

ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ,  
ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY,  
LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1>

ДИНАМИКА ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЧЕРНИКИ И БРУСНИКИ В ЭКОТОННОЙ ЗОНЕ ЛЕС —  
ВЫРУБКА В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ СО ВТОРОГО ПО  
ОДИННАДЦАТЫЙ ГОД ПОСЛЕ ЛЕСОЗАГОТОВКИ

Научная статья

Торопова Е.В.<sup>1,\*</sup>, Старицын В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-7976-805X;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-6891-1247;

<sup>1,2</sup> Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН,  
Архангельск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (toropova\_e.v[at]list.ru)

**Аннотация**

Лесозаготовки представляют собой наиболее масштабный вид антропогенного воздействия на таёжные экосистемы, что приводит к значительным изменениям в их структуре. Поэтому изучение процессов восстановления растительных сообществ вырубок является важным аспектом грамотного лесопользования. Возникающие на их границах экотоны способствуют сохранению и восстановлению многих лесных видов растений.

В рамках научного исследования было изучено изменение проективного покрытия доминирующих видов напочвенного покрова ельников — черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусники (*Vitis vitis-idaea* L.). Исследование проводилось на территории северотаёжной зоны Архангельской области, на экотонных участках с различной экспозицией. Для проведения анализа были заложены четыре стационарные трансекты, которые были разделены на четыре секции, соответствующие различным уровням антропогенного воздействия: «лес», «лесная опушка», «вырубочная опушка» и «вырубка». Для минимизации влияния фактора экспозиции результаты измерений, полученных с каждой трансекты, были усреднены, что позволило создать единую модельную выборку. Наблюдения за напочвенным покровом проводились в течение двух, трёх, четырёх, пяти, семи и одиннадцати лет после проведения лесозаготовительных работ. Полученные данные позволили определить динамику изменения проективного покрытия черники и брусники в различных зонах экотонного комплекса.

На участках лес и лесная опушка черника и брусника сохраняют доминирующую позицию в напочвенном покрове. Проективное покрытие обоих кустарничков увеличивается со второго по седьмой год (у черники незначительно, а у брусники на 10% и более), к одиннадцатому году снижается. На рубочной опушке и рубке проективное покрытие черники значительно ниже и со временем почти не меняется; проективное покрытие брусники со второго по пятый год резко увеличивается (на 15 и 19%), а с 5-го по 11-й год постепенно снижается (на 16%).

В целом, при различной динамике черники и брусники в экотонном комплексе, проективное покрытие обоих кустарничков выше в опушечной зоне, чем на рубке.

**Ключевые слова:** экотон, вырубка, брусника, черника, ягодники, проективное покрытие, напочвенный покров, встречаемость.

DYNAMICS OF PROJECTIVE COVER OF BILBERRIES AND COWBERRIES IN THE ECOTONE ZONE  
FOREST — CUTTING IN NORTH TAIGA SPRUCE FORESTS OF ARKHANGELSK OBLAST FROM THE  
SECOND TO ELEVENTH YEAR AFTER HARVESTING

Research article

Toropova E.V.<sup>1,\*</sup>, Staritsin V.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-7976-805X;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-6891-1247;

<sup>1,2</sup> N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research UrB RAS, Arkhangelsk, Russian Federation

\* Corresponding author (toropova\_e.v[at]list.ru)

**Abstract**

Logging is the most large-scale anthropogenic impact on taiga ecosystems, which leads to significant changes in their structure. Therefore, studying the processes of restoration of plant communities of clear-cuts is an important aspect of competent forest management. The ecotones emerging on their borders contribute to the conservation and restoration of many forest plant species.

Within the framework of the scientific research, the change in the projective cover of the dominant species of spruce forest ground cover — bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberry (*Vitis vitis-idaea* L.) was studied. The research was conducted on the territory of the north taiga zone of Arkhangelsk Oblast, on ecotone plots with different exposures. Four stationary transects were laid down for the analysis, which were divided into four sections corresponding to different levels of anthropogenic impact: ‘forest’, ‘forest edge’, ‘clear-cut edge’ and ‘cutting’. To minimise the influence of the exposure factor, the measurements obtained from each transect were averaged to create a single model sample. Observations of the ground

cover were made for two, three, four, five, seven and eleven years after harvesting operations. The obtained data allowed to determine the dynamics of changes in the projective cover of bilberry and cowberry in different zones of the ecotone complex.

In the forest and forest edge plots, bilberry and cowberry retain their dominant position in the ground cover. The projective cover of both shrubs increases from the second to the seventh year (slightly for bilberry and 10% or more for cowberry) and decreases by the eleventh year. On the clear-cut edge and clear-cut forest, the projective cover of bilberry is much lower and does not change much with time; the projective cover of cowberry increases sharply from the second to the fifth year (by 15 and 19%), and gradually decreases from the fifth to the eleventh year (by 16%).

In general, with different dynamics of bilberry and cowberry in the ecotone complex, the projective cover of both shrubs is higher in the forest edge zone than in the clear-cut.

**Keywords:** ecotone, cutting, cowberry, bilberry, berry field projective cover, ground cover, occurrence.

## Введение

Лесозаготовки являются самым масштабным видом антропогенных нарушений в таежной зоне. Они приводят к сильнейшей трансформации экосистем [1], [2], [3], [4], поэтому исследования, посвященные изучению сукцессионных процессов, происходящих на вырубках важны для организации грамотного лесопользования. Вместе с площадью вырубок возрастает и протяженность раневых экотонов (опушек), возникающих на границе с лесными сообществами. Микроклимат на границе леса и вырубки позволяет многим лесным видам, включая кустарнички, сохранять значительную долю в структуре напочвенного покрова [5], [6].

Черника и брусника играют важнейшую роль в формировании травяно-кустарничкового яруса северотаежных лесов, являясь фоновыми видами в напочвенном покрове ельника черничного — наиболее распространенного типа леса в Архангельской области. В лесах зеленомошной группы эти кустарнички встречаются практически повсеместно, за исключением заболоченных понижений рельефа с покровом из сфагновых мхов [7]. Также они имеют большое пищевое, кормовое и лекарственное значение.

