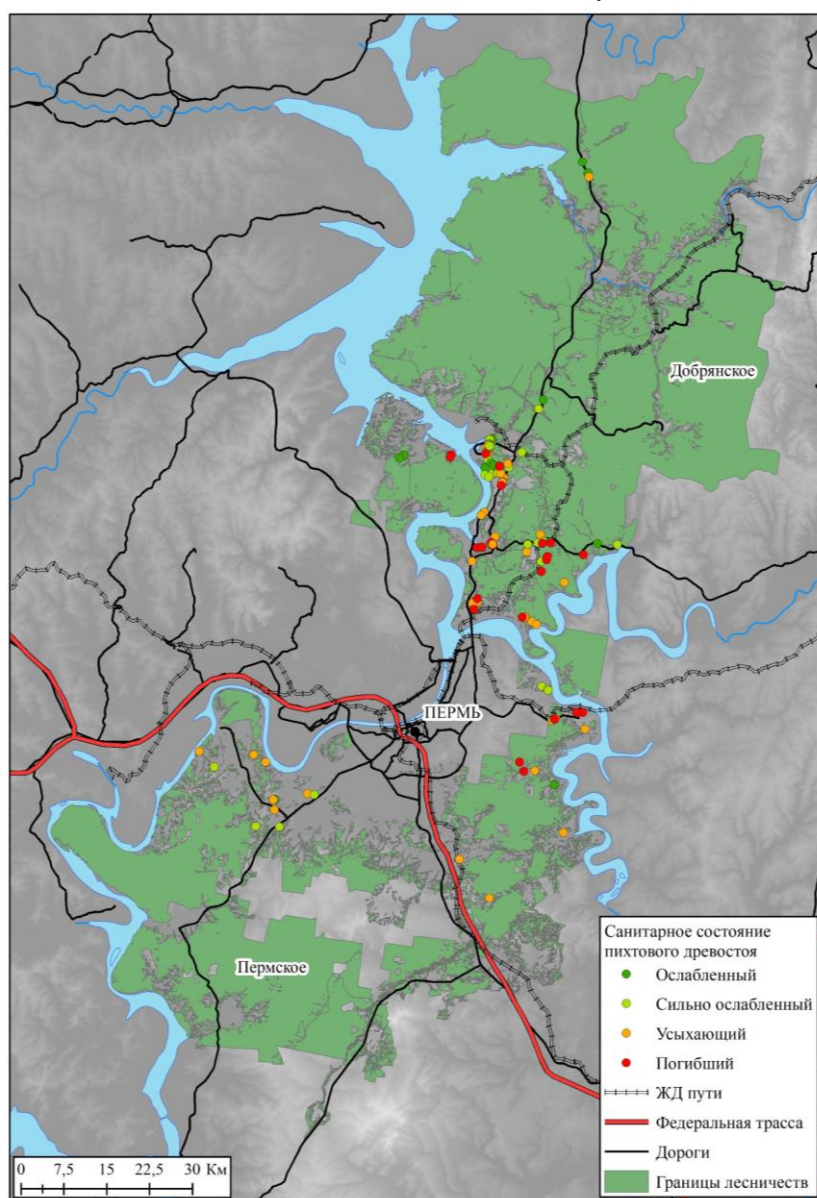


Рис. Схема расположения обследованных лесных участков в пределах Добрянского и Пермского лесничеств, распределенных по категориям санитарного состояния пихтового древостоя
Fig. The location of surveyed forest areas within the boundaries of the Dobryanka and Perm forestry districts, categorized by the sanitary condition of the fir stands

Схема подготовлена в программном обеспечении QGIS, версия 3.22. Расчет статистических показателей и коэффициента корреляции Спирмена выполнялся в программах Microsoft Excel версии 2019 г. и Statistica, версия 12. Значимость коэффициентов корреляции оценивалась при уровне значимости $p=0,05$. Расчет корреляции V-коэффициента Крамера произведен с помощью языка программирования R в среде R 4.4.2 [1, 20].

В процессе лесопатологических обследований в Добрянском лесничестве наиболее подробно обследована южная часть территории (рис.). В то же время в Пермском лесничестве южная часть территории не обследована. При этом большинство обнаруженных очагов массового размножения *P. proximus* расположено вдоль автомобильных трасс, железных дорог и крупных рек.

Пихтовые древостои, произрастающие в границах Пермского лесничества, являются преимущественно усыхающими, а в северо-восточной части лесничества зафиксированы погибшие древостои.

Лесоустройством в районе исследований выделено 23 типа леса (табл. 2). Значительно преобладают насаждения ельника липового (они составляют более 63 % от общей лесов, произрастающих в районе исследований). Также распространены ельники широколиственные (14,62 %) и ельники кисличные (13,84 %).

