

**М.Б. Мартирова, Н.А. Мамаев, Е.Ю. Варенцова, Б.Г. Поповичев,
В.В. Пахучий, Л.М. Пахучая, А.В. Селиховкин**

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И КОМПЛЕКСОВ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Введение. В лесах северо-запада европейской части территории России преобладают хвойные древостои, однако их доля постепенно снижается. Если в Северо-Западном федеральном округе (СЗФО) без учёта лесопокрытой площади Калининградской области доля хвойных лесов по площади в 1959 г. составляла 82,6%, а по запасу – 76,9%, то в 2008 г. эти значения снизились до 72,0 и 51,2% соответственно. Основной фактор снижения доли хвойных, в особенности по запасу древесины – интенсивное лесопользование. В южных районах СЗФО – Псковской, Новгородской и Вологодской областях – площади хвойных древостоев интенсивно замещаются лиственными и смешанными лесами. В Ленинградской области, напротив, после повышения категории защитности на большей части лесного фонда произошло существенное увеличение доли хвойных лесов [Концепция..., 2015].

Ряд авторов связывает изменение структуры лесного фонда с воздействием климата. В обширном обзоре публикаций о влиянии климата на хвойные леса севера показаны различные ответные реакции хвойных на изменения температуры и влажности, как положительные, так и отрицательные. Рост температуры, с одной стороны, способствует увеличению интенсивности обменных процессов и ускорению роста, а с другой снижает адаптивность к низким температурам – заморозкам и абсолютным минимальным температурам. Увеличивается негативная роль стрессовых факторов, связанных с недостатком влаги. Однако для лесов севера потепление климата, в целом, будет выступать как позитивный фактор [Прожекина, Наквасина, 2022].

Важный биотический фактор, зависящий от изменения климата и влияющий на состояние хвойных, – насекомые-дендрофаги. В последние несколько десятилетий появились многочисленные сообщения о влиянии изменения климата на популяции насекомых-дендрофагов [Lehmann et al., 2020]. В недавней монографии, посвящённой лесной энтомологии, этот во-

прос рассмотрен в отдельной главе, представляющей собой обзор 60 публикаций [Battisti, Larsson, 2023]. Изменение динамики температуры и, в особенности, рост теплообеспеченности и зимних температур оказывают воздействие на насекомых на организменном и популяционном уровнях. Наряду с наличием кормовой породы (дерева-хозяина) эти изменения играют ключевую роль в изменении численности вредителей леса [Battisti, Larsson, 2015], увеличивая частоту и интенсивность вспышек размножения вредителей, как стволовых, так и насекомых-филлофагов [Hof, Svahlin, 2016; Thom et al., 2017; Ivantsova et al., 2019; Селиховкин и др., 2023a]. В ряде исследований показано увеличение частоты вспышек размножения вредителей древесных растений на севере Европы. В частности, очаги зимней пяденицы *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758) и ларенции осенней *Epirrita autumnata* (Borkhausen, 1794) (Lepidoptera: Geometridae) стали чаще фиксироваться в Скандинавии [Tenow, 2013]. В 2006 г. в Республике Коми зафиксирована масштабная вспышка серой лиственничной листовёртки *Zeiraphera griseana* (Hübner, 1799) (Lepidoptera: Tortricidae) на площади 137 тыс. га [Обзор..., 2008, 2021]. Отдельные виды минирующих чешуекрылых стали давать вспышки массового размножения в Санкт-Петербурге и Ленинградской области [Селиховкин, 2023a; Селиховкин, Гниненко, 2023]. Участились вспышки массового размножения короеда-типографа *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) [Селиховкин, 2023a]. При этом в последние 40–50 лет произошло внезапное прекращение ранее повторявшихся вспышек ряда видов насекомых-филлофагов. В частности, это явление наблюдается в отношении упомянутой *Zeiraphera griseana*. В Европейских Альпах [Büntgen et al., 2020] и на северо-западе европейской части России несколько десятков лет не отмечались ранее весьма обычные вспышки размножения сосновой пяденицы *Bupalus piniaria* (Linnaeus, 1758) (Geometridae), сосновой совки *Panolis flammea* (Denis et Schiffermüller, 1775) (Noctuidae), лунки серебристой *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758) (Notodontidae), античной *Orgyia antiqua* (Linnaeus, 1758) и ивовой *Leucoma salicis* (Linnaeus, 1758) волнянок (Erebidae) [Селиховкин, Гниненко, 2023]. Тем не менее хвоелистогрызущие и, в особенности, стволовые насекомые остаются одним из ведущих факторов ослабления и гибели хвойных древостоев на северо-востоке Европы и севере европейской части России [Катаев и др., 2001; Маслов, 2010; Гречкин, 2019; Селиховкин и др., 2023a; Komonen et al., 2011; Öhrn, 2012].

Таёжные леса северо-запада европейской части России, – Мурманской, Архангельской и Ленинградской областей, республик Карелия и Коми, –

находятся в зонах средней и сильной лесопатологической угрозы (приказ Федерального агентства лесного хозяйства № 1067 от 26.12.2018 об установлении лесозащитного районирования). Во всех перечисленных регионах патогены и насекомые-вредители отмечаются как один из ведущих факторов ослабления. Даже в Мурманской области, где частота вспышек размножения вредителей и распространения заболеваний весьма низка, доля участия грибных болезней в разные годы была весьма значимой; например, их долевое участие в повреждении насаждений в 2010 г. составляло 25,0%, а в 2019 г. – 55,7%. В перечисленных регионах среди заболеваний преобладает ржавчина хвой ели *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger, отмечаются очаги еловой *Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk и сосновой *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill губок, рака биатореллового *Biatorrella difformis* (Fr.) Vain, рака-серянки *Cronartium pini* (Willd.) Jørst., опенка осеннего *Armillaria* spp. и язвенного рака ели [Князева, Эйшлина, 2018; Селиховкин и др., 2016, 2017, 2018а, б; Лесной план Мурманской..., 2019; Обзор..., 2020б, 2022].

В составе насекомых-дендрофагов ведущую роль играют стволовые вредители, в частности короеды (Curculionidae, Scolytinae). Наибольшее значение имеет короед-типограф *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), вспышки размножения которого отмечаются во всех перечисленных регионах, кроме Мурманской области [Лесной план Мурманской..., 2019; Лесной план Республики Карелия, 2019; Обзор..., 2020а; Селиховкин и др., 2023а].

Кроме короеда-типографа, существенное влияние на состояние хвойных древостоев северо-запада европейской части России могут оказывать вершинный короед *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), короед-гравёр *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1760), сосновые лубоеды *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) и *Tomicus minor* (Hartig, 1834), большой еловый лубоед (дентроктон) *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) и короеды-полиграфы *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758) и *P. subopacus* (Thomson, 1871). Потенциальную опасность представляет инвазионный вредитель – союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) [Мандельштам, Селиховкин, 2020; Селиховкин и др., 2023а]. В этих регионах нередко отмечается высокая плотность популяций еловой жердняковой смолёвки *Pissodes harcyniae* (Herbst, 1795) [Огибин, 1989; Селиховкин и др., 2018, 2022]. Немаловажное значение имеют и жуки усачи (Cerambycidae) – чёрные усачи *Monochamus urusovi* (Fisher von Waldeim, 1806), *M. sutor* (Linnaeus, 1760), *M. galloprovincialis* (Oliver, 1795) и еловый блестящегрудый усач *Tetropium castaneum* (Linnaeus, 1758) [Огибин, 1989; Огибин и др., 1990; Селиховкин и др., 2016, 2018, 2022, 2023а, б].

Обобщение и анализ данных по вспышкам размножения вредителей ассимиляционного аппарата показали, что существенное увеличение плотности популяций вредителей хвойных в рассматриваемых регионах не отмечалось начиная с завершения вспышки размножения сосновой пяденицы в Ленинградской области в 1997 г. [Селиховкин, Гниненко, 2023]. Исключение составляет уже упомянутая масштабная вспышка размножения серой листовенной листовёртки в Республике Коми [Обзор..., 2008, 2021; Селиховкин, Гниненко, 2023].

