

Научная статья

УДК 630*182.47:581.5

DOI: 10.37482/0536-1036-2026-3-95-109

Формирование травяно-кустарничкового яруса в нарушенных уссурийским полиграфом насаждениях подтаежно-лесостепного района

С.К. Мамедова¹, мл. науч. сотр.; ResearcherID: [ABB-6484-2022](https://orcid.org/0000-0001-9972-0021),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9972-0021>

А.А. Вайс¹, д-р с.-х. наук, доц.; ResearcherID: [AAC-7051-2019](https://orcid.org/0000-0003-4965-3670),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4965-3670>

Г.С. Вараксин², д-р с.-х. наук, проф.; ResearcherID: [HNJ-3503-2023](https://orcid.org/0000-0003-4335-4784),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-4784>

А.И. Мельник¹, мл. науч. сотр.; ResearcherID: [ABF-0738-2022](https://orcid.org/0000-0002-1673-1639),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1673-1639>

¹Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», д. 31, г. Красноярск, Россия, 660037; mamedova_seva@mail.ru, vais6365@mail.ru[✉], aleksandrana2013@gmail.com

²Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, ул. Академгородок, д. 50/28, г. Красноярск, Россия, 660036; varaksings@mail.ru

Поступила в редакцию 20.04.25 / Одобрена после рецензирования 16.07.25 / Принята к печати 17.07.25

Аннотация. Оценена фитомасса травяно-кустарничкового яруса в насаждениях, нарушенных вследствие массовой вспышки полиграфа уссурийского (*Polygraphus proximus* Blandford) в 2012–2014 гг. В ходе полевых работ 2024 г. установлено, что напочвенная растительность под пологом чистых пихтовых и смешанных насаждений произрастает в затухающих очагах инвайдера. Таксацию древостоя и учет травяно-кустарничкового яруса проводили на 28 пробных площадях. Сплошной пересчет деревьев осуществляли на ленточных пробах. Отдельно учитывали усохшие деревья, в т. ч. пихты, поврежденные уссурийским полиграфом, а также ослабленные, зараженные данным инвайдером. На территории выявлено 62 вида растений травяно-кустарничкового яруса, доминирующими из которых являются представители 29 семейств покрытосеменных (85,5 %). Представлены видовой состав травяно-кустарничкового яруса, его фитомасса, суммарное проективное покрытие, конверсионные коэффициенты в зависимости от доли отпада деревьев. Выявлена зависимость показателей травяно-кустарничкового яруса от полноты древостоя и степени нарушенности. Данные связи адекватно описывались экспоненциальной функцией. Отмечено преобладание крупнотравно-папоротниковой и злаковой растительности. Для прогнозирования пожарной опасности определили влагосодержание травяно-кустарничкового яруса. Оно составляло в среднем 81,7 %. Живые (вегетирующие) растения задерживают горение из-за высокой постоянной влажности, а отмершие (опад, травяная ветошь) являются проводниками горения. В очагах, где проведены санитарные рубки, наблюдалось максимальное накопление травяно-кустарничкового яруса (454 г/м²), что создает пожарную опасность и снижает интенсивность лесовозобновления. Изучение напочвенного покрова позволяет прогнозировать возможность восстановления темнохвойных пород в условиях воздействия полиграфа уссурийского.

© Мамедова С.К., Вайс А.А., Вараксин Г.С., Мельник А.И., 2026

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Ключевые слова: уссурийский полиграф, *Polygraphus proximus* Blandford, инвайдер, лесной вредитель, травяно-кустарничковый ярус, проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, живой напочвенный покров, фитомасса живого напочвенного покрова, ослабление древостоя, нарушенный древостой, подтаежно-лесостепной район
Благодарности: Исследование проводилось в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ по проекту «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомовредителями» (№ FEFE-2024-0029) коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем» СибГУ им. М.Ф. Решетнёва.

Для цитирования: Мамедова С.К., Вайс А.А., Вараксин Г.С., Мельник А.И. Формирование травяно-кустарничкового яруса в нарушенных уссурийским полиграфом насаждениях подтаежно-лесостепного района // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 3. С. 95–109. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-3-95-109>

Original article

Herb and Subshrub Layers Development Among Forest Plantations Disturbed by the Four-Eyed Fir Bark Beetle in the Subtaiga Forest-Steppe Zone

Sevinch K. Mamedova¹, Junior Research Scientist; ResearcherID: [ABB-6484-2022](https://orcid.org/0000-0001-9972-0021),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9972-0021>

Andrey A. Vais^{1✉}, Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAC-7051-2019](https://orcid.org/0000-0003-4965-3670),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4965-3670>

Gennady S. Varaksin², Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [HNJ-3503-2023](https://orcid.org/0000-0003-4335-4784),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-4784>

Alexandra I. Melnik¹, Junior Research Scientist; ResearcherID: [ABF-0738-2022](https://orcid.org/0000-0002-1673-1639),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1673-1639>

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, prosp. im. gazety “Krasnoyarskiy rabochiy”, 31, Krasnoyarsk, Russia, 660037; mamedova_ceva@mail.ru, vais6365@mail.ru[✉], aleksandrana2013@gmail.com

²V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, ul. Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, Russia, 660036; varaksings@mail.ru

Received on April 20, 2025 / Approved after reviewing on July 16, 2025 / Accepted on July 17, 2025

