

О.И. Гаврилова, А.В. Грязькин, Е.А. Гурылёва, А.П. Смирнов

ДИГРЕССИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Введение. В промышленно развитых регионах все леса испытывают существенную антропогенную нагрузку. Нередко лесные экосистемы быстро деградируют под воздействием комплекса негативных факторов, включая выбросы автотранспорта [Павлов, 2005; Алябьев, 2013; Беляева и др., 2015; Артемьев, Россинина, 2019; Белых, 2022; Евдокимов, Ярмишко, 2023]. Характерным примером такого воздействия являются ельники, произрастающие вдоль автомагистрали Санкт-Петербург–Мурманск. Ель обыкновенная в лесном фонде Республики Карелии занимает второе место по занимаемой площади [Грязькин, 2001; Гаврилова и др., 2017; Стороженко, 2017].

Известно, что степень антропогенного воздействия на лесные фитоценозы снижается с удалением от объектов техногенного загрязнения [Трунов, 2001; Малахова, Крылов, 2012; Евдокимов, Ярмишко, 2023]. В публикациях исследователей из разных регионов отмечается интенсивная дигрессия растительных сообществ в непосредственной близости от промышленных предприятий [Малахова, Крылов, 2012; Алябьев, 2013; Артемьев, Россинина, 2019; Евдокимов, Ярмишко, 2023]. В первую очередь негативное воздействие антропогенных факторов испытывает растительность нижних ярусов – живой напочвенный покров, подрост, подлесок [Гуталь, 2014; Беляева и др., 2015; Кази, 2016; Белых, 2022; Schneider, Roeder, 1993]. Заселение деревьев энтомовредителями, заражение древесоразрушающими грибами, массовое усыхание ели наблюдается на втором этапе деградации лесных экосистем [Фёдоров, Сарнацкий, 2001; Маслов, 2010; Малахова, Крылов, 2012; Алябьев, 2013].

Опубликованные данные свидетельствуют о том, что наиболее крупные деревья испытывают более интенсивное антропогенное воздействие, что связано с максимальным накоплением поллютантов в кроне деревьев, составляющих верхний ярус древостоя [Фёдоров, Сарнацкий, 2001; Маслов, 2010; Малахова, Крылов, 2012; Алябьев, 2013]. Из состава лесных фитоценозов на ранних стадиях антропогенного воздействия выпадают виды, неустойчивые к промышленным выбросам. Из состава живого напочвенного покрова к

наиболее устойчивым видам относятся злаки, ситники и другие синантропные виды [Федулов и др., 2015; Белых, 2022]. Основная часть малоустойчивых видов относится к травяно-кустарничковому ярусу [Белых, 2022].

Цель исследования – выявление особенностей дигрессии основных компонентов лесных фитоценозов, произрастающих вдоль магистрали с интенсивным автомобильным движением в условиях южной Карелии. Исследование причин массового усыхания ели – шаг вперед на пути познания биологии ели и экологии ельников в целом.

Материалы и методика исследования. Объект исследования – ельники, произрастающие вдоль федеральной трассы Мурманск–Санкт-Петербург. Для исследования были выбраны участки ельников на разном удалении от трассы, испытывающие разную степень влияния антропогенного воздействия (рис. 1), включая интенсивную рекреационную нагрузку со стороны городского населения (рис. 2).



Рис. 1. Массовый ветровал в распадающемся ельнике, произрастающем вдоль трассы Мурманск–Санкт-Петербург

Fig. 1. Massive windthrow in a decaying spruce forest growing along the Murmansk–St. Petersburg highway



Рис. 2. Последствие рекреационного воздействия на ельники, произрастающие вдоль автомобильной трассы Мурманск–Санкт-Петербург

Fig. 2. The consequence of recreational exposure to spruce forests growing along the Murmansk–St. Petersburg highway

