

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОМОЗАИЧНОЙ СТРУКТУРЫ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник А. А. Алейников¹

А. В. Тюрин¹

А. С. Ефименко¹

1 – ФГБУН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва, Российская Федерация

Исследование выполнено в рамках госзадания ЦЭПЛ РАН на тему «Экосистемные функции природного и антропогенно преобразованного лесного покрова» (0110-2014-0003) и при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 15-34-20967, № 16-04-00395)

Гетерогенность лесных экосистем – необходимое условие для их устойчивого существования. В современных естественных лесах мозаичность поддерживается за счет средообразующей деятельности ключевых видов растений – деревьев. Воздействие деревьев на окружающую среду начинается при жизни и продолжается после смерти, после которой образуются новые микросайты (микроместообитания). В зависимости от характера гибели дерева (слом или вывал) формируется или *ветровально-почвенный комплекс* (ВПК), состоящий из ямы, бугра и валежины, или *ветроломный комплекс* (ВК) из валежины и пня-слома. В статье представлены результаты исследований микромозаичной структуры темнохвойных лесов Северного Предуралья. Впервые получены данные о пораженности гнилевыми заболеваниями видов темнохвойных деревьев в сообществах, спонтанно развивающихся более 400-500 лет. В результате сплошного кернения живых деревьев на пробных площадях выявлено, что пораженность гнилевыми заболеваниями ели сибирской составляет 8 % в елово-пихтарнике крупнопороотниковом и 25 % в пихто-ельнике высокотравном, пихты – 30 % и 43 %, соответственно. Наиболее распространены комлевые и стволовые ядровые гнили, снижающие упругость ствола и приводящие к их повышенной ветроломности. Впервые получены данные о соотношении числа сломов и вывалов в ценопопуляциях видов-эдификаторов в темнохвойных лесах: в исследованных сообществах деревья чаще ломаются, чем вываливаются. В результате преобладают микросайты ветроломных комплексов (пень и валежина). Большинство деревьев ломалось на высоте ниже 3 м – зоне распространения комлевых и стволовых гнилей. Ветровально-почвенные комплексы (ВПК) с полным набором микросайтов формируются значительно реже. Доля ВПК менее 10 % от общей доли выборки в елово-пихтарнике крупнопороотниковом и около 20 % в пихто-ельнике высокотравном.

Ключевые слова: бореальные леса, Северное Предуралье, Печоро-Илычский заповедник, микромозаичная структура, гнилевые заболевания, лесные экосистемы, высокотравные леса, крупнопороотниковые леса.

FEATURES OF FORMATION OF MICROMOSAIC STRUCTURE OF DARK CONIFEROUS FORESTS OF THE NORTHERN URALS

PhD in Biology, Senior Researcher A. A. Aleynikov¹

A. V. Tyurin¹

A. S. Efimenko¹

1 – FSBIS Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (CEPF RAS), Moscow, Russian Federation

The study was performed in the framework of the state task of CEPF RAS on the theme «Ecosystem function of natural and anthropogenically transformed forest cover» (0110-2014-0003) and with the financial support of RFBR (projects No. 15-34-20967, No. 16-04-00395)

Abstract

The heterogeneity of forest ecosystems is necessary for their sustainable existence. In modern natural forests mosaicism is supported by environmental-forming activities of key plant species – trees. The impact of trees on the environment begins during life and continues after death, after which the formation of new micro-sites (microhabitats) takes place. Depending on the nature

of the death of a tree (broken or fall) or windfall-soil complex (WSC), consisting of pits, hill and fallen trees, or windfall complex (WC) of fallen trees and stump-scraping is formed. The article presents the results of research of micromosaic structure of dark coniferous forests of the Northern Urals. For the first time data on the prevalence of blight diseases of types of dark coniferous trees in the community developing spontaneously over 400-500 years are obtained. As a result of full pinching of living trees on the sample areas it was revealed that the prevalence of blight diseases of Siberian spruce is 8 % in spruce-fir forest and 25 % in fir-spruce forest of tall, fir – 30 % and 43 %, respectively. The most common are butt and stem rot, which reduces the elasticity of the trunk and leading to their increased wind fellness. For the first time data on the ratio of the number of scrapped and dumped in the coenopopulations of species edification in dark-coniferous forests are provided: in the studied communities, trees are more often broken than fall out. The result microsities of windfall complexes (stump and fall trees) dominate. Most of the trees were broken at a height of less than 3 m – a zone of distribution of butt and stem rots. Windfall-soil complexes (WSC) with a full set of micro-sites are formed much less frequently. WSC share is less than 10 % of the total share of the sample in the spruce-fir forest large felical forests and about 20 % in fir-spruce forest tall grass.

Keywords: boreal forests, the Northern Ural region, Pechora-Ilych nature reserve, micromosaic structure, rot diseases, forest ecosystems, high grass forests, large felical forests.

Гетерогенность лесных экосистем – необходимое условие для их устойчивого существования. В современных лесах максимальная гетерогенность достигается за счет средопреобразующей деятельности ключевых видов – древесных растений [26, 35]. Воздействие деревьев на окружающую среду начинается при их жизни и продолжается после его смерти, в результате которой образуются совершенно новые микросайты (микроместообитания). В зависимости от характера гибели дерева (слом или вывал) образуется либо *ветровально-почвенный комплекс* (ВПК), включающий яму, бугор и валежину, либо *ветроломный комплекс* (ВК), состоящий только из валежины и пня. В настоящее время в литературе достаточно широко освещена биоценотическая роль ВПК, в результате которых создается максимальное разнообразие контрастных экотопических условий, значимых для сохранения и поддержания биоразнообразия [7, 16, 23, 29, 32, 34], роль ВК в естественных процессах изучена недостаточно [1, 8]. Вероятно, в спонтанно развивающихся лесах должны присутствовать оба типа комплексов, поскольку ни один из них не формирует всех потенциальных микросайтов. Тем не менее, совершенно неисследованным остается вопрос о соотношении этих комплексов в лесных сообществах. Вероятно, их соотношение может значительно варьировать в зависимости от внешних и внутренних факторов, определяющих характер гибели деревьев.

Грибные сообщества – один из важнейших компонентов лесных экосистем, оказывающие значительное влияние на их структурно-функциональную организацию [6, 17, 20, 23, 30]. Они могут ускорить или

принципиально изменить направление сукцессионных процессов за счет поражения гнилевыми болезнями и последующего выпадения из древостоя раннесукцессионных [28] или позднесукцессионных видов. Кроме того, грибные сообщества играют существенную роль в круговороте питательных элементов, формировании почв и бюджета углерода [31]. Корневые и комлевые гнили, вызываемые грибами, влияют на продолжительность жизни деревьев, их конкурентоспособность и репродуктивную функцию, определяют характер гибели (слом или вывал) [4, 27] и формирующуюся в результате этих процессов микромозаичную структуру лесных экосистем [1, 14, 21].

В природных заповедниках других ООПТ, при отсутствии хозяйственной деятельности икатастрофических воздействий (пожаров и ветровалов) в результате воздействия внутренних факторов (одним из которых являются биотрофные грибы) постоянно создаются нарушения, способствующие возобновлению деревьев и поддержанию высокого биологического разнообразия. В связи с недостаточной изученностью природных лесов и их огромным значением как эталонных объектов были поставлены следующие задачи:

1) оценить степень пораженности гнилевыми заболеваниями абсолютно разновозрастных темнохвойных лесов Северного Предуралья;

2) охарактеризовать роль гнилевых заболеваний в формировании микромозаичной организации лесных экосистем.