В связи с этим исследование всех аспектов процессов восстановления лесов после вырубки имеет большое значение для рационального использования лесов. В частности, изучение динамики проективного покрытия черники и брусники в экотонных сообществах, образующихся на границе лес — вырубка в северотаежных ельниках Архангельской области.

Цель данного исследования — выявление особенностей динамики черники и брусники в различных зонах экотонного комплекса со второго по одиннадцатый год после рубки.

## Методы и принципы исследования

Исследования проводили на стационарных площадках в Холмогорском районе Архангельской области (подзона северной тайги) в период с 2014 по 2023 г. В экотонном комплексе вырубки и ельника черничного на относительно ровных участках перпендикулярно краю леса разной экспозиции были заложены 4 постоянных трансекты шириной 0,5 м и длиной 50 м (по 25 м в обе стороны от кромки леса). Трансекты разбивали на микроплощадки размером 0,25 м<sup>2</sup> (50x50 см), на которых определяли проективное покрытие каждого вида растений (в процентах).

Результаты наших более ранних работ [8], [9] и аналогичные данные наших коллег [10], [13], [16], [18], включающие изучение структуры напочвенного покрова, освещенности и температуры воздуха в экотонных сообществах, позволяют определить переходную зону между лесом и вырубкой по 8 м в обе стороны. Таким образом, каждая трансекта характеризует экотонный комплекс с четырьмя участками: лес, зона перехода от леса к вырубке с древесным ярусом — лесная опушка, зона перехода от леса к вырубке без древесного яруса — вырубочная опушка и собственно вырубка. Исходя из этого, для анализа нами были взяты участки трансект по 16 м от кромки леса в обе стороны. Для каждого участка было рассчитано среднее проективное покрытие видов и в целом ярусов (мохово-лишайникового и травяно-кустарничкового), а также встречаемость отдельных видов (процент площадок с данным видом от общего числа микроплощадок на этом участке).

## Основные результаты

В лесном сообществе, примыкающем к вырубке ель (*Picea obovata* (L.) H. Karst.) представлена 8–9 единицами, примесь березы (*Betula pubescens* Ehrh.) не превышает 1–2 единицы, единично встречается сосна (*Pinus sylvestris* L.). Средняя высота ели составляла 18 м, средний возраст — от 140 до 180 лет. Обследованные насаждения можно отнести к среднеполнотным (относительная полнота – 0,6–0,7) и низкобонитетным (V класс бонитета). Подрост средней густоты представлен угнетенной елью в возрасте 60–90 лет и отдельными деревьями березы. В редком подлеске встречаются рябина (*Sorbus aucuparia* L.) и шиповник (*Rosa acicularis* Lindl.), единично — можжевельник (*Juniperus communis* L.). Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов составляло 50 и 80% соответственно при абсолютном доминировании черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусники (*V. vitis-idaea* L.), зеленых (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.) и сфагновых мхов (30%).

В напочвенном покрове в мохово-лишайниковом ярусе присутствуют: *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., *Polytrichum commune* Hedw., *Dicranum majus*, *Di. polysetum*, *D. scoparium*, *Sphagnum angustifolium*, *Sph. capillifolium*, *Sph. russowii*, *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., *Cladonia gracilis* (L.) Willd., *Cl. rangiferina* (L.) F. H. Wigg, *Peltigera aptosa* L. Willd.

Видовая структура травяно-кустарничкового яруса в каждой зоне экотонного комплекса отражена в таблице 1. В список включены виды, отмеченные в данной зоне хотя бы один раз за весь период наблюдений. В зоне «лес» и «лесная опушка» доминируют черника и брусника, проективное покрытие остальных видов не превышает 5%. В зоне «вырубочная опушка» доминирует брусника, от 5 до 10% в разные годы занимают черника, луговик извилистый (*Avenella flexuosa*) и голубика (*Vaccinium uliginosum*). На «вырубке» содоминируют брусника и луговик, с 5-го года после рубки значительную долю в покрове (10%) занимает иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*).

Таблица 1 - Список видов травяно-кустарничкового яруса в экотонном комплексе лес – вырубка

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.1>

№	Вид	Зона экотонного комплекса			
		лес	лес-опушка	опушка-вырубка	вырубка
всходы деревьев и кустарников					
1	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	+	–	+	+
2	<i>Juniperus communis</i> L.	+	+	+	–
3	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst	+	+	+	+
4	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	+	+	–	+
5	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	+	–	+
кустарнички					
1	<i>Linnaea borealis</i> L.	+	+	+	+
2	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	+	+	+	+
3	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	+	+	+	+
4	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	+	+	+	+
травянистые растения					
1	<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.	+	+	+	+
2	<i>Calamagrostis phragmitoides</i> C. Hartm.	–	–	+	+
3	<i>Carex globularis</i> L.	+	–	+	+
4	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	–	+	+	+
5	<i>Empetrum nigrum</i> L.	+	+	–	–
6	<i>Equisetum palustre</i> L.	+	–	–	–
7	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	+	+	+	+
8	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	+	–	+	+
9	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	+	–	–	–
10	<i>Listera cordata</i> (L.) R. Br.	+	–	–	–
11	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	+	+	+	+
12	<i>Lycopodium</i>	+	+	+	+

№	Вид	Зона экотонного комплекса			
		лес	лес-опушка	опушка-вырубка	вырубка
	<i>annotinum</i> L.				
13	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	+	+	+	+
14	<i>Melampyrum</i> sp.	+	+	+	+
15	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	+	–	–	+
16	<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	–	+
17	<i>Rubus arcticus</i> L.	+	–	+	+
18	<i>Rubus idaeus</i> L.	–	–	+	+
19	<i>Solidago virgaurea</i> L.	+	–	+	+
20	<i>Trientalis europaea</i> L.	+	+	+	+
	Всего видов	26	18	21	24

