

ДИНАМИКА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ

И.С. Коновалова[✉], Д.Ю. Коновалов

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), Россия, 163002,
г. Архангельск, ул. Набережная Северной Двины, д. 17

i.konvalova@narfu.ru

Рост древостоев искусственного происхождения на сплошных вырубках таежной зоны тесно связан с развитием травянистой растительности. Целью исследования явилось изучение динамики видового состава и структуры напочвенного покрова лесных культур на ранних этапах формирования в условиях средней подзоны тайги, а также выявление наиболее конкурентоспособных видов по значению фитоценологической активности. В результате полевых исследований определили таксономический состав и эколого-ценотическую структуру живого напочвенного покрова опытных культур сосны и ели 1 и 2 класса возраста в зависимости от обработки почвы плугами ПЛП-135 и ПЛД-1,2. Видовое богатство изменяется в пределах от 32 до 39 видов в возрасте культур 15 лет, и от 16 до 36 видов в возрасте культур 23 года. Типологическая структура растительного сообщества закономерно изменяется во времени. Коэффициенты сходства по составу семейств в 15-летних культурах варьируют от 0,48 до 0,89 в зависимости от обработки почвы. Наиболее близки между собой по составу семейств растительные сообщества лесных культур с обработкой почвы плугом ПЛП-135 и реконструкцией листового молодняка ($R = 0,89$). Сообщества растений напочвенного покрова лесных культур с обработкой почвы плугом ПЛД-1,2 отличаются по семейственному составу (0,48...0,58). В результате фитоценологического анализа пришли к выводу, что структура напочвенного покрова лесных культур закономерно изменяется во времени: группа высокоактивных видов напочвенного покрова достаточно многочисленна в 15-летних культурах и включает в себя 15 видов (33 % видового состава флоры), в 23-летних лесных культурах выделено только четыре вида из группы высокоактивных растений.

Ключевые слова: лесные культуры, обработка почвы, напочвенный покров, встречаемость видов, проективное покрытие, активность вида

Ссылка для цитирования: Коновалова И.С., Коновалов Д.Ю. Динамика живого напочвенного покрова на начальных этапах формирования лесных культур средней подзоны тайги // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 2. С. 27–37. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-27-37

Живой напочвенный покров является отражением условий местопроизрастания лесных насаждений и формируется под влиянием климатических и почвенных факторов. Поэтому исследование особенностей формирования напочвенного покрова лесных культур, выращиваемых при различных способах обработки почвы, имеет важное значение.

Изучение изменений в растительном покрове в лесных культурах интересует лесоводов с давних пор [1–4]. Большое значение живому напочвенному покрову придавал профессор Г.Ф. Морозов [5]. Он отмечал, что живой напочвенный покров, как и древостой, динамичен, подвержен влиянию возрастных изменений, разреживанию полога и других природных и антропогенных факторов. По мнению Г.Ф. Морозова, при изучении напочвенного покрова необходимо анализировать одновременно и лесное насаждение, его географическое положение, почвенные условия и рельеф, которые в пределах лесорастительного района определяют условия местопроизрастания.

Изучению характера концентрированных вырубков и изменений в напочвенном покрове после рубки леса посвящены работы И.С. Мелехова [6–9], а также других исследователей [10–18]. Анализируя литературные данные, можно сделать вывод о том, что интенсивность зарастания травянистой растительностью почвы, обработанной под лесные культуры на вырубках, зависит от лесорастительных условий, возраста вырубки и способа обработки почвы [19–24].

Позднее в публикациях были отражены геоботанические и эколого-географические данные о лесном компоненте [25–34]. Эколого-флористический подход при изучении лесных сообществ был использован в работах В.М. Шмидта [35], Е.П. Гнатюка [28], А.М. Крышеня [29, 30], Н.А. Бабича [36] и др.

Положительная роль своевременно проведенных уходов за лесными культурами в лесоводственной литературе освещалась на всем протяжении истории искусственного лесоразведения [37]. Несмотря на это, проведение агротехнических и лесоводственных уходов за лесными культурами в условиях Севера — достаточно затратитель-

ное мероприятие. Объективными факторами, осложняющими возможность проведения уходов, являются: значительная удаленность объектов и отсутствие развитой сети шоссейных дорог.

Цель работы

Цель работы — решение задач, связанных с определением влияния травяного покрова на рост и развитие лесных культур на ранних этапах их формирования, изучение изменений видового состава и структуры в зависимости от обработки почвы, выявление наиболее конкурентоспособных видов по значению фитоценотической активности.

Материалы и методы

Исследования были проведены на опытных культурах сосны и ели Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства (СевНИИЛХ), заложенных на территории Каргопольского лесничества в юго-западной части Архангельской обл. под руководством ст. науч. сотр. Б.А. Мочалова [38, 39] в рамках российско-финляндского проекта «Устойчивое лесопользование в Каргопольском районе Архангельской области» (1999–2002 гг.). Культуры заложены на вейниковой вырубке 1989 г. из-под сосняка брусничного.

Опытные лесные культуры созданы в 2000 г. в целях проведения сравнительного анализа различных видов посадочного материала, различных способов подготовки почвы, а также искусственного и естественного лесовосстановления. Заложены три опытных участка: 1 — участок, на котором осуществлялась обработка почвы плугом ПЛП-135, с расстоянием между центрами борозд 5,5...6,0 м; 2 — участок, на котором осуществлялась обработка почвы плугом ПЛД-1,2, с расстоянием между микроповышениями 3,0...3,5 м; 3 — участок реконструкции листовенного молодняка с обработкой почвы плугом ПЛП-135 на полосах шириной 5 м и с таким же расстоянием между кулисами.

Актуальность исследований тесно связана с одним из важных вопросов — повышением качества и ускорением роста создаваемых насаждений.

Основная задача, поставленная нами, заключалась в изучении динамики видового разнообразия напочвенного покрова и его эколого-ценотической структуры в фазе чащи лесных культур в соответствии с классификацией фаз роста и развития лесных культур, составленной Г.И. Редько и др. [40].

Экспериментальный материал собирали в 2014 [41] и 2022 гг. на постоянных пробных площадях в возрасте лесных культур сосны и ели 15 лет и 23 года соответственно. Методом

систематической выборки был проведен учет видового разнообразия растений напочвенного покрова. При геоботаническом описании отмечали проективное покрытие и обилие по шкале Друде всех видов сосудистых растений, а также мхов и кустарников. На каждой пробной площадке было заложено по 10–12 учетных площадок размером 1,0 м² с расстоянием 10 м между ними. В работе использовали общепринятые в лесной геоботанике, лесоводстве и таксации методики исследований, таксономический и эколого-ценотический анализ флоры выполнили по общепринятым методикам [28, 30, 35, 42].

Характеристика опытно-производственных культур представлена в табл. 1.