Abstract. The article provides an evaluation of the herb and subshrub layer phytomass in forests disturbed by the widespread outbreak of the four-eyed fir bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandford) in 2012–2014. Field studies carried out in 2024 found that the ground cover vegetation grows in pure fir and mixed stands where the pest population started to decline. Stand valuation and inventory of the herb and subshrub layers were performed on 28 sample plots. Tree measurements were carried out on strip plots. Separate records were kept of dead trees; including firs damaged by the four-eyed fir bark beetle and weakened trees infected by the pest. A total of 62 plant species were identified in the herb and subshrub layers within the study area. The ground cover vegetation is dominated by angiosperms (85.5 %), representing 29 families. The research presents the species composition of the herb and subshrub layers, their phytomass, total foliage cover, and conversion coefficients depending on the tree mortality rate. A correlation has been identified between the parameters of the herb

and subshrub layers and the tree stand density and disturbance degree. These relationships were adequately described by the means of an exponential function. A predominance of tall grasses, ferns, and cereal crops is observed. The moisture content of the herb and subshrub layers was measured in order to predict the fire risks. The mean average was found to be 81.7 %. Living (vegetative) plants have a high moisture content, which limits the fire propagation. In contrast, dead plants, such as litter and dry vegetation, are highly combustible. The greatest volumes of the herb and subshrub layer vegetation were observed (454 g/m²) in outbreak areas where environmental harvesting was carried out. Studying the ground cover vegetation provides an opportunity to predict the recovery potential of dark coniferous forests affected by the four-eyed fir bark beetle.

Keywords: four-eyed fir bark beetle, *Polygraphus proximus* Blandford, invasive species, forest pest, herb and subshrub layers, foliage cover of herb and subshrub layers, living ground cover, phytomass of living ground cover, stand degradation, disturbed stand, subtaiga forest-steppe region

Funding: The research was carried out as part of a state-funded project commissioned by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation titled “Dynamics of Regeneration of Central Siberia Taiga Forests Disturbed by Insect Pests” (No. FEFE-2024-0029) by the team of the “Forest Ecosystems” Research Laboratory at the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

For citation: Mamedova S.K., Vais A.A., Varaksin G.S., Melnik A.I. Herb and Subshrub Layers Development Among Forest Plantations Disturbed by the Four-Eyed Fir Bark Beetle in the Subtaiga Forest-Steppe Zone. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2026, no. 3, pp. 95–109. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-3-95-109>

Введение

Полиграф уссурийский (*P. proximus*) – это насекомое-дендрофаг дальневосточного происхождения, который появился в таежных экосистемах Сибири в 2000-е гг. [14]. В настоящее время он считается опасным стволовым вредителем пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.).

В Красноярском крае в ходе дистанционного лесопатологического мониторинга 2014 г. на момент основной вспышки обнаружены повреждения пихтарников на площади 49,9 тыс. га [1]. Формирование очагов массового размножения инвазионного короеда приводит как к качественному, так и к количественному изменению структуры пихтовых древостоев [9, 23, 25]. Это, в свою очередь, вызывает значительные изменения в составе и структуре живого напочвенного покрова [20].

Очаги полиграфа уссурийского в крае приурочены к пихтарникам разнотравным и разнотравно-зеленомошным с примесью ели (*Picea obovata* Ledeb.), березы (*Betula pendula* Roth) и осины (*Populus tremula* L.) с полнотой 0,5–0,7 [3]. Массовое нашествие короеда в аналогичных фитоценозах способствует дальнейшему снижению сомкнутости крон и увеличению площади окон в древесном пологе, т. к. здоровые деревья ослабевают, поражаясь грибами-паразитами, превращаются в сухостой и валеж. Отпад деревьев в очагах размножения инвайдера может достигать 99,8 % [12, 13]. Это явление приводит к мозаичному размещению напочвенных компонентов фитоценозов: неперегнившего растительного опада, мохового и травяно-кустарничкового ярусов [21].

В поврежденных фитоценозах пихтовой формации [21], а также на вырубках, пройденных в очаге инвайдера, отмечается доминирование высокотравных

и крупнопоротниковых видов растительности. Ее разрастание снижает естественное возобновление темнохвойных лесов и повышает пожарную опасность [2, 18, 22].

Исследованиями травяно-кустарничкового яруса в нарушенных энтомоповрежденными насаждениях занимались многие ученые: Е.О. Бакшеева и др., [2], А.Г. Дюкарев и др. [10], В.Д. Перевозникова, Ю.Н. Баранчиков [16], И.В. Фуряев, С.В. Жила [19], С.А. Кривец и др. [24]. Однако следует отметить, что до настоящего времени неясны процессы формирования растительности напочвенного покрова после воздействия уссурийского полиграфа.

Цель исследования – определить закономерности формирования травяно-кустарничкового яруса в насаждениях подтаежно-лесостепного района Средней Сибири, поврежденных полиграфом уссурийским.

Объекты и методы исследования

Исследование проводили в 2024 г. в нарушенных полиграфом уссурийским насаждениях (очаги затухающие), а также на участках сплошных санитарных рубок и полностью погибших древостоев. Ранее массовая вспышка энтомоповреждителя на данных участках наблюдалась в 2012–2014 гг.

Насаждения, произрастающие в подтаежно-лесостепном районе Средней Сибири, характеризуются разным породным составом: пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), ель (*Picea obovata* Ledeb.), кедр (*Pinus sibirica* Du Tour), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна (*Pinus sylvestris* L.), береза (*Betula pendula* Roth) и осина (*Populus tremula* L.).

Полевые работы выполняли на 28 пробных площадях, заложенных в виде лент размером 10×30 или 10×50 м², и 3 круговых площадках с радиусом 15 м в условиях полного распада древостоя и низкой проходимости в связи со значительным количеством крупных древесных остатков, лежащих на земле. Сплошной пересчет деревьев осуществляли на ленточных пробах. Отдельно фиксировали усохшие деревья, в т. ч. пихты, поврежденные уссурийским полиграфом, а также ослабленные заражением данным инвайдером. У 20–50 учетных деревьев, относящихся к разным ступеням толщины и породам, измеряли высоту с построением диаграмм. Лесоводственно-таксационную оценку выполняли в соответствии с классическим методом описания основных показателей древостоев [4].