Примечание: приведены все виды, отмеченные со 2-го по 11-й год после рубки

Общее состояние напочвенного покрова в каждой зоне экотонного комплекса на 2-й, 5-й, 7-й и 11-й год после рубки имеет свои особенности. В лесу изменения напочвенного покрова минимальны, так как микроклимат и экологические условия там наиболее стабильны. Общее проективное покрытие мохово-лишайникового яруса со 2-го по 4-й год увеличивается от 71 до 82%, а к 11-му году вновь снижается до 71% (таблица 2). Такая динамика может быть связана с климатическими особенностями сезона. Общее покрытие травяно-кустарничкового яруса увеличивается со 2-го по 7-й год с 39 до 62% соответственно (таблица 3). К 11-му году после рубки отмечается снижение общего проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса, в том числе черники на 6% и брусники на 3,5%, при этом сохраняется их почти равная доля в структуре яруса.

Таблица 2 - Среднее проективное покрытие мохово-лишайникового яруса в экотонном комплексе лес – вырубка

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.2>

Количество лет после рубки		2	3	4	5	7	11
Зона экотонного комплекса	лес, %	71	75	82	82	75	71
	лесная опушка, %	64	63	65	68	61	60
	вырубочная опушка, %	58	52	65	66	59	71
	вырубка, %	31	26	34	42	38	42

Таблица 3 - Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса в экотонном комплексе лес – вырубка

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.3>

Количество лет после рубки		2	3	4	5	7	11
Зона	лес, %	39	45	49	57	62	51

Количество лет после рубки		2	3	4	5	7	11
экотонного комплекса	лесная опушка, %	37	42	46	53	55	47
	вырубочная опушка, %	28	40	54	66	54	44
	вырубка, %	17	45	61	64	62	55

Лесная опушка близка по характеристикам к лесу, но в ней уже выше освещенность [14], [16], что позволяет развиваться более светолюбивым видам. Общее покрытие травяно-кустарничкового яруса на 2-й год после рубки составляло 37%, к 7-му году оно возросло до 55%, а к 11-му году снизилось до 47%. В целом для этой зоны не характерны изменения видового состава и структуры травяно-кустарничкового яруса.

Вырубочная опушка подверглась прямому воздействию рубки, но при этом негативные воздействия от резкого изменения микроклимата сглаживаются затенением от древесного яруса прилегающего леса. Общее покрытие травяно-кустарничкового яруса в этой зоне увеличивается с 28% на 2-й год до 66% на 5-й год (таблица 3). На 7-й год отмечено снижение покрытия травяно-кустарничкового яруса почти на 12% и мохово-лишайникового на 7% (таблица 2, 3). К 11-му году, в следствие затенения подростом, доля травяно-кустарничкового яруса продолжает снижаться, а покрытие мохово-лишайникового яруса увеличилось до максимального для этой зоны значения.

На вырубке, начиная с 5-го года, в живом напочвенном покрове преобладают виды травяно-кустарничкового яруса. Его проективное покрытие со 2-го по 5-й год увеличивается более чем в 3,5 раза (таблица 3), и достигает максимального значения. К 11-му году после рубки отмечено небольшое снижение покрытия травяно-кустарничкового яруса.

Черника (*V. myrtillus*) и брусника (*V. vitis-idaea*) характеризуются высоким проективным покрытием в ельниках черничных северной тайги [19]. После сведения древостоя на участке собственно вырубки их проективное покрытие резко сокращается, но встречаемость остается достаточно высокой (40–50%) и с течением времени увеличивается.

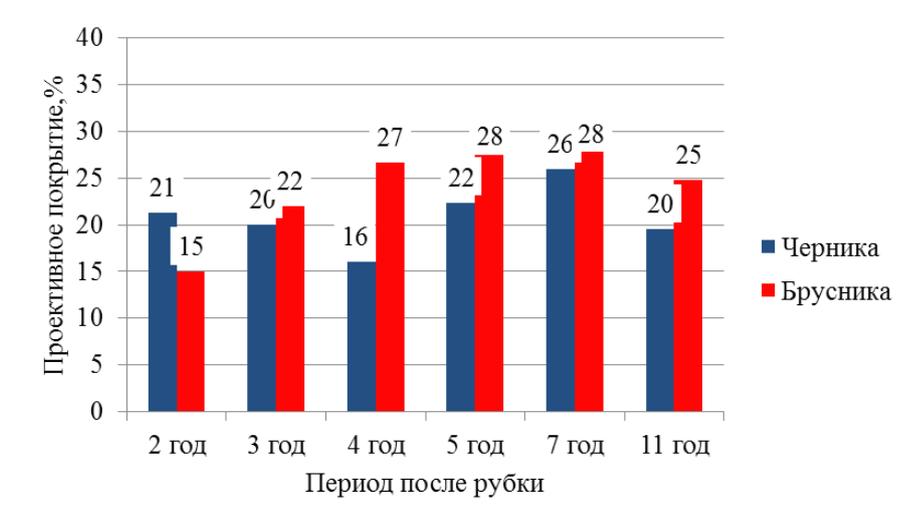


Рисунок 1 - Среднее проективное покрытие черники и брусники в лесу  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.4>

В лесу на 2-й год после рубки среднее проективное покрытие черники (21%) было выше, чем у брусники (15%). К 5-му году покрытие черники выросло незначительно (рисунок 1). Уже на 3-й год покрытие брусники возросло до 22%, а к 5-му году до 28%. Покрытие черники в этой зоне со 2-го по 4-й год, наоборот снижается с увеличением освещенности из-за вывалов по краю леса. На 7-й год среднее проективное покрытие черники и брусники составило 26 и 28%, соответственно, и их суммарное покрытие превысило 50%. Брусника лесу со 2-го по 4-й год почти в 2 раза увеличивает свое проективное покрытие, возможно это связано с некоторым увеличением освещенности из-за вывалов крупных деревьев на опушке. С 5-го по 11-й год среднее проективное покрытие брусники почти не меняется.