Район, объекты и методы исследования. Исследования проведены в темнохвойных лесах Печоро-Ильчского государственного биосферного заповедни-

ка на юго-востоке республики Коми. Удаленность от теплого Атлантического океана и близость обширного азиатского пространства обуславливают умеренно-континентальный климат, значительно отличающийся от климата остальной территории Европы. Среднегодовая температура составляет $-1,5$ °C, абсолютная минимальная температура воздуха -39 °C с наиболее холодными температурами в январе, абсолютная максимальная температура воздуха $+33,5$ °C (самые теплые месяцы – июнь и июль). Продолжительность безморозного периода составляет около 140-145 дней. Продолжительность периода со средними суточными температурами выше $+10$ °C – 82 дня [5]. Главное преимущество Печоро-Ильчского заповедника состоит в том, что его значительная часть представляет собой малонарушенную лесную территорию [9], которая на протяжении многих столетий развивалась в спонтанном режиме и на ней наиболее четко проявляются природные закономерности функционирования лесов, а на другой части представлены леса разных стадий сукцессий (гари разных лет, зарастающие пашни и территории бывших деревень) [2]. Анализ материалов последнего лесоустройства (1978 года) показал, что большая часть территории заповедника – лесные земли (87 %), значительную часть которых составляют лесопокрытые площади (86 %) естественного происхождения. Основные лесобразующие виды: *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L., *Pinus sibirica* DuRoi, *Betula pubescens* Ehrh. и *Populus tremula* L., на долю которых приходится 99 % лесопокрытой площади. Древостои с преобладанием *Picea obovata* и *Abies sibirica* занимают 80 % покрытой лесом площади.

Объекты исследования – древостои двух абсолютно разновозрастных древостоев: елово-пихтарника крупнопороотничкового и пихто-ельника высокотравного. Исследуемые сообщества расположены на правом берегу р. Большая Порожня на восточном склоне водораздела. В пихто-ельнике высокотравном преобладающий тип почв – бурозем глееватый, в елово-пихтарнике крупнопороотничковом – подзол иллювиально-гумусово-железистый [18]. Особенность этих сообществ – высокое проективное покрытие напочвенного покрова (не ниже 70 % в высокотравном и не ниже 80 % в крупнопороотничковом). Крупнопороотничковые сообщества характеризуются монодоминантно-

стью, преобладающий вид – *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, под которым встречаются мелкие бореальные травы и кустарнички: *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.; *Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt; *Oxalis cetosella* L.; *Linnaea borealis* L.; *Vaccinium myrtillus* L., образующие слабо выраженный второй подъярус. Покров из зеленых бореальных мхов развит очень слабо. В высокотравном сообществе, в верхнем подъярусе преобладают виды бореального высокотравья: *Aconitum septentrionale* Koelle, *Actaea erythrocarpa* Fischer, *Parasenecio hastatus* (L.) H. Koyama, *Crepis sibirica* L., *Delphinium elatum* L., *Paeonia anomala* L. и другие, в среднем подъярусе – неморальные, нитрофильные и лугово-опушечные: *Milium effusum* L., *Stellaria holostea* L., *St. Nemorum* L., *Ranunculus propinquus*, С.А. Мей, *Vicia sepium* L., и другие; в нижнем – бореальные кустарнички и бореальное мелкотравье [19, 25].

В названных сообществах были заложены постоянные пробные площади (по 1 га). На них проведен сплошной пересчет древостоя, к которому относили все живые и отмершие деревья с $D_{1,3m} > 2$ см. К отмершим деревьям относили сухостой и пни. Под сухостоем мы понимаем усохшие деревья и обломанные деревья (остолопы) высотой более 1,3 м, под пнями – обломанные деревья высотой меньше 1,3 м. У живых деревьев и сухостоя определены следующие показатели: вид, длина окружности ствола на высоте 1,3 м (для последнего расчета диаметра и площади поперечного сечения), у пней – вид, высота, диаметр на максимальной высоте, стадия разложения. При невозможности определить вид у сильно разложившихся пней определяли хвойное оно или лиственное. С помощью измерительного комплекса Field-Map (Field-Map®; www.fieldmap.com) определена высота каждого учетного дерева, протяженность живой и мертвой частей кроны, закартированы основания стволов живых деревьев, сухостоя, пней и горизонтальные проекции кроны живых деревьев. Для определения наличия гнили кернили живые деревья ели и пихты на площади $50 \text{ м} \times 50 \text{ м}$, дополнительно отмечены плодовые тела грибов на стволах.

В дальнейшем учетные деревья разделены на ступени толщины по 4 см. Для анализа высоты сломов использовали пни 0-4 категорий разложения, которые сохранили естественную высоту слома, поскольку высота более разложившихся пней может быть

занижена вследствие их разрушения.

Полученный материал обработан с помощью Statistica 8.0. В работе использовали анализ таблиц сопряженности и корреляционный анализ. При анализе таблиц сопряженности оценивали значения статистики Пирсона Хи-квадрат (χ^2) и достигнутый уровень значимости (p).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состав и структура древостоев исследуемых сообществ. Древостой елово-пихтарника крупнопапоротникового состоит из пихты сибирской (*Abies sibirica*), ели сибирской (*Picea obovata*), кедра сибирского (*Pinus sibirica*) и березы пушистой (*Betula pubescens*). Единично встречается древовидная рябина (*Sorbusa usuraria* L.). Состав древостоя: 4,9П 3,0Е 2,0К 0,1Б. По сумме площадей поперечного сечения в древесном ярусе елово-пихтарника крупнопапоротникового преобладают пихта и ель, значительно меньше кедра. Береза практически отсутствует. По числу стволов доминируют пихта и ель, а вот тонкомерной березы в три раза больше, чем крупных деревьев кедра. В пихто-ельнике высокотравном состав древостоя: 5,7Е 2,8П 1,4К 0,1Б. По сумме площадей поперечного сечения преобладает ель, значительно меньше пихты и кедра. Древостои в обоих сообществах очень неравномерны как по сомкнутости, так и по структуре. Распределение деревьев групповое, сомкнутость древесного полога небольшая (0,3-0,5). Внутри- и межвидовая конкуренция приводит к сильным различиям в основных морфологических характеристиках деревьев. Преобладание позднесукцессионных темнохвойных видов в составе древостоя и практически полное отсутствие раннесукцессионных лиственных (*Betula pubescens*, *Populus tremula*) еще раз подтверждает, что последнее массовое нарушение этих участков было достаточно давно.

В елово-пихтарнике крупнопапоротникового среди сухостоя по числу стволов преобладает пихта, а по сумме площадей поперечного сечения – ель. Такое соотношение числа стволов и сумм площадей сечения свидетельствует о преобладании отпада тонкомерных пихт, по сравнению с отпадом ели. Это подтверждается более высоким средним диаметром сухостоя ели ($26,3 \pm 2,2$ см) по сравнению с этим же показателем у пихты ($21,8 \pm 1,4$ см). Среди пней и по числу, и по сумме площадей поперечного сечения преобладает пихта,

деревьев ели по обоим показателям в три раза меньше. В пихто-ельнике высокотравном при приблизительно равном числе остолопов и пней, по сумме площадей поперечного сечения ель в 2 раза превышает пихту. В обоих сообществах единично встречаются сухостой и пни кедра и березы (табл. 1).