Учет надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса проводили методом укусов [6]. Учетные площадки 0,20×0,25 м² ограничивали через каждые 5 м. Количество площадок на пробной площади составляло 5 шт., всего за полевой сезон – 140 шт. Все растения на площадках срезали ножницами на уровне поверхности почвы и сортировали по группам: травы, папоротники, хвощи, кустарнички.

Дополнительно в пределах каждой пробной площади определяли видовой состав [15], проективное покрытие и высоту травяно-кустарничкового яруса. Его эколого-ценотический анализ проводили камеральным способом при помощи сайта «Плантариум» [17]. Виды распределяли на экологические группы: по отношению к влаге (мезофит, мезогигрофит, гигрофит), питанию (олигомезотроф, мезотроф, мезоэвтроф, эвтроф), свету (гелиофит, факультативный гелиофит, сциофит).

В лабораторных условиях травяно-кустарничковый ярус взвешивали в воздушно-сухом состоянии. Влажность растений устанавливали по потере массы навески при ее высушивании в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 6–8 ч. После этого рассчитывали фитомассу травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии.

Все количественные показатели (проективное покрытие, высота, фитомасса, влагосодержание) травяно-кустарничкового яруса обработаны в программах Microsoft Excel и SPSS Statistics.

Результаты исследования и их обсуждение

На объектах исследования выявлено 62 вида растений травяно-кустарничкового яруса. Значительную часть составляли покрытосеменные (85,5 %), относящиеся к 29 семействам.

Ведущие 10 семейств покрытосеменных растений включали 36 видов (58,1 %), остальные представлены единично. Среди них преобладали семейства Poaceae – 9,7 %, Ranunculaceae – 8,1 %; Asteraceae, Fabaceae, Apiaceae и Rosaceae – по 6,5 %; Ericaceae – 4,8 %; Boraginaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae – по 3,2 %.

Доминировали представители отдела Папоротниковидные – 12,9 % (8 шт.). Например, голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman), кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), пузырник ломкий (*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.), страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.), фегоптерис связывающий (*Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) и щитовник широкий (*Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenk. & Jermy). Отдел Хвощевидные включал единственный вид – хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.).

Встречались 3 вида кустарничков: линнея северная (*Linnaea borealis* L.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.).

Всего лесных видов зафиксировано 32,3 %, луговых – 1,6 %, видов, относящихся как к лесным, так и к луговым растениям, – 66,1 %.

Анализ распределения видов по отношению к водному режиму показал преобладание мезофитных растений – 59,7 %. Мезогигрофитов выявлено 33,9 %, а гигрофитов – 6,5 %.

По отношению к трофности почв репрезентативность мезотрофной группы более высокая и составляла 56,5 %. На долю мезоэвтрофов приходилось 27,4 %, эвтрофов – 11,3 %, олигомезотрофов – 4,8 %.

Гелиофитов насчитывалось 24,2 %, факультативных гелиофитов – 61,3 %, а сциофитов – 14,5 %.

Таким образом, исследование экологических групп видового состава травяно-кустарничкового яруса показало преобладание влаголюбивых и теневыносливых растений, произрастающих на почвах с умеренным содержанием питательных веществ (табл. 1).

В составе подлеска, оказывающего влияние на травяно-кустарничковый ярус, встречались смородина (*Ribes rubrum* L.), спирея (*Spiraea media* Schmidt), малина (*Rubus idaeus* L.) и жимолость (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn).

Таблица 1

Экологические группы травяно-кустарничкового яруса
Environmental groups of the herb and subshrub layers

По отношению к влаге	Количество видов		По отношению к питанию	Количество видов		По отношению к свету	Количество видов	
	шт.	%*		шт.	%*		шт.	%
Мезофит	37	59,7	Олигомезотроф	3	4,8	Гелиофит	15	24,2
Мезоги- грофит	21	33,9	Мезотроф	35	56,5	Факультатив- ный гелиофит	38	61,3
Гигрофит	4	6,4	Мезоэвтроф	17	27,4	Сциофит	9	14,5
			Эвтроф	7	11,3			
<i>Итого</i>	62	100	<i>Итого</i>	62	100	<i>Итого</i>	62	100

*В пределах экологической группы.

В табл. 2 представлены таксационная характеристика древостоев и фито-масса травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии.

Таблица 2

Таксационно-лесоводственные показатели объекта исследования
Inventory and forestry parameters of the studied forest stands

ПП	Состав древостоя	Тип леса	ΣG , м ² /га	P	$M_{др}$, м ³ /га	Отпад деревьев, %	$M_{тка}$, г/м ²
1	7ПЗОс+Б	П _{пкт}	23,63	0,76	220	8,1	148±27,70
2	5Ос4П1Бед.Е	Ос _{рт}	23,00	0,69	246	82,9	172±49,42
3	5П4Б1Осед.К,Е	П _{рт}	28,58	1,12	214	53,0	143±65,79
4	Погибший древостой с единичным мелким подростом					100,0	240±52,43
5	5Б4П1К+Е	Б _{кт}	17,42	0,77	149	57,2	243±47,95
6	6ПЗЕ1Б+К	П _{рт}	22,25	0,78	203	15,7	252±33,78
7	3С3ПЗОс1Б+К	С _{рт}	30,82	0,81	335	4,2	129±40,07
8	4С4Б1Л+Пед.К	С _{рт}	56,32	1,45	639	0	152±32,83
9	5Б3П2Сед.К	Б _{осрт}	39,39	1,38	360	5,4	58±14,31
10	5Ос4Б1Пед.К	Ос _{крт}	43,18	1,05	463	3,1	63±17,39
11	5П4Б1Ос	П _{кт}	23,05	0,58	214	0,0	136±38,49
12	4Ос4П2Б	Ос _{осрт}	27,98	0,78	269	0,2	64±11,08
13	Сплошная санитарная рубка после воздействия поли- графа, единичный мелкий подрост					100,0	454±64,13
14						100,0	290±51,13
15	8Ос2Б+П	Ос _{осрт}	42,65	1,07	526	0	121±9,44
16	7Ос2Б1П	Ос _{рпп}	28,05	0,71	316	0	78±8,01
17	6Б2Л1Е1П+Осед.К	Б _{пктхв}	27,92	0,88	281	29,7	341±55,99
18	4Б4С1Е1П+К	Б _{осрт}	41,07	1,23	464	10,0	72±11,30
19	5К3Б2Е+П	К _{злхвк}	19,03	0,39	171	76,8	266±31,82