Экология и природопользование
Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносоев А.О.

Таблица 2

Table 2

Распределение территории произрастания пихтовых древостоев, расположенных в пределах Добрянского и Пермского лесничеств, и очагов массового размножения уссурийского полиграфа по типам леса
Distribution of the habitat of fir stands located within the boundaries of the Dobryanka and Perm forestries and foci of mass reproduction of the four-eyed fir bark beetle by types of forest

Тип леса	Площадь произрастания пихтовых древостоев						Площадь очагов массового размножения уссурийского полиграфа					
	Добрянское лесничество		Пермское лесничество		Итого		Добрянское лесничество		Пермское лесничество		Итого	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
С.дм.	2,8	0,002	—	—	2,8	0,001	—	—	—	—	—	—
Е.зм.	1715,6	1,10	1030,5	1,07	2746,1	1,09	143,2	9,26	—	—	143,2	7,57
С.зм.	117,2	0,08	283,9	0,30	401,1	0,16	—	—	—	—	—	—
С.лп.	34,7	0,02	208,2	0,22	242,9	0,10	—	—	—	—	—	—
Е.ч.	5842,2	3,75	129,1	0,13	5971,3	2,37	—	—	—	—	—	—
С.ч.	5,9	0,004	47,8	0,05	53,7	0,02	—	—	—	—	—	—
Е.дм.	2950,4	1,89	61,6	0,06	3012	1,20	—	—	—	—	—	—
Е.охв.	724,8	0,47	—	—	724,8	0,29	—	—	—	—	—	—
Ол.пм.	—	—	432,3	0,45	432,3	0,17	—	—	—	—	—	—
Е.осф.	75,3	0,05	—	—	75,3	0,03	—	—	—	—	—	—
Е.сф.	169	0,11	—	—	169	0,07	—	—	—	—	—	—
Е.к.	21859,4	14,03	12975,1	13,53	34834,5	13,84	392,5	25,37	164	47,55	556,5	29,42
С.к.	22,5	0,01	490,2	0,51	512,7	0,20	—	—	—	—	—	—
Е.лп.	100691,6	64,61	59278,1	61,83	159969,7	63,55	796,8	51,51	90,5	26,24	887,3	46,90
Лп.сн.	—	—	857	0,89	857	0,34	—	—	—	—	—	—
Е.втр.	18	0,01	42,4	0,04	60,4	0,02	—	—	—	—	—	—
Е.тр.	18471,3	11,85	18338	19,13	36809,3	14,62	214,3	13,85	90,4	26,21	304,7	16,11
С.тр.	35,8	0,02	239	0,25	274,8	0,11	—	—	—	—	—	—
Е.мш.	—	—	7	0,01	7	0,003	—	—	—	—	—	—
Е.пап.	—	—	72	0,08	72	0,03	—	—	—	—	—	—
Е.лг.	2573	1,65	807,3	0,84	3380,3	1,34	—	—	—	—	—	—
Б.пм.	526,6	0,34	427,3	0,45	953,9	0,38	—	—	—	—	—	—
Ол.тв.	—	—	148,8	0,16	148,8	0,06	—	—	—	—	—	—
Всего	155836,1	100	95875,6	100	251711,7	100	1546,8	100	344,9	100	1891,7	100

Согласно материалам табл. 2, очаги массового размножения *P. proximus* зафиксированы в насаждениях 4 типов леса: ельник зеленомошный, ельник кисличный, ельник липовый и ельник широколиственный. Все типы леса, кроме ельника зеленомошного, являются самыми распространенными в районе исследований.

Худшим санитарным состоянием характеризуются пихтовые древостои, произрастающие в насаждениях липового типа леса (табл. 3). Среднее значение средневзвешенного балла санитарного состояния пихтовых древостоев в условиях липового типа леса превышает 4,0 (усыхающие пихтовые древостои), а наиболее часто встречающееся значение – 4,88 (погибшие пихтовые древостои). Доля живых деревьев пихты в среднем не превышает 28,3 %, а доля погибших в среднем составляет 65 %. При этом наиболее часто встречаются насаждения ельника липового с полностью погибшим пихтовым древостоем.

Экология и природопользование
Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносков А.О.

