

М.Б. Мартирова, Н.В. Седихин, А.В. Селиховкин

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЯЗВЕННОГО РАКА ЕЛИ
В ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Введение. Проблема гибели хвойных лесов на северо-западе европейской части России давно привлекает внимание. Наибольшую тревогу вызывает усыхание ельников [Жигунов и др., 2007; Корзова, 2021]. Наиболее часто причина гибели еловых древостоев – вспышки размножения коро-еда-типографа [Любомирский, 1882; Маслов, 1972; Селиховкин и др., 2022, 2023]. Нередко значительную роль играют различные патогены. Их распространение может способствовать формированию очагов стволовых вредителей или выступать как самостоятельный фактор ослабления и гибели древостоев [Селиховкин и др., 2018; Варенцова и др., 2023]. В хвойных лесах Восточной Европы раневой или язвенный рак – одно из самых распространенных заболеваний ели [Щедрова, 1979; Vasiliauskas, 1994a, b, 1998]. Язвенный рак ели характеризуется образованием продолговатых ран (язв) с хорошо или со слабо заметной ступенчатостью древесины, окруженных наплывами с краев или широко раскрытых с острыми краями. Встречаемость болезни приурочена к различным условиям местопроизрастания и категориям состояния деревьев. Болезнь поражает как насаждения естественного происхождения, так и искусственного, развивается на деревьях нормального развития и роста, встречается на елях разного возраста, подросте и основном ярусе. В результате развития болезни происходит отставание деревьев в росте и их ослабление, раковые раны выступают воротами инфекции раневых гнилей. Снижается продуктивность еловых насаждений, выход деловой древесины и качество получаемых сортиментов [Щедрова, 1979; Федоров, Будько, 2007, 2008; Зудилин, 2008; Варенцова и др., 2017, 2023; Яковлев, Федоров, 2019; Федоров, Яковлев, 2020]. Проведено немало исследований, посвященных изучению развития язвенного рака на елях и установлению возбудителей этого заболевания. Наиболее значимые исследования проведены Р. Василяускасом (Васайтисом) и его коллегами [Василяускас, Стенлид, 2000; Vasiliauskas, 1994a, b, 1998]. Определенного мнения об этиологии язвенного рака на сегодняшний день нет [Шабунин и др., 2023; Shabunin et al., 2024]. В некоторых исследовани-

ях показано, что в таежных лесах Европы язвы образуются за счет развития гриба-аскомицета *Neonectria fuckeliana* (C. Booth) Castl. & Rossman. За счет этого снижается качество древесины. Однако фитотесты показали противоречивые результаты, характеризующие *N. fuckeliana* как слабого патогена, что не объясняет серьезное увеличение ущерба от существенного роста заболеваемости [Pettersson et al., 2018].

Экологические особенности распространения и образования язвенного рака на сегодняшний момент не вполне понятны. Некоторые авторы связывают частоту встречаемости заболевания в насаждениях с условиями произрастания. В.А. Зудилин [2008] отмечает увеличение пораженности язвенным раком с увеличением влажности почвы: в ельнике мшистом – 3,2%; кисличном – 4,4%; орляковом – 5,8%; черничном – 6,3%; долгомошном – 8,1%. Полнота, по его мнению, также оказывает существенное влияние: в более полнотных ельниках (0,8 и выше) распространенность болезни резко возрастает. Исследования Н.И. Федорова и А.В. Будько [2008] показали обратный результат: низкая полнота насаждений в большинстве случаев указывает на довольно высокую степень встречаемости в них язвенного рака, при полноте 0,8–1,0 наблюдается наименьший процент пораженных деревьев. Распространенность заболевания в разных типах леса авторы связывают с характером антропогенного воздействия. Также они отмечают возрастание встречаемости болезни по мере повышения возраста насаждений и доли участия ели в составе древостоя [Федоров, Будько, 2008]. Весьма вероятно влияние биотических факторов, например, повреждений коры копытными животными [Burneviča et al., 2016].

Основной целью работы было выявление эколого-пространственных закономерностей развития и распространения язвенного рака. Была поставлена задача оценить, влияют ли какие-либо известные нам лесохозяйственные, пространственные и фитопатологические характеристики пробных участков на показатели развития этого заболевания.