Таким образом, изменение характера динамики плотности популяций в северотаёжных лесах в разных группах насекомых существенно отличается и носит выраженный видоспецифический характер. Неочевидной выглядит и гипотеза об однозначном воздействии потепления климата, способствующем увеличению частоты и интенсивности вспышек размножения вредителей. Остаётся открытым вопрос о взаимосвязи насекомых-дендрофагов, патогенов и их растений-хозяев в условиях изменения климата в северотаёжных лесах. Исследование комплексов вредителей и болезней сосны и ели – основных лесообразующих пород северо-запада европейской части России – и динамики состояния древостоев в разных в меридиональном отношении районах – основная цель исследований.

Материалы и методика исследования. Исследования взаимосвязи состояния древостоев и активности вредителей и патогенов проводились с учётом пространственной динамики с перспективой дальнейшего анализа динамики этого процесса во времени. Для решения этой задачи была создана сеть постоянных пробных площадей в хвойных лесах северо-запада европейской части России. В общей сложности было заложено 162 пункта постоянного учёта (ППУ), 87 из которых находились в Ленинградской области, 40 в Республике Карелия, 20 в Мурманской области, 15 в Республике Коми. Все ППУ были заложены в спелых и перестойных древостоях с преобладанием ели или сосны в 2021–2022 гг. (табл. 1).

Пункты постоянного учёта были заложены либо отобраны из ранее заложённых (Карельский перешеек Ленинградской обл.) с учётом подходящих лесорастительных условий (спелые и перестойные древостои, свыше 7 единиц в составе ели или сосны), транспортной доступности и удалённости ППУ друг от друга (не менее 1 км). Учитывалось распределение ППУ по широтам с 59° по 67° с. ш. В меридиональном отношении во всех регионах, за исключением Республики Коми, ППУ располагались в более узком диапазоне – 28–34° в. д.

Таблица 1

Расположение постоянных пробных площадей (ППУ)

Observation plots location

Район	№ группы ППУ	Лесничество	Координаты		Основная порода	Кол-во ППУ
			широта	долгота		
Ленинградская область	1	Учебно-опытное	59°17'–59°32'	30°32'–30°45'	ель	30
	2	Рощинское и Северо-западное	60°16'–61°02'	28°42'–29°57'	ель	27
					сосна	30
Республика Карелия	3	Медвежьегорское и Суоярвское	62°55'–62°57'	34°22'–33°50'	ель	10
					сосна	10
	4	Калевальское, Кемское и Лоухское	64°55'–65°18'	34°08'–31°06'	ель	10
					сосна	10
Мурманская область	5	Кандалакшское	66°57'–67°09'	32°09'–30°25'	ель	5
					сосна	15
Республика Коми	6	Сыктывкарское	61°39'–61°44'	50°45'–51°05'	ель	5
					сосна	10

В итоге было сформировано шесть групп ППУ (табл. 1) с близкими меридиональными координатами и с широтным интервалом от одного до трёх градусов.

На исследуемой территории климат сходный, умеренно-континентальный с сильным влиянием морских воздушных масс Атлантического океана. Соответственно, здесь наблюдаются повышенная влажность, весьма частая смена погодных условий и сравнительно теплая погода зимой и прохладная в течение вегетационного сезона. В Республике Коми климат также умеренно-континентальный, но в Сыктывкарском лесничестве, где были заложены пробные площади, он близок к континентальному [Климат..., 2001].

Закладку ППУ проводили по методике ICP Forest с установкой координатной привязки и пометкой краской центрального дерева [Методика..., 1995; Alekseev, 2018]. От центрального дерева по сторонам света на

расстоянии 25 м отмечали точки, вокруг которых отбирали наиболее близко расположенные 6 деревьев I–III классов Крафта. Эти деревья были отмечены номерами с учётом их расположения относительно центрального дерева. В границах ППУ проводили сплошной перечёт главной породы по методике лесопатологических обследований. Количество деревьев для сплошного перечёта обычно не превышало сотни. Следует отметить, что при проведении оценки состояния деревьев в разных регионах учитывалось изменение параметров характеристики ассимиляционного аппарата, таких как возраст хвои, плотность кроны, интенсивность окраски хвои. После обследования ППУ полученные данные включали следующую информацию о деревьях: диаметр, класс Крафта, категория состояния, степень плодоношения, процент дефолиации и дехромации, наличие вредителей и патогенов на каждом дереве, а также пороков ствола (искривление ствола, многовершинность и т. д.). Для оценки категорий состояния использовалась шкала категорий, предложенная О.А. Катаевым и Е.Г. Мозолевской [Мозолевская и др., 1984; Катаев, Поповичев, 2001] с некоторыми уточнениями, в наибольшей степени отвечающая задачам исследований (табл. 2). Успешное заселение стволовых вредителей на хвойных деревьях неизбежно приводит к гибели дерева в текущем году. Соответственно, при такой ситуации дерево однозначно оценивалось пятой категорией состояния вне зависимости от характеристики кроны. Это позволяло избежать обычных ошибок, характерных для лесопатологических обследований, и адекватно учесть сроки заселения стволовых вредителей [Селиховкин, 2023б]. Также при наличии язв, открытых морозобойных трещин и иных значимых повреждений ствола, мы оценивали состояние дерева второй категорией, даже если состояние кроны соответствовало первой категории.

Статистическая обработка данных по средней категории состояния древостоев и наличию язвенного рака на ППУ проводилась с использованием внутреннего пакета функций Microsoft Excel 2019. Количественные характеристики средней категории состояния на ППУ приведены в форме «ящика с усами», содержащей среднее арифметическое значение категорий состояния (СКС) в группе ППУ, медианное значение, первый и третий квартили, а также выбросы значений СКС в тех ППУ, где они превышали значения выборки либо были сильно ниже. Для исследования зависимости средней категории состояния на ППУ от доли язвенного рака и средней категории состояния древостоев от широты их местонахождения проведен линейный корреляционный анализ.

Таблица 2

Шкала категорий состояния хвойных деревьев**Tree condition category scale**

Категория состояния	Характеристики
1 – здоровые (без признаков ослабления)	Хвоя зелёная, блестящая, крона густая, прирост текущего года нормальный.
2 – ослабленные	Хвоя светлее обычного, крона слабоажурная, прирост уменьшен более чем наполовину. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей. При наличии местных повреждений характеристики кроны могут соответствовать категории здорового дерева.
3 – сильно ослабленные	Хвоя светло-зелёная или сероватая, матовая, крона ажурная, прирост уменьшен более чем наполовину. Возможны признаки повреждения ствола, корневых лап, ветвей, объедания хвои, возможны попытки поселения или наличие местного поселения стволовых вредителей на стволе и ветвях.
4 – усыхающие	Хвоя серая, желтоватая или жёлто-зелёная, крона заметно изрежена, прирост текущего года ещё заметен или отсутствует. Признаки повреждения ствола и других частей дерева выражены сильнее, чем у предыдущей категории. Возможны признаки повреждения ствола, корневых лап, ветвей, объедания хвои, возможны попытки поселения или наличие местного поселения стволовых вредителей на стволе и ветвях.
5 – сухостой текущего года (свежий сухостой)	Хвоя серая, желтая или бурая, крона часто изрежена, мелкие веточки сохраняются. Как правило, дерево заселено стволовыми вредителями в текущем году. При этом характеристики кроны могут соответствовать категории здорового дерева. В конце сезона возможно наличие на части дерева летних отверстий насекомых.
6 – сухостой прошлых лет (старый сухостой)	В зависимости от года гибели дерева хвоя сохранилась частично или полностью осыпалась, опали веточки разного порядка и в разной степени кора. На коре видны летные отверстия, под корой – входы в древесину личинок усачей и рогохвостов.

Результаты исследования. Диапазоны значений от первой четверти до третьей по возрастанию (Q1-Q3) средней категории состояния древостоев во всех группах, кроме шестой (Коми), сгруппированы в промежутке 1.20–1.98, что соответствует здоровым и ослабленным древостоям (рис. 1, табл. 3 –

ель; рис. 2, табл. 4 – сосна). Различия состояния древостоев в группах 1–5 незначимы. Несколько хуже состояние насаждений в районе Сыктывкара. К сожалению, в этом районе нам не удалось подобрать пробы вне рекреационной зоны. В других регионах ППУ со средней категорией состояния (СКС), соответствующей сильно ослабленному древостою, отсутствовали. Максимальное значение составляло 2.16 (Карельский перешеек).