Этапы сукцессии на участках опытных ельников устанавливали в окнах, образовавшихся после полного разрушения основного компонента леса – древостоя. В окнах разного размера наглядно проявляются этапы смены пород и восстановления растительности всех компонентов лесного фитоценоза. В качестве контроля использовали ельники, произрастающие на максимальном удалении от трассы (более 200 м). Оценку видового состава и состояния растительности нижних ярусов проводили на круговых учетных площадках по 10 м² в соответствии с патентом РФ № 2084129 [Грязькин, 1997]. Количество учетных площадок зависело от размеров окна и составляло от 15 до 30. Для живого напочвенного покрова указывали видовой состав, встречаемость и проективное покрытие. Для подроста и подлеска учитывали численность, состав, высоту и жизнеспособность. Жизнеспособность растений устанавливали с учетом воздействия комплекса факторов, включая рекреационную нагрузку.

Почвы на объектах исследования среднеподзолистые модергумусные на валунном суглинке. Почвы маломощные, что хорошо видно на местах ветровала с вывороченными корнями (рис. 3).



Рис. 3. Общая характеристика почвы в ветровой воронке и на вывороченных корнях

Fig. 3. General characteristics of the soil in the wind funnel and on the upturned roots

Результаты исследования. Ельники, произрастающие вдоль указанной автомагистрали, характеризуются однородным составом и небольшой дифференциацией деревьев по возрасту и диаметру стволов. Средний возраст древостоев составляет около 80 лет. Древостои произрастают по I-III классам бонитета.

Древостои на объектах исследования интенсивно распадаются. Доля сухостоя – более 27%. Это сопровождается массовым поражением стволов энтомо вредителями и заражением древоразрушающими грибами (рис. 4). Воздействие энтомо вредителей и древоразрушающих грибов приводит к образованию сухостоя, ветровала и бурелома.

Поврежденные деревья ели подвержены ветровалу и усыхают большими куртинами (рис. 5). В результате развала сухостоя образуются окна, диаметр которых варьирует от 10-15 м до 60-80 м.

Основные характеристики растительности на опытных участках представлены в табл. 1. Состав древостоев на контрольных опытных участках установлен по запасу, а в окнах – по количеству деревьев (молодняки).



Рис. 4. Заселение ослабленных деревьев ели короедами
Fig. 4. Colonization of weakened spruce trees by bark beetles



Рис. 5. Куртина сухостоя на объекте исследования (окно № 3)
Fig. 5. Deadwood curtain at the research object (window No. 3)

Таблица 1

Основные характеристики древостоев на объектах исследования

Main characteristics of forest stands at the study sites

Номер объекта	Тип леса	Состав древесной растительности верхнего яруса, %	Густота экз./га	Размеры окна, м	Элемент рельефа, уклон
1К	Екис.	100Е	560	–	плато
2К	Едол.	94Е4Олс2Б	630	–	подножье склона
3	Екис	94Ряб4Ивк2Б	1100	35	склон 15-20°
4	Бдол	51Б18Олс19Ивк9С3Ос	970	50-60	подножье склона
5	Екис	77Ряб12Б8Ивк 3Олс	1320	20	плато
6	Екис	49Ряб42Ивк9Б	1400	15-20	склон 10-15°
7	Ечер	72Ивк24Б4Ряб	780	10	склон 5-10°
8	Ечер	52Ряб28Ивк15Олс5Б	2800	30×80	склон 5-10°
9	Бчер	51Б42Ивк5Ос2С	830	30×60	подножье склона

Примечание. Здесь и далее: К – контроль, Екис – ельник кисличный, Едол – ельник долгомошный, Ечер – ельник черничный, Бдол – березняк долгомошный, Бчер – березняк черничный. Б – береза, Д – дуб, Е – ель, Ивк – ива козья, Олс – ольха серая, Ос – осина, Ряб – рябина, С – сосна

Для сравнения характеристик растительности использованы два участка с еловым древостоем двух типов леса в качестве контроля. Ельник кисличный на плато представлен древостоем, чистым по составу. Контрольный древостой у подножья склона на переувлажнённой почве в небольшом количестве включает ольху серую и березу пушистую.