Распространение гнилевых болезней. В результате маршрутных исследований в высокотравных и крупнопапоротниковых сообществах обнаружены плодовые тела следующих видов биотрофных грибов: *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst., 1881; *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen, 1998; *Inonotus leporinus* (Fr.) P. Karst., 1882; *Phellinus abietis* (P. Karst.) H. Jahn, 1967; *Phellinus hartigii* (All. Et Schnab.) Bond., 1903; *Stereum Sanguinolentum* (Alb. & Schwein.) Fr., 1838; *Phellinus pini* (Brot.) Bondartsev & Singer., 1913; *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. & Pouzar, 1958; виды рода *Armillaria* (Fr.) Staude. Наш список видов подтверждает литературные данные других авторов, ранее работавших в Печоро-Ильчском заповеднике [10, 12, 22].

Кернение деревьев показало, что средняя пораженность деревьев ели и пихты в обоих типах леса одинакова: 27,7 % в крупнопапоротниковом, 27,2 % в высокотравном. Полученные результаты сходны с данными В.Г. Стороженко [22] для разновозрастных лесов. В то же время Л.Г. Исаева [10], проводившая исследования в ельниках папоротничково-кисличном и черничном Печоро-Ильчского заповедника, обнаружила пораженность всего лишь 15 %. Вероятно, последние данные сильно занижены в связи с определением гнили только по присутствию плодовых тел на стволах деревьев. Несмотря на близкие значения средней пораженности обоих видов, пораженность каждого вида в исследуемых сообществах сильно отличается (табл. 2).

В елово-пихтарнике крупнопапоротниковом наиболее подвержены гниевым заболеваниям деревья пихты (более 40 % всех обследованных пихт), пораженность елей меньше в 5 раз (менее 10 % от всех обследованных елей). В пихто-ельнике высокотравном пораженность пихты незначительна, но все же больше пораженности ели.

Анализ таблиц сопряженности показал, что между типом леса и пораженностью отдельных видов деревьев существует тесная связь ($\chi^2=13,03$; $p=0.0005$), следовательно, деревья пихты в обоих сообществах поражены гниевыми заболеваниями больше, чем де-

Число и сумма площадей поперечных сечений остолопов, пней и живых деревьев

Вид		Тип леса	Елово-пихтарник крупнопоротниковый			Пихто-ельник высокотравный		
			сухой+ остолопы	пни	живые	сухой+ остолопы	пни	живые
<i>Abies sibirica</i>	п, шт.		99	111	534	69	76	335
	S, м ²		5,16	12,15	15,37	3,05	3,77	8,25
<i>Picea obovata</i>	п, шт.		76	44	378	67	77	262
	S, м ²		6,22	4,63	9,46	6,60	6,95	16,37
<i>Pinus sibirica</i>	п, шт.		1	0	17	2	2	17
	S, м ²		0,46	0	6,20	0,76	0,05	4,01
<i>Betula pubescens</i>	п, шт.		0	1	13	1	0	18
	S, м ²		0	0,05	0,39	0,07	0	0,28
Хвойное**	п, шт.		2	126	-	0	29	-
	S, м ²		0,26	9,40	-	0	1,39	-
Итого	п, шт.		178	282	942	139	184	632
	S, м ²		12,10	26,23*	31,42	10,48	12,16	28,91

* диаметр у пней измеряли на максимально возможной высоте, поэтому вычисленные значения сумм площадей поперечного сечения несколько завышены, по сравнению с аналогичными значениями у остолопов и живых деревьев. Кроме того, высокие сумм площадей поперечного сечения у сухостоя, остолопа и пней объясняются постепенным накапливанием этих элементов в древостое из-за медленного разложения.

** *Abies sibirica* или *Picea obovata*.

Таблица 2

Число обследованных деревьев и доля деревьев с гнилью в крупнопоротниковом и высокотравном типах леса

Вид	Елово-пихтарник крупнопоротниковый		Пихто-ельник высокотравный	
	число обследованных деревьев, шт.	доля деревьев с гнилью % (шт)	число обследованных деревьев	доля деревьев с гнилью% (шт)
<i>Abies sibirica</i>	199	43,2 (86)	57	29,8 (17)
<i>Picea obovata</i>	159	8,2 (13)	57	24,7 (14)
Итого	358	27,7 (99)	114	27,2 (31)

ревья ели. Большую пораженность деревьев пихты гнилями отмечали и другие исследователи не только среднетаежных темнохвойных лесов [11, 13], но и южнотаежных [24]. Л.В. Любарский [15], разделивший виды деревьев по стойкости к дереворазрушающим грибам, относил ель к среднестойким, а пихту – к малостойким. Вероятно, легкаязагниваемость древесины пихты связана с отсутствием смоляных ходов.

В крупнопоротниковом сообществе пораженные пихты встречаются во всех ступенях толщины (от 8 до 52 см) (рис. 1), но с увеличением диаметра пораженность деревьев возрастает линейно ($p=0,00000$, $R=0,9276$) (табл. 3, рис. 2). Деревья ели с гнилью встречаются значительно реже и только в отдельных ступе-

нях толщины (12-20, 36, 40, 48, 56 см) (рис. 2), связь пораженности и диаметра более слабая ($p=0,004$, $R=0,7383$) (табл. 3, рис. 2).

В пихто-ельнике высокотравном у обоих видов отмечены иные закономерности. Деревья пихты с гнилью отмечены среди деревьев большинства ступеней толщины (от 12 до 40 см) (рис. 1). При этом, тонкомерные деревья пихты диаметром от 6 до 10 см оказались совершенно здоровыми, по сравнению с предыдущим сообществом. С увеличением диаметра доля пораженных деревьев пихты также возрастает линейно ($p=0,00000$, $R=0,9793$). Пораженные деревья ели также отмечены во многих ступенях толщины, начиная с 12 см, однако, линейная связь отсутствует ($p=0,2170$,