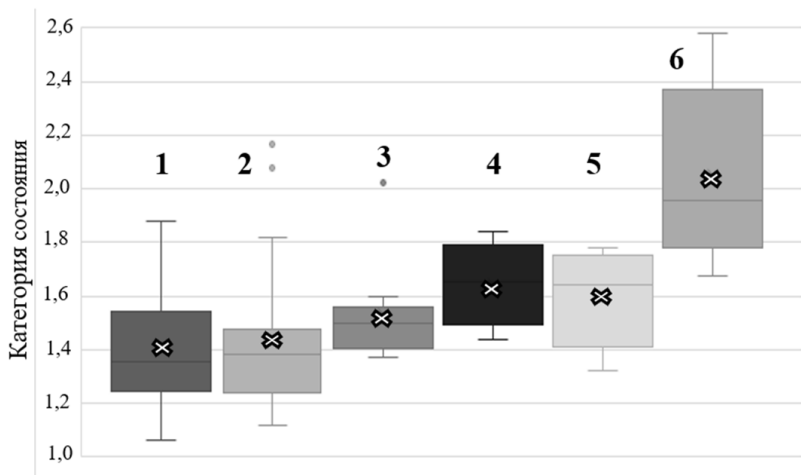


Рис. 1. Распределение ели по категориям состояния на пунктах постоянного учёта (ППУ):

Примечание: среднее – $\boxtimes$; точки выброса – $\bigcirc$; группы ППУ: 1 – Учебно-опытное лесничество (59° с. ш.); 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Fig. 1. Spruce distribution by condition categories on observation plots

Note: mean – $\boxtimes$; outliers – $\bigcirc$; observation plots groups: 1 – Uchebno-opytное lesnichestvo (59° N); 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemsкое, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarskoe lesnichestvo (61° N)

На некоторых ППУ средние значения состояния древостоя значимо выше средних величин средних категорий состояния и были обозначены как выбросы (рис. 1, 2). Эти величины не укладываются в выборку по СКС из-за высокой доли усыхающих и сухостойных этого года деревьев. Такие ППУ наблюдаются во 2 и 3 группах (Карельский перешеек и район Медвежьегорска) и связаны со вспышкой массового размножения типографа в 2021–2023 годах.

Таблица 3

**Распределение характеристик средних категорий состояния (СКС) ели
на пунктах постоянного учёта (ППУ)**

**Characteristics distribution of mean condition categories of spruce
on observation plots**

Группы ППУ	Значения средней категории состояния							
	Кол-во ППУ	Минимальное значение	Q1	Медианное значение	Q3	Максимальное значение	Среднее арифм.	Ст. откл.
1	30	1.06	1.24	1.36	1.54	1.88	1.40	0.21
2	28	1.12	1.24	1.38	1.47	2.16	1.43	0.25
3	10	1.37	1.42	1.50	1.55	2.02	1.53	0.19
4	10	1.44	1.51	1.66	1.78	1.84	1.64	0.14
5	5	1.32	1.50	1.64	1.73	1.78	1.59	0.19
6	5	1.67	1.88	1.96	2.16	2.58	2.05	0.34

Примечание: группы ППУ: 1 – Учебно-опытное лесничество (59° с. ш.); 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Note: plots groups: 1 – Uchebno-opytное lesnichestvo (59° N); 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemskoe, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarское lesnichestvo (61° N)

В сосновых древостоях значения диапазонов Q1–Q3 увеличиваются с юга на север, так же как и медианные значения СКС в выборках, что может говорить о некоторой прямой зависимости СКС соснового насаждения от широты, на которой оно располагается (коэффициент корреляции $R = 0.62$). Если на территории Карельского перешейка древостои здоровые ($\text{СКС} < 1.5$ и, в большинстве случаев, с единственным выбросом), то на территории республик Коми и Карелия, а также в Мурманской области сосновые насаждения находятся в ослабленном состоянии.

Наиболее распространённым заболеванием был язвенный рак ели, вызываемый *Sarea difformis* (Fr.) Fr. и другими патогенными организмами.

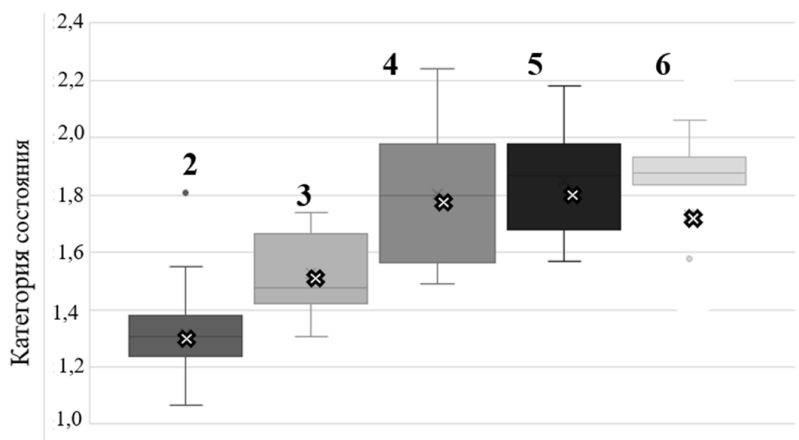


Рис. 2. Распределение сосны по категориям состояния на пунктах постоянного учета (ППУ)

Примечание: среднее – X; точки выброса – ○; группы ППУ: 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Fig. 2. Pine distribution by condition categories on observation plots

Note: mean – X; outliers – ○; observation plots groups: 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemsckoe, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarskoe lesnichestvo (61° N)

Для удобства графической презентации полученных данных, ППУ были сгруппированы по категории состояния с шагом 0.2 ед. Доля деревьев с открытым язвенным раком возрастает с увеличением СКС (коэффициент детерминации линейной зависимости $R^2 = 0.58$) (рис. 3).

В сосновых древостоях довольно часто встречались некрозно-раковые заболевания, вызываемые раком-серянкой *Cronartium pini* (Willd.) Jørst., а также ажурность кроны. Зависимость от географического расположения и состояния древостоя на ППУ не выявлена. Сосновая губка *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill встречалась единично во всех группах ППУ, за исключением Мурманской области. Встречались корневые и комлевые гнили на сосне в карельских группах ППУ. Опёнок летний и осенний (комплекс видов *Armillaria* spp. порядка Agaricales Underw.) также были отмечены в некоторых ППУ вплоть до Мурманской области, но очаги этих грибов были обнаружены только в Ленинградской области.

Таблица 4

Распределение характеристик средних категорий состояния (СКС) сосны на пунктах постоянного учёта (ППУ).

Characteristics distribution of mean condition categories of pine on observation plots

Группы ППУ	Значения средней категории состояния							
	Кол-во ППУ	Минимальное значение	Q1	Медианное значение	Q3	Максимальное значение	Среднее арифм.	Ст. откл.
2	30	1.06	1.25	1.30	1.37	1.81	1.31	0.15
3	10	1.31	1.45	1.48	1.64	1.74	1.53	0.15
4	10	1.49	1.60	1.80	1.89	2.24	1.80	0.25
5	15	1.57	1.68	1.87	1.98	2.18	1.85	0.20
6	10	1.58	1.86	1.88	1.93	2.22	1.90	0.16

Примечание: группы ППУ: 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Note: plots groups: 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemsкое, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarskoe lesnichestvo (61° N)

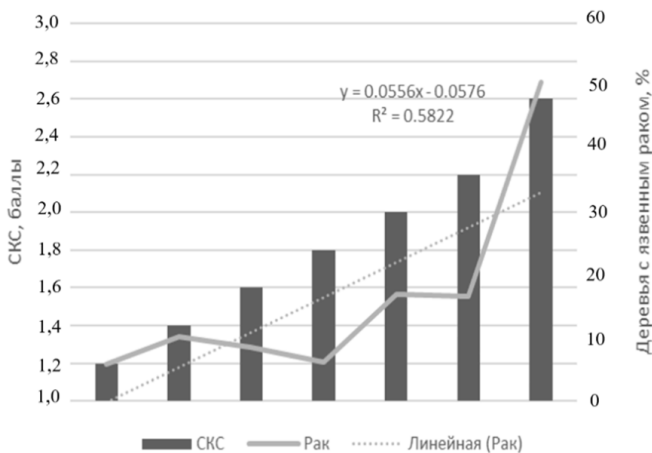


Рис. 3. Встречаемость открытого язвенного рака ели в зависимости от средней категории состояния (СКС) по данным пунктов постоянного учета