Изменчивость видового состава напочвенного покрова лесных культур позволила применить разработанную нами классификацию «активности растений» [43]. Классификация активности видов дополняет флористический анализ и позволяет оценить их позиции в конкретном растительном сообществе. В массиве описаний было выделено пять групп видов растений по признакам их фитоценотической активности:

1) высокоактивные — постоянство более 60 %, обилие наибольшее (3–4 балла); встречаются в сообществах повсеместно;

2) активные — постоянство 41...80 %, обилие значительное (2...3 балла); встречаются на большинстве заложённых пробных площадках;

3) среднеактивные — постоянство 21...60 %, довольно многочисленные по числу особей, достигают проективного покрытия 1...5 % (2 балла засоренности); встречаются в отдельных сообществах;

4) малоактивные — имеют низкое постоянство (менее 40 %) и проективное покрытие менее 1 % (1 балл засоренности); встречаются не на всех заложённых пробных площадках;

5) неактивные — имеют низкое постоянство (менее 20 %), произрастают единично (1 балл засоренности).

Результаты исследования

Видовое разнообразие напочвенного покрова является важным показателем структуры сообществ, с которым связана их продуктивность и стабильность. Чем богаче набор жизненных форм, тем полнее используются ресурсы среды, более разнообразны внутренние связи между видами, которые способствуют поддержанию динамического равновесия в сообществе. Травяные сообщества образуют экосистемы с наиболее интенсивным биологическим круговоротом, улучшают почвенные условия на местах произрастания. Живой напочвенный покров более значим

Т а б л и ц а 1

**Характеристика опытно-производственных культур сосны и ели
на начальных стадиях (1–2 класс возраста) участков 1–3**

**Experimental production crops characteristics of pine and spruce
at the initial stages (age class 1–2) of plots 1–3**

Характеристика посадочного материала	Густота, тыс. шт./га			Средние значения			
	Посадки/посева*	В возрасте 15 лет	В возрасте 23 года	Диаметр ствола <i>D</i> , см		Высота <i>H</i> , м	
				в возрасте 15 лет	в возрасте 23 года	в возрасте 15 лет	в возрасте 23 года
Участок 1 (обработка почвы плугом ПЛП-135)							
Посев	(4,0)	0,87	0,36	3,6 ± 0,13	9,3 ± 1,05	3,4	8,6
С. Сц. 1т. ПМЗК м	2,5	2,14	1,36	8,9 ± 0,10	12,9 ± 0,76	6,2	10,4
С. Сц. 1т. ПМЗК ф	2,5	2,27	1,77	8,6 ± 0,12	13,0 ± 0,99	6,3	9,8
С. Сц. 2т	4,0	3,55	2,32	6,9 ± 0,11	10,5 ± 0,44	5,9	10,1
С. Сц. 3л.	4,0	3,14	2,43	7,5 ± 0,10	11,8 ± 0,72	6,1	10,6
Е. Сц. 4л.	3,5	–	1,11	–	6,7 ± 0,25	1,8	5,3
Е. Сж. 4л.	2,8	–	1,70	–	7,9 ± 0,39	–	5,4
Участок 2 (обработка почвы плугом ПЛД-1,2)							
С. Сц. 1т. ПМЗК, м	2,5	2,15	1,93	8,3 ± 0,13	12,7 ± 0,79	3,4	11,3
С. Сц. 2т.	4,0	3,07	2,20	7,5 ± 0,11	12,55 ± 0,74	6,2	11,2
Е. Сц. 3л.	3,5	–	0,95	–	6,7 ± 0,29	1,8	5,3
Е. Сж. 5(2+3) л.	3,5	–	1,09	–	7,7 ± 0,44	2,2	5,0
Участок 3 (обработка почвы плугом ПЛП-135; реконструкция лиственного молодняка)							
С. Сж. 4(2т+2)	2,5	0,70	Единичные экземпляры	4,2 ± 0,49	–	3,4	–
С. Сц. 1т. ПМЗК	2,5	0,89	Единичные экземпляры	4,1 ± 0,17	–	4,7	–
Е. Сж. 5(3+2)	2,8	–	0,23	4,4 ± 0,37	9,6 ± 0,59	–	5,8

*На варианте посева за исходную густоту принято количество посевных мест.
Примечание: породы: С — сосна, Е — ель; посадочный материал: Сц. — сеянцы, Сж. — саженцы; возраст и характеристика: т — сеянцы из теплиц, ПМЗК — посадочный материал с закрытой корневой системой, м — сеянцы, выращенные на местном торфе, ф — сеянцы, выращенные на финском субстрате.

как фактор, определяющий почвенные свойства и микроклимат, рост и развитие древесных насаждений.

Наблюдения за состоянием растительности на контрольных объектах показали, что рост и развитие лесных культур, меняя микроклимат среды, накладывает существенный отпечаток на количественный и качественный состав травянистой растительности. Флористический состав живого напочвенного покрова в исследуемых опытных культурах сосны и ели в целом достаточно богат и разнообразен. Видовое богатство на опытных участках лесных культур с разными способами подготовки почвы изменяется от 32 до 39 видов в возрасте культур 15 лет, и от 16 до 36 видов в возрасте культур 23 года. С течением времени вследствие изменения экологических факторов, влияющих на рост и развитие растений, в напочвенном покрове лесных культур появляются новые виды, не отмеченные ранее, 12 видов: *Equisetum sylvaticum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Paris quadrifolia* L., *Fragaria*

vesca L., *Lathyrus vernus* (L.) Bernh., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Pyrola rotundifolia* L. и др. В рядах культур в связи с изменением светового режима наблюдается увеличение типичных теневыносливых лесных видов, при этом исчезают светолюбивые полевые растения (13 видов), в том числе и некоторые виды злаков: *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Achillea millefolium* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Taraxacum officinale* Wigg. и др. Отмечено восстановление мохово-лишайникового яруса за счет следующих видов: *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Polytrichum commune* Hedw., *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kop., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.