Состав древесной растительности на объектах исследования в окнах характеризуется преобладанием рябины (*Sorbus aucuparia* L.) и ивы козьей (*Salix caprea* L.), что свидетельствует о смене пород на первом этапе сукцессии. Практически одновременно под пологом лиственнично-хвойных молодняков в большинстве случаев появляется подрост ели (*Picea abies* (L.) Н. Karst.), единично встречается дуб (*Quercus robur* L.), т.е. происходит вторичная стадия сукцессии – восстановление главной породы (табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики подроста на объектах исследования

The main characteristics of the undergrowth at the research sites

Номер объекта	Состав подроста, %	Общая густота подроста, экз./га	Средняя высота, см	Доля жизнеспособного, %
1К	96Е4Д	560	62	81
2К	94Е4Олс2Б	420	54	90
3	82Е12Б6Ос	1660	114	76
4	68Е14Б12С4Ос	820	60	62
5	88Е12Б	860	48	94
6	91Е6Б3Ос	3100	46	83
7	89Е10Б1Ос	2920	61	86
8	69Е17Б12Олс2Д	1020	170	74
9	67Е19Б12Ос2С	980	162	70

Окна, образовавшиеся после распада ельников, интенсивно заселяются травянистой и древесной растительностью. В составе подроста на всех опытных участках преобладает ель – от 67 до 96%. Доля жизнеспособного подроста в окнах составляет 76-95% и зависит от типа леса. На объектах с относительно богатыми почвами в составе подроста, кроме ели, произрастают дуб, береза и осина. На переувлажненных почвах в составе подроста встречается ольха серая (объекты 2 и 8).

В целом молодое поколение лесообразующих пород характеризуется преобладанием жизнеспособного подроста. Доля жизнеспособного выше у елового подроста – от 62 до 94%. На объекте 4 на избыточно увлажненных почвах доля сухого подроста достигает 42%.

На первом этапе зарастания окон в составе верхнего яруса преобладают ива козья, рябина обыкновенная, ольха серая (*Alnus incana* L.). Одновременно с подростом окна интенсивно заселяются подлесочными породами, такими как: рябина обыкновенная, ивы козья и ушастая (*Salix aurita* L.), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), смородина красная (*Ribes rubrum* L.) (табл. 3).

Таблица 3

Основные характеристики подлеска на объектах исследования

The main characteristics of the shrub layer at the research sites

Номер объекта	Состав, %	Общая густота, экз./га	Средняя высота, см
1К	97Ряб2Шип1Жим	1476	106
2К	86Ряб12Ивк2Иву	824	110
3	76Ряб20Ивк3Чер1Смк	615	77
4	80Ряб18Крш2Шип	670	81
5	88Ряб9Крш3Жим	472	88
6	48Ряб28Ивк9Крш8Чер7Буз	580	110
7	90Ряб4Крш3Чер3Шип	1000	122
8	58Ряб21Ивк9Чер7Буз5Смк	400	108
9	62Ряб32Крш6Шип	410	98

Примечание. Буз – бузина красная, Жим – жимолость обыкновенная, Ивк – ива козья, Иву – ива ушастая, Крш – крушина ломкая, Ряб – рябина обыкновенная, Смк – смородина красная, Шип – шиповник иглистый

В составе подлеска чаще всего встречаются рябина обыкновенная, ива козья и крушина ломкая. Доля других видов в составе подлеска не превышает 15% (суммарно). Численность подлеска под пологом верхнего яруса варьирует в пределах от 400 до 1480 экз./га. По средней высоте различия минимальны – от 77 до 122 см.

Живой напочвенный покров характеризуется большим разнообразием, однако представлен преимущественно теневыносливыми видами, относящимися к мезофитам и гигрофитам (табл. 4).