Таблица 3

Table 3

Санитарное состояние и встречаемость поврежденных уссурийским полиграфом деревьев пихты
в насаждениях разных типов леса
Sanitary condition and occurrence of fir trees damaged by the four-eyed fir bark beetle
in stands of different types of forest

Исследуемый показатель	Тип леса	Статистические показатели								
		Среднее значение	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Интервал	Медиана	Мода	Коэффициент вариации, %
Средневзвешенный балл санитарного состояния пихтового древостоя	Е.зм.	3,40	0,33	0,88	2,41	4,69	2,28	2,94	-	25,84
	Е.к.	3,34	0,17	0,94	1,53	4,82	3,29	3,42	-	28,01
	Е.лп.	4,04	0,13	0,83	2,20	5,0	2,8	4,22	4,88	20,51
	Е.тр.	3,53	0,17	0,95	1,60	5,0	3,40	3,37	2,33	27,01
Доля живых деревьев пихты от общего запаса пихтового древостоя, %	Е.зм.	44,31	10,01	26,47	8,33	78,0	69,67	52,18	-	59,75
	Е.к.	43,17	4,97	27,66	0	93,33	93,33	39,23	0	64,08
	Е.лп.	28,29	4,09	26,54	0	92,0	92,0	26,67	0	93,79
	Е.тр.	41,27	4,80	27,17	0	97,14	97,14	42,64	0	65,83
Доля погибших деревьев пихты от общего запаса пихтового древостоя, %	Е.зм.	49,41	9,63	25,49	13,33	80,0	66,67	43,47	-	51,58
	Е.к.	46,20	4,50	25,03	6,67	97,48	90,81	50,0	51,43	54,19
	Е.лп.	64,91	4,39	28,43	4,0	100,0	96,0	67,77	100,0	43,81
	Е.тр.	52,70	4,81	27,20	2,86	100,0	97,14	49,61	75,0	51,62
Встречаемость заселен- ных <i>P. proximus</i> деревьев от общего запаса пихто- вого древостоя, %	Е.зм.	61,81	7,36	19,47	25,0	80,0	55,0	66,10	-	31,50
	Е.к.	48,47	5,11	28,44	3,0	88,0	85,0	54,80	3,0	58,68
	Е.лп.	48,20	4,32	27,65	11,0	100,0	89,0	38,0	21,0	57,35
	Е.тр.	57,36	5,09	28,81	0	88,50	88,50	68,05	0	50,22
Встречаемость отработан- ных <i>P. proximus</i> деревьев от общего запаса пихто- вого древостоя, %	Е.зм.	18,93	5,64	14,93	5,30	46,0	40,70	14,30	-	78,88
	Е.к.	11,30	2,30	12,78	0	48,30	48,30	9,50	0	113,18
	Е.лп.	23,79	4,10	26,28	0	77,80	77,80	14,0	0	110,47
	Е.тр.	17,12	4,36	24,68	0	100,0	100,0	8,35	0	144,11
Встречаемость заселен- ных и отработанных <i>P.</i> <i>proximus</i> деревьев от об- щего запаса пихтового древостоя, %	Е.зм.	80,74	3,43	9,06	65,70	89,30	23,60	84,30	-	11,23
	Е.к.	59,77	5,40	30,08	7,0	100,0	93,0	70,70	7,0	50,32
	Е.лп.	72,0	5,12	32,76	14,0	100,0	86,0	75,0	100,0	45,51
	Е.тр.	74,49	4,35	24,61	12,0	100,0	88,0	82,50	100,0	33,04

О высокой доле отпада деревьев пихты от воздействия *P. proximus* свидетельствуют минимальные значения доли живых деревьев пихты от общего запаса пихтового древостоя: в ельниках кисличного, липового и широколиственного типов леса имеются насаждения, в которых отсутствуют живые деревья пихты, причем таких насаждений большинство (значение моды составляет 0).

Доля деревьев, усохших в текущем году от воздействия уссурийского полиграфа, преобладает над долей погибших в предыдущие годы. Показатели встречаемости также свидетельствуют о массовом усыхании деревьев пихты в условиях липового типа леса. Только в насаждениях ельника липового встречаемость заселенных *P. proximus* деревьев пихты достигает 100 %, а наиболее часто наблюдается более высокое значение (21,0 %), чем в насаждениях других типов леса.

Встречаемость заселенных и отработанных *P. proximus* деревьев заметно ниже в насаждениях ельника кисличного (в среднем составляет 59,77 %). Минимальное значение встречаемости составляет 7 %, и таких насаждений большинство.

Таким образом, самым худшим санитарным состоянием характеризуются пихтовые древостои, произрастающие в условиях липового типа леса. По мнению авторов, это объясняется долей участия пихты в составе древостоев (табл. 4).

Экология и природопользование
Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносоев А.О.

