Оригинальное исследование

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-171-202

О.В. Созинов, А.И. Садковская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
230012 г. Гродно, Республика Беларусь

Экологическая дифференциация разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого (заказник «Гродненская Пуща», Беларусь)

Изучение динамических изменений пространственно-временных рядов лесных сообществ на непостпирогенном пространстве в конкретных типах местообитаний на протяжении длительного диапазона сукцессии в условиях особо охраняемых природных территорий является актуальным предметом исследований в геоботанике, лесоводстве, охране природы. Целью работы является выявление экологической дифференциации разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого ландшафтного заказника «Гродненская Пуща» (Беларусь, Гродненский район). Изучение 17 лесных фитоценозов на временном ряду с 5 по 112 лет проводили в 2018 г. методом пробных площадей (400 м^2). В ходе исследований проведен полный учет видового состава фитоценозов, выявлено 86 видов сосудистых растений, 22 вида эпигейных мхов, 6 лишайников. Разновозрастные сообщества сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения по спектру ценотических групп становятся сходными в средневозрастном состоянии, типичный лесной живой напочвенный покров формируется раньше в естественных сообществах (жердняк),

© Созинов О.В., Садковская А.И., 2022
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

чем в культурах сосны (средневозрастные). В сформированных естественных и искусственных фитоценозах изменяется соотношение доли доминирующих видов лесной ценотической группы: в спелых лесных культурах проективное покрытие *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. на 72,80% больше, чем в естественных сообществах, а *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. меньше на 49,09%. Выявлено три основных экологических фактора, определяющих формирование изученных фитоценозов: лесохозяйственные мероприятия, режим освещенности и трофность почвы. Экологическая интерпретация факторов изучаемых сообществ сосняка мшистого осталась неизменной при увеличении выборки в 3 раза.

Ключевые слова: сосняк мшистый, *Pinetum pleuroziosum*, экологические факторы, экологическая ординация, Гродненская Пуща, возрастные изменения леса, заказник

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Созинов О.В., Садковская А.И. Экологическая дифференциация разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого (заказник «Гродненская Пуща», Беларусь) // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12. № 2. С. 171–202. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-171-202

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-171-202

O.V. Sozinov, A.I. Sadkovskaya

Yanka Kupala State University of Grodno,
Grodno, 230012, Republic of Belarus

Ecological differentiation of different-aged natural and artificial communities of pine forest with mosses (“Grodnenskaya Pushcha” reserve, Belarus)

The study of dynamic changes in the spatio-temporal series of forest communities in a non-post-pyrogenic space in specific types of habitats over a long range of succession in specially protected natural areas is a topical

subject of research in geobotany, forestry, and nature conservation. The aim of the work is to identify the ecological differentiation of natural and artificial communities of different-aged in the pine forest with mossy landscape in “Grodnenskaya Pushcha” reserve (Belarus, Grodno region). The study of 17 forest phytocenoses on a time series from 5 to 112 years was carried out in 2018 using the trial plot method (400 m^2). In the course of the research, a complete accounting of the species composition of phytocenoses was carried out, 86 species of vascular plants, 22 species of epigeic mosses and 6 lichens were identified. Different-aged communities of pine forest with mosses of natural and artificial origin in terms of the spectrum of coenotic groups become similar in the stands aged 40 to 60 years, while a typical forest living ground cover is formed earlier in natural communities (pole stand) than in pine cultures (stands aged 40 to 60 years). In the formed natural and artificial phytocenoses, the ratio of the proportion of the dominant species of the forest coenotic group changes: in mature forest cultures, the projective cover of *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. 72,80% more than in natural communities, and *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. less by 49,09%. Three main environmental factors were identified that determine the formation of the studied phytocenoses: forestry activities, lighting regime, and soil trophicity. The ecological interpretation of the factors of the studied communities of the mossy pine forest remained unchanged with a 3-fold increase in the sample.