Наибольший показатель встречаемости видов в составе живого напочвенного покрова характерен для 3-5 видов: черники обыкновенной, кислицы обыкновенной, щитовника иглистого, майника двулистного и седмичника европейского. При этом проективное покрытие отдельных видов не превышает 31% (кислица обыкновенная) и 36% (черника обыкновенная). Большинство видов травяно-кустарничкового яруса занимают не более 10% площади опытного участка. Проективное покрытие мхов в целом выше, чем у отдельных видов травянистых растений, например, сфагнумы покрывают до 43% площади опытного участка (объект № 2), а кукушкин лен – 62% (объект № 4). Зеленые мхи занимают не более 32%. В их составе выделены представители четырех родов – дикранумы (*Dicranum* sp. Hedw.), плеуроциум (*Pleurozium* sp. Mitt.), ритидиладельфус (*Rhytidiadelphus* sp. Warnst.) и гилокомиевые (*Hylocomium* sp. Hedw.).

Таблица 4

**Видовой состав и проективное покрытие живого напочвенного покрова
на опытных объектах**

**Species composition and projective coverage of living ground cover
at experimental sites**

Название вида	Проективное покрытие, %								
	1К	2К	3	4	5	6	7	8	9
Брусника – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	+	+	12	–	+	10	14	8	6
Вейник наземный – <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	–	+	+	10	8	8	13	11
Голокучник Линнея – <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	+	–	+		+	6	+	+	–
Иван-чай узколистный – <i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Holub	+	–	+	–	+	+	+	–	–
Зеленые мхи – <i>Bryidae</i> sp.	19	+	12	+	12	25	32	+	23
Земляника лесная – <i>Fragaria vesca</i> L.	+	–	+	–	+	+	+	–	+
Кислица обыкновенная – <i>Oxalis acetosella</i> L.	23	–	31	–	28	21	10	+	+
Кукушкин лен – <i>Polytrichum commune</i> Hedw.	–	46	–	62	–	+	–	–	22
Линнея северная – <i>Linnaea borealis</i> L.	–	+	–	+	–	+	+	+	+
Луговик извилистый – <i>Avenella flexuosa</i> L.	11	–	+	–	8	9	+	12	+
Луговик дернистый – <i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P.Beauv.	+		+		+	+	+	8	–
Майник двулистный – <i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	+	+	+	–	+	+	+	6	+
Малина – <i>Rubus idaeus</i> L.	+	–	+	–	+	+	–	+	–
Марьянник лесной – <i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	6	–	3	–	4	7	+	4	–
Мяглик обыкновенный – <i>Poa trivialis</i> L.	+	–	+	–	+	+	–	–	–
Ожика волосистая – <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+	–	+	–	+	+	+	+	+
Плаун годичный – <i>Lycopodium annotinum</i> L.	–	+	–	+	–	+	–	–	–
Седмичник европейский – <i>Trientalis europaea</i> L.	+	+	+	–	+	+	+	+	+
Ситник развесистый – <i>Juncus effusus</i> L.	–	+	–	+	–	–	–	+	–
Сфагнумы – <i>Sphagnum</i> sp.	–	43	–	19	–	–	–	–	+
Фиалка собачья – <i>Viola canina</i> L.	–	+	+	+	+	–	+	+	+
Хвощ лесной – <i>Equisetum sylvaticum</i> L.	–	+	–	29	+	–	+	+	8
Черника обыкновенная – <i>Vaccinium myrtillus</i> L.	32	15	15	11	14	9	28	36	19
Щитовник игольчатый – <i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P.Fuchs	11	+	+	+	14	12	+	13	–
Итого видов	17	13	18	11	19	20	18	18	15

Примечание. Знак «+» означает присутствие вида на учётной площадке при проективном покрытии менее 5%, а знак «–» – отсутствие вида на учётной площадке

Обсуждение. По мнению некоторых исследователей, ельники европейской части России подвержены массовому усыханию с давних времён. Ещё в 1766 году в своей знаменитой монографии «Описании естественного состояния растущих в северных российских странах лесов», учёный-лесовод Фердинанд Габриель Фокель отмечал: «...что до состояния долговременности еловых деревьев касается, то... такие леса целыми местами засыхают, ветер их вышатывает, и черви точат» [Фокель, 1766]. Массовому усыханию подвержены не только ельники, но и сосняки, на что указывают М.И. Трунов [2001], И.Н. Павлов [2005], Ю.П. Федулов и др. [2015].