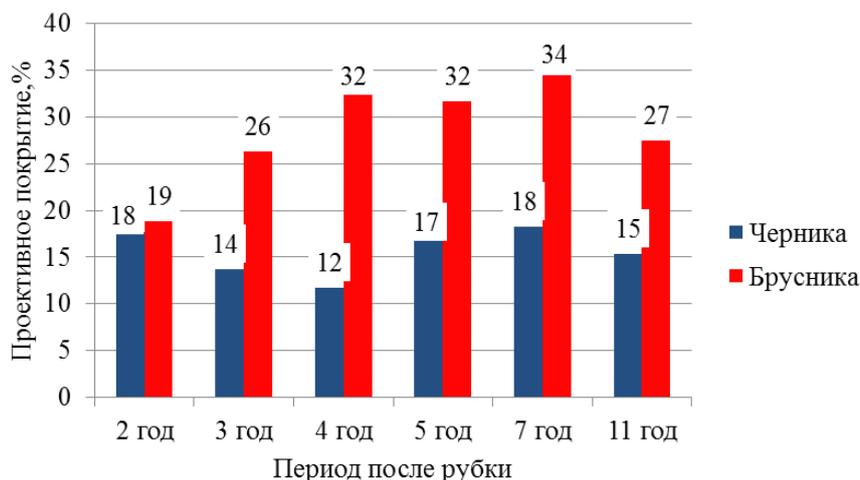


Рисунок 2 - Среднее проективное покрытие черники и брусники на лесной опушке  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.5>

На лесной опушке проективное покрытие черники, в среднем, на 5% ниже, чем в лесу, при этом встречаемость остается высокая (от 83% до 92%). Проективное покрытие черники в этой зоне также снижается со 2 по 4 год (рисунок 2), максимум отмечен на 7-й год. Брусника в этой зоне характеризуется высокой встречаемостью (98-100%) и отмечена почти на всех микроплощадках. Проективное покрытие брусники значительно увеличивается со 2-го по 7-й год после рубки (с 19 до 35%), к 11-му году оно снизилось до 27% (рисунок 2).

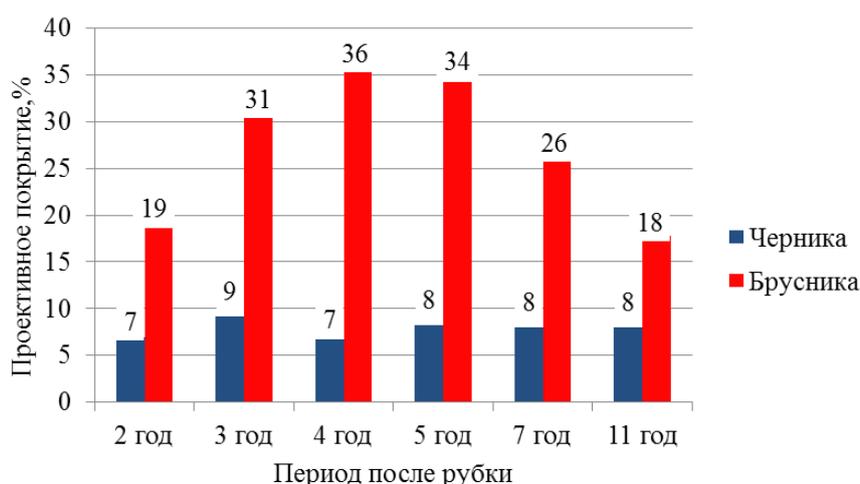


Рисунок 3 - Среднее проективное покрытие черники и брусники на вырубочной опушке  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.6>

Проективное покрытие черники на вырубочной опушке за весь период наблюдений остается стабильно невысоким: 7–9% (рисунок 3), встречаемость при этом увеличивается с 74% на 2-й год до 92% на 11-й год. Для брусники эта часть экотонного комплекса была наиболее благоприятна: в первые годы после рубки среднее проективное покрытие увеличилось почти в 2 раза — с 19% на 2-ой год до 36% на 4-й год (рисунок 3). К 7-му году покрытие снижается до 26%, а к 11-му году уже до 18%. При этом проективное покрытие брусники на некоторых микроплощадках в этой зоне на 5-й год достигало 70–80%.

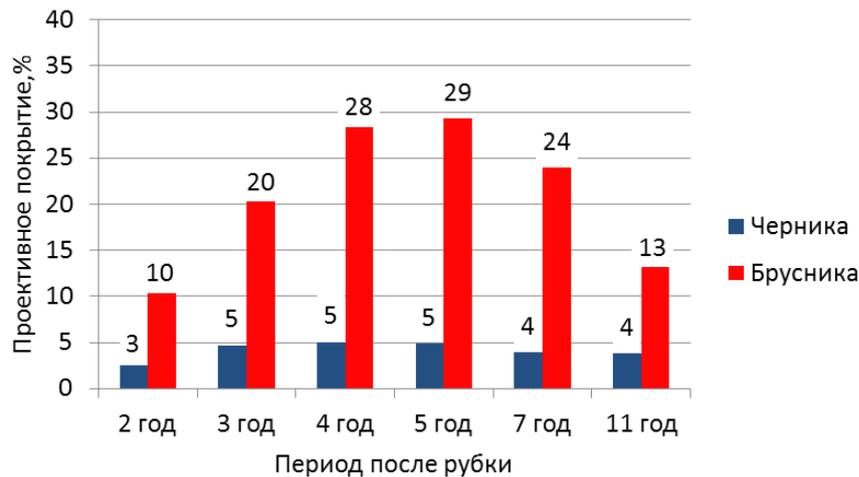


Рисунок 4 - Среднее проективное покрытие черники и брусники на вырубке  
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.1.7>

На вырубке черника находится в угнетенном состоянии. Наименьшая встречаемость черники на 2-й год — 55%, наибольшая на 5-й год — 80%, к 11-му году после рубки она составила 70%. Проективное покрытие увеличивается в 2 раза со 2-го по 4-й год, а к 11-му году после рубки снижается (рисунок 4). Доля черники в общем покрытии яруса сократилась с 14% на 2-й год до 6% на 7-й год. Учитывая значительное увеличение травяно-кустарничкового яруса на вырубке (таблица 2), черника за 10 лет, при небольшом росте проективного покрытия, сильно сократила свою долю в структуре напочвенного покрова и полностью утратила позиции доминанта.