Окончание табл. 2

ПП	Состав древостоя	Тип леса	ΣG , м ² /га	P	$M_{др}$, м ³ /га	Отпад деревьев, %	$M_{тка}$, г/м ²
20	6Ос3П1Б	Ос _{рпн}	47,76	1,47	430	0,9	92±29,98
21	5Б4П+С,Л,Ос+Е	Б _{осрт}	36,75	1,17	322	8,0	53±6,36
22	7Б3П+Е	Б _{кпн}	32,95	1,02	296	4,6	132±23,99
23	7П2С1Ос+К	П _{рпн}	29,16	0,91	315	48,9	201±26,62
24	7П2Ос1Б+Е	П _{прг}	23,50	0,71	176	45,8	121±9,64
25	6П2Л1С+К,Осед.Е	П _{рпн}	36,19	1,10	409	11,0	100±13,68
26	10П	П _{кпкт}	25,36	0,80	228	18,3	245±55,73
27	10П	П _{пкт}	23,13	0,72	255	14,1	204±14,82
28	7П3Лед.Ос	П _{рпн}	13,17	0,36	128	91,2	222±18,97

Примечание: ПП – пробная площадь. ΣG – сумма площадей поперечных сечений, м²/га; P – относительная полнота; $M_{др}$ – запас древесины, м³/га; $M_{тка}$ – фитомасса травяно-кустарничкового яруса в абсолютно сухом состоянии, г/м². П_{кт}, П_{кпкт}, П_{рп}, П_{рпн}, П_{прг}, П_{кпкт} – пихтач крупнотравный, папоротниково-крупнотравный, разнотравный, разнотравно-папоротниковый, папоротниково-разнотравный, кустарниково-папоротниково-крупнотравный соответственно; С_{рт} – сосняк разнотравный; Б_{кр}, Б_{осрт}, Б_{кпн}, Б_{пктхв} – березняк крупнотравный, осочково-разнотравный, крупнотравно-папоротниковый и папоротниково-крупнотравно-хвощевый соответственно; Ос_{рт}, Ос_{крп}, Ос_{осрт}, Ос_{рпн} – осинник разнотравный, кустарниково-разнотравный, разнотравный, осочково-разнотравный и разнотравно-папоротниковый соответственно; К_{злхвк} – кедрчак злаково-хвощево-кустарниковый.

В различных насаждениях отпад деревьев по запасу древесины составлял от 0 до 100 %, а отпад пихты, вызванный заселением полиграфа уссурийского, изменялся от 0 до 99,3 %. Доля ослабленных из-за заражения данным лесным инвайдером деревьев в пихтовом элементе насаждений достаточно велика: по запасу – от 0 до 67,6 %, что может значительно снижать устойчивость данной породы и обуславливать возникновение просветов в пологе.

Подрост пихты встречался единично в местах полного отпада древостоя (ПП-4; ПП-13–14) и сильно поврежденных насаждениях, что говорит о слабом возобновлении леса.

Анализ лесоводственно-таксационных материалов позволил констатировать заметную тесноту связи фитомассы в абсолютно сухом состоянии травяно-кустарничкового яруса с абсолютной (ΣG) и относительной полнотой древостоя, запасом древесины, а также долей отпада деревьев ($M_{отп}$).

Установленные связи наиболее адекватно описываются экспоненциальной функцией с высокими значениями коэффициентов детерминации и выравнивания (рис. 1, 2):

$$M_{тка} = 319,5e^{-0,029\Sigma G}, R^2 = 0,53, r = 0,73;$$

$$M_{тка} = 3,1546e^{-0,942P_{отп}}, R^2 = 0,47, r = 0,69;$$

$$M_{тка} = 270,25e^{-0,002M_{др}}, R^2 = 0,39, r = 0,62;$$

$$M_{тка} = 104,76e^{0,0106M_{отпад}}, R^2 = 0,46, r = 0,68.$$

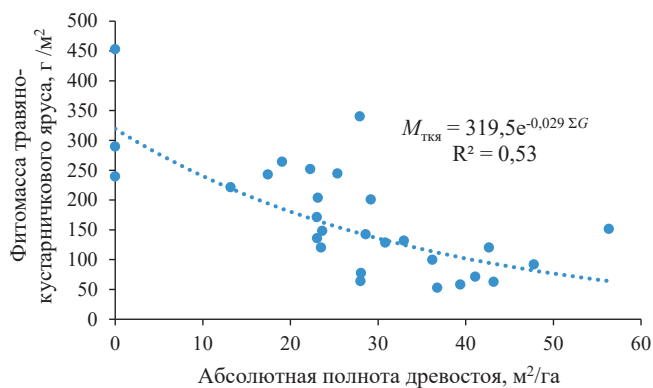


Рис. 1. Связь фитомассы травяно-кустарничкового яруса и абсолютной полноты древостоя

Fig. 1. Correlation between the phytomass of the herb and subshrub layers and the absolute stand density