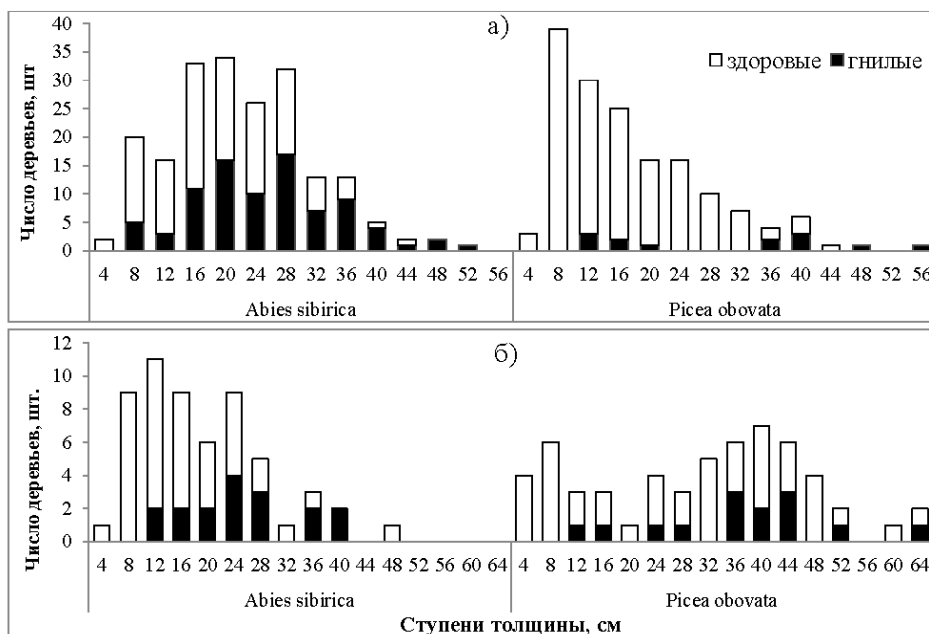


Рис. 1. Распределение здоровых и пораженных деревьев ели и пихты по ступеням толщины: а) елово-пихтарник крупнопоротниковый; б) пихто-ельник высокотравный

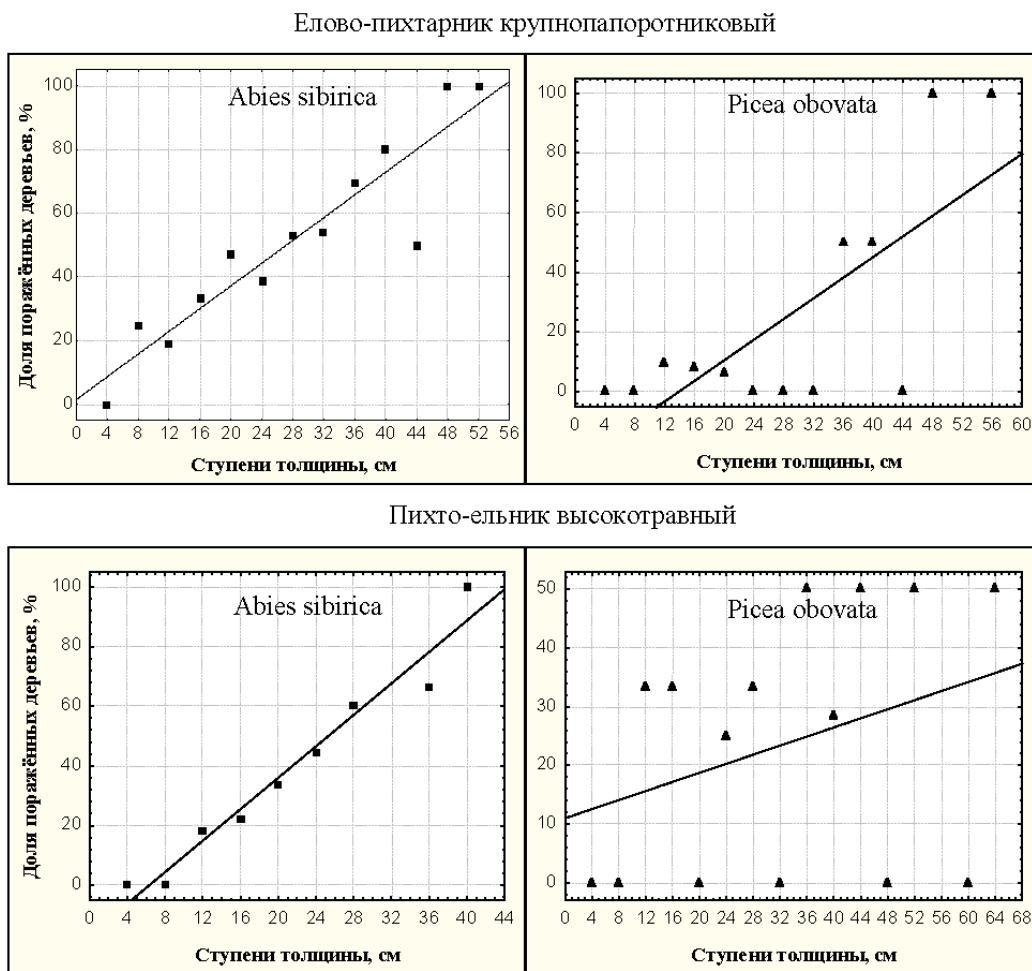


Рис. 2. Линии тренда зависимости доли пораженных деревьев от ступени толщины

Уравнения связи между пораженностью деревьев и диаметром

Тип леса	Вид	Уравнение линии тренда	r	p	r ²
Елово-пихтарник крупнопороотниковый	<i>Abies sibirica</i>	$y=1,457 + 1,7853*x$	0.9276	0.0000	0.8604
	<i>Picea obovata</i>	$y=-24,0187 + 1,7296*x$	0.7383	0.0040	0.5451
Пихто-ельник высокотравный	<i>Abies sibirica</i>	$y = -16,6937 + 2,6335*x$	0,9793	0,0000	0,9590
	<i>Picea obovata</i>	$y = 10.9732 + 0.3872*x$	0.3386	0.2170	0.1146

$R=0,3386$) (табл. 3, рис. 2). С увеличением диаметра доля пораженных деревьев ели в каждой ступени толщины остается примерно одинаковой, не превышая 50 %.

Таким образом, в обоих сообществах доля деревьев с гнилью достаточно высока. Тем не менее, в значительно большей степени поражены гнилью пихты в елово-пихтарнике крупнопороотниковом, причем в этом сообществе гнилями пораженными оказались пихты на стадии подроста и тонкомера (6-14 см), несмотря на то, что экологические условия для ее роста в обоих сообществах благоприятны. Подобное явление до этого было описано Б.П. Колесниковым [11] только в сфагновых ельниках, в которых весь подрост пихты вегетативного происхождения был почти полностью поражен гнилью.

У большинства пораженных деревьев обоих видов, гнилью была повреждена центральная часть ствола, то есть древесина, не играющая важной роли в жизнедеятельности дерева, но снижающая упругость ствола и устойчивость при скручивании ветром [7, 32].

Микромозаичная структура. Определение характера гибели деревьев пихты и ели в исследуемых лесах показало, что последние несколько столетий в этих сообществах преобладали сломы, а не вывалы. Соотношение сломов и вывалов различны в разных

типах леса: в елово-пихтарнике крупнопороотниковом доля сломанных деревьев у обоих видов максимальна и составляет более 90 %, в пихто-ельнике высокотравном – 80 %. В елово-пихтарнике крупнопороотниковом связь между видом дерева и характером гибели отсутствует ($\chi^2=0,40$; $p=0,528$). Подобная закономерность отсутствует также и в пихто-ельнике высокотравном ($\chi^2=2,95$; $p=0,08$), где доли сломов обоих видов ниже, а вывалов – выше. Сравнение ветровальности каждого вида в двух сообществах подтвердило, что тип леса и сопряженный с ним комплекс почвенно-гидрологических условий влияет на соотношение сломов и вывалов у деревьев разных видов. То есть и пихта, и ель более ветроломны в елово-пихтарнике крупнопороотниковом и более ветровальны в пихто-ельнике высокотравном ($\chi^2=9,26$; $p=0,0023$ для пихты и $\chi^2=9,73$; $p=0,0018$ для ели) (табл. 4).