У брусники наиболее высокое проективное покрытие отмечено на 4–5-й год. При этом в период со 2-го по 4-й год, всего за 3 сезона/ 2 года, покрытие увеличивается с 10 до 28%, а за 6 лет (с 5-го по 11-й год) постепенно снижается до 13% (рисунок 4). Отметим, что на 2-й год после рубки к доминантам травяно-кустарничкового яруса можно было отнести только бруснику, к 5-му году среднее проективное покрытие луговика извилистого (*Avenella flexuosa*) здесь достигает 22% и формируются бруснично-луговиковые сообщества. С 7-го года после рубки высокое проективное покрытие отмечено также у иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*), что ещё больше усиливает межвидовую конкуренцию в этой зоне.

### Обсуждение

Общее проективное покрытие черники и брусники со 2-го по 5-й год возрастает на всех участках экотонного комплекса. С 5-го по 7-й год рост продолжается лесу и на лесной опушке, а в двух других зонах покрытие обоих кустарничков наоборот снижается. К 11-му году отмечено снижение проективного покрытия, как кустарничков, так и всего травяно-кустарничкового яруса во всех зонах экотонного комплекса лес-вырубка.

Микроклимат, образующийся на опушке и вырубке в первые годы после рубки более благоприятен для брусники, чем для черники [20]. На 2-ой год на вырубке брусника ещё в угнетенном состоянии, а на лесной и вырубочной опушке ее проективное покрытие уже выше, чем в исходном лесном сообществе. У брусники проективное покрытие изменяется более интенсивно, чем у черники и эти изменения наблюдаются на участках экотонного комплекса. В период со 2-го по 5-й год оно увеличилось на 10-15% и более. В лесу к 11-му году проективное покрытие брусники снижается до 25%. На лесной опушке на 7-й год после рубки отмечено максимальное значение проективного покрытия брусники — 35%. На 4-5-й год в зонах без древесного яруса отмечено наибольшее проективное покрытие брусники, а на 7-й и 11-й год оно значительно снижается, что может быть обусловлено развитием елового и березового подростка. Другой причиной снижения покрытия лесных кустарничков является конкуренция с типичными доминантами вырубков: виды рода вейник (*Calamagrostis*), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), луговик извилистый (*Avenella flexuosa*) [21], [22].

Черника приспособляется к изменениям и восстанавливается гораздо медленнее — на вырубке ее среднее проективное покрытие за 10 лет наблюдений не превысило 5%. Следовательно, черника на вырубке остается в угнетенном состоянии даже через 11 лет. Опушка смягчает негативные воздействия рубки: здесь меньше поврежден напочвенный покров, не такая высокая амплитуда температурных колебаний, на вырубочной опушке нами даже отмечено плодоношение [23], [24]. Другими исследователями вместе со снижением обилия на вырубке также отмечено снижение высоты кустарничков, как черники, так и брусники [25], [26].

После сведения древостоя на вырубке покрытие кустарничков резко сокращается, но встречаемость остается достаточно высокой (40–50%) и с течением времени увеличивается. Учитывая, что рубки осуществлялись в зимний период, механические повреждения кустарничков не могли являться определяющим фактором значительного снижения их проективного покрытия. Следовательно, основным негативным фактором сокращения проективного покрытия кустарничков является кардинальное изменение микроклиматических условий. Брусника положительно реагирует повышение солнечной инсоляции и поэтому на вырубке и в экотонной зоне до 7-го года после рубки она увеличивает своё покрытие. Сокращение проективного покрытия брусники 11-му году объясняется затенением кронами среднего и крупного подростка. При этом на лесной и вырубочной опушке через 11 лет после рубки

доминантом травяно-кустарничкового яруса является брусника. В наших дальнейших исследованиях мы планируем изучить влияние плотности подроста на обилие кустарничков.

### Заключение

Сплошные вырубки подвергают ягодные кустарнички сильной трансформации: на 2-й год после лесозаготовки проективное покрытие черники и брусники на вырубке составляло менее 10%. Брусника, являясь гелиофитом, легко адаптируется к повышенной инсоляции, поэтому уже через 5 лет после рубки её проективное покрытие на вырубке восстанавливается до исходного, соответствующего проективному покрытию в зоне лесу. В опушечных зонах, где повреждения кустарничков в процессе рубки значительно меньше, брусника быстро захватывает доминирующие позиции и в лесной части опушки сохраняет их на протяжении всего периода наблюдений. На вырубочной опушке и вырубке покрытие брусники с 7-го года снижается из-за затенения подростом и активного разрастания злаков.

Рубка леса является стрессовым фактором как для черники так и для брусники, однако для брусники условия на вырубке более благоприятны и она быстро разрастается и в несколько раз увеличивает своё проективное покрытие. При этом проективное покрытие обоих кустарничков выше в опушечных зонах экотонного комплекса.

### Финансирование

Работа проведена по результатам исследований, выполненных в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН по теме ФНИР «Динамика и современное состояние биологического разнообразия и биологических ресурсов в Арктике и на Европейском Севере РФ в контексте исторического опыта и современных практик их охраны и хозяйственного использования» (регистрационный номер 125021902594-4).

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

The work was carried out based on the results of research carried out within the state assignment of the Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverov of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences on the theme 'Dynamics and current state of biological diversity and biological resources in the Arctic and the European North of the Russian Federation in the context of historical experience and modern practices of their protection and economic use' (registration number 125021902594-4).