Fig. 3. Apperance of spruce open canker in a dependance of mean condition category by data from observation plots

Таблица 5

**Распределение деревьев с наличием язвенных образований
по группам пунктов постоянного учёта (ППУ)**

Distribution of trees with ulcerative formations by observation plots groups

Группа ППУ	Количество ППУ	Деревья, шт.	СКС	Деревья с наличием язв, шт.	Рак, %
1	30	2854	1.40	155	5.4
2	28	2241	1.43	280	12.5
3	10	891	1.53	85	9.5
4	10	992	1.64	77	7.8
5	5	419	1.59	16	3.8
6	5	381	2.05	79	20.7

Примечание: группы ППУ: 1 – Учебно-опытное лесничество (59° с. ш.); 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничество (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Note: plots groups: 1 – Uchebno-opytное lesnichestvo (59° N); 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemsckoe, Kaleval'skoe, Louhsckoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyv-karsckoe lesnichestvo (61° N)

Хвоегрызущие насекомые на ППУ практически отсутствовали. Типичные для северотаёжных европейских лесов виды и группы видов стволовых вредителей, напротив, встречались во всех группах ППУ, в том числе короед-типограф *Ips typographus*, гравер *Pityogenes chalcographus*, пушистый полиграф *Polygraphus poligraphus* и другие виды рода *Polygraphus*, сосновые лубоеды *Tomicus minor*, *T. piniperda*, древесинники *Trypodendron sp.*, смолевки *Pissodes sp.* (Curculionidae), усачи *Monochamus galloprovincialis*, *M. sutor*, *M. urussowii* и *Tetropium sp.* (Cerambycidae) и рогохвосты (Siricidae), и др.

Встречаемость деревьев, заселённых стволовыми насекомыми, невелика. На территории Ленинградской области довольно часто отмечался короед-типограф. На Карельском перешейке (группа ППУ 2) в 2023 г. отмечено четыре ППУ со значительным присутствием типографа (более 5% деревьев) на свежем сухостое (табл. 5). На юге Ленинградской области

(группа ППУ 1) лишь на двух пробах было отмечено присутствие нескольких деревьев с этим вредителем, а в Республике Карелия в районе Медвежьегорска (группа ППУ 3) было обнаружено только одно дерево. В Мурманской области свежезаселенных деревьев не обнаружилось. Короеды-полиграфы, короед-гравер, смолевки, древесинники и рогахвосты встречались единично.

На сосне основными насекомыми-вредителями были сосновые лубоеды. В Республике Коми (группа ППУ 6) на 10 пробных площадях сосны отмечено 36 деревьев с признаками поселения сосновых лубоедов, – существенно больше, чем в других регионах (табл. 6). Большой сосновый лубоед встречается во всех группах ППУ, но реже, чем малый сосновый лубоед. Единично встречаются рогахвосты (Siricidae), чёрный сосновый усач и древесинники.

Таблица 5

Количество деревьев ели (5 категория состояния – свежий сухостой), заселенных стволовыми вредителями, по группам ППУ

Number of spruce trees (Fresh dead-wood) that was populated by wood borer pests sorted by observation plots groups

Группа ППУ	Количество деревьев	<i>Ips typographus</i> , экз./%	<i>Monochamus</i> spp., экз./%	<i>Polygraphus</i> spp., экз./%	<i>Pytiogenes chalcographus</i> , экз./%	<i>Pissodes</i> sp., экз./%
1	2241	111/5	27/1	0/0	1/0	0/0
2	2854	36/1	5/0	1/0	0/0	3/0
3	891	1/0	6/1	0/0	0/0	7/1
4	992	0/0	2/0	1/0	0/0	0/0
5	419	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0
6	381	1/0	0/0	2/0	0/0	0/0

Примечание: группы ППУ: 1 – Учебно-опытное лесничество (59° с. ш.); 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Note: plots groups: 1 – Uchebno-opytное lesnichestvo (59° N); 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemskoe, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarское lesnichestvo (61° N)

Таблица 6

**Количество деревьев (4–5а), заселенных стволовыми вредителями,
по группам ППУ, сосна**

**Number of pine trees (Fresh dead-wood and shrinking trees) that was populated
by wood borer pests sorted by observation plots groups**

Группа ППУ	Количество деревьев	<i>Tomicus minor</i> , экз./%	<i>Tomicus piniperda</i> , экз./%	<i>Monochamus spp.</i> , экз./%
2	2414	16/1	15/1	10/0
3	965/0	4/0	2/0	4/0
4	985	7/1	7/1	6/1
5	1496	2/0	7/0	4/0
6	809	43/5	5/0	7/0

Примечание: группы ППУ: 2 – Карельский перешеек (60° с. ш.); 3 – Медвежьегорское, Суоярвское лесничества (62° с. ш.); 4 – Кемское, Калевальское, Лоухское лесничества (64–65° с. ш.); 5 – Мурманская область (67° с. ш.); 6 – Сыктывкарское лесничество (61° с. ш.)

Note: plots groups: 2 – Karelian isthmus (60° N); 3 – Medvezh'egorskoe, Suoyarvskoe lesnichestvo (62° N); 4 – Kemsкое, Kaleval'skoe, Louhskoe lesnichestvo (64–65° N); 5 – Murmanskaya oblast' (67° N); 6 – Syktyvkarskoe lesnichestvo (61° N)

Обсуждение. Изменение состояния еловых древостоев в ряду «юг Ленинградской области – Мурманская область» (группы ППУ 1–5) варьирует незначительно. В районе Сыктывкара (группа ППУ 6) состояние ельников существенно хуже, но в этом районе все ППУ расположены на участках с высокой рекреационной нагрузкой и иными видами негативных антропогенных воздействий, и, как сказано выше, ППУ не отвечали условию минимальной антропогенной нагрузки.

Состояние сосновых древостоев несколько ухудшается по мере продвижения к северу. В центральной и северной Карелии, а также на юге Мурманской области почвенные и климатические условия произрастания существенно жестче, чем на Карельском перешейке, однако, как это уже обсуждалось во введении, в данном случае нельзя утверждать, что это ухудшение обусловлено именно климатическими или почвенно-гидрологическими характеристиками. Популяционные особенности, закрепленные в геноме в течение эволюционно длительного периода и проявляющиеся в фенотипе, обеспечивают достаточно полную адаптацию

локальных популяций к условиям местопроизрастания [Прожерина, Наквасина, 2022; Kelly, 2019]. Возможно, что в данном случае снижение СКС в некоторой степени обусловлено тем, что леса Карелии и юга Мурманской области расстроены рубками.

Роль вредителей и болезней в изменении состояния древостоев может быть весьма существенной. В ельниках в группах ППУ 2 и 3 (Карельский перешеек и район Медвежьегорска) отмечено 3 точки выброса. Их появление связано с размножением короеда-типографа, вспышка массового размножения которого началась в 2021 г. после того, как были определены места закладки ППУ. Вспышка затронула большие площади ельников в Ленинградской области и на юге Карелии [Селиховкин и др., 2022, 2023], однако наблюдения на сети ППУ плохо отражают общую ситуацию, так как очаги распределяются весьма неравномерно [Мартирова, Мамаев, 2024]. В частности, на территории Учебно-опытного лесничества (группа ППУ 1), где долгое время почти не проводились лесохозяйственные мероприятия, зафиксированы только небольшие повреждённые участки, не затронувшие эту группу ППУ. На Карельском перешейке только две ППУ оказались затронуты вспышкой. Если исключить воздействие этого катастрофического события, т. е. вспышки массового размножения короеда-типографа, то в представленном ряду наблюдений вредители не оказывают существенного влияния на состояние древостоев. Вредители ассимиляционного аппарата в сколько-нибудь значимых количествах не встречались, а стволовыми насекомыми в текущем вегетационном сезоне было заселено не более одного процента обследованных деревьев. Исключение составлял короед-типограф, о котором было сказано выше, и сосновые лубоеды на ППУ в Республике Коми, где сосняки испытывают существенную антропогенную нагрузку.