В елово-пихтарнике крупнопороотниковом распределение сломов и вывалов пихты и ели значительно отличается (рис. 3). В каждой ступени толщины отмечено значительно число деревьев, причем преобладают сломанные тонкомерные пихты диаметром от 6 до 14 см. Второй небольшой пик сломов характерен для деревьев диаметром от 26 до 34 см. Единичные вывалы пихты встречаются у деревьев большинства ступеней толщины, как среди тонкомерных, так и среди более

Таблица 4

Соотношение сломов и вывалов по видам деревьев в елово-пихтарнике крупнопороотниковом и пихто-ельнике высокотравном

Тип леса	Характер гибели	<i>Abies sibirica</i>	<i>Picea obovata</i>	χ^2	p	Всего	
						n	%
Елово-пихтарник крупнопороотниковый	слом	194	83	0,40	0,528	277	94
	вывал	12	7			19	6
Итого		206	90	-	-	296	100
Пихто-ельник высокотравный	слом	124	153	2,95	0,857	277	80
	вывал	23	46			69	20
Итого		147	199			346	100
χ^2		9,26	9,73	-	-	-	-
p		0,023	0,018	-	-	-	-

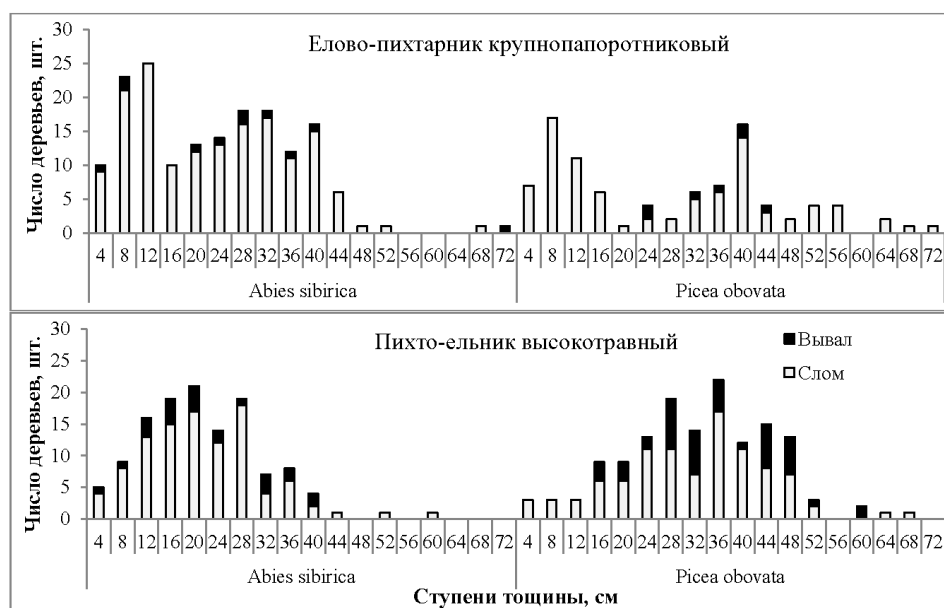


Рис. 3. Распределение сломанных и вывальных деревьев в елово-пихтарнике крупнопоротниковом и пихто-ельнике высокотравном

крупных деревьев. В ступенях толщины, в которых присутствуют и сломы, и вывалы, доля вывалов колеблется от 6 до 12 %. Распределение сломанных деревьев ели имеет четко выраженную бимодальную форму. Преобладают тонкомерные деревья (от 6 до 14 см) и средние по размерам деревья (от 32 до 42 см), значительно меньше сломанных деревьев промежуточного диаметра. Вывалы характерны для деревьев средних (от 22 до 26 см) и более крупных (от 30 до 46 см) диаметров. Доля вывалов в отдельных ступенях толщины колеблется от 13 до 50 %.

В пихто-ельнике высокотравном, распределение сломанных и ветровальных деревьев пихты близко к нормальному. Максимальное число сломанных деревьев – деревья с диаметром от 14 до 30 см. В отличие от предыдущего сообщества, их доля в отдельных ступенях толщины колеблется от 5 до 43 %. Для деревьев толще 42 см характерны только сломы. Схожее распределение отмечено и для деревьев ели. Наибольшее число сломов – среди деревьев диаметров от 22 до 50 см. Ветровалам подвергались деревья диаметром от 14 до 54 см и единично более крупные деревья. Доля ветровальных деревьев колеблется от 8 до 47 %.

Таким образом, в обоих сообществах за последние столетия наиболее часто происходил слом деревьев, что свидетельствует о некотором общем факторе, одинаково действующем на деревья независимо от

экологических условий. Вывалы деревьев встречаются значительно реже, при этом в пихто-ельнике высокотравном доля ветровальных деревьев значительно выше, что вполне может быть обусловлено большей влажностью почв, доминирующими в этом сообществе.

Общим фактором, действующим на древостои в обоих сообществах, может быть пораженность деревьев гнилями, которая приводит к слому деревьев. В елово-пихтарнике крупнопоротниковом, и в пихто-ельнике высокотравном, больше половины отмерших деревьев 1-4 стадий разложения имеют высоту ниже 3 м (рис. 4).

Сломы на других высотах связаны, скорее всего, с грибными заболеваниями, вызывающими опухоли и язвы на стволах. Так, муфтообразные опухоли ржавчинного рака, вызываемого грибом *Melampsorella caryophyllacearum* J. Schröt., (= *Melampsorella cerastii* G. Winter) [3], в высокотравном типе леса отмечены на 15,4 % стволах живых пихт и на 13,6 % стволов сухих пихт.

Анализ высототмерших деревьев подтвердил предположение, что значительная часть деревьев ломалась в нижней части стволов – месте расположения комлевых и стволовых гнилей, снижающих устойчивость деревьев к воздействию ветра.

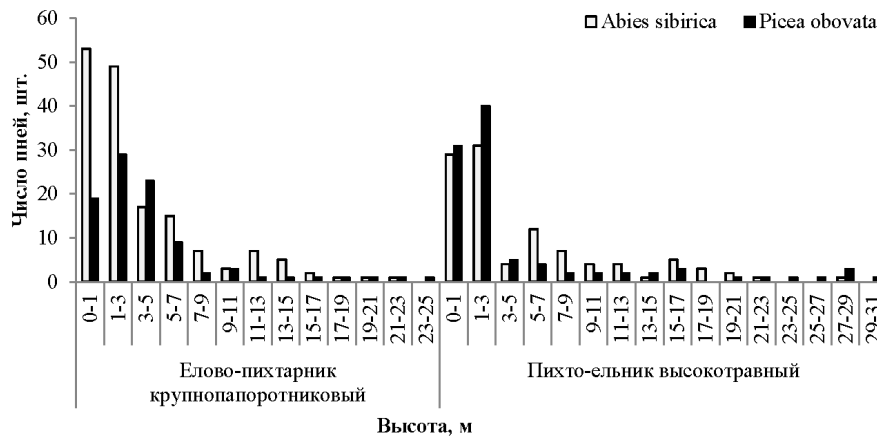


Рис. 4. Распределение сломанных деревьев по высоте в елово-пихтарнике крупнопороотниковом и пихто-ельнике высокотравном

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование спонтанно развивающихся крупнопороотниковых и высокотравных пихто-ельников показало, что в абсолютно разновозрастных древостоях этих сообществ, степень пораженности живых деревьев гнилями составляет менее 30 %. Такая невысокая степень пораженности объясняется тем, что в выборку были включены учетные деревья с диаметром от 2 см. С увеличением диаметра ствола доля пораженных деревьев в каждом размерном классе линейно увеличивается. Также отличается пораженность по видам: пораженность пихты выше, чем ели в обоих исследованных сообществах, что, скорее всего, связано с биологическими особенностями этого вида: отсутствием смоляных ходов в древесине и, как следствие, более легкой загниваемостью.