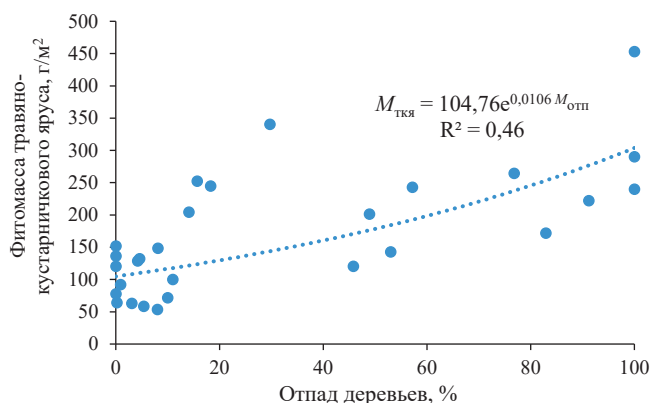


Рис. 2. Связь фитомассы травяно-кустарничкового яруса и отпада деревьев

Fig. 2. Correlation between the phytomass of the herb and subshrub layers and tree mortality rate

На основе рис. 1 можно утверждать, что с увеличением абсолютной полноты древостоя фитомасса травяно-кустарничкового яруса снижается. Это связано в первую очередь с тем, что на формирование растительного яруса значительное влияние оказывает уровень освещенности биотопа, изменяющийся в результате сукцессионного развития лесных фитоценозов.

По сведениям [7, 8, 11], в темной хвойных насаждениях надземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса варьирует в пределах от 31,5 до 448 г/м², что сопоставимо с данными наших полевых исследований.

В табл. 3 приведены средние значения абсолютно сухой фитомассы травяно-кустарничкового яруса в зависимости от группы насаждений с различной относительной полнотой.

Таблица 3

Средняя фитомасса травяно-кустарничкового яруса при различной относительной полноте древостоя
Average parameters of the phytomass of the herb and subshrub layers at different relative stand densities

Полнота насаждения	Относительная полнота	Количество пробных площадей, шт.	Фитомасса* травяно-кустарничкового яруса, г/м ²	Конверсионный коэффициент, т/м ³
Высокая	0,80 и более	14	136±20,7	0,0043
Средняя	0,50–0,79	8	158±21,0	0,0076
Низкая	0,30–0,49	3	243±15,0	0,0164

*В абсолютно сухом состоянии.

Конверсионные коэффициенты (К) показывают среднее количество фитомассы (т) травяно-кустарничкового яруса в 1 м³ древесины. Исходное значение вычисляли по формуле:

$$K = M_{\text{ткя}} / M_{\text{др}}$$

Вследствие изменения светового и теплового режимов под кронами основного яруса в нарушенных насаждениях наблюдалось ошутимое изменение видового состава травяно-кустарничкового яруса и его запасов. Крупнотравная (борец северный *Aconitum septentrionale* Koelle, скерда сибирская *Crepis sibirica* L., бодяк девясиловидный *Cirsium helenioides* (L.) Hill, недоспелка копьевидная *Parasenecio hastatus* (L.) Н. Коуама и др.) и злаковая растительность (бор развесистый *Milium effusum* L., разные виды вейника *Calamagrostis* и мятлика Poa) были хорошо развиты.

Необходимо отметить, что травы и кустарнички относятся к основным проводникам горения [5]. Их абсолютно сухая фитомасса составляла более 200 г/м²

– в местах полного отпада деревьев ПП-4 или сплошных санитарных рубок ПП-13–14;

– в пихтачах разнотравном ПП-6 и разнотравно-папоротниковом ПП-23, кустарничково-папоротниково-крупнотравном ПП-26, папоротниково-крупнотравном ПП-27 и разнотравно-папоротниковом ПП-28;

– в кедраче злаково-хвощево-кустарниковом ПП-19;

– в березняках крупнотравном ПП-5 и папоротниково-крупнотравно-хвощевом ПП-17.

Это означает, что на сплошных санитарных рубках и в аналогичных типах леса (ПП-4–6, ПП-13–14, ПП-17, ПП-19, ПП-23, ПП-26–28) высока вероятность распространения горения в пожароопасный период, т. к. после таяния снега накопится значительная масса опада (травяной ветоши).

Минимальные запасы травяно-кустарничкового яруса зафиксированы:

– в осинниках кустарничково-разнотравном ПП-10, осочково-разнотравном ПП-12 и разнотравно-папоротниковом на ПП-16 и ПП-20;

– в березняке осочково-разнотравном на ПП-9, ПП-18 и ПП-21.

Для прогнозирования пожарной опасности в нарушенных участках леса вычислили влагосодержание травяно-кустарничкового яруса в июле. Оно составляло в среднем 81,7 %.

Следует отметить, что живые (вегетирующие) растения травяно-кустарничкового яруса задерживают горение из-за высокой постоянной влажности, а отмершие (опад, травяная ветошь) – являются проводниками горения.

В табл. 4 и 5 сведены данные травяно-кустарничкового яруса. Его видовой состав на каждой пробной площади количественно менялся от 11 до 24 шт., средняя высота варьировала от 0,2 до 1,2 м. Суммарное проективное покрытие находилось в диапазоне от 70 до 185 %. Проективное покрытие достигало более 100 % в связи с 4-ярусностью растительного покрова: 1-й ярус – мелкотравье (кислица *Oxalis acetosella* L., майник *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, мителла *Mitella nuda* L. и др.); 2-й ярус – среднетравье (осока *Carex macroura* Meinsh., вороний глаз *Paris quadrifolia* L., седмичник *Trientalis europaea* L., медуница *Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem., горошек *Vicia cracca* L., косяника *Rubus saxatilis* L., черемша *Allium victorialis* L. и др.); 3-й – крупнотравье и злаки (борец, недоспелка, лабазник *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., бодяк,

скерда, борщевик *Heracleum dissectum* Ledeb., вейник лесной *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, бор развесистый и др.); 4-й – папоротники (кочедыжник, щитовник, страусник и др.). Несмотря на низкую высоту травяного покрова, состоящего из кислицы обыкновенной и майника двулистного, его проективное покрытие достигало 20 %, в среднем – 8,4 %. Ведущий представитель среднетравья – осока большехвостая – имела проективное покрытие до 50 %, в среднем – 19 %. Среди злаковых растений особую роль играл вейник лесной, проективное покрытие которого достигало 95 %, при средней величине 36 %. Его высота достигала 1,2 м. Значительно уступал ему в проективном покрытии бор развесистый, который составлял в среднем 1,6 %. Наличие данных злаковых видов указывает на повышенную влажность почвы. Применительно к крупнотравью можно утверждать о доминировании борца северного с высотой до 1,2 м и проективным покрытием до 50 %, в среднем – 20 %. Среди папоротников преобладал кочедыжник женский (проективное покрытие до 50 %, в среднем – 18 %).