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Бех И.А. Антропогенная трансформация таежных лесов / И.А. Бех. — Новосибирск : Наука, 1992. — 200 с.
2. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация экосистем на особо охраняемой природной территории «Черняевский лес» / С.А. Бузмаков, Д.Н. Андреев, А.А. Зайцев // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2011. — № 12 (131). — С. 173–175.
3. Бузмаков С.А. Экология и природопользование в условиях антропогенной трансформации природной среды / С.А. Бузмаков // География и регион: Материалы международной научно-практической конференции: В 6 томах, Пермь, 23–25 сентября 2015 года / Пермский государственный национальный исследовательский университет. — Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. — Т. V. — С. 22–27.
4. Ильинцев А.С. Эколого-биологический анализ влияния различных видов рубок на структуру травяно-кустарничкового яруса черничных типов леса / А.С. Ильинцев, И.Б. Амосова, С.В. Третьяков // Лесотехнический журнал. — 2019. — Т. 9. — № 1 (33). — С. 31–43.
5. Пронина Е.Л. Влияние лесохозяйственных мероприятий на урожайность черники в черничной группе типов леса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Пронина Елена Людвиговна. — Москва, 1987. — 24 с.
6. Грязькин А.В. Продуктивность *Vaccinium vitis-idaea* L. в условиях антропогенного воздействия / А.В. Грязькин, Ю.В. Павлов, А.С. Ходачек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2010. — № 193. — С. 32–42.
7. Казанцева М.Н. Продуктивность ягодников в зеленомошных лесах восточной части Сибирских увалов / М.Н. Казанцева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. — 2006. — № 6. — С. 138–141.
8. Геникова Н.В. Изменение структуры почвенного покрова в экотонном комплексе «лес -опушка — вырубка» в условиях ельника черничного через 10 лет после рубки / Н.В. Геникова, Е.В. Торопова, А.М. Крышень [и др.] // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. — 2018. — № 10. — С. 12–26.
9. Genikova N.V. Natural regeneration of the tree stand in the bilberry spruce forest-clear-cutting ecotone complex in the first post-logging decade / N.V. Genikova, A.M. Kryshen, V.A. Kharitonov [et al.] // Forests. — 2021. — Vol. 12. — № 11. — P. 1542.
10. Feklistov P.A. Edge Effect in Pine Stands in the Northern Taiga / P.A. Feklistov, A.N. Sobolev, N.A. Babich [et al.] // Russian Forestry Journal. — 2023. — № 2 (392). — P. 26–37.
11. Genikova N. Microhabitat Conditions Influencing Ground Vegetation Dominants in an Ecotone between a Spruce (*Picea abies* (L.) H.Karst.) Forest and Clear-Cut Site during Ten Post-Logging Years / N. Genikova, V. Mamontov // Forests. — 2023. — Vol. 14. — № 11. — P. 2125.