Таблица 4

Table 4

Доля участия пихты в составе древостоев насаждений разных типов леса до усыхания
от воздействия *P. proximus*
The share of fir in the composition of forest stands of different forest types before drying out
due to the impact of the four-eyed fir bark beetle

Тип леса	Статистические показатели доли участия пихты в составе древостоев								
	Среднее значение	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум	Интервал	Медиана	Мода	Коэффициент вариации, %
Ельник зеленомошный	19,3	4,1	11,0	5	30	25	20	30	56,9
Ельник кисличный	21,1	2,3	12,7	5	50	45	20	20	60,1
Ельник липовый	12,1	2,0	12,7	5	60	55	10	5	104,9
Ельник широколиственный	20,0	2,3	12,8	5	60	55	20	20	64,1

В насаждениях зеленомошного, кисличного и широколиственного типов леса участие пихты в среднем составляет 2 единицы в формуле состава древостоев, а в насаждениях ельника липового – 1 единицу. В ельниках зеленомошного типа леса наиболее часто встречаются насаждения с долей участия пихты в составе древостоев 30 %, в ельниках кисличного и широколиственного типов леса – 20 %, а в ельнике липовом – только 5 % (меньше 1 единицы в формуле состава древостоев).

В табл. 5 приведены показатели, для которых выявлена значимая корреляция с долей участия пихты в составе древостоев. Положительная значимая зависимость наблюдается между долей участия пихты в составе древостоев и долей живых деревьев: высокая сила связи характерна для насаждений зеленомошного типа леса, средняя – для насаждений липового и широколиственного типов леса. Очень слабая корреляция наблюдается только в насаждениях кисличного типа леса.

Таблица 5

Table 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)

Statistically significant correlations between the proportion of fir in the composition of forest stands before drying out and the sanitary condition of fir trees after being affected by *P. proximus* (at p -value = 0.05)

Исследуемая связь	Тип леса	Коэффициент корреляции Спирмена	Сила связи по шкале Чеддока
Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и средневзвешенным баллом санитарного состояния пихтового древостоя после воздействия <i>P. proximus</i>	Е.зм.	-0,7111	Высокая
	Е.к.	-0,0234	Очень слабая
	Е.лп.	-0,4607	Слабая
	Е.тр.	-0,5429	Средняя
Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и долей живых деревьев пихты после воздействия <i>P. proximus</i>	Е.зм.	0,7111	Высокая
	Е.к.	0,0394	Очень слабая
	Е.лп.	0,5177	Средняя
	Е.тр.	0,5162	Средняя
Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и долей погибших деревьев пихты после воздействия <i>P. proximus</i>	Е.зм.	-0,5988	Средняя
	Е.к.	-0,0801	Очень слабая
	Е.лп.	-0,5474	Средняя
	Е.тр.	-0,4606	Слабая
Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и встречаемостью заселенных и обработанных уссурийским полиграфом деревьев пихты	Е.зм.	-0,1684	Очень слабая
	Е.к.	0,2134	Очень слабая
	Е.лп.	-0,3935	Слабая
	Е.тр.	-0,3856	Слабая

Доля участия пихты в составе древостоев имеет значимую отрицательную корреляцию со средневзвешенным баллом санитарного состояния и с долей погибших деревьев пихты. Более сильная связь характерна для насаждений зеленомошного типа леса. В насаждениях остальных типов леса связь слабее.

Экология и природопользование

Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносков А.О.

Между долей участия пихты в составе древостоев до усыхания и встречаемостью заселенных и отработанных уссурийским полиграфом деревьев пихты установлены очень слабые (в насаждениях зеленомошного и кисличного типов леса) и слабые (в насаждениях липового и широколиственного типов леса) зависимости. Причем в ельнике кисличном связь положительная, а в насаждениях остальных типов леса – отрицательная.

Слабую силу связи между типом леса и категорией санитарного состояния пихтового древостоя показал V-коэффициент Крамера (значение Cramer V составляет 0,184).

Обсуждение результатов

Расположение очагов массового размножения *P. proximus* вдоль транспортных артерий объясняется распространением вредителя при перевозке необработанной древесины [23].

Результаты исследований свидетельствуют, что в южно-таежном районе европейской части Российской Федерации Пермского края уссурийский полиграф в основном заселяет пихтовые древостои, произрастающие в наиболее распространенных типах леса.

В течение трех лет лесопатологических обследований в менее распространенных типах леса вредитель почти не встречался и был обнаружен только в насаждениях ельника зеленомошного (доля насаждений, произрастающих в указанном типе леса, в районе исследований составляет 1,09 %).

Рассчитанные коэффициенты корреляции свидетельствуют, что чем меньше доля участия пихты в составе древостоев, тем больше деревья пихты подвержены заселению уссурийским полиграфом. Установлена обратная корреляционная связь между долей участия пихты в составе древостоев и долей поврежденных *P. proximus* деревьев. В смешанных насаждениях, где небольшой запас породы деревьев, служащих источником питания, наблюдается высокая вероятность полного заселения древостоя вредителем.