Материалы и методы исследования. Информация о поврежденных язвенным раком деревьях была собрана на пробных площадях (пункты постоянного учета, далее ППУ) за 2 полевых сезона (июнь–август) 2022–2023 гг. на территории Ленинградской и Мурманской областей и Республики Карелия. Закладка и обследование пробных площадей были проведены по методике ICP Forest [Методика..., 1995; Alekseev, 2018], дополненной классической методикой лесопатологических обследований. На пробной площади с координатной привязкой фиксировалось центральное дерево,

после чего с каждой стороны света на расстоянии 25 м было отмечено 4 точки и по 6 деревьев 1–3 класса Крафта, наиболее близко расположенных к ним. Далее в образованном углами пробы квадрате был проведен сплошной пере́чет еловых деревьев с диаметром от 8 см и более. Количество учтенных деревьев на каждой пробной площади варьировалось от 28 до 110, но в большинстве случаев было больше 80. Для каждого дерева были отмечены следующие характеристики: диаметр; категория состояния (1–6); размеры (протяженность по стволу и ширина), характер (открытая / заросшая) и количество ран, вызванных развитием язвенного рака (рис. 1). Абстрактный размер (далее размер) рассчитывался как произведение протяженности раны по стволу и максимальной ширины раны. В качестве показателей развития язвенного рака мы рассматривали количество ран на дереве, размеры язвенных ран, долю поврежденных деревьев и деревьев, имеющих заросшие (или зарастающие) раны. Дополнительно фиксировались другие фитопатологические и энтомологические особенности (наличие вредителей и их видовая принадлежность; наличие плодовых тел грибов и гнилей) [Варенцова и др., 2023].



*Рис. 1. Язвенный рак ели, Ленинградская область, 2023 г.
(Фото Е.Ю. Варенцовой)*

*Fig. 1. Canker of spruce, Leningrad region, 2023
(Photo by E.Yu. Varentsova)*

Для каждой из пробных площадей были оценены следующие пространственно-биотические факторы, объединенные в группы: тип леса пробной площади (брусничник, кисличник, земляничник, сфагновый, травяной, черничник влажный, черничник свежий), полнота насаждения пробной площади (от 0,4 до 0,8), категория возраста (40–60, 65–85, 90–105, 110–120, 130–140, 150 и выше); оценены доля деревьев, поврежденных язвенным раком, доля деревьев, имеющих зарастающие язвы, от общего количества деревьев, на которых был отмечен рак, и доля деревьев, имеющих зарастающие язвы, от общего количества деревьев на пробе.

Всего нами было обследовано 80 пробных площадей в еловых насаждениях (ППУ) в 5 районах исследования (табл. 1).

Таблица 1

Расположение постоянных пробных площадей (ППУ)

Observation plots location

Район	Координаты		Количество ППУ
	широта	долгота	
Ленинградская обл., окрестности пос. Лисино-Корпус	59°17'– 59°32'	30°32'– 30°45'	29
Ленинградская обл., Карельский перешеек	60°16'– 61°02'	28°42'– 29°57'	26
Средняя Карелия	62°55'– 62°57'	34°22'– 33°50'	10
Северная Карелия	64°55'– 65°18'	34°08'– 31°06'	10
Мурманская область	66°57'– 67°09'	32°09'– 30°25'	5

Для анализа полученных данных мы использовали регрессионную линейную модель дисперсионного анализа (ANOVA), реализованную в языковом пространстве R [R Core Team, 2021]. Основой была регрессионная линейная модель, реализованная следующим образом: `model<- lm(a~b, data)`, где «model» – название модели, «lm» – функция линейной регрессионной модели, «a» – название зависимой переменной, «b» – название категориальной независимой переменной, «data» – массив введенных переменных.

В качестве подтвержденного критерия влияния того или иного фактора мы принимали низкую вероятность полученного результата при условии справедливости гипотезы об отсутствии различий между оцениваемыми группами ($P_r > F$) $< 0,01$ или $p\text{-value} < 0,01$), которые соответствовали различным значениям того или иного фактора. Чтобы уменьшить влияние

отклонений выборки от нормального распределения на результат статистической обработки и для дополнительной проверки достоверности выводов о различиях между группами, использовался тест Краскела-Уоллиса. После теста Краскела-Уоллиса для уточнения достоверности различий проводились попарные сравнения по критерию Данна [Pohlert, 2014].

Результаты исследования. Нами выявлены достоверные различия в количестве учтенных язв на стволе между группами выборки по категориям состояния дерева. Деревья первой категории состояния достоверно ($p\text{-value}<0,01$) отличаются от второй, третьей и четвертой категории, но не имеют достоверных различий с пятой и шестой категориями. Деревья второй, третьей и четвертой категории состояния достоверно отличаются от пятой и шестой, но не имеют достоверных различий между собой. По количеству учтенных язв на стволе между группами выборки по району и региону исследований, типам леса и полноте древостоя пробной площади достоверные различия не выявлены ($p\text{-value}>0,01$).

Отмечена зависимость размеров раковых ран от категории состояния деревьев и района исследования. Размеры ран у деревьев первой категории состояния достоверно меньше, чем у деревьев второй, третьей, и шестой категории, размеры ран у деревьев второй и третьей категории состояния достоверно не отличаются. На деревьях пятой категории состояния раны не были обнаружены (рис. 2). Площадь ран достоверно изменяется по районам исследования. Линейный тренд к уменьшению размеров наблюдается с юга (Ленинградская обл., окрестности пос. Лисино-Корпус) на север (Мурманская обл.). Выборки, за исключением расположенных в Карелии, по районам достоверно отличаются друг от друга (рис. 3). Северная и Южная Карелия по размеру ран достоверно не отличаются друг от друга ($p\text{-value}>0,01$). Между группами выборок по полноте древостоя и категории возраста выделяются одиночные выборки, отличные от остальных, но массовых последовательно направленных различий (как на рис. 3) не наблюдается. Выборка для черничника влажного достоверно отличается от черничника свежего в меньшую сторону (рис. 4). Размеры раковых ран достоверно при сравнении ППУ других типов леса, указанных по таксационным описаниям, не отличаются ($p\text{-value}>0,01$).

Доля поврежденных раком деревьев от общего количества деревьев, зараженных язвенным раком, и от общего количества всех учтенных деревьев на ППУ не зависит ни от одного из используемых для анализа факторов. Между группами выборки по типам леса и полноте пробной площади, а также району исследования не выявлены достоверные отличия (р-

value>0,01). Доля деревьев на пробной площади с заросшими раковыми язвами достоверно не отличается между выборками по районам исследования и другим используемым факторам (p-value>0,01).

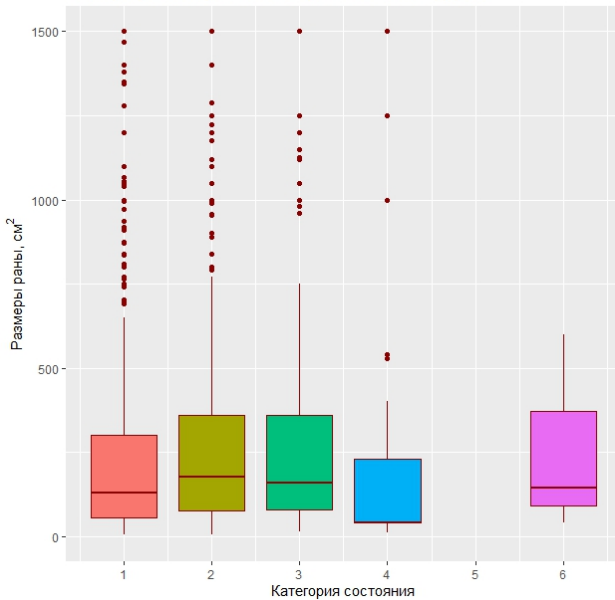


Рис. 2. Абстрактные размеры ран язвенного рака по выборкам с деревьев разных категорий состояния. На боксплотах жирной линией обозначена медиана. Нижняя и верхняя границы бокса соответствуют интерквартильному размаху (IQR) – от Q1 до Q3; «усы» – линии, идущие от обоих концов «ящика», указывают на изменчивость за пределами Q1 и Q3. Минимальные/максимальные значения усов рассчитываются как $Q1/Q3 \pm 1,5 * IQR$. Все, что выходит за пределы, представляется как выброс (кружки)

Fig. 2. Abstract sizes of canker wounds by sampling for trees of different state categories. In boxplots, the bold line indicates the median. The lower and upper boxplot boundaries correspond to the interquartile range (IQR) – Q1 to Q3; whiskers – lines extending from both ends of the box indicate variability outside Q1 and Q3. The minimum/maximum whisker values are calculated as $Q1/Q3 \pm 1.5 * IQR$. Everything outside is represented as an outlier (circles)

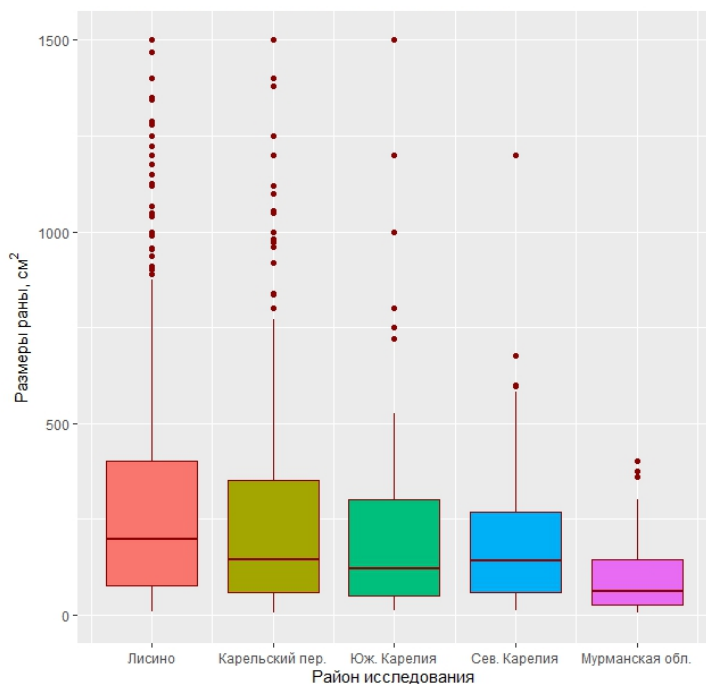


Рис. 3. Абстрактные размеры ран язвенного рака по выборкам с разных районов исследования. Обозначения см. Рис.1.

Fig. 3. Abstract sizes of canker wounds by samples from different study areas. Designations see Fig.1.

Обсуждение. Мы ожидали, что по количеству ран разные категории состояния дерева будут отличаться друг от друга, однако основные категории (ослабленное (2), сильно ослабленное (3) и усыхающее (4)), где мы ожидали различия, не имеют достоверных различий между собой. Их различия с категориями 5 и 6, скорее всего, объясняются частичным или полным отсутствием коры на последних, что не позволяет в полной мере оценить количество и характеристики ран. То, что больше ран фиксируется на других категориях, нежели на первой, вполне закономерно, т. к. наличие ран является одним из субъективных критериев отнесения дерева к той или иной категории состояния. Отсутствие значимых различий в размерах ран остальных категорий состояния может быть следствием вторичной, т. е. несущественной роли этого фактора в изменении категорий состояния деревьев.

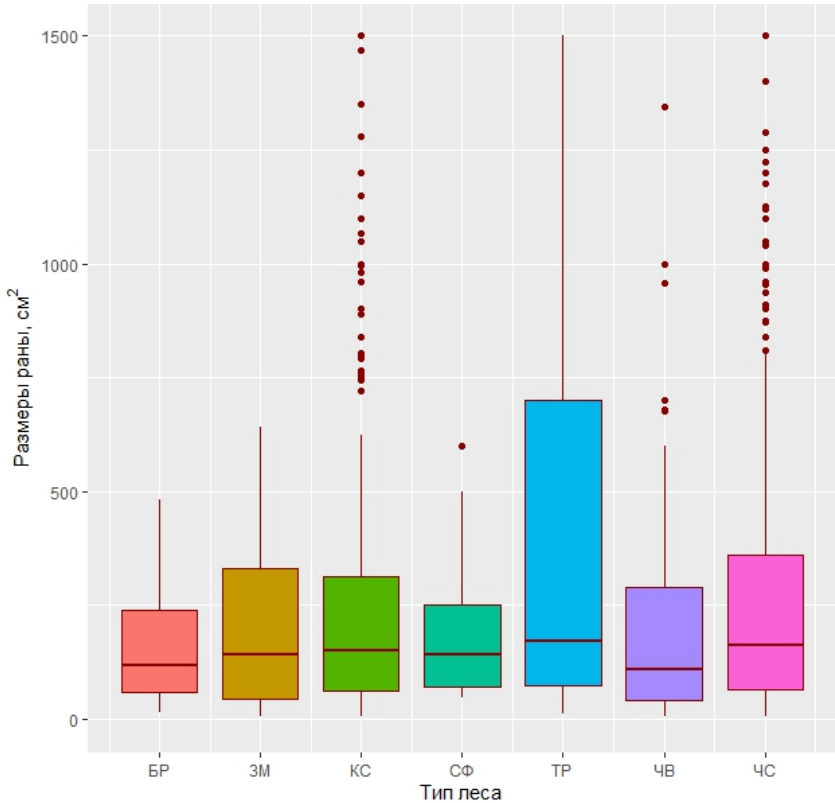


Рис. 4. Абстрактные размеры ран язвенного рака по выборкам из разных типов леса. Обозначения см. Рис.1.

Fig. 4. Abstract sizes of canker wounds by sampling from different forest types. Designations see Fig.1.

Некоторый тренд уменьшения размеров ран с юга на север может свидетельствовать о различиях в широтных особенностях произрастания древостоев и влиянии климатических факторов на патогенетический процесс. Не исключено уменьшение влияния возбудителя заболевания вследствие снижения антропогенного воздействия на исследуемые насаждения. Оди-ночные выборочные различия при отсутствии последовательно направленных изменений количественных показателей могут быть вызваны разме-рами выборки по конкретному значению фактора или наличием неучтенных факторов.

Заключение. Язвенный рак ели, несмотря на широкое распространение и высокую встречаемость, не приводит к критическому ухудшению состояния древостоев. Количество ран на деревьях второй, третьей и четвёртой категорий состояния между группами выборки по району и региону исследований, типам леса и полноте древостоя не имеют значимых различий. Присутствует тенденция уменьшения размеров ран при продвижении к северу.

Сведения о различиях между группами выборок по полученным нами результатам не могут являться однозначным критерием влияния того или иного фактора. Вероятно, на развитие рака и его распространение влияют специфические неучтённые нами факторы и дальнейший анализ взаимосвязи количества ран язвенного рака, их размеров и факторов окружающей среды должен быть модифицирован.

Сведения о финансировании исследования: Исследование поддержано грантом Российского научного фонда, 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., Седихин Н.В., Селиховкин А.В. Раневой рак ели и особенности его развития // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. Второй межд. науч.-тех. конф. / под ред. В.М. Гедьо. СПб., 2017. Т. 2. С. 115–117.

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.

Василяускас Р., Стенлид Я. Биология и структуры популяций грибов раневого комплекса в древостоях ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) // Грибные сообщества лесных экосистем. Материалы координационных исследований, Москва; Петрозаводск, 2000. С. 76–133.

Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А. Массовое усыхание лесов на северо-западе России // Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы: матер. науч. конф., посв. 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск, 2007. С. 42–52.

Зудилин В.А. Язвенный рак стволов ели в учебно-опытном лесхозе БГИТА и его вредоносность // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2008. №. 1. С. 100–101.

Корзова Е.А. Явление гибели еловых лесов на территории Выйского лесничества Архангельской области // Альманах научных работ молодых учёных Университета ИТМО: Пятидесятая науч. и учеб.-метод. конф. / ред. И.В. Баранов. СПб., 2021. Т. 1, ч. 1. С. 181–184.

Любомирский. Засыхание еловых насаждений // Лесной журнал. 1882. Вып. 10. С. 623–625.

Маслов А.Д. Усыхание еловых лесов от засух на европейской территории СССР // Лесоведение. 1972. № 6. С. 77–87.

Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН): инструкция Федеральной службы лесного хозяйства России от 21 февраля 1995 года.

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

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. Т. 101, № 2. С. 239–251. DOI: 10.31857/S0367144522020034.

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. 2023. № 3. С. 304–321. DOI: 10.31857/S0024114823020080.

Федоров Н.И., Будько А.В. Фитопатологическое состояние еловых насаждений Негорельского учебно-опытного лесхоза // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. 2007. Вып. XV. С. 395–398.

Федоров Н.И., Будько А.В. Распространение язвенного рака в еловых лесах Беларуси // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. 2008. Вып. XVI. С. 379–382.

Федоров И.Ю., Яковлев А.А. Влияние язвенного рака ели на категорию состояния деревьев в Учебно-опытном лесничестве Ленинградской области // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: матер. V Всерос. науч.-тех. конф.-вебинара. СПб., 2020. С. 263–265.

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. № 244. С. 118–130. DOI 10.21266/2079-4304.2023.244.118-130.

Щедрова В.И. Болезни хвойных пород. Язвенный рак лиственницы, сосны и ели. Л.: ЛТА, 1979. 32 с.

Яковлев А.А., Федоров И.Ю. Влияние язвенного рака ели на радиальный прирост // Актуальные вопросы в лесном хозяйстве: матер. III межд. науч.-практ. конф. молодых ученых. СПб., 2019. С. 102–104.

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, № 5. P. 305–323. DOI: 10.4236/oje.2018.85019.

Burneviča N., Jansons Ā., Zaļuma A., Kļaviņa D., Jansons J., Gaitnieks T. Fungi Inhabiting Bark Stripping Wounds Made by Large Game on Stems of *Picea abies* (L.) Karst. in Latvia // *Baltic Forestry*. 2016. Vol. 221, no. 1. P. 2–7.

Pettersson M., Talgø V., Frampton J., Karlsson B., Rönnerberg J. Pathogenicity of *Neonectria fuckeliana* on Norway Spruce Clones in Sweden and Potential Management Strategies // *Forests*. 2018. Vol. 9, no. 105. P. 1–17. DOI: 10.3390/f9030105.

Pohlert T. The pairwise multiple comparison of mean ranks: package (PMCMR). R Package. 2014. 9 p.

R Core Team., R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Available at: <https://www.R-project.org/>

Shabunin D.A., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Selikhovkin A.V. New Data on Fungal Species Composition in Spruce Trunk Canker // *Doklady Biological Sciences*. 2024. Vol. 519. P. 350–355. DOI: 10.1134/S0012496624701229.

Vasiliauskas R. Ecology of fungi colonizing wounds of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), with special emphasis on *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schw.: Fr.) Fr. // *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria*. 1998. No. 79. 59 p.

Vasiliauskas R. Damages to stand, resulting from shelterwood and selective cuttings // *Soil, Tree, Machine Interactions* / ed. by P.F.J. Abeels, D. Mathies & I. Wästerlund. Economic 11 Commission for Europe, FAO, ILO, IUFRO, Joint Committee on Forest Technology, Management and Training, 1994a. 6 p.

Vasiliauskas R. Spread of decay fungi from stem wounds into roots of Norway spruce. // *Proceedings of the 8th Int. Conf. on Root and Butt Rots* / ed. by M. Johansson & J. Stenlid. Uppsala, 1994b. P. 213–217.

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.

Burneviča N., Jansons Ā., Zaļuma A., Kļaviņa D., Jansons J., Gaitnieks T. Fungi Inhabiting Bark Stripping Wounds Made by Large Game on Stems of *Picea abies* (L.) Karst. in Latvia. *Baltic Forestry*, 2016, vol. 221, no. 1, pp. 2–7.

Fedorov N.I., Budko A.V. Phytopathological condition of spruce plantations of Negorelsky educational and experimental forestry enterprise. *Proceedings of BSTU. Series I. Forestry*, 2007, iss. XV, pp. 395–398. (In Russ.)

Fedorov N.I., Budko A.V. Spread of ulcerative cancer in spruce forests of Belarus. *Proceedings of BSTU. Series I. Forestry*, 2008, iss. XVI, pp. 379–382. (In Russ.)

Fedorov I.Yu., Yakovlev A.A. The Impact of Spruce Canker Disease on the Condition Category of Trees in the Educational and Experimental Forestry of the Leningrad Region. *Forests of Russia: Policy, Industry, Science, Education*: mater. of the V All-Russ. sci-tech. conf.-Webinar. St. Petersburg, 2020, pp. 263–265. (In Russ.)

Korzova E.A. The phenomenon of death of spruce forests in the territory of the Vyiskiy forestry of the Arkhangelsk region. *Almanac of scientific works of young scientists* of the ITMO University: the Fiftieth sci. educ.-method. conf. / ed. by I.V. Baranov St. Petersburg, 2021, vol. 1, part 1, pp. 181–184. (In Russ.)

Lyubomirsky. Drying out of spruce stands. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 1882, iss. 10, pp. 623–625. (In Russ.)

Maslov A.D. Drying out of spruce forests from droughts in the European territory of the USSR. *Lesovedenie*, 1972, no. 6, pp. 77–87. (In Russ.)

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

Pettersson M., Talgø V., Frampton J., Karlsson B., Rönnerberg J. Pathogenicity of *Neonectria fuckeliana* on Norway Spruce Clones in Sweden and Potential Management Strategies. *Forests*, 2018, vol. 9, no. 105, pp. 1–17. DOI: 10.3390/f9030105.

Pohlert T. The pairwise multiple comparison of mean ranks: package (PMCMR). R Package. 2014. 9 p.

R Core Team., R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Available at: <https://www.R-project.org/>

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)*, 2018, no. 6, pp. 426–433. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Mamaev N.A., Martirova M.B., Merkuriev S.A., Popovichev B.G. A New Outbreak of the European Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) in Leningrad Province. *Entomological Review*, 2022, vol. 102, no. 3, pp. 1–11. (In Russ.)

Selikhovkin A.V., Popovichev B.G., Mandelshtam 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. *Russian Journal of Forest Science (Lesovedenie)*, 2023, no. 3, pp. 304–321. DOI: 10.31857/S0024114823020080 (In Russ.)

Shabunin D.A. Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Selikhovkin A.V. New data on the species composition of canker fungi on spruce trunks. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2023, no. 244, pp. 118–130. DOI: 10.21266/2079-4304.2023.244.118–130. (In Russ.)

Shabunin D.A., Varentsova E.Yu., Popovichev B.G., Selikhovkin A.V. New Data on Fungal Species Composition in Spruce Trunk Canker. *Doklady Biological Sciences*, 2024, vol. 519, pp. 350–355. DOI: 10.1134/S0012496624701229.

Shchedrova V.I. Diseases of coniferous species. Ulcerative cancer of larch, pine and spruce. Leningrad: LTA, 1979. 32 p. (In Russ.)

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

Varentsova E.Yu., Sedikhin N.V., Selikhovkin A.V. Spruce wound canker and its development features. *Forests of Russia: policy, industry, science, education: mater. of the second int. sci-tech. conf. / ed. by V.M. Gedyo*. St. Petersburg, 2017, vol. 2, pp. 115–117. (In Russ.)

Vasiliauskas R. Damages to stand, resulting from shelterwood and selective cuttings. *Soil, Tree, Machine Interactions / ed. by P.F.J. Abeels, D. Mathies & I. Wästerlund*. Economic 11 Commission for Europe, FAO, ILO, IUFRO, Joint Committee on Forest Technology, Management and Training, 1994a. 6 p.

Vasiliauskas R. Spread of decay fungi from stem wounds into roots of Norway spruce. *Proceedings of the 8th Int. Conf. on Root and Butt Rots / ed. by M. Johansson & J. Stenlid*. Uppsala, 1994b, pp. 213–217.

Vasiliauskas R. Ecology of fungi colonizing wounds of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), with special emphasis on *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schw.: Fr.) Fr. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria*, 1998, no. 79, 59 pp.

Vasiliauskas R., Stenlid J. Biology and structure of fungal populations that colonise wounds of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Gribnye Soobschestva Lesnykh Ekosistem* (Fungal Communities in Forest Ecosystems) Moscow-Petrozavodsk, 2000, pp. 76–133. (In Russ.)

Yakovlev A.A., Fedorov I.Yu. The influence of canker cancer of spruce on radial growth. *Current issues in forestry: mater. of the III int. sci-pract. conf. of young scientists*. St. Petersburg, 2019, pp. 102–104. (In Russ.)

Zhigunov A.V., Semakova T.A., Shabunin D.A. Mass drying of forests in the northwest of Russia. *Forest biological research in the northwest of the taiga zone of Russia: results and prospects: mater. of the sci. conf. dedicated to the 50th anniversary of the Forest Institute of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. Petrozavodsk, 2007, pp. 42–52. (In Russ.)

Zudilin V.A. Ulcer cancer of spruce trunks in the educational and experimental forestry enterprise BGITA and its harmfulness. *Actual problems of the forest complex*, 2008, no. 1, pp. 100–101. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 20.02.2025

Мартирова М.Б., Седихин Н.В., Селиховкин А.В. Распространение язвенного рака ели в таёжных лесах европейской части России // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 254. С. 316–331. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.316-331

Исследованы закономерности распространения язвенного рака ели, включая пространственную динамику количества и размера ран на дереве, доли поврежденных деревьев и деревьев, имеющих заросшие (или зарастающие) раны. Данные собраны в таёжных ельниках в 2022–2023 гг. в пяти группах пробных площадей, расположенных в пяти отдалённых районах Ленинградской области, Республики Карелия и Мурманской области. (N59°–67°). По количеству учтенных язв на стволе между группами выборки по району и региону исследований, типам леса и полноте древостоя пробной площади достоверные различия отсутствуют. Язвы на деревьях первой категории состояния встречаются достоверно реже, чем на деревьях второй, третьей и четвертой категорий состояния. Различия между группами сухостойных категорий состояния (5,6) по количеству отмеченных язв статистически не значимы. Наблюдается тренд уменьшения размеров язв с юга на север, который может свидетельствовать о влиянии климатических факторов на активность патогена. По размерам язвенных ран между группами выборок по полноте древостоя и категории возраста выделяются одиночные выборки, отличные от остальных, но последовательно направленные различия отсутствуют. Например, размеры раковых ран не имеют достоверных различий между большинством категорий типов леса, однако во влажных черничниках зарегистрированные раны имеют статистически меньшие размеры, чем в черничнике свежем. Такие различия могут свидетельствовать о наличии неучтенных факторов или о специфике выборки. Для дальнейшего исследования факторов образования, развития и пространственно-типологического распространения язвенного рака требуется модификация методики учета проявлений патогена в связи с предположительным влиянием других факторов среды, не учтенных в данной работе.

Ключевые слова: ельник, размер раны, количество язв, характеристика древостоя, состояние.

Martirova M.B., Sedikhin N.V., Selikhovkin A.V. Spread of wound canker of spruce in the northern taiga forests of the European part of Russia. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2025, iss. 254, pp. 316–331 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.254.316-331

The patterns of spread of spruce wound canker development including the spatial dynamics of the number and size of wounds on the tree, the proportion of damaged trees and trees with overgrown (or healing) wounds were studied. The data were collected in taiga spruce forests in 2022–2023 in five groups of sample plots

located in five remote areas of the Leningrad Region, the Republic of Karelia and the Murmansk Region (N59°–67°). It was found that in the study area, spruce canker, despite its widespread distribution and high occurrence, does not lead to a critical deterioration in the condition of tree stands. The differences between the groups of deadwood condition categories (5,6) in the number of observed ulcers are statistically insignificant. There is a trend of decreasing ulcer sizes from south to north, which may indicate the influence of climatic factors on the pathogen activity. According to the sizes of canker wounds, single samples differ from the rest between the groups of samples by stand density and age category, but there are no consistently directed differences. For example, the sizes of canker wounds do not have reliable differences between most categories of forest types, however, in wet blueberry forests, the registered wounds are statistically smaller than in fresh blueberry forests. Such differences may indicate the presence of unaccounted factors or the specificity of the sample. For further study of the factors of formation, development and spatial-typological spread of wounded canker, it is necessary to modify the methodology for accounting for pathogen manifestations due to the presumed influence of other environmental factors not taken into account in this work.

Keywords: spruce forests, sizes of wounds, number of ulcers, characteristics of forest stands, condition.

МАРТИРОВА Мария Борисовна – аспирант, ассистент 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, 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

СЕДИХИН Николай Владиславович – младший научный сотрудник Зоологического института Российской академии наук. SPIN-код: 1219-5220. ORCID: 0000-0002-1444-4476.

199034, Университетская наб., д. 1, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: Nikolai.Sedikhin@zin.ru;

ассистент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: sedoi1995@mail.ru

SEDIKHIN Nickolai V. – junior researcher, Zoological Institute of Russian Academy of Sciences. SPIN-code: 1219-5220. ORCID: 0000-0002-1444-4476.

199034. Universitetskaya emb. 1. St. Petersburg, Russia. E-mail: Nickolai.Sedikhin@zin.ru;

assistant, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: sedoi1995@mail.ru

СЕЛИХОВКИН Андрей Витимович – профессор 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, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.selikhovkin@mail.ru

SELIKHOVKIN Andrey V. – DSc (Biological), Professor of St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 9339-4978. ORCID: 0000-0003-4227-9647

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