В качестве основных причин усыхания насаждений указываются засухи [Малахова, Крылов, 2012; Алябьев, 2013; Белых, 2022], очаги интенсивного размножения короеда-типографа [Маслов, 2010; Малахова, Крылов, 2012; Алябьев, 2013], антропогенное воздействие (основная часть территории Северо-Запада России представлена лесами, испытывающими постоянную антропогенную нагрузку) [Олейникова, Зиновьева, 2012; Алябьев, 2013; Евдокимов, Ярмишко, 2023; Tjoelker et al., 2007]. Н.И. Федоров и В.В. Сарнацкий [2001] указывают на периодическое массовое усыхание ельников на территории Республики Беларусь под воздействием природных и антропогенных факторов.

Очаговое усыхание ельников отмечается и на территории Ленинградской области, причем на протяжении многих десятилетий. Об этом свидетельствуют результаты специальных исследований, проведенных в разных лесничествах области в разные годы [Грязькин, 2001; Гуталь, 2014; Беляева и др., 2015; Кази, 2016]. Для предотвращения массового усыхания возникающие очаги сухостойных ельников необходимо своевременно ликвидировать. С государственной точки зрения предупредительные мероприятия такого рода необходимы.

Заключение. Установлено, что еловые фитоценозы в условиях интенсивного воздействия рекреантов и выбросов автотранспорта характеризуются ускоренной деградацией. Средний возраст древостоев в стадии интенсивного распада составляет не более 80 лет. При этом проявляется тенденция к быстрому восстановлению ельников через короткую стадию смены ели лиственными породами.

В окнах, образовавшихся после распада древостоя, быстро появляются подрост и подлесок. Молодое поколение лесообразующих пород характеризуется преобладанием жизнеспособного подростка. Лишь в от-

дельных случаях доля сухого подроста ели может достигать 42%. Состав живого напочвенного покрова включает не только лесные виды, но и синантропные.

Вклад авторов. Вклад каждого автора в подготовке статьи равнозначный.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Алябьев А.Ф. Усыхание ельников Подмосковья // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2013. № 6. С. 159-166.

Артемьев О.С., Россинина А.А. Динамика численности деревьев хвойных пород в условиях крупного промышленного центра (на примере города Красноярска) // Хвойные бореальной зоны. 2019. № 2. С. 6-12.

Беляева Н.В., Григорьева О.И., Ароян К.А. Возобновление ели под пологом древостоя в условиях Ленинградской области // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3, № 6 (17). С. 123-130.

Белых О.А. Прогнозирование динамики лесных экосистем в условиях загрязнения промышленными аэровыбросами по состоянию травянистых растений // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 19-29.

Гаврилова О.И., Пак К.А., Морозова И.В., Юрьева А.Л. Формирование искусственных сосновых древостоев в условиях карельской таежной зоны // ИВУЗ. Лесной журнал. 2017. № 4 (358). С. 23-33.

Грязькин А.В. Способ учета подроста. Патент РФ № 2084129 Российская Федерация, МКИ С 6 А 01 G 23/00. № 94022328/13; заявл. 10.06.94; опубл. 20.07.97, Бюл. № 20.

Грязькин А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России): монография. СПб.: СПбГЛТА, 2001. 188 с.

Гуталь М. Жизнеспособность и структура подроста ели под пологом древостоев и на вырубках: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2014. 19 с.

Евдокимов А.С., Ярмишко В.Т. Структура древесного яруса лесных сообществ центральной части Кольского полуострова, формируемая при снижении аэротехногенной эмиссии // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. № 1. С. 32-39.

Кази И.А. Исследование конкурентных отношений между древосто-ем и подростом в насаждениях, сформированных рубками ухода: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2016. 20 с.

Малахова Е.Г., Крылов А.М. Усыхание ельников в Клинском лесничестве Московской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1 (8). С. 175-178.

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

Олейникова Е.В., Зиновьева И.С. Антропогенное воздействие на леса // Успехи современного естествознания. 2012. № 4. С. 191-193.

Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. 360 с.