Key words: pine forest with mosses, *Pinetum pleuroziosum*, environmental factors, ecological ordination, Grodnenskaya Pushcha, forest age changes, reserve

FOR CITATION: Sozinov O.V., Sadkovskaya A.I. Ecological differentiation of different-aged natural and artificial communities of pine forest with mosses (“Grodnenskaya Pushcha” reserve, Belarus). *Environment and Human*: *Ecological Studies*. 2022. Vol. 12. No. 2. Pp. 171–202. (In Rus.) DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-171-202

Введение

Восстановительно-возрастная динамика лесов – центральный вопрос в рамках концепции устойчивого управления лесными ресурсами и охраны лесных экосистем. Сложность лесных экосистем, длительность, поливариантность и нелинейность, связанная, как правило, с лесохозяйственной деятельностью и протекающих в них динамических процессов, является актуальными предметами исследований в геоботанике и лесоводстве [Модель восстановительно-возрастной динамики…, 2011].

Во многом характер восстановительной динамики лесной экосистемы зависит от стартовых условий, т.е. от причин, которые привели к уничтожению исходного древостоя: пирогенный фактор (и степень его проявления), ветровал, рубки, зарастания старопахотных земель, наводнение и т.д., и особенности лесохозяйственных мероприятий, которые проводятся при восстановлении лесного насаждения (искусственное лесовосстановление или естественное возобновление лесов)[1].

В условиях особо охраняемых природных территорий (ООПТ) (заповедники, природные резерваты, национальные парки, заказники и пр.), которые создаются для сохранения и воспроизведения естественных экосистем[2], принципиально важно уметь эффективно управлять динамическими процессами формирования полноценных автохтонных сообществ (с типичной вертикальной и горизонтальной структурой всех компонентов биоценоза и их взаимосвязями).

Пирогенный фактор, как правило, является доминирующим среди неконтролируемых человеком абиотических воздействий на лесные экосистемы. Постпирогенные лесные сообщества активно изучаются, с акцентом на динамику живого напочвенного покрова, что обусловлено гибелью или сильным повреждением древесного яруса. Доказательством тому служит обширная научная литература, касающаяся послепожарной восстановительной динамики светлохвойных и темнохвойных лесов, включая и изучение в пределах ООПТ: древостоя [Валяев, 1963; Горшков, Ставрова, 1998; 2002а, б; Маслов, 2002; Корякин, 2007; Динамика лесных сообществ…, 2009; Усеня, Катков, 2010], нижних ярусов [Орлов, 1947; Корчагин, 1954; Санников, 1970; Горшков, 1995; Самойлов, 1995; Перевозчикова, 1996; Баккал, Горшков, 2000, 2003; Маслов, 2002; Судник, 2006; Горшков, Бакал, 2007; Ряды восстановления сосняков…, 2018], но, как правило, без дифференцировки сообществ по происхождению (естественные и искусственные).

Значительное количество научных работ, которые посвящены динамическим изменениям лесных сообществ на непостпирогенном пространстве (основные факторы: рубки, ветровалы, буреломы, воздействие вулканов, орографический фактор, посадки древесных пород, техногенное загрязнение и пр.) связаны непосредственно с изучением динамики древостоя, с минимальным акцентом на изменчивость

[1] Лесной кодекс Республики Беларусь. URL: https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=Hk1500332 (дата обращения: 31.11.2021).

[2] Закон Республики Беларусь от 15 ноября 2018 г. № 150-З «Об особо охраняемых территориях». URL: https://pravo.by/upload/docs/op/H11800150_1544648400.pdf. (дата обращения: 09.12.2021).

живого напочвенного покрова [Юркевич, Ловчий, 1984; Писанов, Ульянов, 2000; Драндина, 2011; Видякин, 2012; Тимошок, Скороходов, Тимошок, 2014; Федорчук, Шорохов, Шорохова, 2014; Грязькин, Новикова, Новиков, 2016; Серенкова, Потапенко, 2016; Manov, 2017; Михайлова, Калугина, Шергина, 2017; Вайс, Калачев, 2018; Савиных, Пересторонина, Шабалкина, 2018; Ярмишко, Игнатьева, 2019; Структура и динамика древостоев…, 2019; Факторы пространственно-временной изменчивости…, 2019]. В работах, направленных на изучение живого напочвенного покрова лесов при демутации, часто касаются отдельных диапазонов возрастного ряда лесов либо проводят сравнение различных типов лесов одной формации (например, сосновых) разного возраста и происхождения, при этом часть исследований проводились в границах ООПТ [Moran, Packer, Brondizio et al., 1996; Динамика хвойных лесов…, 2000; Меланхолин, 2000, 2019; Marcos et al., 2007; Сравнительная оценка…, 2008; Ловчий, 2009, 2012; Кораблев, Нешатаева, 2011; Абдурахманова, Алиев, Нешатаева, 2016; Кораблев, Нешатаева, 2016; Manov, 2017; Савиных, Пересторонина, Шабалкина, 2018].