Значительная пораженность пихты (гниль встречается у подростка с диаметром стволиков от 6 см) и низкая пораженность ели в елово-пихтарнике крупнопороотниковом свидетельствует, во-первых, о более короткой жизни деревьев пихты, во-вторых, о возможной смене видов-доминантов. В тоже время, в высокотравном сообществе доля пораженных деревьев примерно одинакова, скорее всего, состав древесного

яруса в будущем не изменится.

Микромозаичная структура в обоих сообществах представлена набором микросайтов, сформированных в результате смерти/гибели дерева с образованием ветровально-почвенных и ветроломных комплексов. Анализ микросайтной структуры показал, что в обоих сообществах уже длительное время большая часть деревьев погибает вследствие слома, а не вывала. Поскольку большая часть деревьев сломана на высоте до 3 метров (высота распространения корневых и комлевых гнилей), то вероятнее всего причина слома – гнилевые заболевания.

Таким образом, пораженность деревьев гнилями может быть ведущим фактором, определяющим микросайтную организацию в разновозрастных темнохвойных лесах Северного Предуралья. Выяснение причин высокой пораженности деревьев требует отдельного исследования. Вопрос о соотношении вывалов и сломов в естественных лесах остается дискуссионным. Возможно, микромозаичная структура изученных сообществ, несмотря на их длительное спонтанное развитие, неполноценна. С другой стороны, именно такое соотношение микросайтов в темнохвойных лесах Северного Предуралья может быть естественным.

Библиографический список

1. Алейников, А. А. Микромозаичная организация крупнопороотниковых и высокотравных пихто-ельников Печоро-Ильчского заповедника [Текст] / А. А. Алейников, А. Д. Бовкунов // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 38-46.
2. История пожаров в темнохвойных лесах Печоро-Ильчского заповедника со второй половины XIX века по настоящее время [Текст] / А. А. Алейников [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2015. – № 6. – С. 31-42.

3. Алексеев, В. А. Ржавчинный рак пихты сибирской. Описание заболевания и методические рекомендации по его полевой диагностике и учету [Текст] / В. А. Алексеев. – СПб., 1999. – 31 с.
4. Алексеев, В. А. Побеговый рак пихты сибирской. Описание заболевания и методические рекомендации по его полевой диагностике [Текст] / В. А. Алексеев, Д. А. Шабунин. – СПб., 2000. – 29 с.
5. Атлас республики Коми по климату и гидрологии [Текст]. – М. : Дрофа, 1997. – 115 с.
6. Ванин, С. И. Лесная фитопатология [Текст] / С. И. Ванин. – Изд. 4-е. – М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1955. – 416 с.
7. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. В 2 кн. [Текст]. – М. : Наука, 2004. – 479 с.
8. Ефименко, А. С. Роль микро мозаичной организации высокоотравных лесов в естественном возобновлении деревьев в верховьях Печоры [Текст] / А. С. Ефименко, А. А. Алейников // Труды Печоро-Ильчского заповедника. – Сыктывкар, 2015. – Вып. 17. – С. 69-75.
9. Малонарушенные лесные территории в бореальных лесах мира. Происхождение, развитие, значение и возможное будущее концепции малонарушенных лесных территорий применительно к бореальным лесам [Текст] / И. В. Журавлева [и др.] // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1 (1). – P. 1-11.
10. Исаева, Л. Г. Дереворазрушающие грибы коренных еловых лесов [Текст] / Л. Г. Исаева // Коренные еловые леса севера: биоразнообразие, структура, функции. – СПб. : Наука, 2006. – С. 159-168.
11. Колесников, Б. П. Лесная растительность юго-восточной части бассейна Вычегды [Текст] / Б. П. Колесников. – Л., 1985. – 215 с.
12. Косолапов, Д. А. Афиллофороидные грибы среднетаежных лесов Европейского Северо-Востока России [Текст] / Д. А. Косолапов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2008. – 231 с.
13. Леонтьев, А. М. Плодоношение ели сибирской на Верхней Печоре [Текст] / А. М. Леонтьев // Труды Печоро-Ильчского заповедника. – 1963. – Вып. X. – С. 5-89.
14. Микро мозаичная организация и фитомасса напочвенного покрова в основных типах темнохвойных лесов Печоро-Ильчского заповедника [Текст] / Д.Л. Луговая [и др.] // Экология. – 2013. – № 1. – С. 3-8.
15. Любарский, Л. В. Дереворазрушающие грибы Дальнего Востока [Текст] / Л. В. Любарский. – Новосибирск : Наука, 1975. – 160 с.
16. Мирин, Д. М. Причины и следствия высокой ветровальности приречьевых еловых лесов [Текст] / Д. М. Мирин // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2010. – № 13. – С. 111-120.
17. Мухин, В. А. Роль базидиальных дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах [Текст] / В. А. Мухин // Лесоведение. – 1981. – № 1. – С. 46-51.
18. Семиколенных, А. А. Почвы и почвенный покров таежного пояса Северного Урала (верховья реки Печора) [Текст] / А. А. Семиколенных, А. Д. Бовкунов, А. А. Алейников // Почвоведение. – 2013. – № 8. – С. 911-923.
19. Пространственная неоднородность почвенно-растительного покрова темнохвойных лесов в Печоро-Ильчском заповеднике [Текст] / О. В. Смирнова [и др.] // Лесоведение. – 2011. – № 6. – С. 67-78.
20. Стороженко, В. Г. Эволюционные принципы поведения дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах [Текст] / В. Г. Стороженко. – Тула : Гриф и К, 2014. – 184 с.
21. Стороженко, В. Г. Сравнительная оценка структур и гнилевого поражения коренных ельников таежной зоны [Текст] / В. Г. Стороженко // Лесоведение. – 2004. – № 1. – С. 23-30.
22. Стороженко, В. Г. Структура и пораженность дереворазрушающими грибами разновозрастных ельников северной тайги [Текст] / В. Г. Стороженко // Лесоведение. – 1998. – № 1. – С. 42-49.
23. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия [Текст] / под ред. О. В. Смирновой, Е. С. Шапошникова. – СПб. : РБО, 1999. – 549 с.
24. Леса заповедника Басеги: естественная структурно-динамическая организация и ее изменения в результате рубок последнего столетия [Текст] / А.Ю. Ярошенко [и др.]. – М. : Диалог-МГУ, 1998. – 52 с.
25. Aleinikov, A. A. Tall-Herb Boreal Forests on North Ural [Text] / A. A. Aleinikov, N. S. Smirnov, O. V. Smirnova // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1 (3).
26. Evstigneev, O. I. Ontogenetic stages of trees: an overview [Text] / O. I. Evstigneev, V. N. Korotkov // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1 (2). – P. 1-31.