Обращает на себя внимание более высокая, чем у большого соснового лубоеда, встречаемость малого соснового лубоеда. Большой сосновый лубоед обычно первым заселяет деревья, осваивая зону толстой коры и обеспечивая возможность поселения малого соснового лубоеда, усачей и других вредителей, лёт которых происходит позже. В данном случае, при низкой плотности популяций этих видов, заселяются отстающие в росте сильно ослабленные деревья с признаками развития грибных заболеваний, в особенности опенка *Armillaria* spp. Это с одной стороны создаёт неблагоприятные условия для развития большого соснового лубоеда (луб в нижней части ствола теряет питательные свойства), а с другой – обеспечивает заселения менее агрессивного малого соснового лубоеда в связи с низкой смолопродуктивностью.

Иная ситуация наблюдается с язвенным раком. В северотаёжных еловых лесах это весьма распространённое заболевание, значение которого недооценено [Селиховкин и др., 2016; Варенцова и др., 2017; Шабунин и др., 2023; Vasiliauskas et al., 1996]. При обследовании было отмечено два типа заболевания – образование язв непосредственно на коре и формирование язв на месте отмерших или отмирающих сучков. В данной работе учитывались только открытые язвы на коре. Доля деревьев с наличием открытых язв сильно варьировала на разных ППУ, и какой-либо зависимости встречаемости этого заболевания от географического положения ППУ и характеристик древостоя не было отмечено. При этом существует достоверная положительная корреляционная связь поражаемости язвенным раком с ухудшением состояния древостоя вне зависимости от географического расположения ППУ (рис. 3, табл. 5). Ранее нами было показано значение язвенного рака для ельников Ленинградской области [Селиховкин и др., 2017, 2018а, 2018б; Варенцова и др., 2023]. Исключив данные ППУ, которые попали в зону возникших очагов стволовых вредителей (короеда-типографа) и патогенных организмов (опёнок), мы получили фоновую активность вредителей и патогенов. Единственный существенный биологический фактор, ухудшающий состояние древостоев – язвенный рак ели. При этом его активность не зависит от широтного положения древостоев.

Тем не менее влияние климатических и погодных факторов исключать нельзя. Если они не оказывают существенного прямого влияния на состояние древостоев на исследованных объектах, то бесспорно оказывают положительное воздействие на развитие некоторых вредителей, увеличивая их численность. Этот вопрос был нами рассмотрен в нескольких работах [Селиховкин и др., 2022, 2023а, б]. Кроме того, меняется состав энтомокомплексов. Начинают доминировать «южные» виды с большими требованиями к теплообеспеченности развития [Селиховкин, 2024]. В связи с некоторым потеплением климата в Ленинградской области и Карелии (в Мурманской области этот процесс идёт гораздо медленнее) можно ожидать возрастание вспышечной активности стволовых вредителей. Прямого влияния климатических изменений на состояние древостоев вряд ли можно ожидать в ближайшее десятилетие.

Повторные обследования ППУ позволят нам получить данные не только о пространственной, но и о временной динамике состояния древостоев и комплексов вредителей.

Заключение. В целом, можно утверждать, что влияние теплообеспеченности на состояние древостоев не является ведущим фактором, но может проявляться опосредованно, через увеличение активности вредителей.

Наиболее распространённое заболевание хвойных Ленинградской области, республик Карелия и Коми и Мурманской области – язвенный рак ели. Оно оказывает значимое влияние на состояние древостоев во всех рассмотренных регионах вне зависимости от их широтного расположения.

При отсутствии очагов массового размножения вредителей и развития болезней патогены и насекомые-дендрофаги не оказывают существенного воздействия на состояние древостоев.

Сведения о финансировании исследования. Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 24-16-00092 «Взаимосвязи насекомых-вредителей и патогенных организмов и ответные реакции древесных растений северо-запада европейской части России: мониторинг и методы контроля плотности популяций вредителей и патогенов».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Варенцова Е.Ю., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Фитопатологическое состояние сосны и ели в древостоях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 131–149. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.131-149. EDN: UFDICIA.

Варенцова Е.Ю., Седихин Н.В., Селиховкин А.В. Раневой рак ели и особенности его развития // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : матер. Второй Междунар. науч.-технич. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. Т. 2. С. 307.

Гречкин В.П. Лесопатологическая характеристика лесов СССР по отдельным природно-географическим зонам. Т. 1. Лесопатологическая характеристика лесов лесной зоны. Пушкино: ВНИИЛМ, 2019. 308 с.

Катаев О.А., Осетров А.В., Поповичев Б.Г., Селиховкин А.В. Динамика плотности популяций короедов (Coleoptera, Scolytidae) в древостоях, ослабленных природными и антропогенными факторами // Чтения памяти Николая Александровича Холодковского. СПб.: Русское энтомологическое общество, 2001. Вып. 54. 82 с.

Катаев О.А., Поповичев Б.Г. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях: учеб. пособие. СПб.: СПбЛТА, 2001. 72 с.

Климат России / под ред. д-ра геогр. наук, проф. Н.В. Кобышевой. СПб: Гидрометеиздат, 2001. 656 с.

Князева С.В., Эйдлина С.П. Картографическая оценка динамики показателей состояния древесных растений северо-западных регионов России // Вопросы

лесной науки. 2018. Т. 1. № 1. С. 1–33. DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-33. EDN: SOVJMP.

Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов. СПб.: ФБУ «СПБНИИЛХ», 2015. 16 с.

Лесной план Мурманской области на 2019–2028 гг. Утвержден постановлением Губернатора Мурманской области от 20.03.2019 № 29-ПГ.

Лесной план Республики Карелия на 2019–2028 гг. Приложение к распоряжению Главы Республики Карелия от 30 декабря 2020 г. № 814-р.

Мандельштам М.Ю., Селиховкин А.В. Короеды северо-запада России (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae): история изучения, состав и генезис фауны // Энтомологическое обозрение. 2020. Т. 99. № 3. С. 631–665. DOI: 10.31857/S0367144520030119

Мартирова М.Б., Мамаев Н.А. Использование методов международной программы ICP-Forest в мониторинге всплеск массового размножения короеда-типографа *Ips typographus* на территории Ленинградской области // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах: 100 лет со дня рождения О.А. Катаева. XIII Чтения памяти О.А. Катаева. 28.10-01.11. 2024 г. Санкт-Петербург / под ред. А.В. Селиховкина, Ю.Н. Баранчикова, Н.Н. Карпуна, В.И. Пономарёва (в печати).

Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2010. 138 с.

Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН). Федеральная служба лесного хозяйства России, Инструкция от 21 февраля 1995 года.

Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния земель лесного фонда за 2007 год. № 46/47 24-30 ноября 2008 г. Российский центр защиты леса: Пушкино, 2008. 16 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Мурманской области за 2019 год и прогноз на 2020 год / под ред. В.В. Ященко. Филиал ФБУ «Рослесозащита». ЦЗЛ Ленинградской области. СПб., 2020б. 129 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Мурманской области за 2021 год. СПб., 2022. 117 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Карелия за 2019 год и прогноз на 2020 год / под ред. И.А. Шарова. Филиал ФБУ «Рослесозащита». ЦЗЛ Ленинградской области. Петрозаводск, 2020а. 143 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Коми за 2020 год. Сыктывкар: Центр защиты леса Республики Коми, филиал ФБУ «Рослесозащита», 2021. 95 с.

Огибин Б.И., Лобанова А.В. Влияние усачей рода *Monochamus* на деревья и лесоматериалы // Материалы отчётной сессии по итогам научно-исследовательских работ за 1989 год. Госкомитет СССР по лесу, Архангельский институт леса и лесохимии: Архангельск, 1990. С. 89–71.

Огибин Б.И. Насекомые-ксилофаги лесов Европейского Севера и борьба с ними. Архангельск: Архангельский институт леса и лесохимии, 1989. 28 с.

Прожерина Н.А., Наквасина Е.Н. Изменение климата и его влияние на адаптацию и внутривидовую изменчивость хвойных пород Европейского Севера России // Лесной журнал. 2022. № 2. С. 9–25.