Абсолютно сухая фитомасса трав была в пределах от 20 до 453 г/м², папоротников – от 1 до 72 г/м², хвощей – от 6 до 80 г/м², а кустарничков – 35 г/м². В целом на объектах исследования надземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса изменялась в пределах от 53 до 454 г/м².

Таблица 4

Количественные данные для травяно-кустарничкового яруса ПП 1–14
Quantitative data for the herb and subshrub layers of the sample plots ПП 1–14

Группа	Показатель	ПП													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Травы	Суммарное проективное покрытие, %	99	119	125	138	157	167	138	165	95	90	152	112	175	132
	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	102	172	143	209	230	252	128	152	58	59	136	64	453	290
Папоротники	Суммарное проективное покрытие, %	40	20	10	2	7	5	22	–	–	20	2	2	3	–
	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	47	–	–	9	8	–	1	–	–	4	–	–	1	–
Хвощи	Суммарное проективное покрытие, %	2	2	2	5	20	–	–	–	–	–	1	1	–	–
	Масса в сыром состоянии, г/м ²	–	–	–	117	31	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Травяно-кустарничковый ярус	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	–	–	–	21	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Суммарное проективное покрытие, %	141	141	137	145	185	172	160	165	95	110	155	115	178	132
Травяно-кустарничковый ярус	Количество видов, шт.	13	15	17	11	21	13	21	20	16	13	20	18	13	15
	Средняя высота, м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	1,0	0,3	1,2	0,6
	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	148	172	143	240	243	252	129	152	58	63	136	64	454	290

Таблица 5

Количественные данные для травяно-кустарничкового яруса ПП 15-28
Quantitative data for the herb and subshrub layers of the sample plots ПП 15-28

Группа	Показатель	ПП													
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Травы	Суммарное проективное покрытие, %	133	85	105	72	62	40	70	116	109	87	135	124	134	164
	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	121	66	315	72	185	20	51	128	149	77	85	186	179	222
	Суммарное проективное покрытие, %	2	40	51	1	1	30	12	20	42	80	30	55	50	21
Папоротники	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	–	12	13	–	1	72	2	4	18	44	15	58	25	14
	Суммарное проективное покрытие, %	–	–	20	–	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хвощи	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	–	–	13	–	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Суммарное проективное покрытие, %	–	–	–	–	3	–	–	–	4	1	–	–	–	–
Кустарнички	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Суммарное проективное покрытие, %	–	–	–	–	–	–	–	–	35	–	–	–	–	–
Травяно-кустарничковый ярус	Суммарное проективное покрытие, %	135	125	176	73	146	70	82	136	156	168	165	179	184	185
	Количество видов, шт.	22	24	21	17	15	19	19	20	17	21	22	11	23	24
	Средняя высота яруса, м	0,4	0,4	1,2	0,3	0,7	0,5	0,2	0,8	0,5	0,6	0,5	1,2	1,0	0,8
	Масса в абсолютно сухом состоянии, г/м ²	121	78	341	72	266	92	53	132	201	121	100	245	204	222

Установлена взаимосвязь абсолютно сухой фитомассы травяно-кустарничкового яруса с его суммарным проективным покрытием (рис. 3). Так, в условиях значительного проективного покрытия травянистых растений (>100 %) эта корреляционная связь позволяет ориентировочно определять их общую фитомассу.

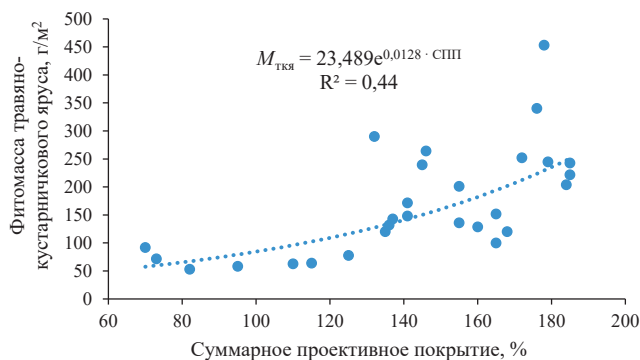


Рис. 3. Взаимосвязь фитомассы травяно-кустарничкового яруса с суммарным проективным покрытием (СПП)

Fig. 3. Correlation between the phytomass of the herb and subshrub layers and total foliage cover (СПП)

Выводы

1. В зараженных энтомовредителями как чистых, так и смешанных насаждениях разного породного состава злаково-папоротниково-крупнотравных (разнотравных) формаций наблюдалось преобладание фитомассы травяно-кустарничкового яруса в сравнении с запасами травяно-кустарничкового яруса в лесах осочково-разнотравно-папоротниковых формаций.

2. В чистых темнохвойных лесах и в смешанных древостоях с примесью пихты сибирской, ели сибирской, сосны кедровой сибирской и других пород абсолютно сухая фитомасса трав была в пределах от 20 до 453 г/м², папоротников – от 1 до 72 г/м², хвощей – от 6 до 80 г/м², а кустарничков – 35 г/м². В целом надземная фитомасса травяно-кустарничкового яруса фитоценозов изменялась от 53 до 454 г/м².

3. С возникновением интенсивного отпада деревьев верхнего яруса после воздействия инвайдера формировалась благоприятная среда для злаковой и крупнотравной растительности. В видовом составе среди злаковых преобладали вейник лесной, пырей ползучий, а среди крупнотравья – борец северный, бодяк девясилородный, иван-чай узколистный.