Ранее установлено, что стволовой вредитель короед-типограф (*Ips typographus* L.), заселяющий ельники Пермского края, в большей степени заселяет леса, произрастающие в менее благоприятных условиях [5, 13, 21]. Подобные предпочтения и закономерности, связанные с условиями произрастания заселяемых уссурийским полиграфом насаждений, отсутствуют. Условия произрастания не влияют на распространение *P. proximus*. Распространение вредителя в насаждениях разных типов леса зависит от доли участия пихты в составе древостоев.

Согласно исследованиям, проведенным в других регионах России, *P. proximus* формирует очаги массового размножения в насаждениях наиболее распространенных типов леса. В частности, в Республике Алтай [11] уссурийским полиграфом заселены насаждения, относящиеся к распространенной в районе исследований широколиственной группе типов леса, при этом наилучшим жизненным состоянием характеризуются деревья пихты, произрастающие в пихтарнике кустарниково-разнотравно-крупнопоротниковом, а наихудшим – в пихтарнике крупнотравно-папоротниковом. В Томской области в период 2008–2011 гг. вредитель также был обнаружен в насаждениях разнотравной группы типов леса [10]. В более поздних научных экспедициях (2016–2017 гг.) наличие очагов массового размножения инвайдера выявлено в пихтовых насаждениях как разнотравного типа леса, так и зеленомошного [3]. При этом автором отмечается, что насаждения указанных типов леса являются типичными (фоновыми) для южной тайги Западной Сибири.

Проблему деградации и трансформации состава и структуры травяного яруса в очагах массового размножения вредителя поднимает Н.А. Чернова [18]. На территории Ларинского ландшафтного заказника до начала заселения насаждений инвазионным дендрофагом были распространены мелкотравные и мелкотравно-зеленомошные пихтовые леса. При распаде древостоя образуются крупнопоротниково-разнотравные растительные сообщества, которые при полной деградации лесов сменяются крапивными фитоценозами.

В дальнейшем авторами планируется продолжить изучение влияния 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

Материалами лесопатологического обследования на территории Пермского и Добрянского лесничеств Пермского края очаги массового размножения уссурийского полиграфа зафиксированы в насаждениях 4 типов леса: ельник зеленомошный, ельник кисличный, ельник липовый и ельник широколиственный. При этом все типы леса, кроме ельника зеленомошного, являются самыми распространенными в районе исследования.

Худшим санитарным состоянием характеризуются пихтовые древостои, произрастающие в насаждениях липового типа леса. В насаждениях указанного типа леса наиболее часто встречаются полностью погибшие пихтовые древостои. Это объясняется невысоким участием пихты в составе древостоев: в среднем в насаждениях ельника липового участие пихты в формуле состава древостоев на 1 единицу ниже, чем в насаждениях других типов леса. Чем меньше доля участия пихты в составе древостоев, тем больше деревья пихты подвержены заселению уссурийским полиграфом. Указанный вывод подтверждается статистически значимой корреляцией доли участия пихты в составе древостоев с показателями санитарного состояния пихтовых древостоев в насаждениях зеленомошного (высокая сила связи), липового (средняя сила связи) и широколиственного (средняя сила связи) типов леса.

Дальнейшее установление влияния таксационных показателей на устойчивость деревьев пихты к воздействию *P. proximus* позволит разработать рекомендации по борьбе с вредителем лесоводственными способами.

Экология и природопользование

Иванчина Л.А., Ротэrmель Э.Е., Большаков Е.Г., Шиловосов А.О.