Селиховкин А.В. Вредители и патогены древесных растений в насаждениях Санкт-Петербурга: динамика и прогноз // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023а. № 243. С. 162–176. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.243.162-176

Селиховкин А.В. Нормативно-правовая база лесозащиты и её результативность в регуляции плотности популяций вредителей в таёжных лесах // Сибирский лесной журнал. 2023б. № 1. С. 29–42. DOI: 10.15372/SJFS20230104

Селиховкин А.В. Потепление климата и размножение вредителей в насаждениях европейской части России // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. Девятой Междунар. науч.-технич. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2024 (в печати).

Селиховкин А.В., Ахматович Н.А., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г. Размножение короёда-типографа и других дендропатогенных организмов на Карельском перешейке // Лесоведение. 2018а. № 6. С. 426–433.

Селиховкин А.В., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г. Сплошные санитарные рубки как метод контроля плотности популяций стволовых вредителей и распространения дендропатогенных организмов в современных условиях на примере Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2017. Вып. 220. С. 186–199.

Селиховкин А.В., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г., Мусолин Д.Л. Дендропатогенные грибы и стволовые вредители как фактор разрушения лесных экосистем Карельского перешейка // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. Третьей Междунар. науч.-технич. конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2018б. Т. 1. С. 254–256.

Селиховкин А.В., Глебов Р.Н., Магдеев Н.Г., Ахматович Н.А., Поповичев Б.Г. Оценка роли насекомых и дендропатогенных организмов в усыхании древостоев Ленинградской области и Республики Татарстан // Лесоведение. 2016. № 2. С. 83–95.

Селиховкин А.В., Гниненко Ю.И. Вспышки массового размножения вредителей ассимиляционного аппарата древесных растений на северо-западе европейской части России // Лесоведение. 2023. № 2. С. 102–115.

Селиховкин А.В., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б., Меркурьев А.С., Поповичев Б.Г. Новая вспышка массового размножения короёда-типографа в Ленинградской области и её особенности // Энтомологическое обозрение. 2022. № 2. С. 239–251.

Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Мандельштам М.Ю., Алексеев А.С. Роль стволовых вредителей в изменении состояния хвойных лесов на северо-западе европейской части России // Лесоведение. 2023а. № 3. С. 304–321. DOI: 10.31857/S0024114823020080

Селиховкин А.В., Поповичев Б.Г., Осечкина Т.А., Мамаев Н.А., Мартирова М.Б. Динамика состояния популяции короёда-типографа в Ленинградской области в очаге массового размножения // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023б. Вып. 244. С. 184–199. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.243.184-199.

Шабунин Д.А., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г., Селиховкин А.В. Новые данные о видовом составе грибов язвенного рака стволов ели // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. Вып. 244. С. 118–130. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.118-130

Alekseev A.S. Assessment and Inventory of Forest Ecosystems Biodiversity: Case Study for Karelian Isthmus of Leningrad Region, Russia // Open Journal of Ecology. 2018. Vol. 8, no. 5. P. 305–323. DOI: 10.4236/oje.2018.85019

Battisti A., Larsson S. Climate Change and Forest Insect Pests // Forest Entomology and Pathology. Vol. 1: Entomology / Allison J.D., Paine T.D. Slippers B., Wingfield M.J., eds. Switzerland: Springer, 2023. P. 773–787.

Battisti A., Larsson S. Climate change and insect pest distribution range // Climate change and insect pests. CABI International, 2015. P. 1–15.

Büntgen U., Liebhold A., Nievergelt D., Wermelinger B., Roques A., Reinig F., Krusic P.J., Piermattei A., Egli S., Cherubini P., Esper J. Return of the moth: rethinking the effect of climate on insect outbreaks // Oecologia. 2020. No. 192. P. 543–552 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04585-9>

Hof A.R., Svahlin A. The potential effect of climate change on the geographical distribution of insect pest species in the Swedish boreal forests // Scandinavian Journal of Forest Research. 2016. Vol. 31(1). P. 29–39. DOI: 10.1080/02827581.2015.105275

Ivantsova E.D., Pyzheva F.I., Zander E.V. Economic Consequences of Insect Pests Outbreaks in Boreal Forests // Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences. 2019. Vol. 12 (4). P. 627–642.

Kelly M. Adaptation to Climate Change through Genetic Accommodation and Assimilation of Plastic Phenotypes // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2019. Vol. 374, iss. 1768, art. 20180176. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0176>

Komonen A., Schroeder L.M., Weslien J. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden // Journal of Applied Entomology. 2011. Vol. 135 (1–2). P. 132–141.

Lehmann Ph., Ammunét T., Barton M., Battisti A., Eigenbrode S.D., Jepsen J.U., Kalinkat G.S., Niemelä P., Terblanche J.S., Økland B., Björkman C. Complex responses of global insect pests to climate warming // Front. Ecol. Environ. 2020. Vol. 18(3). P. 141–150. DOI: 10.1002/fee.2160

Öhrn P. The spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate – Effects of weather conditions on the biology of *Ips typographus* // Introductory Research Essay. No. 18. Dept. of Ecology, SLU, Uppsala, 2012. 27 p.

Tenow O. Discovery of continental-scale travelling waves and lagged synchrony in geometrid moth outbreaks prompt a re-evaluation of mountain birch/geometrid studies? [version 2; peer review: 2 approved]. F1000Research 2013, 2:128. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.2-128.v2>

Thom D., Rammer W., Seidl R. The impact of future forest dynamics on climate: interactive effects of changing vegetation and disturbance regimes // Ecological Monographs. 2017. Vol. 87 (4). P. 665–684. DOI: 10.1002/ecm.1272.

Vasiliauskas R., Stenlid J., Johansson M. Fungi in bark peeling wounds of *Picea abies* in Central Sweden // European Journal of Forest Pathology. 1996. Vol. 26. P. 285–296. DOI: 10.1111/j.1439-0329.1998.tb01192.x.

References

Alekseev A.S. Assessment and Inventory of Forest Ecosystems Biodiversity: Case Study for Karelian Isthmus of Leningrad Region, Russia. *Open Journal of Ecology*, 2018, vol. 8, no. 5, pp. 305–323. DOI: 10.4236/oje.2018.85019

Battisti A., Larsson S. Climate Change and Forest Insect Pests. *Forest Entomology and Pathology*. Vol. 1: Entomology / Allison J.D., Paine T.D. Slippers B., Wingfield M.J., eds. Switzerland: Springer, 2023, pp. 773–787.

Battisti A., Larsson S. Climate change and insect pest distribution range. *Climate change and insect pests*. CABI International, 2015, pp. 1–15.

Büntgen U., Liebholt A., Nievergelt D., Wermelinger B., Roques A., Reinig F., Krusic P.J., Piermattei A., Egli S., Cherubini P., Esper J. Return of the moth: rethinking the effect of climate on insect outbreaks. *Oecologia*, 2020, no. 192, pp. 543–552. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04585-9>

Climate of Russia / edited by Dr. of Geogr. of Sciences, Prof. N.V. Kobysheva. SPb: Gidrometeoizdat, 2001. 656 p. (In Russ.)

Forest Plan of the Murmansk Oblast for 2019–2028. Approved by the decree of the Governor of the Murmansk region dated 20.03.2019 no. 29-PG. (In Russ.)

Forest Plan of the Republic of Karelia for 2019–2028. Annex to the order of the Head of the Republic of Karelia from December 30, 2020 № 814-r. (In Russ.)

Grechkin V.P. Lesopathological characterization of forests of the USSR by separate natural-geographical zones. Vol. 1. Lesopathological characterization of forests of the forest zone. Pushkino: VNIILM, 2019. 308 p. (In Russ.)

Hof A.R., Svahlin A. The potential effect of climate change on the geographical distribution of insect pest species in the Swedish boreal forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2016, vol. 31(1), pp. 29–39. DOI: 10.1080/02827581.2015.105275

Ivantsova E.D., Pyzheva F.I., Zander E.V. Economic Consequences of Insect Pests Outbreaks in Boreal Forests: A Literature Review. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2019, vol. 12 (4), pp. 627–642.

Kataev O.A., Osetrov A.V., Popovichev B.G., Selikhovkin A.V. Population density dynamics of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) in stands weakened by natural and anthropogenic factors. *Readings in memory of Nikolai Aleksandrovich Kholodkovsky*. SPb.: Russian Entomological Society, 2001, vol. 54. 82 p. (In Russ.)