4. На сплошных санитарных рубках, где первично в составе доминировала пихта, наблюдалось максимальное накопление травяно-кустарничкового яруса – 454 г/м².

5. Максимальное развитие травяно-кустарничкового яруса создает пожарную опасность в нарушенных насаждениях и снижает интенсивность лесовозобновления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Астапенко С.А., Ягунов М.Н., Голубев Д.В., Саишко Е.В. Оценка воздействия и распространения насекомых-вредителей в лесах Красноярского края на примере полиграфа уссурийского // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Железногорск: СПСА, 2014. С. 46–51.

Astapenko S.A., Yagunov M.N., Golubev D.V., Sashko E.V. Assessing the Impact and Spread of Pests in the Forests of the Krasnoyarsk Krai (A Case Study of the Four-Eyed Fir Bark Beetle). *Monitoring, Modeling and Forecasting of Hazardous Natural Phenomena and Emergencies: Proceedings of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference*. Zheleznogorsk, SFRA Publ., 2014, pp. 46–51. (In Russ.).

2. Бакшеева Е.О., Головина А.Н., Морозов С.А. Лесовозобновление и пожароопасность пихтовых насаждений, поврежденных полиграфом уссурийским // Хвойные бореал. зоны. 2021. Т. 39, № 6. С. 443–450.

Baksheeva E.O., Golovina A.N., Morozov S.A. Reforestation and Fire Hazard of Fir Stands Damaged by the *Polygraphus proximus*. *Conifers of the boreal area*, 2021, vol. 39, no. 6, pp. 443–450. (In Russ.).

3. Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Акулов Е.Н., Кривец С.А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Вестн. МГУЛ – Лесн. вестн. 2011. № 4. С. 78–81.

Baranchikov Y.N., Petko V.M., Astapenko S.A., Akulov E.N., Krivets S.A. *Polygraphus proximus* – A New Aggressive Invasive Pest of Firs in Siberia. *Lesnoy vestnik – Forestry Bulletin*, 2011, no. 4, pp. 78–81. (In Russ.).

4. Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. 2-е изд., стереотипн. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. 396 с.

Verkhunov P.M., Chernykh V.L. *Forest Inventory*. Yoshkar-Ola, MarSTU Publ., 2009. 396 p. (In Russ.).

5. Волокитина А.В. Разработка определителя типов основных проводников горения // Сиб. лесн. журн. 2023. № 6. С. 50–62.

Volokitina A.V. Development of an Identifier of Primary Fire Carriers. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal = Siberian Journal of Forest Science*, 2023, no. 6, pp. 50–62. (In Russ.).

<https://doi.org/10.15372/SJFS20230606>

6. Голуб В.Б., Николайчук Л.Ф. Л.Г. Раменский и аллометрия растений (история и современное состояние проблемы) // Разнообразие растит. мира. 2021. № 1(8). С. 30–50.

Golub V.B., Nikolaychuk L.F. L.G. Ramensky and Allometry of Plants (History and Current State of the Problem). *Diversity of plant world*, 2021, no. 1(8), pp. 30–50. (In Russ.).

<https://doi.org/10.22281/2686-9713-2021-1-30-50>

7. Грозовская И.С. Биопродукционные характеристики живого напочвенного покрова старовозрастных пихто-ельников Северо-Востока Костромской области // Изв. СамНЦ РАН. 2012. Т. 14, № 1-6. С. 1445–1448.

Grozovskaya I.S. Biomass Parameters of Ground Vegetation in old-Growth Spruce-Fir Forest in the North-East of the Kostroma Region. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2012, vol. 14, no. 1-6, pp. 1445–1448. (In Russ.).

8. Грозовская И.С., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В., Романов М.С., Глухова Е.М. Биомасса напочвенного покрова в еловых лесах Костромской области // Лесоведение. 2015. № 1. С. 63–76.

Grozovskaya I.S., Khanin L.G., Smirnov V.E., Bobrovskii M.V., Romanov M.S., Glukhova E.M. The Ground Cover Biomass of a Spruce Forest in Kostroma Oblast. *Lesovedenie = Russian Journal of Forest Science*, 2015, no. 1, pp. 63–76. (In Russ.).

9. Дебков Н.М. Особенности возобновительных процессов пихтовых лесов в связи с трансформацией их микро мозаичной организации под воздействием уссурийского полиграфа // Вестн. ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 1(33). С. 5–16.

Debkov N.M. Peculiarities of Forest Regeneration Processes in Fir Forest Caused by Transformation of their Micro Mosaic Organization by *Polygraphus proximus* Blandf. *Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management*, 2017, no. 1(33), pp. 5–16. (In Russ.).

10. Дюкарев А.Г., Копысов С.Г., Кривец С.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Опыт и первые результаты комплексных биогеоценологических исследований в темнохвойных лесах юга таежной зоны Западной Сибири // Сиб. лесн. журн. 2024. № 3. С. 11–24.

Dyukarev A.G., Kopysov S.G., Krivets S.A., Pats E.N., Chernova N.A. An Experience and First Results of Complex Biogeocenological Studies in Dark Coniferous Forests in the South of the Taiga Zone of Western Siberia. *Sibirskij Lesnoj Zurnal = Siberian Journal of Forest Science*, 2024, no. 3, pp. 11–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20240303>

11. Иванова Н.С. Моделирование продуктивности травяно-кустарничкового яруса в коротко-производных березняках западных низкогорий Южного Урала // Аграрн. вестн. Урала. 2009. № 4(58). С. 96–98.

Ivanova N.S. Modeling the Productivity of the Herb and Subshrub Layers in Short-Derivative Birch Forests of the Western Lowlands of the Southern Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2009, no. 4(58), pp. 96–98. (In Russ.).