Стороженко В.Г. Естественное возобновление в коренных разновозрастных ельниках европейской тайги России // Сибирский лесной журнал. 2017. № 3. С. 87-92. DOI: 10.15372/SJFS20170309.

Трунов М.И. Жизненное состояние сосновых насаждений под влиянием техногенного загрязнения атмосферы // География и природопользование Сибири. 2001. № 4. С. 207-214

Федулов Ю.П., Котляров В.В., Доценко К.А. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Краснодар: КубГАУ, 2015. 64 с.

Фёдоров Н.И., Сарнацкий В.В. Особенности формирования лесов Белоруссии в связи с их периодическим массовым усыханием. Минск: Тэхна-логія, 2001. 179 с.

Фокель Ф.Г. Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить. СПб.: Морской Шляхетский Кадетский Корпус, 1766. 375 с.

Schneider B., Roeder A. Dynamics of Natural Regeneration of Norway Spruce under Shelters of Old Stands // Allgemeine Forst-Zeitschrift. 1993. Vol. 48 Extent: v. 57-60 (2). P. 37-43.

Tjoelker M.G., Boratynski A., Bugala W. Biology and Ecology of Norway Spruce. Springer Netherlands, 2007. 474 p.

References

Alyabyev A.F. Drying of spruce forests in the Moscow region. *Forestry bulletin*, 2013, no. 6, pp. 159-166. (In Russ.)

Artemyev, O.S., Rossinina A.A. Dynamics of the number of coniferous trees in a large industrial center (on the example of the city of Krasnoyarsk). *Conifers of boreal zone*, 2019, no. 2, pp. 6-12. (In Russ.)

Belyaeva N.V., Grigorieva O.I., Aroyan K.A. Renewal of spruce under the canopy of a stand in the conditions of the Leningrad region. *Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice*, 2015, vol. 3, no. 6 (17), pp. 123-130. (In Russ.)

Belykh O.A. Forecasting the dynamics of forest ecosystems in conditions of pollution by industrial air emissions based on the state of herbaceous plants. *KSTU News*, 2022, no. 66, pp. 19-29. (In Russ.)

Evdokimov A.S., Yarmishko V.T. The structure of the tree layer of forest communities in the central part of the Kola Peninsula, formed with a decrease in aerotechnogenic emissions. *Bulletin of the RUDN. Series: Ecology and life safety*, 2023, no. 1, pp. 32-39. (In Russ.)

Fedorov N.I., Sarnatsky V.V. Features of the formation of forests in Belarus in connection with their periodic mass drying out. Minsk: Tekhnologiya, 2001. 179 p. (In Russ.)

Fedulov Yu.P., Kotlyarov V.V., Dotsenko K.A. Plant resistance to adverse environmental factors. Krasnodar: KubGAU, 2015. 64 p. (In Russ.)

Fokel F.G. Description of the natural state of forests growing in northern Russian countries with various notes and instructions on how to plant them. St. Petersburg: Marine Noble Cadet Corps, 1766. 375 pp. (In Russ.)

Gavrilova O.I., Pak K.A., Morozova I.V., Yuryeva A.L. Formation of artificial pine stands in the conditions of the Karelian taiga zone. *IVUZ. Forest magazine*, 2017, no. 4 (358), pp. 23-33. (In Russ.)

Gryazkin A.V. The method of accounting for undergrowth. Patent of the Russian Federation No. 2084129 Russian Federation, MCI C 6 A 01 G 23/00. - No. 94022328/13; Application. 10.06.94; Pub. 07/20/97, Byul, no. 20. (In Russ.)

Gryazkin A.V. The renewable potential of taiga forests (on the example of spruce forests in the North-West of Russia): monograph. St. Petersburg: SPbGLTA, 2001. 188 p. (In Russ.)

Gutal M. Viability and structure of spruce undergrowth under the canopy of stands and in cuttings: author's abstract. Diss. ... Cand. Biol. Sci. St. Petersburg, 2014. 19 p. (In Russ.)

Kazi I.A. A Study of the competitive relationship between a stand and a teenager in plantations formed by logging. Diss. ... Cand. Agr. Sci. St. Petersburg, 2016. 20 p. (In Russ.)