Katayev O.A., Popovichev B.G. Lesopatologicheskie obsledovaniya dlya izucheniya stvolovykh nasekomykh v khvoynykh drevostoyakh (Forest pathological examination for the study of stem insects in coniferous stands): ucheb. posobiye. SPb.: SPbLTA, 2001. 72 p. (In Russ.)

Kelly M. Adaptation to Climate Change through Genetic Accommodation and Assimilation of Plastic Phenotypes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2019, vol. 374, iss. 1768, art. 20180176. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0176>

Knyazeva S.V., Eidlina S.P. Cartographic assessment of the dynamics of the state indicators of woody plants of the north-western regions of Russia. *Voprosy lesnoy nauki*, 2018, vol. 1, no. 1, pp. 1–33. DOI: 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-33. EDN: SOVJMP. (In Russ.)

Komonen A., Schroeder L.M., Weslien J. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. *Journal of Applied Entomology*, 2011, vol. 135 (1–2), pp. 132–141.

Lehmann Ph., Ammunét T., Barton M., Battisti A., Eigenbrode S.D., Jepsen J.U., Kalinkat G.S., Niemelä P., Terblanche J.S., Økland B., Björkman C. Complex responses of global insect pests to climate warming. *Front. Ecol. Environ*, 2020, vol. 18(3), pp. 141–150. DOI: 10.1002/fee.2160

Mandelshtam M.Yu., Selikhovkin A.V. Bark and ambrosia beetles (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) of North-Western Russia: history of the study, composition and genesis of the fauna [Koroyedy severo-zapada Rossii (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae): istoriya izucheniya, sostav i genezis fauny]. *Entomological Review*, 2020, vol. 99, no. 3, pp. 631–665. (In Russ.)

Martirova M.B., Mamaev N.A. Use of methods of the international program ICP-Forest in monitoring outbreaks of mass reproduction of the bark beetle *Ips typographus* in the Leningrad region. *Dendrobiont invertebrate animals and fungi and their role in forest ecosystems: 100 years since the birth of O.A. Kataev. XIII Readings in memory of O.A. Kataev*. 28.10–01.11.2024, St. Petersburg / edited by A.V. Selikhovkin, Y.N. Baranchikov, N.N. Karpun, V.I. Ponomaryov (in press). (In Russ.)

Maslov A.D. Koroyed-tipograf i usykhaniye yelovykh lesov. (Bark beetle-typographer and drying out of spruce forests). Pushkino: VNIILM, 2010. 138 p. (In Russ.)

Methodology for organizing and conducting ICP-Forest monitoring of forests in the European part of Russia (UNECE methodology). Federal Forestry Service of Russia, Instruction dated February 21, 1995. (In Russ.)

Mozolevskaya Ye.G., Katayev O.A., Sokolova E.S. Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vreditel' i bolezney lesa. (Methods of forest pathological examination of foci of stem pests and forest diseases). M.: Lesn. prom-st', 1984. 152 p. (In Russ.)

Ogibin B.I., Lobanova A.V. Influence of *Monochamus mustache* on trees and timber. *Materials of the reporting session on the results of research works for 1989*. USSR State Committee on Forests, Arkhangelsk Institute of Forest and Forest Chemistry: Arkhangelsk, 1990, pp. 89–71. (In Russ.)

Ogibin B.N. Insects-xylophages of forests of the European North and their control. Arkhangelsk: Arkhangelsk Institute of Forests and Forest Chemistry, 1989. 28 p. (In Russ.)

Öhrn P. The spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate – Effects of weather conditions on the biology of *Ips typographus*. *Introductory Research Essay* No. 18. Dept. of Ecology, SLU, Uppsala, 2012. 27 p.

Prozherina N.A., Nakvasina E.N. Climate change and its impact on adaptation and intraspecific variability of conifers of the European North of Russia. *Lesovedenie*, 2022, no. 2, pp. 9–25. (In Russ.)

Review of sanitary and forest pathological condition of forest fund lands for 2007. No. 46/47 November 24–30, 2008. Russian Forest Protection Center: Pushkino, 2008. 16 p. (In Russ.)

Review of sanitary and forest pathological condition of forests of the Komi Republic for 2020. Syktyvkar: Forest Protection Center of the Komi Republic, branch of FBU «Roslesozaschita», 2021. 95 p. (In Russ.)

Review of the sanitary and forest pathological condition of the forests of the Murmansk region for 2019 and the forecast for 2020 / edited by V.V. Yashchenko. Yashchenko. Branch of FBU «Roslesozaschita». CZL of the Leningrad region. St. Petersburg, 2020b. 129 p. (In Russ.)

Review of sanitary and forest pathological condition of forests of the Murmansk region for 2021. St. Petersburg, 2022. 117 p. (In Russ.)

Review of sanitary and forest pathological condition of forests of the Republic of Karelia for 2019 and forecast for 2020 / edited by I.A. Sharov. Branch of FBU «Roslesozaschita». Central Forestry Center of the Leningrad region. Petrozavodsk, 2020a. 143 p. (In Russ.)

Selikhovkin A.V. Climate warming and pest reproduction in plantations of the European part of Russia. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: Proceedings of the ninth international scientific and technical conference*. SPb.: SPbGLUE, 2024 (in press). (In Russ.)

Selikhovkin A.V. Normative-legal base of forest protection and its effectiveness in the regulation of pest population density in taiga forests. *Siberian Forest Journal*, 2023b, no. 1, pp. 29–42. DOI: 10.15372/SJFS20230104. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Akhmatovich N.A., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G. Regeneration of European Spruce Bark Beetle and Other Wood Pathogens in forests of

the Karelian Isthmus. *Russian Journal of Forest Science (Lesovedenie)*, 2018a, no. 6, pp. 426–433. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Glebov R.N., Magdeev N.G., Akhmatovich N.A., Popovichev B.G. Assessment of the role of insects and dendropathogenic organisms in the desiccation of stands in the Leningrad region and the Republic of Tatarstan. *Forest Science*, 2016, no. 2, pp. 83–95. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Gninenko Yu.I. Mass Reproduction Outbreaks of Phyllophagous Insects in Forests of the Northwest of European Russia. *Contemporary Problems of Ecology*, 2023, vol. 16, no. 7, pp. 1007–1016. DOI: 10.31857/S0024114823020080. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Mamaev N.A., Martirova M.B., Merkuriev A.S., Popovichev B.G. New outbreak of mass reproduction of the bark beetle *Typographus* in the Leningrad region and its characteristics. *Entomological Review*, 2022, no. 2, pp. 239–251. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Popovichev B.G., Mandel'shtam M. Yu., Alekseyev A.S. The Role of the Stem Pests in Changing the Condition of Coniferous Forests of the North-West of the European Part of Russia. *Forest Science*, 2023a, no. 3, pp. 304–321. DOI: 10.31857/S0024114823020080. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Popovichev B.G., Osechkina T.A., Mamaev N.A., Martirova M.B. Dynamics of the state of the bark beetle-tipograph population in the Leningrad region in the hotbed of mass reproduction. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2023b, iss. 244, pp. 184–199. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.243. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G. Sanitary clearcuts as a method of controlling the density of stem pest populations and the spread of dendropathogenic organisms in modern conditions on the example of the Leningrad region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2017, iss. 220, pp. 186–199. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Musolin D.L. Dendropathogenic fungi and stem pests as a factor of destruction of forest ecosystems of the Karelian Isthmus. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: Proceedings of the third international scientific and technical conference*. SPb.: SPbGLTU, 2018b, vol. 1, pp. 254–256. (In Russ.)

Selikhovkin A.V. Pests and pathogens of woody plants in the plantations of St. Petersburg: dynamics and forecast. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2023a, iss. 243, pp. 162–176. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.243.162-176. (In Russ.)

Shabunin D.A., Varentsova E.Y., Popovichev B.G., Selikhovkin A.V. New data on the species composition of spruce trunk canker fungi. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2023, iss. 244, pp. 118–130. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.118-130. (In Russ.)

Tenow O. Discovery of continental-scale travelling waves and lagged synchrony in geometrid moth outbreaks prompt a re-evaluation of mountain birch/geometrid studies? [version 2; peer review: 2 approved]. *F1000Research* 2013, 2:128. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.2-128.v2>

The concept of intensive use and reproduction of forests. SPb.: FBU «SPbNIILKh», 2015. 16 p. (In Russ.)