12. Genikova N.V. Structural Features of a Post-Clear-Cutting Ecotone between 90-Year-Old Bilberry Spruce Forest and 35-Year-Old Herbs-Forbs Deciduous Stand / N.V. Genikova, A.M. Kryshen, R.P. Obabko [et al.] // *Forests*. — 2022. — Vol. 13. — № 9. — P. 1468.
13. Бурова Н.В. Изменение флористического разнообразия после выборочных рубок в ельниках черничных / Н.В. Бурова, Д.Н. Торбик, П.А. Феклистов // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. — 2010. — № 5. — С. 49–51.
14. Бурова Н.В. Влияние опушечного эффекта на состояние отдельных компонентов лесных биогеоценозов / Н.В. Бурова, А.М. Тараканов, И.И. Дроздов [и др.] // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. — 2012. — № 4. — С. 19–22.
15. Геникова Н.В. Структура напочвенного покрова и естественного возобновления древесных пород в экотонном комплексе «спелый сосняк черничный—вырубка» в подзоне средней тайги / Н.В. Геникова, С.А. Мошников, Д.В. Тесля // *Растительные ресурсы*. — 2023. — Т. 59. — № 2. — С. 198–214.
16. Геникова Н.В. Обилие лесных кустарничков и микроклиматические условия в экотонном комплексе ельник черничный—вырубка / Н.В. Геникова, В.Н. Мамонтов, А.М. Крышень // *Растительные ресурсы*. — 2021. — Т. 57. — № 2. — С. 99–114.
17. Торбик Д.Н. Экотонный эффект в лесных сообществах, пройденных коридорными рубками ухода / Д.Н. Торбик, П.А. Феклистов, А.М. Тараканов [и др.] // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. — 2012. — № 5 (329). — С. 46–51.
18. Феклистов П.А. Экотонные зоны в лесных экосистемах северной тайги / П.А. Феклистов, Б.Ю. Филиппов, И.Н. Болотов [и др.] // *Вестник Поморского университета. Серия: Естественные науки*. — 2011. — № 4. — С. 102–105.
19. Сабуров Д.Н. Леса Пинеги / Д.Н. Сабуров. — Ленинград : Наука, 1972. — 173 с.
20. Созинов О.В. Ресурсная характеристика ценопопуляций *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) в Гродненской области (Республика Беларусь) / О.В. Созинов // *Растительные ресурсы*. — 2014. — Т. 50. — № 3. — С. 337–346.
21. Крышень А.М. Растительные сообщества вырубок Карелии / А.М. Крышень. — Москва : Наука, 2006. — 262 с.
22. Bergstedt J. Effects on vegetation composition of a modified forest harvesting and propagation method compared with clear-cutting, scarification and planting / J. Bergstedt, M. Hagner, P. Milberg // *Appl. Veg. Sci.* — 2008. — № 11. — P. 159–168.
23. Старицын В.В. Особенности плодоношения черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) в подзоне Северной тайги Архангельской области / В.В. Старицын, Е.В. Торопова // II Лавёровские чтения Арктика: актуальные проблемы и вызовы: Сборник научных материалов Всероссийской конференции с международным участием, Архангельск, 13–17 ноября 2023 года. — Архангельск : Типография № 2, 2023. — С. 602–605.
24. Торопова Е.В. Продуктивность черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) в экотонной зоне вырубки / Е.В. Торопова, В.В. Старицын // *Проблемы обеспечения экологической безопасности и устойчивое развитие арктических территорий: сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием II Юдахинские чтения, Архангельск, 24–28 июня 2019 года / Отв. ред. И.Н. Болотов*. — Архангельск : ОМ-медиа, 2019. — С. 407–412.
25. Мазная Е.А. Состояние и структура ценопопуляций *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae) в стрессовых условиях существования / Е.А. Мазная, И.В. Лянгузова // *Растительные ресурсы*. — 2012. — Т. 48. — № 3. — С. 351–362.
26. Genikova N.V. Structure of Ground Vegetation and Natural Regeneration of Tree Species in 12- to 15-Year-Old Bilberry Pine Forest—Clear-cut Complex of Middle Taiga Subzone / N.V. Genikova, S.A. Moshnikov, D.V. Teslya // *Dokl Biol Sci.* — 2024. — Vol. 518. — P. 156–167.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Beh I.A. Antropogennaja transformacija taezhnyh lesov [Anthropogenic transformation of taiga forests] / I.A. Beh. — Novosibirsk : Nauka, 1992. — 200 p. [in Russian]
2. Buzmakov S.A. Antropogennaja transformacija jekosistem na osobo ohranjaemoj prirodnoj territorii "Chernjaevskij les" [Anthropogenic transformation of ecosystems in the specially protected natural area "Chernyaev forest"] / S.A. Buzmakov, D.N. Andreev, A.A. Zajcev // *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]*. — 2011. — № 12 (131). — P. 173–175. [in Russian]
3. Buzmakov S.A. Jekologija i prirodopol'zovanie v uslovijah antropogennoj transformacii prirodnoj sredy [Ecology and nature management in the conditions of anthropogenic transformation of the natural environment] / S.A. Buzmakov // *Geografija i region [Geography and regions]: proceedings of the international scientific and practical conference: in 6 volumes, Perm, September 23–25, 2015/Perm State National Research University*. — Perm :Perm State National Research University, 2015. — Vol. V. — P. 22–27. [in Russian]
4. Il'incev A.S. Jekologo-biologicheskij analiz vlijanija razlichnyh vidov rubok na strukturu travjano-kustarnichkovogo jarusa chemichnyh tipov lesa [Ecological and biological analysis of the effect of different types of logging on the structure of the herbaceous-shrubby layer of blueberry forest types] / A.S. Il'incev, I.B. Amosova, S.V. Tret'jakov // *Lesotehničeskij žurnal [Forest Engineering Journal]*. — 2019. — Vol. 9. — № 1 (33). — P. 31–43. [in Russian]
5. Pronina E.L. Vlijanie lesohozjajstvennyh meroprijatij na urozhajnost' černiki v černichnoj gruppe tipov lesa [The impact of forestry measures on the yield of blueberries in the blueberry group of forest types]: abstract dis. ... of PhD in Agricultural Sciences/ Pronina Elena Ludvigovna. — Moscow, 1987. — 24 p. [in Russian]
6. Grjaz'kin A.V. Produktivnost' *Vaccinium vitis-idaea* L. v uslovijah antropogennoj vozdejstvija [The productivity of *Vaccinium vitis is idaea* L. in conditions of anthropogenic impact] / A.V. Grjaz'kin, Ju.V. Pavlov, A.S. Hodachek // *Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotehničeskij akademii [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy]*. — 2010. — № 193. — P. 32–42. [in Russian]

7. Kazanceva M.N. Produktivnost' jagodnikov v zelenomoshnyh lesah vostochnoj chasti Sibirskih uvalov [Productivity of berry bushes in the green mossy forests of the eastern part of the Siberian hills] / M.N. Kazanceva // Vestnik jekologii, lesovedenija i landshaftovedenija [Bulletin of Ecology, Forestry and Landscape Studies]. — 2006. — № 6. — P. 138–141. [in Russian]
8. Genikova N.V. Izmenenie struktury napochvennogo pokrova v jekotonnom komplekse «les -opushka — vyrubka» v uslovijah el'nika chernichnogo cherez 10 let posle rubki [Changes in the ground cover structure in the «forest—forest edge—cutover» ecotone in a bilberry spruce stand 10 years after logging] / N.V. Genikova, E.V. Toropova, A.M. Kryshen [et al.] // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. — 2018. — № 10. — P. 12–26. [in Russian]
9. Genikova N.V. Natural regeneration of the tree stand in the bilberry spruce forest-clear-cutting ecotone complex in the first post-logging decade / N.V. Genikova, A.M. Kryshen, V.A. Kharitonov [et al.] // Forests. — 2021. — Vol. 12. — № 11. — P. 1542.
10. Feklistov P.A. Edge Effect in Pine Stands in the Northern Taiga / P.A. Feklistov, A.N. Sobolev, N.A. Babich [et al.] // Russian Forestry Journal. — 2023. — № 2 (392). — P. 26–37.
11. Genikova N. Microhabitat Conditions Influencing Ground Vegetation Dominants in an Ecotone between a Spruce (*Picea abies* (L.) H.Karst.) Forest and Clear-Cut Site during Ten Post-Logging Years / N. Genikova, V. Mamontov // Forests. — 2023. — Vol. 14. — № 11. — P. 2125.
12. Genikova N.V. Structural Features of a Post-Clear-Cutting Ecotone between 90-Year-Old Bilberry Spruce Forest and 35-Year-Old Herbs-Forbs Deciduous Stand / N.V. Genikova, A.M. Kryshen, R.P. Obabko [et al.] // Forests. — 2022. — Vol. 13. — № 9. — P. 1468.
13. Burova N.V. Izmenenie floristicheskogo raznoobrazija posle vyborochnyh rubok v el'nikah chernichnyh [Change in floral diversity after selective logging in blueberry spruce forests] / N.V. Burova, D.N. Torbik, P.A. Feklistov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoj vestnik [Bulletin of the Moscow State University of the Forest — Forest Bulletin]. — 2010. — № 5. — P. 49–51. [in Russian]
14. Burova N.V. Vlijanie opushechnogo jeffekta na sostojanie otdel'nyh komponentov lesnyh biogeocenzov [The effect of pubescent influence on the state of individual components of forest biogeocenoses] / N.V. Burova, A.M. Tarakanov, I.I. Drozdov [et al.] // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoj vestnik [Bulletin of the Moscow State University of the Forest — Forest Bulletin]. — 2012. — № 4. — P. 19–22. [in Russian]
15. Genikova N.V. Struktura napochvennogo pokrova i estestvennogo vozobnovlenija drevesnyh porod v jekotonnom komplekse «spelyj sosnjak chernichnyj—vyrubka» v podzone srednej tajgi [The structure of the ground cover and natural renewal of tree species in the ecotone complex of «ripe blueberry pine — cutting» in the sub-zone of the middle taiga] / N.V. Genikova, S.A. Moshnikov, D.V. Teslja // Rastitel'nye resursy [Plant resources]. — 2023. — Vol. 59. — № 2. — P. 198–214. [in Russian]
16. Genikova N.V. Obilie lesnyh kustarnichkov i mikroklimaticheskie uslovija v jekotonnom komplekse el'nik chernichnyj—vyrubka [Abundance of forest shrubs and microclimatic conditions in the blueberry spruce—cutting ecotone complex] / N.V. Genikova, V.N. Mamontov, A.M. Kryshen // Rastitel'nye resursy [Plant resources]. — 2021. — Vol. 57. — № 2. — P. 99–114. [in Russian]
17. Torbik D.N. Jekotonnyj jeffekt v lesnyh soobshhestvah, projdennyh koridornymi rubkami uhoda [Ecotone effect in forest communities traversed by logging corridor] / D.N. Torbik, P.A. Feklistov, A.M. Tarakanov [et al.] // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal [News of higher education institutions. Forest Journal]. — 2012. — № 5 (329). — P. 46–51. [in Russian]
18. Feklistov P.A. Jekotonnye zony v lesnyh jekosistemah severnoj tajgi [Ecotone zones in the forest ecosystems of the northern taiga] / P.A. Feklistov, B.Ju. Filippov, I.N. Bolotov [et al.] // Vestnik Pomorskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki [Bulletin of the Pomeranian University. Series: Natural Sciences]. — 2011. — № 4. — P. 102–105. [in Russian]
19. Saburov D.N. Lesa Pinegi [Pinega Forests] / D.N. Saburov. — Leningrad : Nauka, 1972. — 173 p. [in Russian]
20. Sozinov O.V. Resursnaja karakteristika cenopopulacij *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) v Grodnenskoj oblasti (Respublika Belarus') [Resource characteristics of coenopopulations of *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) in the Grodno region (Republic of Belarus)] / O.V. Sozinov // Rastitel'nye resursy [Plant resources]. — 2014. — Vol. 50. — № 3. — P. 337–346. [in Russian]
21. Kryshen' A.M. Rastitel'nye soobshhestva vyrubok Karelii [Plant communities of Karelian deforestation] / A.M. Kryshen'. — Moscow : Nauka, 2006. — 262 p. [in Russian]
22. Bergstedt J. Effects on vegetation composition of a modified forest harvesting and propagation method compared with clear-cutting, scarification and planting / J. Bergstedt, M. Hagner, P. Milberg // Appl. Veg. Sci. — 2008. — № 11. — P. 159–168.
23. Staricyn V.V. Osobennosti plodonoshenija cherniki obyknovnoj (*Vaccinium myrtillus* L.) v podzone Severnoj tajgi Arhangel'skoj oblasti [Features of fruiting of blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) in the Northern taiga subzone of the Arkhangelsk region] / V.V. Staricyn, E.V. Toropova // II Lavjorovskie chtenija Arktika: aktual'nye problemy i vyzovy [II Lavery Readings: Arctic: Current Problems and Challenges]: Collection of Scientific Materials from the All-Russian Conference with International Participation, Arkhangelsk, November 13–17, 2023. — Arkhangelsk : Printing house No. 2, 2023. — P. 602–605. [in Russian]
24. Toropova E.V. Produktivnost' cherniki obyknovnoj (*Vaccinium myrtillus* L.) v jekotonnoj zone vyrubki [Productivity of common blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in the ecotone zone of logging] / E.V. Toropova, V.V. Staricyn // Problemy obespechenija jekologicheskoj bezopasnosti i ustojchivoje razvitie arkticheskikh territorij [Problems of Ensuring Environmental Safety and Sustainable Development of Arctic Territories]: Collection of Materials from the All-Russian

Conference with International Participation, II Yudakhin Readings, Arkhangelsk, June 24–28, 2019/ Ed. by I.N. Bolotov. — Arkhangelsk : OM-media, 2019. — P. 407–412. [in Russian]

25. Maznaja E.A. Sostojanie i struktura cenopopuljacij *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae) v stressovyh uslovijah sushhestvovaniya [Structure of Ground Vegetation and Natural Regeneration of Tree Species in 12- to 15-Year-Old Bilberry Pine Forest—Clear-cut Complex of Middle Taiga Subzone] / E.A. Maznaja, I.V. Ljanguzova // *Rastitel'nye resursy* [Plant resources]. — 2012. — Vol. 48. — № 3. — P. 351–362. [in Russian]

26. Genikova N.V. Structure of Ground Vegetation and Natural Regeneration of Tree Species in 12- to 15-Year-Old Bilberry Pine Forest—Clear-cut Complex of Middle Taiga Subzone / N.V. Genikova, S.A. Moshnikov, D.V. Teslya // *Dokl Biol Sci.* — 2024. — Vol. 518. — P. 156–167.