12. Керчев И.А. Экология полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Scolytidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии // Рос. журн. биол. инвазий. 2014. Т. 7, № 2. С. 80–95.

Kerchev I.A. Ecology of Four Eyed Fir Bark Beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera; Curculionidae, Scolytinae) in the West Siberian Region. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2014, vol. 7, no. 2, pp. 80–95. (In Russ.).

13. Кривец С.А. Заметки по экологии уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) в Западной Сибири // Изв. СПбЛТА. 2012. № 200. С. 94–105.

Krivets S.A. Notes on the Ecology of the Fir Bark Beetle *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Scolytidae) in West Siberia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2012, no. 200, pp. 94–105. (In Russ.).

14. Кривец С.А., Керчев И.А. Уссурийский полиграф – новый опасный вредитель хвойных лесов Томской области // Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью: сб. матер. VII Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь–2011». Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 3, ч. 2. С. 211–215.

Krivets S.A., Kerchev I.A. *Polygraphus proximus* – A New Dangerous Pest of Coniferous Forests of Tomsk Oblast. *Economic Development of Siberia and the Russian Far East. Economics of Nature Management, Land Management, Forest Management, Real Estate Management: Proceedings of the 7th International Scientific Congress “GEO-Siberia–2011”*. Novosibirsk, SSUGT Publ., 2011, vol. 3, part 2, pp. 211–215. (In Russ.).

15. Определитель растений юга Красноярского края / сост. М.И. Беглянова, Е.М. Васильева, Л.И. Кашина, В.Г. Кольцова, И.Ю. Коропачинский, И.М. Краснобородов, Т.К. Некошнова, В.А. Смирнова, В.Л. Черепнин, Е.М. Юдина; отв. ред. И.М. Краснобородов, Л.И. Кашина. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 670 с.

Identifier of Plants of the Southern Krasnoyarsk Krai. Compiled by M.I. Beglyanova, E.M. Vasilyeva, L.I. Kashina, V.G. Koltsova, I.Yu. Koropachinskiy, I.M. Krasnoborodov, et al. Ed. by I.M. Krasnoborov, L.I. Kashina. Novosibirsk, Nauka SB Publ., 1979. 670 p. (In Russ.).

16. Перевозникова В.Д., Баранчиков Ю.Н. Структура запасов наземной фитомассы в свежих шелкопрядниках пихтовой тайги Нижнего Приангарья // Энтомологические исследования в Сибири. 2002. № 2. С. 166–180.

Perevoznikova V.D., Baranchikov Yu.N. Structure of Ground Phytomass Reserves in of the Fir Taiga of the Lower Angara Region Following an Outbreak of the Siberian Moth. *Entomological studies in Siberia*, 2002, no. 2, pp. 166–180. (In Russ.).

17. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. Режим доступа: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 03.04.26).

Plantarium. Plants and Lichens of Russia and Neighboring Countries: Open Online Galleries and Plant Identification Guide. (In Russ.).

18. Салцевич Ю.В., Буряк Л.В., Головина А.Н., Кукавская Е.А. Оценка состояния нарушенных пожарами, рубками и насекомыми-вредителями насаждений предгорий Восточного Саяна // Сиб. лесн. журн. 2023. № 6. С. 63–75.

Saltsevich Yu.V., Buryak L.V., Golovina A.N., Kukavskaya E.A. Assessment of the State of Forests Disturbed by Fires, Logging, and Insects in the Foothills of the Eastern Sayan Mountains. *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* = Siberian Journal of Forest Science, 2023, no. 6, pp. 63–75. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20230607>

19. Фуряев И.В., Жила С.В. Изменение пожарной опасности нарушенных темнохвойных насаждений Средней и Южной Сибири // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2024. № 4(2). С. 35–41.

Furyaev I.V., Zhila S.V. Changes in the Fire Hazard of Disturbed Dark Coniferous Plantations in Central and Southern Siberia. *Interexpo Geo-Siberia*, 2024, no. 4(2), pp. 35–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2024-4-2-35-41>

20. Чернова Н.А. Трансформация растительного покрова пихтовых лесов Томской области под влиянием уссурийского полиграфа // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 3, № 2. С. 271–277.

Chernova N.A. Transformation of Vegetation in Tomsk Region Siberian Fir Forests Under the Influence of *Polygraphus proximus* Blandf. *Interexpo Geo-Siberia*, 2014, vol. 3, no. 2, pp. 271–277. (In Russ.).

21. Шабалина О.М., Безкоровайная И.Н., Баранчиков Ю.Н. Изменение нижних ярусов фитоценозов пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.) на территории Красноярского края // Изв. вузов. Лесн. журн. 2017. № 2. С. 67–84.

Shabalina O.M., Bezkorovaynaya I.N., Baranchikov Yu.N. Changes of Phytocenosis Understories of Fir Forests in the Breeding Grounds of Four-Eyed Fir Bark Beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.) in the Krasnoyarsk Territory. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2017, no. 2, pp. 67–84. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2017.2.67>

22. Charron L., Hermanutz L. Prioritizing Boreal Forest Restoration Sites Based on Disturbance Regime. *Forest Ecology and Management*, 2016, vol. 361, pp. 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.003>

23. Debkov N.M., Aleinikov A.A., Gradel A., Bocharov A.Y., Klimova N.V., Pudzha G.I. Impacts of the Invasive Four-Eyed Fir Bark Beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.) on Siberian Fir (*Abies sibirica* Ledeb.) Forests in Southern Siberia. *Geography, Environment, Sustainability*, 2019, vol. 12, no. 3, pp. 79–97. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2019-35>

24. 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, pp. 94–108. <https://doi.org/10.1134/S2075111715020058>

25. Tatarintsev A.I., Aminev P.I., Mikhaylov P.V., Bulanova O.S. State of Dark Coniferous Plantations in the Southern Part of the Yenisei Siberia: The Role of Biotic Factors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 677, iss. 5, art. 677. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052075>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest