



Краткое сообщение

УДК 630\*416

DOI: 10.37482/0536-1036-2024-6-206-215

### Фаутность еловых древостоев северо-таежного района Архангельской области

*С.В. Коптев*<sup>1,2</sup>, д-р с.-х. наук, доц., гл. науч. сотр.;

ResearcherID: [ABD-5497-2021](https://orcid.org/0000-0002-5402-1953), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

*С.А. Васькин*<sup>1</sup>, аспирант; ResearcherID: [AHB-7358-2022](https://orcid.org/0000-0001-6160-5140),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6160-5140>

<sup>1</sup>Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; [s.koptev@narfu.ru](mailto:s.koptev@narfu.ru), [vaskin.s@edu.narfu.ru](mailto:vaskin.s@edu.narfu.ru)

<sup>2</sup>Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия, 163062; [s.koptev@narfu.ru](mailto:s.koptev@narfu.ru)

Поступила в редакцию 16.10.23 / Одобрена после рецензирования 26.12.23 / Принята к печати 28.12.23

**Аннотация.** Приведены результаты изучения фаутности ельников в северо-таежном районе Архангельской области. Фаутность оказывает значительное влияние на санитарное состояние, товарность и устойчивость лесных насаждений. Исследование проводилось с 2020 по 2023 г. с использованием материалов, полученных на пробных площадях, заложенных в спелых еловых насаждениях, модальных по основным таксационным параметрам. Перед началом полевых работ были изучены картографические базы данных. Размер пробы определялся изменчивостью таксационного диаметра главной породы и точностью опыта. На каждой пробной площадке проводили пересчет всех деревьев по породам, диаметру на высоте 1,3 м в коре и по категориям состояния. Для каждого дерева отмечали наличие пороков, влияющих на товарность, плодовых тел дереворазрушающих грибов. Для определения возраста деревьев на пробной площадке отбирали керны у шейки корня. Для изучения закономерностей распространения фаутности и получения массового материала были заложены статистические учетные площадки на свежих вырубках. При обнаружении гнили на пне проводили измерение диаметра гнили, определяли ее вид, тип и стадию. Возраст деревьев устанавливали по годичным кольцам на пнях. При наличии гнили возраст определяли по корреляционным связям с диаметром пня. Затем деревья группировали по соответствующим классам возраста. В ходе исследования были изучены и проанализированы показатели фаутности в различных лесорастительных условиях. Выявлено, что с увеличением класса возраста встречаемость всех пороков возрастает. Наиболее явная зависимость зафиксирована для гнилей. Количество гнилей варьирует в диапазоне от 5,1 до 29,0 % в зависимости от типа лесорастительных условий. Доля гнилей снижается с ухудшением лесорастительных условий. Самый распространенный дереворазрушающий гриб – корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Отмечается увеличение

поражаемости дереворазрушающими грибами деревьев с возрастанием диаметра. Средняя стадия комлевой гнили составила 2,8. Исследование фауны позволит повысить точность оценки ресурсного потенциала хвойных насаждений Архангельской области.

**Ключевые слова:** фауна, еловые насаждения, дереворазрушающие грибы, пороки древесины, гниль

**Благодарности:** Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках госзадания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства (регистрационный номер темы: 123022800118-4).

**Для цитирования:** Коптев С.В., Васькин С.А. Фауна еловых древостоев северо-таежного района Архангельской области // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 6. С. 206–215. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-6-206-215>

Brief report

## The Defectiveness of Spruce Stands in the Northern Taiga Zone of the Arkhangelsk Region

*Sergey V. Koptev*<sup>1,2</sup>, Doctor of Agriculture, Assoc. Prof., Chief Research Scientist;

ResearcherID: [ABD-5497-2021](https://orcid.org/0000-0002-5402-1953), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5402-1953>

*Sergey A. Vaskin*<sup>1</sup>, Postgraduate Student; ResearcherID: [AHB-7358-2022](https://orcid.org/0000-0001-6160-5140),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6160-5140>

<sup>1</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; [s.koptev@narfu.ru](mailto:s.koptev@narfu.ru), [vaskin.s@edu.narfu.ru](mailto:vaskin.s@edu.narfu.ru)

<sup>2</sup>Northern Research Institute of Forestry, ul. Nikitova, 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; [s.koptev@narfu.ru](mailto:s.koptev@narfu.ru)

Received on October 16, 2023 / Approved after reviewing on December 26, 2023 / Accepted on December 28, 2023

**Abstract.** The results of studying the defectiveness of spruce forests in the northern taiga zone of the Arkhangelsk Region are presented. Defectiveness has a significant impact on the sanitary condition, marketability and sustainability of forest plantations. The study has been conducted from 2020 to 2023 using materials obtained from sample plots laid in mature spruce plantations, modal in terms of basic taxation parameters. Before starting the field work, the cartographic databases have been studied. The sample size has been determined by the variability of the taxational diameter of the main species and the experiment accuracy. In each test area, all trees have been enumerated by species, diameter at a height of 1.3 m and by condition categories. For each tree, the presence of defects affecting marketability and fruit bodies of wood-destroying fungi has been noted. To determine the age of the trees in the sample plot, core samples have been taken from the root collar. To study the patterns of the defectiveness spread and obtain mass material, statistical survey sites have been laid on fresh cuttings. When rot has been detected on the stump, the diameter of the rot has been measured and its type and stage have been determined. The age of the trees has been determined by the annual rings on the stumps. In the presence of rot, age has been determined by correlation with the diameter of the stump. The trees have then been grouped by their respective age classes.

In the course of the research, defectiveness indicators have been studied and analyzed in various forest growth conditions. It has been revealed that with an increase in the age class, the occurrence of all defects increases. The most obvious dependence has been recorded for rots. The amount of rots varies from 5.1 to 29.0 %, depending on the type of forest growth conditions. The proportion of rots decreases with the deterioration of forest conditions. The most common wood-destroying fungus is the root sponge (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). There is an increase in the incidence of wood-destroying fungi in trees with increasing diameter. The average stage of butt rot has been 2.8. The study of the defectiveness will improve the accuracy of assessing the resource potential of coniferous plantations in the Arkhangelsk Region.

**Keywords:** defectiveness, spruce plantations, wood-destroying fungi, wood defects, rot

**Acknowledgements:** The publication was prepared based on the results of the research carried out within the framework of the state assignment of the Federal Budgetary Institution “Northern Research Institute of Forestry” to conduct applied scientific research in the field of activity of the Federal Forestry Agency (topic ID no. 123022800118-4).

**For citation:** Koptev S.V., Vaskin S.A. The Defectiveness of Spruce Stands in the Northern Taiga Zone of the Arkhangelsk Region. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2024, no. 6, pp. 206–215. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-6-206-215>

### Введение

Результаты изучения фауности насаждений отражены во многих публикациях [1–5, 7–10, 21]. П.В. Воропанов отмечает, что с возрастом фауность деревьев увеличивается: если в разновозрастном насаждении со средним возрастом 170 лет запас фауной части составляет 15 %, то в насаждении 230 лет он доходит до 27 %. Рост пораженности хвойных пород гнилями с повышением возраста подтверждается и зарубежными исследованиями [24–29]. По данным С.В. Коптева, встречаемость гнилей в черничном и долгомошном ельнике варьирует от 28,6 до 35,3 % [8]. На севере Финляндии зараженность гнилями у ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.) лежит в диапазоне от 16 до 46 % в перестойных насаждениях [27]. Для северных районов Норвегии отмечено, что 25 % ели поражены корневыми гнилями [22, 23]. По данным зарубежных исследователей, гнили ослабляют механическую устойчивость стволов деревьев, что приводит к ветровалам и буреломам. Это можно отнести к вторичным факторам гибели древостоев [24]. Таким образом, возраст и состояние древостоя, а также экологические условия существенно влияют на устойчивость лесных экосистем к болезням и вредителям. На это указывается в различных исследованиях [18–20]. Антропогенные воздействия, такие как загрязнение окружающей среды и рубки, также могут ухудшить состояние лесов и повысить их уязвимость к болезням и вредителям. Отмечается негативное антропогенное влияние на устойчивость рекреационных ельников [11–13]. Потери от заражения деревьев фитовредителями складываются из снижения выхода деловой древесины, текущего древесного прироста в насаждении, уменьшения защитных функций леса [2]. В целом можно сказать, что гибель лесов в старовозрастных еловых древостоях является результатом длительного процесса, включающего воздействие биотических и абиотических факторов. Однако для более комплексного управления лесными ресурсами и защитой лесов от вредных факторов, что может по-

мочь сохранить устойчивость лесов, необходимо проводить дополнительные исследования фауности.

В северо-таежном районе Архангельской области среди насаждений всех пород самым распространенным типом леса является черничный ельник. Его доля составляет 35 %. Доля долгомошного и сфагнового ельников – 27 % [6, 21]. По данным Лесного плана 2018 г., площадь хвойных лесов Архангельской области сократилась на 2,8 % по сравнению с 2009 г. В то же время средний запас насаждений на землях лесного фонда увеличился на 4 %, что связано с ростом доли спелых и перестойных насаждений [14, 17]. Изучение фауности в районе, выбранном для исследования, играет важную роль. Фауность оказывает значительное влияние на санитарное состояние, товарность и устойчивость лесных насаждений. Исследование фауности позволит повысить точность оценки ресурсного потенциала хвойных насаждений Архангельской области.

#### *Объекты и методы исследования*

Исследование проводилось в период с 2020 по 2023 г. с использованием материалов, полученных на пробных площадях, заложенных в спелых еловых насаждениях, модальных по основным таксационным параметрам. Основой для подбора пробных площадей стало изучение картографических баз данных. Пробные площади закладывали согласно ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные». Размер пробы зависел от изменчивости таксационного диаметра главной породы и точности опыта.

На каждой пробной площади проводили пересчет всех деревьев по породам, диаметру на высоте 1,3 м в коре и по категориям состояния. Для каждого дерева отмечали наличие пороков, влияющих на товарность, плодовых тел деструктивных грибов (ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины»). Для определения возраста деревьев на пробной площади отбирали керны у шейки корня буровом Haglof.

Для изучения закономерностей распространения фауности и получения массового материала были заложены статистические учетные площадки на свежих вырубках. Место закладки пробных площадей подбирали по таксационному описанию с уточнением лесорастительных условий в натуре. Площадки 20×20 м располагали равномерно по площади вырубок. На 50 учетных площадках измеряли диаметр и высоту каждого пня. При обнаружении гнили на пне проводили измерение ее диаметра, определяли вид, тип и стадию гнили. Возраст деревьев устанавливали по годичным кольцам на пнях. При наличии гнили возраст определяли по корреляционным связям с диаметром пня. Затем деревья группировали по классам возраста.

Помимо материалов, полученных авторами, использовались массовые материалы учета фауности филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Архангельской области» [16].

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

При изучении фауности важно установить встречаемость того или иного порока, которая зависит от типа лесорастительных условий. Выявлена зависи-

мость для гнилей. Встречаемость остальных пороков в значительной степени варьирует (рис. 1). Часто пороки фиксируются на деревьях одновременно.

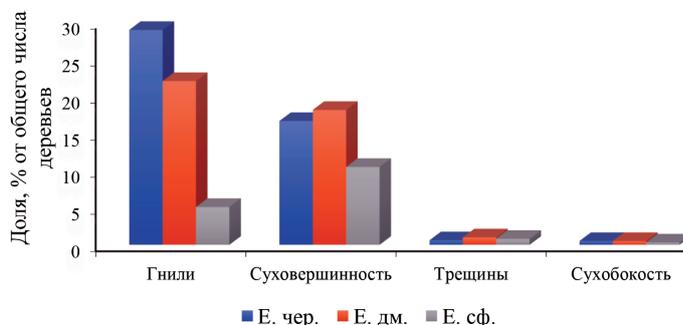


Рис. 1. Встречаемость фаутных деревьев в северотаежных ельниках Архангельской области: черничных (Е. чер.); долгомошных (Е. дм.); сфагновых (Е. сф.)

Fig. 1. The occurrence of defective trees in the northern taiga spruce forests of the Arkhangelsk Region: blueberry (Е. чер.); long-moss (Е. дм.); sphagnum (Е. сф.)

В черничном ельнике встречаемость фаутных деревьев составляет 46,8 % от общего числа деревьев: сухобокых – 0,5 %, с трещинами – 0,6 %, суховершинных – 16,7 %, с гнилями – 29 %. В долгомошном ельнике фаутных деревьев – 41,8 %, из них сухобокых – 0,5 %; с трещинами – 1,0 %; суховершинных – 18,2 %; с гнилями – 22,1 %. В сфагновом ельнике 16,7 % фаутных деревьев: 0,3 % сухобокых, у 0,8 % отмечены трещины, 10,5 % суховершинных, и у 5,1 % есть гнили.

На стволах ели зафиксированы морозные, боковые, несквозные, разошедшиеся трещины. В числе выявленных пороков доля трещин незначительна. Достаточно часто трещины и гниль присутствуют одновременно. Поэтому отдельного влияния на сортность лесоматериалов трещины не оказывают. Наиболее редко в обследованных ельниках встречается сухобокость. Зафиксирована высокая встречаемость суховершинности. Суховершинность часто бывает одновременно с гнилью на сильно ослабленных и усыхающих деревьях. Наиболее вероятной причиной появления суховершинности может быть изменение уровня грунтовых вод под воздействием почвенно-климатических факторов. Самым частотным пороком являются корневые и стволые гнили деревьев ели. С ухудшением лесорастительных условий на обследованных пробах встречаемость дереворазрушающих грибов снижается.

Согласно нашему исследованию, с увеличением класса возраста встречаемость всех пороков повышается. Наиболее явная зависимость зафиксирована для гнилей. Рост пораженности хвойных пород гнилями с возрастом подтверждается и зарубежными учеными [23, 24, 27]. Сухобокость, трещины зафиксированы с одинаковой частотой для деревьев разного диаметра и класса возраста. Нередко многие пороки присутствуют на деревьях одновременно. Главным из пороков, влияющих на сортность лесоматериалов, являются гнили, вызванные дереворазрушающими грибами. Фаутность северотаежных ельников средняя: количество фаутных деревьев в разных типах лесорастительных условий не превышает 40 %.

Из всех пороков древесины наибольшее влияние на выход сортиментов оказывают гнили, вызванные дереворазрушающими грибами. По нашим данным, самыми часто встречающимися дереворазрушающими грибами ельников северотаежного района Архангельской области являются: корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), вызывающая коррозионную пеструю ядровую гниль комля; еловая губка (*Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk), становящаяся причиной коррозионной пестрой ситовидной ядровой гнили ствола; трутовик Швейнитца (*Polyporus Schweinitzii* Fr.) – причина деструктивной бурой трещиноватой гнили комля; окаймленный трутовик (*Fomitopsis pinicola* (Sw.Fr.) P. Karst), появление которого на дереве влечет за собой деструктивную бурую трещиноватую ядрово-заболонную гниль.

Видовой состав дереворазрушающих грибов имеет зависимость от лесорастительных условий: с их ухудшением встречаемость дереворазрушающих грибов снижается (рис. 2).

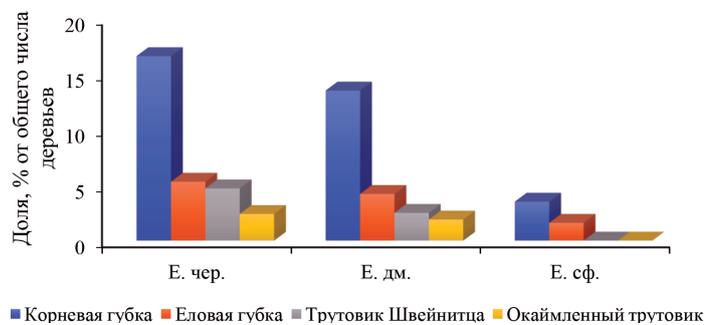


Рис. 2. Видовой состав дереворазрушающих грибов по типам леса

Fig. 2. The species composition of wood-destroying fungi by forest types

В черничном ельнике встречаемость деревьев, пораженных гнилями, составляет 29,0 % от общего числа деревьев (окаймленный трутовик – 2,4 %, трутовик Швейнитца – 4,7 %, еловая губка – 5,3 %, корневая губка – 16,6 %). В долгомошном ельнике деревьев с гнилями – 22,1 % от общего числа (окаймленный трутовик – 1,9 %, трутовик Швейнитца – 2,5 %, еловая губка – 4,2 %, корневая губка – 13,5 %). В сфагновом ельнике доля деревьев с гнилями равняется 5,1 % (еловая губка – 1,6 %, корневая губка – 3,5 %). По нашим данным, наиболее распространенным дереворазрушающим грибом является корневая губка. Доля пораженных ею деревьев варьирует от 3,5 до 16,6 % от общего числа деревьев. Полученные нами данные не противоречат результатам других исследователей [8, 12]. Для развития гнилей наиболее благоприятными являются высокопродуктивные типы леса. Доля корневой губки снижается с ухудшением лесорастительных условий. Вызывая гниение корневой части, трутовик Швейнитца становится причиной ветровалов либо негативно влияет на состояние дерева, что впоследствии приводит к его заселению вредными насекомыми. Еловая губка наносит значительный урон древесине ели, т. к. развивается в ее самых ценных частях. Болезнь влечет почти полную потерю деловой древесины, образование бурелома, реже – ветровала. Окаймленный трутовик часто встречается на ветровальных и буреломных деревьях и в ряде случаев фиксируется на усыхающих и сухостойных.

Исследователями П.В. Воропановым, С.П. Усковым, А.Г. Мошкалевым с соавт. отмечается связь между увеличением встречаемости гнилей и повышением класса возраста [2, 15, 21]. У старовозрастных деревьев фиксируется снижение устойчивости к поражению дереворазрушающими грибами (табл. 1).

Таблица 1

**Средняя встречаемость гнилей по классам возраста, % от общего количества деревьев**

**The average occurrence of rot by age classes, % of the total number of trees**

Класс возраста деревьев	Доля деревьев по категориям состояния		Доля деревьев класса возраста
	Здоровые	Поврежденные гнилями	
V	81,0	19,0	20,9
VI	59,6	40,4	34,8
VII	57,1	42,9	6,8
IX	34,1	65,9	27,0
XI	50,0	50,0	3,9
XV	41,2	58,8	6,6
<i>Среднее</i>	53,8	46,2	100*

\* Сумма.

В научных работах отмечается увеличение поражаемости дереворазрушающими грибами деревьев с возрастанием диаметра (С.В. Коптев [8], М. Thor et al. [29]). Нами зафиксировано, что диаметр деревьев оказывает сильное влияние на встречаемость гнилей (табл. 2).

Таблица 2

**Связь встречаемости гнилей с толщиной деревьев по типам лесорастительных условий**

**The relationship between the rot occurrence and the tree thickness by types of forest growth conditions**

Тип ельника	Уравнение связи	Ошибка уравнения	Пределы изменения независимой переменной, см
Черничный	$y = -0,0230x^2 + 1,8085x - 19,421$	1,81	16...24
Долгомошный	$y = 0,0217x^2 - 0,6576x + 7,2374$	2,66	16...28
Сфагновый	$y = -0,0251x^2 + 1,1008x - 10,166$	4,40	16...28

Наиболее часто гнили фиксируются у деревьев со средним диаметром от 20 см и более.

В хвойных древостоях примерно до 80 лет встречаются гнили 1-й и 2-й стадий, а в возрасте до 190 лет – 1, 2, 3 и 4-й стадий [15]. Для всех видов дереворазрушающих грибов в ельниках Европейского Севера характерна средняя степень декомпозиции древесины. Количество выявленных гнилей (коррозионная) на пнях (%) в соответствии со стадией разложения следующее:

1.....	22,2
2.....	11,2
3.....	29,6
4.....	37,0

Все выявленные гнили имеют коррозионный тип гниения. Согласно нашим данным, средняя стадия комлевой гнили составила 2,8. Наиболее часто встречаются 3-я и 4-я стадии гнилей. В последней стадии развития болезни обычно участвуют различные виды дереворазрушающих грибов [8].

#### Заключение

В ходе проведения исследования были изучены показатели фаутности в различных лесорастительных условиях в северо-таежном районе Архангельской области. Выявлено, что с увеличением класса возраста встречаемость всех пороков повышается. Наиболее явная зависимость зафиксирована для гнилей. Количество гнилей варьирует от 5,1 до 29,0 % в зависимости от типа лесорастительных условий. Доля гнилей снижается с ухудшением лесорастительных условий. Самым распространенным дереворазрушающим грибом является корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). Отмечается увеличение поражаемости дереворазрушающими грибами деревьев с возрастанием диаметра. Средняя стадия комлевой гнили составила 2,8. Наиболее часто встречаются 3-я и 4-я стадии гнилей.

Пороки древесных стволов уменьшают выход деловой древесины и сортность лесоматериалов. Правильный учет фаутности необходим для рационализации использования лесного фонда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Алексеев И.А., Курненко И.П. Учет фаутности ели и пихты при товаризации лесосечного фонда в Лысьвенском лесхозе Пермской области // Проблемы использования, воспроизводства и охраны лесных ресурсов: материалы респ. науч.-практ. конф. Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1989. Кн. 2. С. 115–116.

Alekseev I.A., Kurnenkova I.P. Accounting for the Spruce and Fir Defectiveness in the Merchantable Structure Evaluation of the Logging Fund in the Lysvensky Forestry of the Perm Region. *Problems of Use, Reproduction and Protection of Forest Resources: Materials of the Republican Scientific and Practical Conference*. Yoshkar-Ola, Mari Publ. House, 1989, book 2, pp. 115–116. (In Russ.).

2. Воропанов П.В. Ельники Севера. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1950. 180 с.

Voropanov P.V. *Spruce Forests of the North*. Moscow, Leningrad Goslesbumizdat Publ., 1950. 180 p. (In Russ.).

3. Горшин С.Н. Зараженность, фаутность и качественная производительность елово-пихтовых насаждений // Изв. Казан. лесотехн. ин-та. 1931. Вып. 2–3. С. 1–41.

Gorshin S.N. Infestation, Defectiveness and Quality Productivity of Spruce and Fir Plantations. *Izvestiya Kazanskogo lesotekhnicheskogo instituta*, 1931, iss. 2–3, pp. 1–41. (In Russ.).

4. Гусев И.И. Продуктивность ельников Севера. Л.: ЛГУ, 1978. 232 с.

Gusev I.I. *Productivity of the Spruce Forests of the North*. Leningrad, Leningrad State University Publ., 1978. 232 p. (In Russ.).

5. Гусев И.И. Закономерности формирования естественного отпада в таежных ельниках // Изв. вузов. Лесн. журн. 1989. № 4. С. 3–5.

Gusev I.I. Patterns of Mortality in Taiga Spruce Forests. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 1989, no. 4, pp. 3–5. (In Russ.).

6. Ильинцев А.С., Шамонтьев И.Г., Третьяков С.В. Современная динамика лесопользования в бореальных лесах России (на примере Архангельской области) // Лесотехн. журн. 2021. Т. 11, № 3(43). С. 45–62.

Ilintsev A.S., Shamontev I.G., Tretyakov S.V. Modern Dynamics of Forest Use in the Boreal Forests of Russia (for Example of the Arkhangelsk Region). *Lesotekhnicheskij Zhurnal* = Forestry Engineering Journal, 2021, vol. 11, no. 3(43), pp. 45–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.3/4>

7. Контев С.В. Закономерности распространения гнилей в северо-таежных ельниках // Вопросы рационального использования природных, сырьевых и энергетического ресурсов Европейского Севера: тез. докл. науч.-техн. конф. молодых специалистов, аспирантов и преподавателей. Архангельск, 1991. С. 18.

Koptev S.V. Patterns of Rot Spread in the North Taiga Spruce Forests. *Issues of Rational Use of Natural, Raw Materials and Energy Resources of the European North: Scientific and Technical Conference of Young Specialists, Postgraduate Students and Teachers: Abstracts*. Arkhangelsk, 1991, p. 18. (In Russ.).

8. Контев С.В. Фаутность северотаежных ельников // Изв. вузов. Лесн. журн. 1992. № 2. С. 20–26.

Koptev S.V. Defectiveness of the North Taiga Spruce Forests. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 1992, no. 2, pp. 20–26. (In Russ.).

9. Контев С.В. Закономерности формирования товарной структуры в усыхающих ельниках // Изв. вузов. Лесн. журн. 2014. № 5. С. 42–49.

Koptev S.V. Regularities of the Commodity Structure Formation in Shrinking Spruce Forests. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2014, no. 5, pp. 42–49. (In Russ.).

10. Контев С.В., Ежов О.Н. Товарность фаутных деревьев сосны // Лесоведение. 2005. № 3. С. 76–80.

Koptev S.V., Ezhov O.N. Marketability of Doty Pine Trees. *Lesovedenie* = Russian Journal of Forest Science, 2005, no. 3, pp. 76–80. (In Russ.).

11. Лебедев А.В. Патогенные грибы в рекреационных ельниках и диагностика устойчивости деревьев // Проблемы лесоведения и лесной экологии: тез. докл. Ч. II. М., 1990. С. 526–527.

Lebedev A.V. Pathogenic Fungi in Recreational Spruce Forests and Diagnostics of Tree Stability. *Problems of Forestry and Forest Ecology: Abstracts*. Part 2. Moscow, 1990, pp. 526–527. (In Russ.).

12. Лебедев А.В. Еловая губка в антропогенных древостоях и диагностика поражения деревьев // Изв. вузов. Лесн. журн. 1995. № 2–3. С. 38–42.

Lebedev A.V. Spruce Sponge in Anthropogenic Forest Stands and Diagnosis of Tree Damage. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 1995, no. 2–3, pp. 38–42. (In Russ.).

13. Лебедев А.В. Корневая губка в рекреационных ельниках и диагностика поражения деревьев // Изв. вузов. Лесн. журн. 1998. № 4. С. 29–34.

Lebedev A.V. Root Sponge in Recreational Spruce Forests and Diagnostics of Tree Damage. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 1998, no. 4, pp. 29–34. (In Russ.).

14. Лесной план Архангельской области Российской Федерации на 2019–2028 годы. Архангельск, 2018. 233 с.

*Forest Plan of the Arkhangelsk Region of the Russian Federation for 2019–2028*. Arkhangelsk, 2018. 233 p. (In Russ.).

15. Мошкалева А.Г., Книзе А.А., Ксеновонтов Н.И., Уланов Н.С. Таксация товарной структуры древостоев. М.: Лесн. пром-сть, 1982. С. 158.

Moshkalev A.G., Knize A.A., Ksenovontov N.I., Ulanov N.S. *Taxation of the Commodity Structure of Forest Stands*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982, p. 158. (In Russ.).

16. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Архангельской области за 2020 год и прогноз на 2021 год. Архангельск, 2021. 128 с.

*Review of the Sanitary and Forest Pathology Status of the Forests of the Arkhangelsk Region for 2020 and Forecast for 2021*. Arkhangelsk, 2021. 128 p. (In Russ.).

17. Официальный сайт администрации Архангельской области. Режим доступа: [http://dvinaland.ru/region/Arkhangelsk\\_obl/](http://dvinaland.ru/region/Arkhangelsk_obl/) (дата обращения: 13.11.24).

*The Official Website of the Arkhangelsk Region Administration.* Available at: [http://dvinaland.ru/region/Arkhangelsk\\_obl/](http://dvinaland.ru/region/Arkhangelsk_obl/) (accessed 13.11.24). (In Russ.).

18. Стороженко В.Г. Особенности гнилевого поражения ельников различного происхождения // Изв. вузов. Лесн. журн. 1992. № 3. С. 113–116.

Storozhenko V.G. Features of Rot Damage to Spruce Forests of Various Origin. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 1992, no. 3, pp. 113–116. (In Russ.).

19. Стороженко В.Г. Участие дереворазрушающих грибов в процессах деструкции и формирования лесных сообществ // Хвойные бореал. зоны. 2016. Т. XXXIV, № 1–2. С. 87–91.

Storozhenko V.G. Participation of Wood-Destroying Fungi in the Processes of Destruction and Formation of Forest Communities. *Khvoynye boreal'noi zony = Conifers of the Boreal Area*, 2016, vol. XXXIV, no. 1–2, pp. 87–91. (In Russ.).

20. Стороженко В.Г., Засадная В.А. Структура древесного опада девственных ельников северной и южной тайги Европейской части России // Сиб. лесн. журн. 2019. № 2. С. 64–73.

Storozhenko V.G., Zasadnaya V.A. Structure of Woody Debris of Virgin Spruce Forests of the Northern and Southern Taiga in the European Part of Russia. *Sibirskij lesnoj zhurnal = Siberian Journal of Forest Science*, 2019, no. 2, pp. 64–73. <https://doi.org/10.15372/SJFS20190206>

21. Усков С.П. Фауна спелых и перестойных ельников Кадниковского лесничества // Тр. Ин-та леса и древесины. 1962. Т. 53. С. 212.

Uskov S.P. Defectiveness of Mature and Overmature Spruce Forests of the Kadnikovsky Forestry. *Proceedings of the Forest and Timber Institute: Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences*, 1962, vol. 53, p. 212. (In Russ.).

22. Huse K., Solheim H., Venn K. Råte i Gran Registrert på Stubber Etter Hogst Vinteren 1992. *Rapp Skogforsk*, 1994, vol. 23, no. 94, pp. 1–26. (In Norw.).

23. Hysten G., Granhus A. A Probability Model for Root and Butt Rot in *Picea abies* Derived from Norwegian National Forest Inventory Data. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2018, vol. 33, iss. 7, pp. 657–667. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1487074>

24. Mattila U., Nuutinen T. Assessing the Incidence of Butt Rot in Norway Spruce in Southern Finland. *Silva Fennica*, 2007, vol. 41, no. 1, art. no. 473. <https://doi.org/10.14214/sf.473>

25. Möykkynen T., Pukkala T. Optimizing the Management of a Norway Spruce Stand on a Site Infected by *Heterobasidion* coll. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2009, vol. 24, iss. 2, pp. 149–159. <https://doi.org/10.1080/02827580902870508>

26. Müller M.M., Kaitera J., Henttonen H.M. Butt Rot Incidence in the Northernmost Distribution Area of *Heterobasidion* in Finland. *Forest Ecology and Management*, 2018, vol. 425, pp. 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.036>

27. Norokorpi Y. Old Norway Spruce Stands, Amount of Decay and Decay-Causing Microbes in Northern Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae*, 1979, vol. 97, no. 6, ref. 103.

28. Stenlid J., Wästerlund I. Estimating the Frequency of Stem Rot in *Picea abies* Using an Increment Borer. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1986, vol. 1, iss. 1–4, pp. 303–308. <https://doi.org/10.1080/02827588609382421>

29. Thor M., Ståhl G., Stenlid J. Modelling Root Rot Incidence in Sweden Using Tree, Site and Stand Variables. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2005, vol. 20, iss. 2, pp. 165–176. <https://doi.org/10.1080/02827580510008347>

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest

**Вклад авторов:** Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

**Authors' Contribution:** All authors contributed equally to the writing of the article