Библиографический список

1. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. № 3 (68). С. 70–79. EDN: TPSSIX
2. Бисирова Э.М., Кривец С.А., Черногров П.Н. Распространение и популяционные характеристики уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* на севере Томской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 7–25. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.7-25 EDN: LTMGHF
3. Дебков Н.М. Влияние уссурийского полиграфа на онтогенетическую структуру пихтовых лесов Западной Сибири // Лесн. журн. (Изв. высш. учеб. заведений). 2018. № 5. С. 116–125. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.5.116 EDN: YNDMEP
4. Иванов В.А., Москальченко С.А., Бакшеева Е.О., Ерохина З.В. Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация. Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. 253 с.
5. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Влияние условий местопроизрастания на усыхание еловых древостоев // Известия Оренбургского ГАУ. 2017. № 2 (64). С. 56–60. EDN: YMXGOZ
6. Капустин А.Н. Биологическая устойчивость еловых насаждений в очагах кородеа-типографа на примере еловых насаждений Клетнянского лесничества // Актуальные проблемы развития лесного комплекса и ландшафтной архитектуры: материалы международной научно-практической конференции. Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2016. С. 90–95. EDN: YUQMJ
7. Керчев И.А., Волкова Е.С., Мельник М.А. Возможности ГИС для изучения процессов распространения уссурийского полиграфа в пихтовых лесах Сибири // Вестник СГУГиТ. 2021. Т. 26, № 4. С. 44–54. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-4-44-54 EDN: BTYUSI
8. Кобзарь В.Ф., Колесова Н.И., Петрик А.А. Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 в пихтарниках экопарка «Озера на Снежной» (Иркутская область) // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. № 1 (13). С. 59–71. DOI: 10.69536/a4850-3897-3753-x EDN: SBFRCE
9. Коваль Ю.Н. О влиянии полиграфа уссурийского на лесопожарную обстановку // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2020. № 6 (24). С. 34–36. EDN: GLQGGM
10. Кривец С.А. Заметки по экологии уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) в Западной Сибири // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. Вып. 200. С. 94–105. EDN: RHMHS
11. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Популяционные характеристики и влияние уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. на состояние пихтовых лесов Северо-Восточного Алтая // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 37–48. EDN: TEYOSP
12. 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., Пономарев В.И., Потапкин А.Б., Тараскин Е.Г., Титова В.В., Шиловосов А.О., Баранчиков Ю.Н. Обзор современного вторичного ареала уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) на территории Российской Федерации // Российский журнал биологических инвазий. 2024. № 1. С. 49–69. DOI: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69 EDN: HCONSC
13. Маслов А.Д. Кородеа-типограф и усыхание еловых лесов. М.: ВНИИЛМ, 2010. 138 с. ISBN: 978-5-94219-170-2 EDN: ZUYBVD
14. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации: утверждены Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367. URL: <https://www.consultant.ru>
15. Об утверждении Порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования: утвержден приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 9 ноября 2020 г. № 910. URL: <https://www.consultant.ru>
16. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах: утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2047. URL: <https://www.consultant.ru>
17. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Пермской области. Пояснительная записка. Т. 1. Пермь, 2000. 434 с.
18. Чернова Н.А. Изменение травяного покрова пихтовых лесов в очагах размножения уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (на примере Томской области) // IX Чтения памяти О.А. Катаева. Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: материалы международной конференции. СПб: СПбГЛТУ, 2016. С. 127. DOI: 10.21266/SPBFTU.2016.9 EDN: XBPMKD
19. Чураков Б.П., Чураков Д.Б. Лесоведение. Ульяновск: УлГУ, 2018. 259 с.
20. Cramer H. Mathematical Methods of Statistics. Princeton: Princeton University Press, 1946. 575 p.
21. Ivanchina L., Kovalev V., Makurin D., Poplyakov E., Solontsov O., Korotaeva N. The influence of the type of forest and the type of forest growing conditions on the stability of spruce stands in the zone of coniferous-deciduous forests of the Perm Krai // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. No. 15 (4). P. 92–111. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-4-92-111 EDN: NLQQZH
22. Kovalev A., Tarasova O., Soukhovolsky V., Ivanova Y. Is It Possible to Predict a Forest Insect Outbreak? Backtesting Using Remote Sensing Data // Forests. 2024. Vol. 15. P. 1458. DOI: 10.3390/f15081458 EDN: QQJAPJ
23. Krivets S.A., Bisirova E.M., Kerchev I.A., Pats E.N., Chernova N.A. Transformation of taiga ecosystems in the Western Siberian invasion focus of four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) // Russian Journal of Biological Invasions. 2015. Vol. 6 (2). P. 94–108. DOI: 10.1134/S2075111715020058 EDN: UEWNV

References

1. Bavrina, A.P., Borisov, I.B. (2021). *Sovremennyye pravila primeneniya korrelyatsionnogo analiza* [Modern rules of the application of correlation analysis]. *Meditsinskiy al'manakh* [Medical almanac]. No. 3 (68). Pp. 70–79.
2. Bisirova, E.M., Krivets, S.A., Chernogrov, P.N. (2023). *Rasprostraneniye 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*. Iss. 244. Pp. 7–25. doi: 10.21266/2079-304.2023.244.7-25

Экология и природопользование

Иванчина Л.А., Ротэмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносоев А.О.

3. Debkov, N.M. (2018). Vliyanie ussuriyskogo poligrafa na ontogeneticheskuyu strukturu pikhtovykh lesov Zapadnoy Sibiri [Four-Eyed Fir Bark Beetle Influence on the Ontogenetic Structure of Fir Forests in Western Siberia]. *Lesnoy Zhurnal* [Forestry Journal]. No. 5. Pp. 116–125. doi: 10.17238/issn0536-1036.2018.5.116
4. Ivanov, V.A., Moskalchenko, S.A., Baksheeva, E.O., Erokhoin, Z.V. (2019). *Lesovedenie, lesovodstvo, lesoustroystvo i lesnaya taksatsiya* [Forest science, forestry, forest management and forest inventory]. Krasnoyarsk, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. 253 p.
5. Ivanchina, L.A., Zalesov, S.V. (2017). Vliyanie usloviy mestoproizrastaniya na usykhaniye elovykh drevostoev [Influence of conditions of the place of growth on the drying out of spruce stands]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU* [Izvestia Orenburg State Agrarian University]. No. 2(64). Pp. 56–60.
6. Kapustin, A.N. (2016). *Biologicheskaya ustoychivost' elovykh nasazhdeniy v ochagakh koroeda-tipografa na primere elovykh nasazhdeniy Kletnyanskogo lesnichestva* [Biological stability of spruce stands in the foci of bark beetle on the example of spruce stands of the Kletnyansky forestry]. Contemporary problems of timber complex progress and landscape architecture, Proceedings of the international scientific and practical conference. Bryansk, Bryansk State Technological University Of Engineering. Pp. 90–95.
7. Kerchev, I.A., Volkova, E.S., Melnik, M.A. (2021). *Vozmozhnosti GIS dlya izucheniya protsessov rasprostraneniya ussuriyskogo poligrafa v pikhtovykh lesakh Sibiri* [Possibilities of GIS for studying the processes of distribution of the Ussuriysk Polygraph in the fir forests of Siberia]. *Vestnik of the Siberian State University of Geosystems and Technologies*. Vol. 26. No. 4. Pp. 44–54. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-4-44-54
8. Kobzar, V.F., Kolesova, N.I., Petrik, A.A. (2023). *Ussuriyskiy poligraf Polygraphus proximus Blandford, 1894 v pikhtarnikakh ekoparka «Ozera na Snezhnoy» (Irkutskaya oblast')* [Polygraphus proximus Blandford, 1894 in the fir forests of the “Lakes on Snezhnaya” Ecopark (Irkutsk Oblast)]. *Fitosanitariya. Karantin rasteniy* [Plant Health and Quarantine]. No. 1(13). Pp. 59–71. doi: <https://doi.org/10.69536/a4850-3897-3753-x>
9. Koval, Yu.N. (2020). *O vliyaniy poligrafa ussuriyskogo na lesopozharnuyu obstanovku* [About the influence of the Ussurian Polygraph on the forest-fire furnace]. *Biosfernoye khozyaystvo: teoriya i praktika*. No. 6 (24). Pp. 34–36.
10. Krivets, S.A. (2012). *Zametki po ekologii ussuriyskogo poligrafa Polygraphus proximus Blandford (Coleoptera, Scolytidae) v Zapadnoy Sibiri* [Notes on the ecology of the fir bark beetle Polygraphus proximus Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) in West Siberia]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*. Iss. 200. Pp. 94–105.
11. Krivets, S.A., Bisirova, E.M., Kerchev, I.A., Pats, E.N., Chernova, N.A. (2014). *Populyatsionnye kharakteristiki i vliyanie ussuriyskogo poligrafa Polygraphus proximus Blandf. na sostoyaniye pikhtovykh lesov Severo-Vostochnogo Altaya* [Population characteristics and impact of Polygraphus proximus Blandf. on the condition of the Siberian fir forests in the North-Eastern Altai]. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*. Iss. 207. Pp. 37–48.
12. 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. (2024). *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]. No. 1. Pp. 49–69. doi: 10.35885/1996-1499-17-1-49-69
13. Maslov, A.D. (2010). *Koroed-tipograf i usykhaniye elovykh lesov* [Eight-dentated bark beetle and spruce forest drying]. Moscow, VNIILM. 138 p.
14. *Ob utverzhdenii Perechnya lesozastitel'nykh zon Rossiyskoy Federatsii i perechnya lesnykh rayonov Rossiyskoy Federatsii* [On approval of the List of forest growth zones of the Russian Federation and the list of forest regions of the Russian Federation]: approved by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated August 18, 2014 No. 367. available at: <https://www.consultant.ru>
15. *Ob utverzhdenii Poryadka provedeniya lesopatologicheskikh obsledovaniy i formy akta lesopatologicheskogo obsledovaniya* [On approval of the Procedure for forest pathology research and the form of the forest pathology research act]: approved by Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated November 9, 2020 No. 910. available at: <https://www.consultant.ru>
16. *Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoy bezopasnosti v lesakh* [On approval of the Rules for sanitary safety in forests]: approved by Enactment of the Government of the Russian Federation dated December 9, 2020 No. 2047. available at: <https://www.consultant.ru>
17. *Osnovnye polozheniya organizatsii i razvitiya lesnogo hozjajstva Permskoy oblasti* [The main provisions of the organization and development of forestry in the Perm Krai] (2000). Vol. 1. Explanatory note. Perm. 434 p.
18. Chernova, N.A. (2016). *Izmeneniye travyanogo pokrova pikhtovykh lesov v ochagakh razmnozheniya ussuriyskogo poligrafa Polygraphus proximus Blandford (na primere Tomskey oblasti)* [Changes in the grass cover of fir forests in the pullulation focus of the four-eyed fir bark beetle Polygraphus proximus Blandford (by way of example of the Tomsk Oblast)]. The Kataev Memorial Readings – IX. Dendrobiotic Invertebrates and Fungi and their Role in Forest Ecosystems, Proceedings of the International Conference. Saint Petersburg, Saint Petersburg State Forest Technical University. P. 127. doi: 10.21266/SPBFTU.2016.9
19. Churakov, B.P., Churakov, D.B. (2018). *Lesovedenie* [Forest science]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State University. 259 p.
20. Cramer, H. (1946). *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton, Princeton University Press. Pp. xvi + 575.
21. Ivanchina, L., Kovalev, V., Makurin, D., Poplyakov, E., Solontsov, O., Korotaeva, N. (2023). The influence of the type of forest and the type of forest growing conditions on the stability of spruce stands in the zone of coniferous-deciduous forests of the Perm Krai. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. No. 15(4). Pp. 92–111. doi: <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-4-92-111>.
22. Kovalev, A., Tarasova, O., Soukhovolsky, V., Ivanova, Y. (2024). Is It Possible to Predict a Forest Insect Outbreak? Backtesting Using Remote Sensing Data. *Forests*. 15. 1458. doi: <https://doi.org/10.3390/f15081458>
23. Krivets, S.A., Bisirova, E.M., Kerchev, I.A., Pats, E.N., Chernova, N.A. (2015). Transformation of taiga ecosystems in the Western Siberian invasion focus of four-eyed fir bark beetle Polygraphus proximus Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Russian Journal of Biological Invasions*. Vol. 6 (2). Pp. 94–108. doi: 10.1134/S2075111715020058