Коэффициенты сходства по составу семейств на исследуемых пробных площадях в 15-летних культурах в зависимости от обработки почвы варьируют от 0,48 до 0,89. Наиболее близки между собой по составу семейств растительные группировки лесных культур с обработкой почвы

Сходство по составу семейств растений напочвенного покрова лесных культур

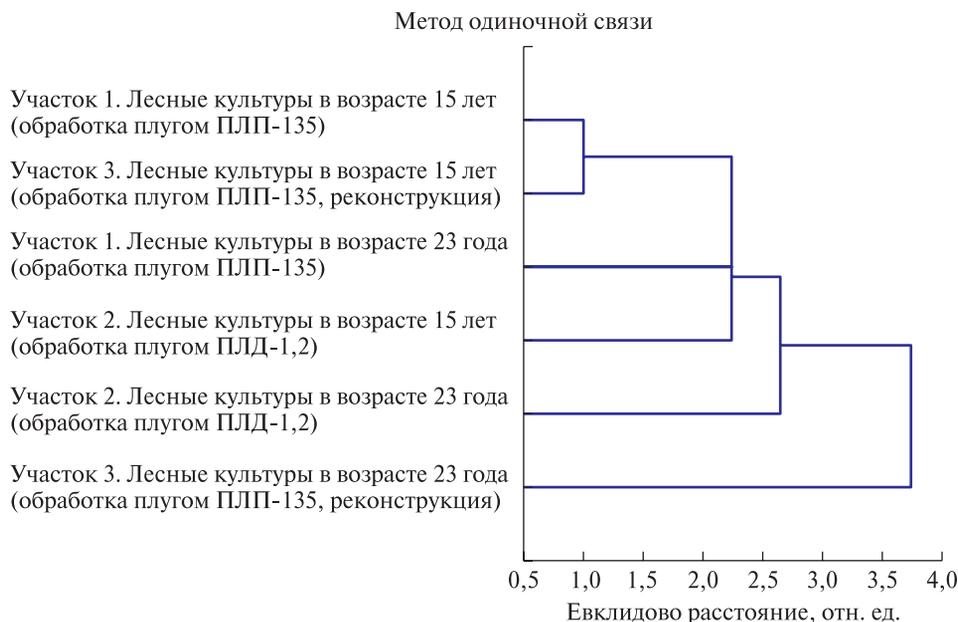
Similarity in the plant families' composition of the ground cover of forest plantations

Пробная лесокультурная площадь	Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛП-135	Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛП-135	Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛД-1,2	Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛД-1,2	Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛП-135. Реконструкция листовного молодняка	Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛП-135. Реконструкция листовного молодняка
Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛП-135	1,00	0,44	0,58	0,16	0,89	-0,22
Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛП-135	0,44	1,00	0,48	0,22	0,28	0,04
Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛД-1,2	0,58	0,48	1,00	-0,16	0,48	-0,14
Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛД-1,2	0,16	0,22	-0,16	1,00	0,22	0,12
Лесные культуры в возрасте 15 лет. Обработка почвы плугом ПЛП-135. Реконструкция листовного молодняка	0,89	0,28	0,48	0,22	1,00	-0,32
Лесные культуры в возрасте 23 года. Обработка почвы плугом ПЛП-135. Реконструкция листовного молодняка	-0,22	0,04	-0,14	0,12	-0,32	1,00

плугом ПЛП-135 и реконструкцией листовного молодняка ($R = 0,89$). Сообщества растений напочвенного покрова лесных культур с обработкой почвы плугом ПЛД-1,2 более резко отличаются по семейственному составу. Сходство состава семейств напочвенного покрова лесных культур с различными способами обработки почвы (плуги ПЛП-135 и ПЛД-1,2) оказывается минимальным (0,48...0,58) (табл. 2, рисунок).

Рассматривая динамику покрова по отдельным участкам, можно сделать вывод, что она происходит по-разному. К примеру, на участке реконструкции в 15-летних культурах ели активно развивались светолюбивые виды напочвенного покрова (*Rubus saxatilis* L., *Chamerion angustifolium* (L.) Holub., *Vicia sylvatica* L., *Hypericum perforatum* L. и др.). Это обусловлено небольшой высотой культур ели (средняя высота

не превышала 3 м) и, как следствие, отсутствием конкуренции со стороны древостоя. С течением времени с учетом изменения таксационных показателей, в том числе с увеличением высоты древостоя (средняя высота 5,8 м) и изменением величины светового довольствия в еловых насаждениях на участке реконструкции, живой напочвенный покров под пологом древостоя почти исчезает. Большая часть поверхности почвы имеет так называемый мертвый покров, где отмечены единичные экземпляры травянистых растений. Это теневыносливые растения *Pyrola rotundifolia* L., *Oxalis acetosella*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Crepis paludosa* (L.) Moench. и др. Особенно активно вегетируют в затемненных местах зеленые мхи — *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T.J.Kop., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.



Дендрограмма сходства растительных сообществ лесных культур в возрасте 15 лет и 23 года с учетом различных способов подготовки почвы
Similarity dendrogram of forest crops plant communities at the age of 15 and 23 years, taking into account different methods of soil preparation

Изменение видовой структуры напочвенного покрова с возрастом лесных культур находит отражение в коэффициентах сходства по составу семейств (см. табл. 2).

Согласно фитоценологическому анализу (табл. 3) было установлено, что основу сообщества 15-летних лесных культур составляют высокоактивные виды — *Deschampsia caespitosa* L., *Calamagrostis epigeios* L., *Trifolium pratense* L., *Rubus saxatilis* L., *Chamerion angustifolium* L., наиболее распространенные по всей лесокультурной площади, которые отличаются высоким обилием. Группа высокоактивных видов достаточно многочисленна и включает в себя 15 видов — около 33 % видового состава флоры. Большинство видов представлены на вейниковой вырубке 1999 г. (до создания лесных культур) [44, 45].

Структура растительного сообщества закономерно изменяется с возрастом древостоя: в 23-летних лесных культурах выделили только четыре вида из группы высокоактивных растений — *Rubus saxatilis* L., *Rubus idaeus* L., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.

Группу активных видов (13 % флоры — в 15-летних культурах и 18...20 % — в 23-летних) также можно рассматривать как наиболее приспособленные к условиям фитоценозов и считать достаточно активными, несмотря на то что виды не отмечены на всех пробных площадях. По ценологической приуроченности абсолютное большинство высокоактивных и активных видов являются лесными и луговыми.

Среднеактивные виды (11 % флоры в 15-летних культурах и до 30 % в 23-летних) относятся к промежуточной группе активности и отличаются более узким диапазоном толерантности к экологическим условиям. Например, такой вид, как *Dryopteris filix-mas* (L.) Scotht. является более требовательным к почвенному питанию.

Малоактивные и неактивные виды составляют значительную часть видового спектра (до 30 %) и встречаются преимущественно в небольшом количестве и зачастую единичными растениями либо только на отдельных участках. К малоактивной группе в 15-летних культурах нами отнесены такие временные виды, как *Equisetum pratense* L., *Alchemilla vulgaris* L., *Athyrium filixfemina* L., а также, по сути, неактивные виды — *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Leucanthemum vulgare* Lam., отнесенные в эту группу по причине более широкого распространения. Наибольший вклад вносит фракция луговых растений — *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L. и др.

Со временем, в 23-летних культурах исчезло большинство неактивных видов, например, отмеченные выше *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Leucanthemum vulgare* Lam., а им на смену пришли новые виды, не встреченные ранее (см. табл. 3).

Таким образом, классификация активности видов четко выделяет группы от высокоактивных до неактивных видов и позволяет проследить в динамике сложную мозаику напочвенного покрова.