27. Hansen, E. M. Phellinusweirii and other native root pathogens as determinants of forest structure and process in western North America [Text] / E. M. Hansen, E. M. Goheen // Annu. Rev. Phytopathol., 2000. – Vol. 38. – P. 515-539.
28. Holah, J. C. Impacts of a native root-rotting pathogen on successional development of old-growth Douglas fir forests [Text] / J. C. Holah, M. V. Wilson, E. M. Hansen // Oecologia. – 1997. – Vol. 111. – № 3. – P. 429-433.
29. Pits and rocky microsites in a subalpine forest stand facilitate regeneration of spruce saplings by suppressing dwarf bamboo growth inside a deer-proof fence [Text] / H. Kisanuki, A. Nakai, A. Nadamoto, M. Wakino // J. For. Res. – 2009. – Vol. 14. – № 6. – P. 342-348.
30. Lewis, K. J. Influence of decay fungi on species composition and size class structure in mature *Picea glauca engelmannii* and *Abies lasiocarpa* in sub-boreal forests of central British Columbia [Text] / K. J. Lewis, B. S. Lindgren // Forest Ecology and Management. – 1999. – Vol. 123. – № 2. – P. 135-143.
31. Lonsdale, D. Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options [Text] / D. Lonsdale, M. Pautasso, O. Holdenrieder // Eur. J. For. Res. – 2008. – Vol. 127. – № 1. – P. 1-22.
32. Mattheck, C. The body language of trees: a handbook for failure analysis [Text] / C. Mattheck, H. Breloer. – London (United Kingdom): HMSO Publications Centre, 1994. – 260 p.
33. McCarthy, J. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests [Text] / J. McCarthy // Environ. Rev. – 2001. – Vol. 9. – № 1. – P. 1-59.
34. Schliemann, S. A. Methods for studying treefall gaps: A review [Text] / S. A. Schliemann, J. G. Bockheim // For. Ecol. Manage. – 2011. – Vol. 261. – № 7. – P. 1143-1151.
35. Smirnova, O. V. Potential ecosystem cover – a new approach to conservation biology [Text] / O. V. Smirnova, N. A. Toropova // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – Vol. 1 (1). – P. 1-20.

References

1. Aleynikov A.A., Bovkunov A.D. *Mikromozaichnaya organizatsiya krupnopaprotnikovyykh I vysokotravnykh pikhtov el'nikov Pechoro-Ilychskogo zapovednika*. [Microsite organization of tall-herb and large fern spruce and fir forests of Petchoro-Ilychskiy State Biosphere Reserve]. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo*. [Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. V.G. Belinskogo]. 2011, no. 25, pp. 38-46. (In Russian).
2. Aleynikov A.A., Tyurin A.V., Simakin L.V., Efimenko A.S., Laznikov A.A. *Istoriyapozharov v temnokhvoynykh le-sakh Pechoro-Ilychskogo zapovednika so vtoroy poloviny 19 veka po nastoyashchee vremya*. [Fire history of dark needle coniferous forests in Pechora-Ilych nature reserve from the second half of XIX century to present time] *Sibirskiy lesnoy zhurnal*. [Siberian Journal of Forest Science]. 2015, no. 6, pp. 31-42. (In Russian).
3. Alekseev V.A. *Rzhavchinnyy rak pikhty sibirskoy. Opisanie zabolevaniya i metodicheskie rekomendatsii po ego polevoy diagnostike i uchetu*. [MelampsorellaCeratii of Siberian fir. Description of the disease and guidelines for its field diagnostics and accounting]. Saint Petersburg, 1999, 31 p. (In Russian).
4. Alekseev V.A., Shabunin D.A. *Pobegovyy rak pikhty sibirskoy. Opisanie zabolevaniya i metodicheskie rekomendatsii po ego polevoy diagnostike*. [DurandiellaSibirica of Siberian fir. Description of the disease and guidelines for its field diagnostics and accounting]. Saint Petersburg, 2000, 29 p. (In Russian).
5. *Atlas respubliki Komi po klimatu I gidrologii*. [Atlas of the Komi Republic for Climate and Hydrology]. Moscow, 1997, p. 115. (In Russian).
6. Vanin S.I. *Lesnaya fitopatologiya*. [Forest Phytopathology] Izd. 4-e. Moscow; Leningrad, 1955, 416 p. (In Russian).
7. *Vostochno-evropeyskie lesa: istoriya v golotsene i sovremennost'*. [East - European Forests: History in the Holocene and the modern time] Volume 2. *Tsentr po problemam ekologii i produktivnosti lesov* [Center of problems of ecology and productivity of forests] Moscow, 2004, 479 p. (In Russian).
8. Efimenko A. S., Aleynikov A. A. *Rol' mikromozaichnoy organizatsii vysokotravnykh lesov v estestvennom vobnovlenii derev'ev v verkhov'yakh Pechory* [Microsite organization role of tall-herb forests for natural regeneration trees in upper Petchora] *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Transactions of Petchoro-Ilychskiy Reserve]. Syktyvkar, 2015, Vol. 17, pp. 69-75. (In Russian).
9. Zhuravleva I. V., Komarova A. F., Potapov P. V., Turubanova S. A., Yaroshenko A. Yu. *Malonarushennyye lesnyie territorii v borealnykh lesh mira. Proishozhdenie, razvitie, znachenie I vozmozhnoe budushee kontseptsii malonarushennykh lesnykh*

territoriy primenitelno k borealnym lesam [Mildly-damaged forest areas in boreal forests of the world. the origin, development, importance and probable future of the concept of mildly-damaged forest areas with regard to boreal forests] Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2016., Vol. 1 (1), pp. 1-11.(in Russian)/

10. Isaeva L.G. *Derevo razrushayushchie griby korennykh elovykh lesov*. [Tree-destroying fungi of native spruce forests] *Korennyye elovye lesa severa: bioraznoobrazie, struktura, funktsii* [Native forests: Biodiversity, Structure, functions] Saint Petersburg, 2006, pp. 159-168. (In Russian).

11. Kolesnikov B.P. *Lesnaya rastitel'nost' yugo-vostochnoy chaste basseyna Vyhegdy* [Forest vegetation of the south-eastern part of the Vyhegda basin] Leningrad, 1985, 215 p. (In Russian).

12. Kosolapov, D.A. *Afilloforoidnye griby srednetaezhnykh lesov Evropeyskogo Severo-Vostoka Rossii* [Aphylophoroid fungi of the middle boreal forests of the European North-East of Russia] Ekaterinburg, 2008, 231 p. (In Russian).

13. Leont'ev A.M. *Plodonosheni eli sibirskoy na Verkhney Pechore* [Fruting of Siberian spruce in upper Petchora] *Trudy Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Transactions of Petchoro-Ilychskiy Reserve]. 1963, Vol. 10, pp. 5–89. (In Russian).