Thom D., Rammer W., Seidl R. The impact of future forest dynamics on climate: interactive effects of changing vegetation and disturbance regimes. *Ecological Monographs*, 2017, vol. 87 (4), pp. 665–684. DOI: 10.1002/ecm.1272

Varentsova E.Yu., Mamaev N.A., Martirova M.B. Phytopathological condition of pine and spruce in stands in the Leningrad region. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2023, iss. 244, pp. 131–149. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.131-149. EDN: UFDCIA. (In Russ.)

Varentsova E.Yu., Sedikhin N.V., Selikhovkin A.V. Spruce wound cancer and features of its development. *Forests of Russia: politics, industry, science, education : mater. Second International scientific and technical conf.* SPb.: SPbSFTU, 2017, vol. 2, p. 307. (In Russ.)

Vasiliauskas R., Stenlid J., Johansson M. Fungi in bark peeling wounds of Picea abies in Central Sweden. *European Journal of Forest Pathology*, 1996, vol. 26, pp. 285–296. DOI: 10.1111/j.1439-0329.1998.tb01192.x

Материал поступил в редакцию 16.06.2024

Мартирова М.Б., Мамаев Н.А., Варенцова Е.Ю., Поповичев Б.Г., Пахучий В.В., Пахучая Л.М., Селиховкин А.В. Пространственная динамика состояния и комплексов болезней и вредителей таёжных лесов северо-запада европейской части России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 17–44. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.17-44

Исследование взаимосвязи состояния древостоев и активности вредителей и патогенов проведено в 2021–2022 гг. на основе созданной сети пробных площадей в хвойных лесах северо-запада европейской части России, включающей 157 пунктов постоянного учёта (ППУ) в северной и южной части Ленинградской области, центральной и северной Карелии, на юге Мурманской области и в Республике Коми. Все ППУ располагались в спелых и перестойных древостоях с преобладанием ели или сосны. Состояние еловых древостоев на ППУ по мере продвижения к северу варьирует незначительно, а состояние сосновых насаждений несколько ухудшается. Данные четырёх ППУ были исключены из рассмотрения, так как резкое ухудшение состояния древостоев было связано с локальным воздействием вспышки массового размножения короеда-типографа. Анализ остального массива данных показал отсутствие связи средней категории состояния и встречаемости вредителей и патогенов, за исключением язвенного рака ели – наиболее распространённого заболевания в исследуемых регионах. Ухудшение состояния еловых древостоев имеет положительную корреляционную связь с этим заболеванием вне зависимости от их широтного расположения. В сосновых древостоях преобладали некротико-раковые заболевания (преимущественно рак-серянка), а также ажурность кроны. Сосновая губка

Porodaedalea pini встречалась единично во всех группах ППУ, за исключением Мурманской области. В сосновых древостоях на ППУ в Карелии довольно часто встречались корневые и комлевые гнили. Во всех регионах отмечался опёнок *Armillaria* spp. Типичные для северотаёжных европейских лесов виды и группы видов стволовых вредителей встречались во всех группах ППУ. Влияние теплообеспеченности на состояние древостоев не является ведущим фактором, но может проявляться опосредованно через увеличение активности вредителей. При отсутствии очагов массового размножения вредителей и развития болезней патогены и вредители не оказывают существенного воздействия на состояние древостоев, за исключением язвенного рака.

Ключевые слова: хвойные леса, состояние, насекомые-вредители, язвенный рак.

Martirova M.B., Mamaev N.A., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Pakhuchiy V.V., Pakhuchaya L.M., Selikhovkin A.V. Spatial dynamics of the state and complexes of diseases and pests of taiga forests in the north-west of the European part of Russia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 17–44 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.17-44

A 2021–2022 study investigated the relationship between forest stands and pests and pathogens in coniferous forests in the north-west of Europe, Russia. The study involved 157 observation plots (PPUs) in mature and overmature forest stands, predominantly spruce or pine. The condition of spruce stands varies insignificantly as one moves north, while pine stands deteriorate somewhat. Four PPUs were excluded due to a sharp deterioration caused by an outbreak of the European bark beetle. The data showed no connection between average condition and pests and pathogens, except for spruce canker, the most common disease in the studied regions. A positive correlation was found between spruce stand condition and this disease. In pine forests, necrosis-canker diseases and crown openness predominated. The pine conk *Porodaedalea pini* was found sporadically in all PPU groups, with the exception of the Murmansk region. *Armillaria* spp. and species and groups of bark beetles and wood borer pests typical of northern taiga European forests were found in all PPU groups. Heat supply's influence on tree stand condition is not a leading factor, but can indirectly increase pest activity. In the absence of mass reproduction and disease development, pathogens and pests do not significantly impact tree stand condition, except for canker.

Key words: coniferous forests, condition, north-west Russia, pests, diseases.

МАРТИРОВА Мария Борисовна – аспирант, ассистент кафедры защиты леса, лесовоснования и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. SPIN-код: 8636-2548. ORCID: 0000-0002-8576-5226.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: masha2340350@yandex.ru

MARTIROVA Maria B. – PhD student, Assistant of the Department of Forest Protection, Wood Science and Game Science, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 8636-2548. ORCID: 0000-0002-8576-5226.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: masha2340350@yandex.ru

МАМАЕВ Никита Андреевич – аспирант, ассистент кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. SPIN-код: 4514-5901. ORCID: 0000-0003-2797-6348.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: mamaevld@bk.ru

МАМАЕВ Nikita A. – PhD student, Assistant of the Department of Forest Protection, Wood Science and Game Science, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 4514-5901. ORCID: 0000-0003-2797-6348.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: mamaevld@bk.ru

ВАРЕНЦОВА Елена Юрьевна – заведующий кафедрой защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доцент, кандидат биологических наук. SPIN-код: 9300-4162. ORCID: 0000-0002-4616-2289.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: varentsova.elena@mail.ru

VARENTSOVA Elena Y. – PhD (Biological), Head of the Department of Forest Protection, Wood Science and Game Science, Associate Professor, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 9300-4162. ORCID: 0000-0002-4616-2289.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: varentsova.elena@mail.ru

ПОПОВИЧЕВ Борис Георгиевич – доцент кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат биологических наук. SPIN-код: 3319-7177. ORCID: 0009-0008-9211-6030.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: b.g.popovichev@yandex.ru

POPOVICHEV Boris G. – PhD (Biological), Associate Professor of the Department of Forest Protection, Wood Science and Game Science, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 3319-7177. ORCID: 0009-0008-9211-6030.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: b.g.popovichev@yandex.ru

ПАХУЧИЙ Владимир Васильевич – заведующий кафедрой лесного хозяйства и деревообработки Сыктывкарского лесного института, профессор, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 3300-2306.

167982, ул. Ленина, д. 39, г. Сыктывкар, Россия. E-mail: pakhutchy@rambler.ru

PAKHUCHIY Vladimir V. – DSc (Agricultural), Head of the Department of Forestry and Woodworking, Syktyvkar Forestry Institute, Professor. SPIN-code: 3300-2306.

167982, Lenina str. 39, Syktyvkar, Russia. E-mail: pakhutchy@rambler.ru

ПАХУЧАЯ Людмила Михайловна – доцент кафедры лесного хозяйства и лесопромышленных технологий Сыктывкарского лесного института, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 4911-7466.

167982, ул. Ленина, д. 39, г. Сыктывкар, Россия. E-mail: pakhutchy@rambler.ru

PAKHUCHAYA Ludmila M. – PhD (Agricultural), Associate Professor of the Department of Forestry and Forest Industry Technologies, Syktyvkar Forestry Institute. SPIN-code: 4911-7466.

167982, Lenina str. 39, Syktyvkar, Russia. E-mail: pakhutchy@rambler.ru

СЕЛИХОВКИН Андрей Витимович – профессор кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор биологических наук. SPIN-код: 9339-4978. ORCID: 0000-0003-4227-9647.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.selikhovkin@mail.ru

SELIKHOVKIN Andrei V. – DSc (Biological), Professor of the Department of Forest Protection, Wood Science and Game Science, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 9339-4978. ORCID: 0000-0003-4227-9647.

194021, Institute per. 5, St. Petersburg, Russia. E-mail: a.selikhovkin@mail.ru