Т а б л и ц а 3

**Динамика живого напочвенного покрова лесных культур с учетом
фитоценотической активности видов в возрасте лесных культур 15 лет и 23 года**

**Living ground cover dynamics of forest plantations, taking into account
the phytocenotic activity of species at the age of forest plantations of 15 years and 23 years**

Семейство	Количество видов с учетом обработки почвы плугами					
	ПЛП-135		ПЛД-1,2		ПЛП-135 (реконструкция)	
	возраст лесных культур					
	15 лет	23 года	15 лет	23 года	15 лет	23 года
Неактивные виды						
Злаковые <i>Poaceae</i>	4	0	3	0	2	0
Лютиковые <i>Ranunculaceae</i>	0	1	1	0	0	0
Зонтичные <i>Apiaceae</i>	1	0	0	0	0	0
Первоцветные <i>Primulaceae</i>	0	0	0	0	1	0
Норичниковые <i>Scrophulariaceae</i>	2	0	0	1	0	0
Сложноцветные <i>Asteraceae</i>	0	0	0	0	1	0
Колокольчиковые <i>Campanulaceae</i>	0	1	0	0	0	0
Бобовые <i>Fabaceae</i>	0	1	0	0	0	0
Розовые <i>Rosaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Лилейные <i>Liliaceae</i>	0	0	0	2	0	0
Вересковые <i>Ericaceae</i>	0	0	0	1	0	0
Всего видов	7	4	4	5	4	0
Малоактивные виды						
Кочедыжниковые <i>Athyriaceae</i>	1	1	0	1	1	0
Хвощевые <i>Equisetaceae</i>	1	0	1	1	1	0
Злаковые <i>Poaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Розовые <i>Rosaceae</i>	0	1	1	0	1	0
Кисличные <i>Oxalidaceae</i>	1	0	0	0	1	0
Сложноцветные <i>Asteraceae</i>	2	1	1	0	1	1
Гвоздичные <i>Caryophyllaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Губоцветные <i>Lamiaceae</i>	0	0	0	0	0	1
Мареновые <i>Rubiaceae</i>	0	1	0	0	0	0
Норичниковые <i>Scrophulariaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Первоцветные <i>Primulaceae</i>	0	0	0	1	0	0
Фиалковые <i>Violaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Пилезиновые <i>Pylaisiaceae</i>	0	0	0	1	0	1
Всего видов	6	7	4	7	6	3
Среднеактивные виды						
Аспидиевые <i>Aspidiaceae</i>	1	1	1	1	1	0
Хвощевые <i>Equisetaceae</i>	1	1	1	2	1	0
Лилейные <i>Liliaceae</i>	1	0	0	0	1	0
Норичниковые <i>Scrophulariaceae</i>	1	1	1	1	1	0
Политриховые <i>Polytrichaceae</i>	1	1	0	1	1	0
Бобовые <i>Fabaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Вересковые <i>Ericaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Грушанковые <i>Pyrolaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Зверобойные <i>Guttiferae</i>	0	1	0	1	0	0
Злаковые <i>Poaceae</i>	0	1	0	0	0	0
Зонтичные <i>Apiaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Кочедыжниковые <i>Athyriaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Крапивные <i>Urticaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Розовые <i>Rosaceae</i>	0	1	0	1	0	0
Всего видов	5	13	3	13	5	2

Семейство	Количество видов с учетом обработки почвы плугами					
	ПЛП-135		ПЛД-1,2		ПЛП-135 (реконструкция)	
	возраст лесных культур					
	15 лет	23 года	15 лет	23 года	15 лет	23 года
Активные виды						
Крапивные <i>Urticaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Розовые <i>Rosaceae</i>	1	1	1	1	1	1
Вересковые <i>Ericaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Мареновые <i>Rubiaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Колокольчиковые <i>Campanulaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Энтодонтовые <i>Entodontaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Бобовые <i>Fabaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Гераниевые <i>Geraniaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Злаковые <i>Poaceae</i>	0	2	0	2	0	2
Зонтичные <i>Apiaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Кипрейные <i>Onagraceae</i>	0	1	0	1	0	0
Кисличные <i>Oxalidaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Мниевые <i>Mniaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Всего видов	6	9	6	9	6	8
Высокоактивные виды						
Злаковые <i>Poaceae</i>	2	1	2	1	2	1
Гвоздичные <i>Caryophyllaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Розовые <i>Rosaceae</i>	3	2	3	2	3	2
Бобовые <i>Fabaceae</i>	2	0	2	0	2	0
Гераниевые <i>Geraniaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Зверобойные <i>Guttiferae</i>	1	0	1	0	1	0
Фиалковые <i>Violaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Кипрейные <i>Onagraceae</i>	1	0	1	0	1	0
Зонтичные <i>Apiaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Вересковые <i>Ericaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Ворсянковые <i>Dipsacaceae</i>	1	0	1	0	1	0
Энтодонтовые <i>Entodontaceae</i>	0	1	0	1	0	1
Всего видов	15	4	15	4	15	4

Выводы

Процесс создания лесных культур влечет за собой изменение лесорастительных условий за счет обработки почвы почвообрабатывающей техникой. Наибольшие изменения происходят с живым напочвенным покровом. На начальных стадиях формирования лесных культур в результате значительных нарушений почвенно-растительного покрова отмечено высокое видовое разнообразие растительных сообществ.

Видовое богатство на опытных участках лесных культур с разными способами подготовки почвы изменяется в пределах от 32 до 39 видов в возрасте культур 15 лет, и от 16 до 36 видов в возрасте культур 23 года. Изучение динамики напочвенного покрова лесных культур показало, что в 23-летних культурах появились новые теневыносливые лесные виды (12), не отмеченные ранее (в культурах

возрастом 15 лет), при этом необходимо отметить, что в связи с изменением светового режима исчезли светолюбивые полевые растения (13 видов).

Структура растительного сообщества закономерно изменяется во времени: группа высокоактивных видов напочвенного покрова достаточно многочисленна в 15-летних культурах и включает в себя 15 видов — около 33 % видового состава флоры, в 23-летних лесных культурах выделено только четыре вида из группы высокоактивных растений.

Список литературы

- [1] Любименко В.Н. К вопросу о сорной растительности сплошных вырубок // Сельское хозяйство и лесоводство, 1902. Т. 205. № 5. С. 290–341.
- [2] Тольский А.П. Сорная травянистая растительность в лесном хозяйстве и меры борьбы с ней. М.: Издательство Наркомзема «Новая деревня», 1922. 56 с.
- [3] Огиевский В.В., Хиров. А.А. Обследование и исследование лесных культур (методическое пособие для лесоводов). М.: Лесная пром-сть, 1964. 51 с.

- [4] Огиевский В.В., Медведева А.А. Основы агротехники лесных культур в лесах Западной Сибири. Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1969. 172 с.
- [5] Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1949. 455 с.
- [6] Мелехов И.С., Корелина А.А. О кипрейных вырубках и мероприятиях по возобновлению леса применительно к ним. Концентрированные рубки в лесах Севера. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 149–158.
- [7] Мелехов И.С. Очерк развития науки о лесе в России. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 208 с.
- [8] Мелехов И.С. Научные основы лесовосстановительных мероприятий в таежных лесах // Лесное хозяйство, 1959. № 2. С. 3–15.
- [9] Мелехов И.С., Корконосова Л.И., Чертовской В.Г. Руководство по изучению типов концентрированных вырубков. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 180 с.
- [10] Декатов Н.Е. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Л.: Гослестехиздат, 1936. 112 с.
- [11] Декатов Н.Е. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. М.: Гослесбуиздат, 1961. 278 с.
- [12] Березенко М.Н. Живой напочвенный покров дубрав южной части БССР и его влияние на возобновление дуба: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Гомель: АН БССР, Институт социалистического сельского хозяйства, 1953. 13 с.
- [13] Корконосова Л.И. К вопросу формирования вейниковых вырубков на Европейском Севере // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере. М.: Наука, 1967. С. 101–113.
- [14] Стальская П.В. Изменение некоторых биологических особенностей *Deschampsia flexuosa* на луговиковых вырубках // Лесной журнал, 1959. Вып. 6. С. 6–13.
- [15] Чертовской В.Г. Еловые леса Европейской части СССР. М.: Лесная пром-сть, 1978. 176 с.
- [16] Воронова В.С. К вопросу о классификации растительности вырубков Карелии // Возобновление леса на вырубках и выращивание семян в питомниках. Петрозаводск: Карельское книжное издательство, 1964. С. 22–32.
- [17] Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Лесная пром-сть, 1966. 64 с.
- [18] Санников С.Н. Типы вырубков, динамика живого напочвенного покрова и его роль в последующем возобновлении сосны в Припышминских борах-зеленомошниках // Леса Урала и хозяйство в них, 1968. Вып. 1. С. 280–301.
- [19] Мочалов Б.А., Сеньков А.О., Мочалова Г.А., Артемьева Н.Р. Изменение условий среды на вырубке при подготовке почвы и влияние их на рост культур сосны из семян с закрытыми корнями // Сохраним планету Земля: Сборник докладов Международного экологического форума, 1–5 марта 2004 года. СПб. 2004. С. 333–337.
- [20] Попивший И.И., Шапкин О.М. Отзывчивость саженцев сосны и ели на действие регуляторов роста и микроэлементов // Лесное хозяйство, 1986. №12. С. 31–33.
- [21] Коновалова И.С., Мочалов Б.А., Коновалов Д.Ю., Клевцов Д.Н. Развитие напочвенного покрова в 15-летних опытных культурах сосны // Экологические проблемы Арктики и северных территорий. Межвузовский сборник научных трудов. Архангельск: Издательство САФУ, 2015. С. 166–170.
- [22] Мочалов Б.А., Бобушкина С.В. Состояние и рост лесных культур сосны и ели, созданных из посадочного материала с открытыми и закрытыми корнями в средней и северной подзонах тайги Архангельской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, 2016. № 1. С. 64–71.
- [23] Мочалов Б.А., Мочалова Г.А. Влияние способов подготовки подзолистой почвы на рост культур сосны в зоне тайги // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тез. докл. VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с междунар. участием науч. конф. Белгород, 2016. С. 108–109.
- [24] Белова А. И., Хамитов Р. С., Хамитова С. М., Полякова Е. С. Рост лесных культур ели европейской созданных сеянцами с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны, 2022. Т. XL. № 2. С. 109–113.
- [25] Бельков В.П., Омеляненко А.Я., Мартынов А.Н. Регулирование травяного покрова в лесу. М.: Лесная пром-ть, 1974. 112 с.
- [26] Куусела К. Динамика бореальных хвойных лесов. Хельсинки: SITRA, 1991. 210 с.
- [27] Чижов Б.Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении. М.: Издательство ВНИИЛМ, 2003. 174 с.
- [28] Гнатюк Е.П., Крышень А.М. Методы исследования ценофлор (на примере растительных сообществ вырубков Карелии). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. 68 с.
- [29] Крышень А.М., Соколов А.И., Харитонов В.А. Зависимость роста саженцев ели от травянистой растительности на вырубках // Лесоведение, 2001. № 2. С. 41–45.
- [30] Крышень А.М. Растительные сообщества вырубков Карелии. М: Наука, 2006. 262 с.
- [31] Геникова Н.В. Крышень А.М. Динамика напочвенного покрова северотаежного ельника черничного в первые годы после рубки // Ботанический журнал, 2018. Вып. 103(3). С. 364–381.
- [32] Ивлева Т.Ю. Леонова Н.Б. Пространственно-функциональная неоднородность поствырубочных сообществ в южной тайге (центрально-лесной заповедник) // Экосистемы: экология и динамика, 2019. Т. 3. № 4. С. 24–52.
- [33] Пристова Т.А. Динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова в лиственных фитоценозах послерубочного происхождения // Известия самарского научного центра российской академии наук, 2019. Т. 21. № 2–2 (88). С. 204–209.
- [34] Широких П. С., Мартыненко В. Б., Баишева Э. З., Бикбаев И.Г. Динамика растительности на вырубках южно-уральского региона: основные итоги исследований уфимской геоботанической школы // Фиторазнообразие восточной Европы, 2018. № 3. С. 17–30.
- [35] Шмидт В.М. Флора Архангельской области. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. 346 с.
- [36] Бабич Н.А., Нечаева И.С. Сорная растительность лесных питомников. Архангельск: Издательство САФУ, 2010. 187 с.
- [37] Мочалов Б.А., Бобушкина С.В. О лесовосстановлении в условиях тайги и арктической зоне РФ на примере Архангельской области // Современная лесная наука: проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2017. С. 329–334.
- [38] Мочалов Б.А., Туртиайнен М. Развитие производства семян и посадочного материала и лесовосстановления в Архангельской области // Устойчивое лесопользование в Каргопольском районе Архангельской области 1999–2001. Российско-финляндская программа развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-западе России. Финляндия, г. Йозенсуу, 2002. С. 11–13.
- [39] Motshalov B. Tuloksia Arkangelin alueen metsanuudistamismenetelmien kehittämiprojektista // Taimi, uutiset 4/2004, suonenjoen tutkimusasema. Finland, Joensuu, Metla, pp. 11–16.

- [40] Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Трещевский И.В. Лесные культуры и защитное лесоразведение. Спб.: Издательство СПбГЛТА, 1999. 418 с.
- [41] Коновалова И.С., Мочалов Б.А. Видовое разнообразие растительного сообщества в 15-летних опытных культурах сосны и ели // Материалы XV Междунар. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Н. Высоцкого «Леса Евразии — большой Алтай», Барнаул, 13–20 сентября 2015 г. М.: МГУЛ, 2015. С. 94–96.
- [42] Огиевский В.В., Хиров А.А. Обследование и исследование лесных культур. Л.: Издательство ЛТА, 1967. 50 с.
- [43] Мартынов А.Н., Недовесова У.А. Оценка типа размещения подростка ели в смешанных молодняках // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2011. № 195. С. 22–28.
- [44] Мочалов Б.А., Сеньков А.О., Мочалова Г.А., Артемьева Н.Р. Изменение условий среды на вырубке при подготовке почвы и влияние их на рост культур сосны из семян с закрытыми корнями // Сохраним планету Земля: Сборник докладов Международного экологического форума, 1–5 марта 2004 года. Спб.: Издательство Центрального музея почвоведения им В.В. Докучаева, 2004. С. 333–337.
- [45] Мочалов Б.А., Сеньков А.О. К характеристике условий среды на вейниковых вырубках в средней подзоне тайги и влияние их на рост культур сосны и ели. Проблемы лесоведения и лесоводства // Материалы третьих Мелеховских чтений, посвященных 100-летию со дня рождения И.С.Мелехова, 15–16 сентября 2005 г. Архангельск: Издательство Архангельского ГТУ, 2005. С. 47–51.

Сведения об авторах

Коновалова Ирина Сергеевна [✉] — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства и лесоустройства, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (САФУ), i.konvalova@narfu.ru

Коновалов Денис Юрьевич — канд. с.-х. наук, доцент кафедры техноферной безопасности, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», d.konvalov@narfu.ru

Поступила в редакцию 22.11.2022.

Одобрено после рецензирования 16.12.2022.

Принята к публикации 06.02.2023.

LIVING GROUND COVER DYNAMICS AT INITIAL STAGES OF FOREST CROPS FORMATION IN MIDDLE TAIGA SUBZONE

I.S. Konvalova [✉], **D.Yu. Konvalov**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia

i.konvalova@narfu.ru

The growth of artificial origin stands in the clear-cut areas of the taiga zone is closely related to the development of herbaceous vegetation. The aim of the study was to study the dynamics of the species composition and structure of the ground cover of forest plantations at the initial stages of formation in the conditions of the middle taiga subzone, as well as to identify the most competitive species in terms of phytocenotic activity. In the course of field studies, the taxonomic composition and ecological and coenotic structure of the living ground cover of experimental pine and spruce crops of the 1st and 2nd age classes were determined, depending on the tillage with plows PLP-135 and PLD-1.2. Species abundance ranges from 32 to 39 species in crops aged 15 years, and from 16 to 36 species in crops aged 23 years. The typological structure of the plant community naturally changes over time. The similarity coefficients for the composition of families in 15-year-old crops vary from 0,48 to 0,89 depending on tillage. Plant communities of forest crops with soil cultivation with the PLP-135 plow and reconstruction of deciduous young growth are the closest to each other in terms of family composition ($R = 0,89$). Plant communities of the ground cover of forest crops with tillage with the PLD-1.2 plow differ in family composition (0,48...0,58). As a result of phytocenotic analysis, we came to the conclusion that the structure of the ground cover of forest plantations naturally changes over time: the group of highly active species of the ground cover is quite numerous in 15-year-old crops and includes 15 species (33 % of the species composition of the flora). In 23-year-old forest plantations, only four species from the group of highly active plants were identified.

Keywords: ground cover, forest crops, species occurrence, projective cover, species activity

Suggested citation: Konvalova I.S., Konvalov D.Yu. *Dinamika zhivogo napochvennogo pokrova na nachal'nykh etapakh formirovaniya lesnykh kul'tur sredney podzony taygi* [Living ground cover dynamics at initial stages of forest crops formation in middle taiga subzone]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 2, pp. 27–37. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-27-37

References

- [1] Lyubimenko V.N. *K voprosu o sornoy rastitel'nosti sploshnykh vyrubok* [On the issue of weed vegetation in clear-cut areas]. *Sel'skoe khozyaystvo i lesovodstvo* [Agriculture and forestry], 1902, v. 205, no. 5, pp. 290–341.
- [2] Tol'skiy A.P. *Sornaya travyanistaya rastitel'nost' v lesnom khozyaystve i mery bor'by s ney* [Weedy herbaceous vegetation in forestry and measures to combat it]. Moscow: Izdatel'stvo Narkomzema «Novaya derevnya» [Publishing house of the People's Commissariat of Agriculture «New Village»], 1922, 56 p.

- [3] Ogievskiy V.V., Khиров. A.A. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur (metodicheskoe posobie dlya lesovodov)* [Inspection and research of forest cultures (a manual for foresters)]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1964, 51 p.
- [4] Ogievskiy V.V., Medvedeva A.A. *Osnovy agrotehniki lesnykh kul'tur v lesakh Zapadnoy Sibiri* [Fundamentals of agricultural technology of forest crops in the forests of Western Siberia]. Krasnoyarsk: Krasnoyarskoe knizhnoe izdatel'stvo [Krasnoyarsk book publishing house], 1969, 172 p.
- [5] Morozov G.F. *Uchenie o lese* [Forest teaching]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, 455 p.
- [6] Melekhov I.S., Korelina A.A. *O kipreynykh vyrubkakh i meropriyatiyakh po vozobnovleniyu lesa primenitel'no k nim. Kontsentriruyemye rubki v lesakh Severa* [On fireweed clearings and measures for reforestation in relation to them. Concentrated logging in the forests of the North]. Moscow-Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1954, pp. 149–158.
- [7] Melekhov I.S. *Ocherk razvitiya nauki o lese v Rossii* [Essay on the development of forest science in Russia]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1957, 208 p.
- [8] Melekhov I.S. *Nauchnye osnovy lesovosstanovitel'nykh meropriyatiy v taezhnykh lesakh* [Scientific bases of reforestation measures in taiga forests]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1959, no. 2, pp. 3–15.
- [9] Melekhov I.S., Korkonosova L.I., Chertovskoy V.G. *Rukovodstvo po izucheniyu tipov kontsentriruyemykh vyrubok* [Guide to the study of types of concentrated clearings]. Moscow: Acad. Sciences of the USSR, 1965, 180 p.
- [10] Dekatov N.E. *Prosteyshie meropriyatiya po vozobnovleniyu lesa pri kontsentriruyemykh rubkakh* [The simplest measures for reforestation in concentrated felling]. Leningrad: Goslestekhizdat, 1936, 112 p.
- [11] Dekatov N.E. *Meropriyatiya po vozobnovleniyu lesa pri mekhanizirovannykh lesozagotovkakh* [Measures for reforestation during mechanized logging]. Moscow: Goslesbumizdat, 1961, 278 p.
- [12] Berezenko M.N. *Zhivoy napochvennyy pokrov dubrav yuzhnoy chasti BSSR i ego vliyanie na vozobnovlenie duba* [Living ground cover of oak forests in the southern part of the BSSR and its influence on the renewal of oak]. Dis. Cand. Sci. (Agric.). Gomel': Academy of Sciences of the BSSR, Institute of Socialist Agriculture, 1953, 13 p.
- [13] Korkonosova L.I. *K voprosu formirovaniya veynikovyykh vyrubok na Evropeyskom Severe* [To the question of the formation of reed cuttings in the European North]. Voprosy taezhnogo lesovodstva na Evropeyskom Severe [Issues of taiga forestry in the European North]. Moscow: Nauka, 1967, pp. 101–113.
- [14] Stal'skaya P.V. *Izmenenie nekotorykh biologicheskikh osobennostey Deschampsia flexuosa na lugovikovyykh vyrubkakh* [Changes in some biological features of *Deschampsia flexuosa* in meadow clearings]. Lesnoy zhurnal [Forest Journal], 1959, iss. 6, pp. 6–13.
- [15] Chertovskoy V.G. *Elovye lesa Evropeyskoy chasti SSSR* [Spruce forests of the European part of the USSR]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1978, 176 p.
- [16] Voronova B.C. *K voprosu o klassifikatsii rastitel'nosti vyrubok Karelii* [To the question of the classification of vegetation in the clearings of Karelia]. Vozobnovlenie lesa na vyrubkakh i vyrashchivanie seyantsev v pitomnikakh [Renewal of the forest in clearings and the cultivation of seedlings in nurseries]. Petrozavodsk: Karelian book publishing house, 1964, pp. 22–32.
- [17] Pobedinskiy A.V. *Izuchenie lesovosstanovitel'nykh protsessov* [Study of reforestation processes]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1966, 64 p.
- [18] Sannikov S.N. *Tipy vyrubok, dinamika zhivogo napochvennogo pokrova i ego rol' v posleduyushchem vozobnovlenii sosny v Pripyshtinskikh borakh zelenomoshnikakh* [Types of cuttings, dynamics of living ground cover and its role in the subsequent renewal of pine in the Pripyshtinsky green moss forests]. Lesa Urala i khozyaystvo v nikh [Forests of the Urals and the economy in them], 1968, iss. 1, pp. 280–301.
- [19] Mochalov B.A., Senkov A.O., Mochalova G.A., Artemyeva N.R. *Izmenenie usloviy sredy na vyrubke pri podgotovke pochvy i vliyanie ih na rost kul'tur sosny iz seyancev s zakrytymi kornyami* [Changes in environmental conditions at logging during soil preparation and their impact on the growth of pine crops from seedlings with closed roots]. Sohranim planetu Zemlya [Let's save the planet Earth]: Collection of reports of the International Environmental Forum, March 1–5, 2004, St. Petersburg, 2004, pp. 333–337.
- [20] Popivshchiy I.I., Shapkin O.M. *Otzyvchivost' sazhentsev sosny i eli na deystvie regulyatorov rosta i mikroelementov* [Responsiveness of pine and spruce seedlings to the action of growth regulators and trace elements]. Lesnoe khozyaystvo [Forestry], 1986, no. 12, pp. 31–33.
- [21] Konvalova I.S., Mochalov B.A., Konvalov D.Yu., Klevtsov D.N. *Razvitie napochvennogo pokrova v 15-letnih opytnykh kul'turakh sosn* [Development of ground cover in 15-year-old experimental pine crops]. Ekologicheskie problemy Arktiki i severnykh territoriy [Environmental problems of the Arctic and northern territories]. Intercollegiate collection of scientific papers. Arkhangelsk: SAFU Publishing House, 2015, pp. 166–170.
- [22] Mochalov B.A., Bobushkina S.V. *Sostoyanie i rost lesnykh kul'tur sosny i eli, sozdannykh iz posadochnogo materiala s otkrytymi i zakrytymi kornyami v sredney i severnoy podzonal'nykh Arhangel'skoy oblasti* [The state and growth of pine and spruce forest crops created from planting material with open and closed roots in the middle and northern taiga subzones of the Arkhangelsk region]. Proceedings of the St. Petersburg Scientific Research Institute of Forestry, 2016, no. 1, pp. 64–71.
- [23] Mochalov B.A., Mochalova G.A. *Vliyanie sposobov podgotovki podzolistoy pochvy na rost kul'tur sosny v zone taygi* [The influence of podzolic soil preparation methods on the growth of pine crops in the taiga zone]. Pochvovedenie — prodovol'stvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti strany [Soil science — food and environmental security of the country]: thesis of the VII Congress of the Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev and the All-Russian International Conference. with the participation of scientific conf. Belgorod, 2016, pp. 108–109.
- [24] Belova A. I., Khamitov R. S., Khamitova S. M., Polyakova E. S. *Rost lesnykh kul'tur eli evropeyskoy sozdannykh seyancami s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Growth of European spruce forest crops created by seedlings with a closed root system]. Hvoynye boreal'noy zony [Coniferous boreal zones], 2022, v. XL, no. 2, pp. 109–113.
- [25] Belkov V.P., Omelianenko A.Ya., Martynov A.N. *Regulirovanie travyanogo pokrova v lesu* [Regulation of grass cover in the forest]. Moscow: Lesnaya prom-st', 1974, 112 p.
- [26] Kuusela K. *Dinamika boreal'nykh khvoynnykh lesov* [Dynamics of boreal coniferous forests]. Helsinki: SITRA, 1991, 210 p.
- [27] Chizhov B.E. *Regulirovanie travyanogo pokrova pri lesovosstanovlenii* [Grass cover regulation during reforestation]. Moscow: VNIILM, 2003, 174 p.
- [28] Gnatyuk E.P., Kryshen' A.M. *Metody issledovaniya tsenoflor (na primere rastitel'nykh soobshchestv vyrubok Karelii)* [Methods for studying cenofloras (on the example of plant communities in clearings in Karelia)]. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2005, 68 p.
- [29] Kryshen' A.M., Sokolov A.I., Kharitonov V.A. *Zavisimost' rosta sazhentsev eli ot travyanistoy rastitel'nosti na vyrubkakh* [Dependence of the growth of spruce seedlings on grassy vegetation in clearings]. Lesovedenie, 2001, no. 2, pp. 41–45.

- [30] Kryshen' A.M. *Rastitel'nye soobshchestva vyrubok Karelii* [Plant communities of cutting areas in Karelia]. Moscow: Nauka, 2006, 262 p.
- [31] Genikova N.V., Kryshen A.M. *Dinamika napochvennogo pokrova severotaezhnogo el'nika chernichnogo v pervye gody posle rubki* [Dynamics of the ground cover of the Northern taiga blueberry spruce in the first years after logging] // Botanical Journal, 2018, iss. 103(3), pp. 364–381.
- [32] Ivleva T.Yu., Leonova N.B. *Prostranstvenno-funktsional'naya neodnorodnost' postvyrubochnykh soobshchestv v yuzhnoy tayge (central'no-lesnoy zapovednik)* [Spatial and functional heterogeneity of post-logging communities in the southern taiga (central Forest Reserve)]. Ecosystems: ecology and dynamics, 2019, v. 3, no. 4, pp. 24–52.
- [33] Pristova T.A. *Dinamika nadzemnoy fitomassy zhivogo napochvennogo pokrova v listvennykh fitocenozach poslerubochnogo proiskhozhdeniya* [Dynamics of aboveground phytomass of living ground cover in deciduous phytocenoses of post-harvest origin]. Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2019, t. 21, № 2–2 (88), pp. 204–209.
- [34] Shirokikh P.S., Martynenko V.B., Baisheva E.Z., Bikbaev I.G. *Dinamika rastitel'nosti na vyrubkakh yuzhno-ural'skogo regiona: osnovnye itogi issledovaniy ufimskoy geobotanicheskoy shkoly* [Vegetation dynamics in the cuttings of the South Ural region: the main results of the research of the Ufa geobotanical school]. Phytodiversity of Eastern Europe, 2018, no. 3, pp. 17–30.
- [35] Shmidt V.M. *Flora Arkhangel'skoy oblasti* [Flora of the Arkhangelsk region]. St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2005, 346 p.
- [36] Babich N.A., Nechaeva I.S. *Sornaya rastitel'nost' lesnykh pitomnikov. Arkhangel'sk: Severnyy (Arkticheskiy) federal'nyy universitet* [Weed vegetation of forest nurseries]. Arkhangelsk: Northern (Arctic) Federal University, 2010, 187 p.
- [37] Mochalov B.A., Babushkina S.V. *O lesovosstanovlenii v usloviyakh taygi i arkticheskoy zone RF na primere Arhangel'skoy oblasti* [On reforestation in the conditions of the taiga and the Arctic zone of the Russian Federation on the example of the Arkhangelsk region]. *Sovremennaya lesnaya nauka: problemy i perspektivy* [Modern forest science: problems and prospects]. Materials of the All-Russian Scientific and practical conference, 2017, pp. 329–334.
- [38] Mochalov B.A., Turtiaynen M. *Razvitie proizvodstva semyan i posadochnogo materiala i lesovosstanovleniya v Arkhangel'skoy oblasti* [Development of seed and planting material production and reforestation in the Arkhangelsk region]. *Ustoychivoe lesopol'zovanie v Kargopol'skom rayone Arkhangel'skoy oblasti 1999–2001. Rossiysko-finlyandskaya programma razvitiya ustoychivogo lesnogo khozyaystva i sokhraneniya bioraznoobraziya na Severo-zapade Rossii* [Sustainable forest management in the Kargopol district of the Arkhangelsk region 1999–2001. Russian-Finnish program for the development of sustainable forestry and biodiversity conservation in the North-West of Russia]. Finland, Joensuu, 2002, pp. 11–13.
- [39] Motshalov B. *Tuloksia Arkangelin alueen metsanuudistamismenetelmien kehittamisprojektista*. Taimi, uutiset 4/2004, suonenjoen tutkimusasema. Finland, Joensuu, Metla, pp. 11–16.
- [40] Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A., Treshchevskiy I.V. *Lesnye kul'tury i zashchitnoe lesorazvedenie* [Forest crops and protective afforestation]. St. Petersburg: St. Petersburg State Forest Engineering Academy, 1999, 418 p.
- [41] Konovalova I.S., Mochalov B.A. *Vidovoe raznoobrazie rastitel'nogo soobshchestva v 15-letnikh opytnykh kul'turakh sosny i eli* [Species diversity of the plant community in 15-year-old pine and spruce experimental cultures]. *Materialy XV Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.N. Vysotskogo «Lesa Evrazii — bol'shoi Altay»* [Proceedings of the XV International Conference of Young Scientists dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G.N. Vysotsky «Forests of Eurasia—Great Altai», Barnaul, 13–20 September 2015. Moscow: MGUL, 2015, pp. 94–96.
- [42] Ogievskiy V.V., Khirova A.A. *Obsledovanie i issledovanie lesnykh kul'tur* [Inspection and research of forest crops]. Leningrad: LTA, 1967, 50 p.
- [43] Martynov A.N., Nedovesova U.A. *Otsenka tipa razmeshcheniya podrosta eli v smeshannykh molodnyakakh* [Evaluation of the type of placement of undergrowth of spruce in mixed young growth]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [News of the St. Petersburg Forestry Academy], 2011, no. 195, pp. 22–28.
- [44] Mochalov B.A., Sen'kov A.O., Mochalova G.A., Artem'eva N.R. *Izmenenie usloviy sredy na vyrubke pri podgotovke pochvy i vliyaniye ikh na rost kul'tur sosny iz seyantsev s zakrytymi kornyami* [Changes in environmental conditions in the felling during soil preparation and their influence on the growth of pine crops from seedlings with closed roots]. *Sokhranim planetu Zemlya: Sbornik dokladov Mezhdunarodnogo ekologicheskogo foruma* [Save the planet Earth: Collection of reports of the International Ecological Forum], 1–5 March 2004. St. Petersburg: Central Museum of Soil Science named after V.V. Dokuchaeva, 2004, pp. 333–337.
- [45] Mochalov B.A., Sen'kov A.O. *K kharakteristike usloviy sredy na veynikovykh vyrubkakh v sredney podzone taygi i vliyaniye ikh na rost kul'tur sosny i eli. Problemy lesovedeniya i lesovodstva* [On the characterization of environmental conditions on reed cuttings in the middle subzone of the taiga and their influence on the growth of pine and spruce crops. Problems of forest science and forestry]. *Materialy tret'ikh Melekhovskikh chteniy, posvyashchennykh 100-letiyu so dnya rozhdeniya I.S. Melekhova* [Materials of the third Melekhov readings dedicated to the 100th anniversary of the birth of I.S. Melekhov], 15–16 September 2005. Arkhangelsk: Arkhangelsk State Technical University, 2005, pp. 47–51.

Authors' information

Konovalova Irina Sergeevna  — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Silviculture and Forest management, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, i.konovalova@narfu.ru

Konovalov Denis Yur'evich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Department of Technosphere Safety, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, d.konovalov@narfu.ru

Received 22.11.2022.

Approved after review 16.12.2022.

Accepted for publication 06.02.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
 The authors declare that there is no conflict of interest