Malakhova E.G., Krylov A.M. Drying of spruce forests in the Klin forestry of the Moscow region. *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2012, vol. 14, no. 1 (8), pp. 175-178. (In Russ.)

Maslov A.D. The bark beetle and the drying out of spruce forests. Moscow: VNIILM, 2010. 138 p. (In Russ.)

Oleinikova E.V., Zinovieva I.S. Anthropogenic impact on forests. *Successes of modern natural science*, 2012, no. 4, pp. 191-193. (In Russ.)

Pavlov I.N. Woody plants in conditions of technogenic pollution. Ulan-Ude: BNC SB RAS, 2005. 360 p. (In Russ.)

Schneider B., Roeder A. Dynamics of Natural Regeneration of Norway Spruce under Shelters of Old Stands. *Allgemeine Forst-Zeitschrift*, 1993, vol. 48 Extent: vol. 57-60 (2), pp. 37-43.

Storozhenko V.G. Natural renewal in indigenous spruce forests of the European taiga of Russia. *Siberian forest journal*, 2017, no. 3, pp. 87-92. DOI: 10.15372/SJFS20170309. (In Russ.)

Tjoelker M.G., Boratynski A., Bugala W. Biology and Ecology of Norway Spruce. Springer Netherlands, 2007. 474 p.

Trunov M.I. Vital state of pine plantations under the influence of man-made atmospheric pollution. *Geography and nature management of Siberia*, 2001, no. 4, pp. 207-214. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 17.10.2024

Гаврилова О.И., Грязькин А.В., Гурылёва Е.А., Смирнов А.П. Дигрессия придорожных ельников южной Карелии под воздействием антропогенных факторов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. Вып. 256. С. 262–277. DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.262-277

Представлены экспериментальные данные по составу растительности на лесных участках, подверженных комплексному воздействию антропогенных факторов. Объект исследования – деградирующие ельники, средний возраст которых около 80 лет. Ельники произрастают на юго-западной окраине г. Петрозаводска. Установлено, что ельники, произрастающие вдоль федеральной трассы Мурманск–Санкт-Петербург на территории Республики Карелии, разрушаются с образованием окон разного размера на месте распадающихся древостоев. Деградация придорожных ельников усугубляется под воздействием интенсивной рекреационной нагрузки. Диаметр окон – от 10 до 80 м. Показано, что окна быстро зарастают лиственными породами, представленными преимущественно березой, осиной, ольхой серой, рябиной, ивой козьей. Густота молодняков достигает 2800 экз./га. Показано, что средняя высота молодняков зависит от состава древесных пород, среднего возраста деревьев, диаметра окна и составляет от 4 до 7 м. Одновременно под пологом сформировавшихся лиственных молодняков появляется подрост ели. Общая численность подроста может составлять до 3100 экз./га. Преобладает подрост категории «жизнеспособный» – от 62 до 94% от общей численности. Средняя высота подроста ели – от 0,5 до 1,7 м. В составе живого напочвенного покрова выявлено 22 вида сосудистых растений и не менее 6 видов мхов. В составе подлеска выявлено 8 видов: бузина красная, жимолость обыкновенная, ива козья, ива ушастая, крушина ломкая, рябина обыкновенная, смородина красная, шиповник иглистый. Общая численность подлесочных пород достигает 1500 экз./га. Из травянистых растений максимальное проективное покрытие имеют вейник наземный – до 13%, кислица обыкновенная – до 31%, черника обыкновенная – до 36% и щитовник иглистый – до 14%. Величина встречаемости этих видов составляет от 80 до 100%. Зелеными мхами в целом покрыто до 32% площади. Проективное покрытие кукушкиным льном на отдельных учетных площадках составляет 62%.

Ключевые слова: Республика Карелия, структура фитоценоза, ель европейская, антропогенное воздействие, видовой состав.