14. Lugovaya D.L., Smirnova O.V., Zaprudina M.V., Aleynikov A.A., Smirnov V.E. *Mikromozaichnaya organizatsiya I fitomassa napochvennogo pokrova v osnovnykh tipakh temnokhvoynykh lesov Pechoro-Ilychskogo zapovednika* [Microsite organization and phytomass of ground cover in the main types of dark coniferous forests of the Petchora-Ilychsky Reserve]. *Ekologiya* [Ecology]. 2013, no. 1. pp. 3-8. (In Russian).

15. Lyubarskiy L.V. *Derevorazrushayushchie griby Dal'nego Vostoka*. [Tree-destroying fungi of the Far East] Novosibirsk, 1975. 160 s. (In Russian).

16. Mirin D.M. *Prichiny I sledstviya vysokoy vetroval'nosti priruch'evykh elovykh lesov*. [Causes and consequences of high frequency of windfall in streamside spruce forests] *Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta*. [Scientific notes of Russian State Hydrometeorological University] 2010, no. 13. pp. 111–120. (In Russian).

17. Mukhin V.A. *Rol' bazidial'nykh derevorazrushayushchikh gribov v lesnykh biogeotsenozakh*. [The role of basidial tree-destroying fungi in forest biogeocenoses] *Lesovedenie*. [Russian Journal of Forest Science] 1981, no. 1 pp. 46–51. (In Russian).

18. Semikolennykh A.A., Bovkunov A.D., Aleynikov A.A. *Pochvy I pochvennyy pokrov taezhnogo poyasa Severnogo Urala (verkhov'ya reki Pechora)*. [Soils and soil cover of the boreal forest of the north Urals (upper Petchora)] *Pochvovedenie*. [Eurasian Soil Science] 2013. no. 8, pp. 911-923. (In Russian).

19. Smirnova O.V., Aleynikov A.A., Semikolennykh A.A., Bovkunov A.D., Zaprudina M.V., Smirnov N.S. *Prostranstvennaya neodnorodnost' pochvenno-rastitel'nogo pokrova temnokhvoynykh lesov v Pechoro-Ilychskom zapovednike* [Spatial heterogeneity of the soil-vegetation cover of dark coniferous forests in the Petchora-Ilychsky Reserve]. *Lesovedenie*. [Russian Journal of Forest Science] 2011, no. 6, pp. 67-78. (In Russian).

20. Storozhenko V. G. *Evolutsionnye printsipy povedeniya derevorazrushayushchikh gribov v lesnykh biogeotsenozakh* [Evolutionary principles of the behavior of wood-destroying fungi in forest biogeocenoses]. Tula, 2014, p. 184. (In Russian).

21. Storozhenko V.G. *Sravnitel'naya otsenka strukturi gnilevogo porazheniya korennykh el'nikov taezhnoy zony*. [Comparative evaluation of structures and rotting of native spruce forests of the taiga zone] *Lesovedenie*. [Russian Journal of Forest Science] 2004, no. 1. p. 23–30. (In Russian).

22. Storozhenko V.G. *Struktura I porazhennost' derevorazrushayushchimi gribami raznovozrastnykh el'nikov severnoy taygi* [Structure and damage by wood-destroying fungi of different-aged spruce forests of the northern taiga]. *Lesovedenie*. [Russian Journal of Forest Science] 1998, no. 1. P. 42–49. (In Russian).

23. *Suksessionnye protsessy v zapovednikakh Rossii i problem sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya* [Succession processes in nature reserves of Russia and problems of conservation of biological diversity]. Saint Petersburg, 1999, p. 549. (In Russian).

24. Yaroshenko A. Yu., Morozov, A.S., Agafonova A.A., Zakharova N.V., Kol'tsov D.B., Loskutova Yu.A., Pakhorukova K.A., Fadyukova O.E. *Les zapovednika Basegi: estestvennaya strukturno-dinamicheskaya organizatsiya I ee izmeneniya v rezul'tate rubok poslednego stoletiya*. [Forests of the Basseghi Reserve: a natural structural and dynamic organization and its changes as a result of cuttings of the last century]. Moscow, 1998, p. 52. (In Russian).

25. Aleynikov A. A., Smirnov N. S., Smirnova O. V. Tall-Herb Boreal Forests on North Ural. Russian Journal of Ecosystem Ecology, 2016, Vol. 1 (3).

26. Evstigneev O. I., Korotkov V. N. Ontogenetic stages of trees: an overview. Russian Journal of Ecosystem Ecology,

2016, Vol. 1 (2), pp. 1-31.

27. Hansen E.M., Goheen E.M. Phellinusweirii and other native root pathogens as determinants of forest structure and process in western North America. *Annu. Rev. Phytopathol*, 2000, Vol. 38, pp. 515–539.

28. Holah J.C., Wilson M.V., Hansen E.M. Impacts of a native root-rotting pathogen on successional development of old-growth Douglas fir forests. *Oecologia*, 1997, Vol. 111, no. 3, pp. 429-433.

29. Kisanuki, H., Nakai, A., Nadamoto, A., Wakino, M. Pits and rocky microsites in a subalpine forest stand facilitate regeneration of spruce saplings by suppressing dwarf bamboo growth inside a deer-proof fence. *J. For. Res.*, 2009, Vol. 14, no. 6, pp. 342–348.

30. Lewis K.J., Lindgren B.S. Influence of decay fungi on species composition and size class structure in mature *Picea-glauca* × *engelmannii* and *Abies lasiocarpa* in sub-boreal forests of central British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 1999, Vol. 123, no. 2, pp. 135-143.

31. Lonsdale D., Pautasso M., Holdenrieder O. Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. *Eur. J. For. Res.*, 2008, Vol. 127, no. 1, pp. 1–22.

32. Mattheck, C.; Breloer, H. The body language of trees: a handbook for failure analysis. London (United Kingdom): HMSO Publications Centre, 1994, p. 260.

33. McCarthy J. Gap dynamics of forest trees: A review with particular attention to boreal forests. *Environ. Rev.*, 2001, Vol. 9, no. 1, pp. 1–59.

34. Schliemann S.A., Bockheim J.G. Methods for studying treefall gaps: A review. *For. Ecol. Manage.*, 2011, Vol. 261, no. 7, pp. 1143–1151.

35. Smirnova O. V., Toropova N. A. Potential ecosystem cover – a new approach to conservation biology. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2016, Vol. 1 (1), pp. 1-20.

Сведения об авторах

Алейников Алексей Александрович – старший научный сотрудник Лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, кандидат биологических наук, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: aaacastor@gmail.com.

Тюрин Александр Викторович – аспирант Лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: alex.zertur@gmail.com.

Ефименко Алексей Сергеевич – аспирант Лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: aseforests@gmail.com.

Information about authors

Aleynikov Aleksey Aleksandrovich – Senior Researcher of Laboratory of structural and functional organization and resilience of forest ecosystems of Center for Problems of Ecology and Productivity of Forests Russian Academy of Sciences, PhD in Biology, Moscow, Russian Federation; e-mail: aaacastor@gmail.com.

Tyurin Aleksandr Viktorovich – Post-graduate of Laboratory of structural and functional organization and resilience of forest ecosystems of Center for Problems of Ecology and Productivity of Forests Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; e-mail: alex.zertur@gmail.com.

Efimenko Aleksey Sergeevich – Post-graduate of Laboratory of structural and functional organization and resilience of forest ecosystems of Center for Problems of Ecology and Productivity of Forests Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; e-mail: aseforests@gmail.com.