*Экология и природопользование**Иванчина Л.А., Ротэрмель Э.Е., Большаков Е.Г., Шилоносов А.О.*

Статья поступила в редакцию: 10.02.25, одобрена после рецензирования: 14.04.25, принята к опубликованию: 13.06.25.

The article was submitted: 10 February 2025; approved after review: 14 April 2025; accepted for publication: 13 June 2025.

Информация об авторах

Людмила Александровна Иванчина

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры биогеоценологии и охраны
природы, заведующая лабораторией устойчивого
лесопользования,
Пермский государственный
национальный исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: ivanchina.ludmila@yandex.ru

Эдуард Евгеньевич Ротэрмель

лаборант лаборатории устойчивого лесопользования,
студент географического факультета,
Пермский государственный
национальный исследовательский университет;
614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

e-mail: edvard_rotermel@mail.ru

Евгений Григорьевич Большаков

Директор, Пермский филиал
ФГБУ «Рослесинфорг»;
614990, Россия, г. Пермь, ул. Маршрутная, 14Ж

e-mail: b.e.g@mail.ru

Андрей Олегович Шилоносов

Заместитель директора, Филиал ФБУ «Рослесоза-
щита» – «Центр защиты леса Пермского края»;
614081, Россия, г. Пермь, ул. Крылова, 34

e-mail: nefii@mail.ru

Information about the authors

Ludmila A. Ivanchina

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Profes-
sor, Department of Biogeocenology and Nature Protec-
tion, Head of the Laboratory of Sustainable Forestry,
Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

Ehduard E. Rotehrmel'

Laboratory Assistant,
Laboratory of Sustainable Forestry,
Student, Faculty of Geography,
Perm State University;
15, Bukireva st., Perm, 614068, Russia

Evgeny G. Bolshakov

Director, Perm Branch of the Federal State Budgetary
Institution 'Roslesinforg';
14Zh, Marshrutnaya st., Perm, 614990, Russia

Andrej O. Shilonosov

Deputy Director, Perm Krai Forest Protection Center
(Branch of the Federal Budgetary Institution
'Roslesozashchita');
34, Krylova st., Perm, 614081, Russia

Вклад авторов

Иванчина Л.А. – идея статьи, подготовка первого варианта рукописи, вычитка финального варианта статьи.

Ротэрмель Э.Е. – обработка материала, подготовка схемы.

Большаков Е.Г. – обработка материала, вычитка финального варианта статьи.

Шилоносов А.О. – обработка материала, вычитка финального варианта статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Ludmila A. Ivanchina – the idea; first version of the manuscript; proofreading of the last version of the manuscript.

Ehduard E. Rotehrmel' – material processing; map preparation.

Evgeny G. Bolshakov – material processing; proofreading of the last version of the manuscript.

Andrej O. Shilonosov – material processing; proofreading.

The authors declare no conflict of interest.