Gavrilova O.I., Gryazkin A.V., Guryleva E.A., Smirnov A.P. Digression of the roadside spruce forests of south Karelia under the influence of anthropogenic factors. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehničeskoj Akademii*, 2025, iss. 256, pp. 262–277 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2025.256.262-277

Experimental data on the composition of vegetation in forest areas subject to the complex influence of anthropogenic factors are presented. The object of the study is degrading spruce forests, the average age of which is about 80 years. Spruce forests grow on the southwestern outskirts of Petrozavodsk. It has been established that spruce forests growing along the federal highway Murmansk-St. Petersburg on the territory of the Republic of Karelia are destroyed with the formation of windows of different sizes in the place of decaying forest stands. The degradation of roadside spruce forests is aggravated under the influence of intense recreational load. The diameter of the windows varies from 10 to 80 m. It is shown that the windows are quickly overgrown with deciduous trees, represented mainly by birch, aspen, gray alder, rowan, and goat willow. The density of young growth reaches 2800 ind./ha. It is shown that the average height of young stands depends on the composition of tree species, the average age of the trees, the diameter of the window and ranges from 4 to 7 m. At the same time, under the canopy of the formed deciduous young stands, spruce regrowth appears. The total number of undergrowth can be 3100 ind./ha. Teenagers of the “viable” category predominate – from 62 to 94% of the total number. The average height of spruce undergrowth varies from 0.5 to 1.7 m. 22 species of vascular plants and at least 6 species of mosses were identified as part of the living ground cover. Eight species were identified as part of the undergrowth: red elderberry, common honeysuckle, goat willow, long-eared willow, brittle buckthorn, common rowan, red currant, and needle hips. The total number of undergrowth species reaches 1500 ind./ha. Of the herbaceous plants, the maximum coverage is *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, – up to 13%, *Oxalis acetosella* L. – up to 31%, *Vaccinium myrtillus* L., – up to 36% and *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs – up to 14%. In general, up to 32% of the area is covered with green mosses. The projected coverage with *Polytrichum commune* Hedw. on individual accounting sites is 62%.

Keywords: Republic of Karelia, structure of phytocenosis, Norway spruce, anthropogenic impact, species composition.

ГАВРИЛОВА Ольга Ивановна – профессор кафедры технологии и организации лесного комплекса Петрозаводского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук. ORCID: 0000-0002-1717-3085. SPIN-код: 5256-1690. AuthorID: 495775. ResearcherID: AAF-6295-2019.

185910, пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Россия. E-mail: ogavril@mail.ru

GAVRILOVA Olga I. – DSc (Agricultural), Professor of the Department of Technology and Organization of the Forest Complex, Petrozavodsk State University. ORCID: 0000-0002-1717-3085. SPIN-code: 5256-1690. AuthorID: 495775. ResearcherID: AAF-6295-2019.

185910. Lenin av. 33. Petrozavodsk. Russia. E-mail: ogavril@mail.ru

ГРЯЗЬКИН Анатолий Васильевич – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор биологических наук. SPIN-код: 7206-1050. ResearcherID: C-6699-2018. ORCID: 0000-0002-3497-9312. SCOPUS AuthorID: 55988504200.

194024, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: lesovod@bk.ru

GRYAZKIN Anatoly V. – DSc (Biological), Professor of the Department of Forestry, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 7206-1050. Researcher ID: C-6699-2018. ORCID: 0000-0002-3497-9312. SCOPUS AuthorID: 55988504200.

194024. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: lesovod@bk.ru

ГУРЫЛЕВА Екатерина Андреевна – магистрант Петрозаводского государственного университета.

185910, пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Россия.

GURYLEVA Ekaterina A. – master's student, Petrozavodsk State University.

185910. Lenin av. 33. Petrozavodsk. Russia.

СМИРНОВ Александр Петрович – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 9945-4870, ORCID: 0000-0001-7720-216X.

194024, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: frontera12@gmail.com

SMIRNOV Alexander P. – DSc (Agricultural), Professor of the Department of Forestry of the St.Petersburg State Forestry University. SPIN-code: 9945-4870, ORCID: 0000-0001-7720-216X.

194024. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: frontera12@gmail.com