В целом, все работы по возрастной динамике лесов, вне зависимости от происхождения древостоя и особенностей демутации экосистем, направлены на выявление ведущих (лимитирующих) факторов, которые являются носителями большого количества информации для фитоценоза как системы [Миркин, 1978; Уиттекер, 1980; Иванова, Голубцова, 2014]. Например, выявлено, что к лимитирующим факторам сосновых лесов на основе экологических шкал по [Бузук, Созинов, Цвирко, 2017], относят трофность, содержание азота и гранулометрический состав почвы (аэрация) [Саутин, Райко, 1963; Иванов, Пономарева, Дерюгина, 1966; Ловчий, 1999; Бузук, Созинов, Цвирко, 2017]. Характеристики живого напочвенного покрова зависят от двух основных составляющих: типа лесорастительных условий [Смирнова, Чумаченко, 2012; Фитомасса живого напочвенного покрова…, 2015] и этапа развития насаждения [Смирнова, Чумаченко, 2012].

При изучении эколого-фитоценотических взаимосвязей, отвечающих за пространственно-структурную и динамическую организацию растительности, одним из широко применяемых инструментов изучения является ординация [Миркин, 1978, 2001; Ловчий, 1999; Marcos et al., 2007], которая позволяет расположить анализируемые объекты в экологическом пространстве, в том числе и с использованием экологических шкал [Экологическая оценка кормовых угодий…, 1956; Ландольт, 1977; Цыганов, 1983; Ellenberg, 1991; Дидух, Ешманов, Школьников, 1997; Коломыш, 2015]. Ординация достаточно широко используется в ряде

работ, посвященных лесным сообществам, в том числе и динамическим процессам [Сукачев, 1927; Юркевич, 1948; Гельтман, 1982; Ловчий, 1999; Кутенков, 2009; Кунафин, 2012; Пологова, 2013; Смирнов, 2017]. Метод главных компонент как один из инструментов экологической ординации является гибким, специально приспособленным методом к углубленному исследованию комплексных данных со многими экологическими и ценотическими переменными и широко применяется в геоботанике с 1970-х гг. для видов растений и растительных сообществ [Havlová, Chytrý, Tichý, 2004; Иванова, 2006; Functional strategies and distribution, 2019; Testolin, Attorre, Jiménez-Alfaro, 2020].

Традиционно в фитоценологии и лесоведении в ординации используется метод главных компонент (PCA) для выявления влияния внешних факторов на структуру сообществ. Рассматривается определенный градиент (увлажнения, трофности, загрязнения и т.п.) и выявляются факторы, определяющие структуру сообществ (оси максимального варьирования), связанные со сменой экологических режимов. При таком подходе внутренние (ценотические) факторы не анализируются. Между тем с позиции системного подхода именно эти внутренние факторы (ценотические отношения) являются важными в познании функционирования фитоценозов [Иванова, 2006].

Таким образом, несмотря на значительный объем информации, касающейся рассматриваемой проблемы, на современном этапе исследований мы не имеем упорядоченного представления о хронологии структурных преобразований основных компонентов непостпирогенных естественных и искусственных лесных сообществ в конкретных типах местообитаний на протяжении длительного диапазона сукцессии в условиях особого режима природопользования (лесопользования в ООПТ).

Цель работы – выявить основные экологические факторы, определяющие состав и структуру возрастных рядов сосняка мшистого (*Pinetum pleuroziosum*) в условиях заказника «Гродненская Пуща» (Гродненский район, Гродненская область, Беларусь).

Материалы и методы

Исследования проводили в июне-июле 2018 г. на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Гродненская Пуща» (Августовское лесничество Гродненского лесхоза), который располагается в Гродненском районе в приграничье с Польшей и Литвой и является частью трансграничного лесного массива – Августовской пущи (UTM: 34 UFE3).

В ценотическую структуру заказника входит 23 растительных сообщества, охраняемых в Европе (согласно EEC Habitat Directive), представлены все типы сосновых и березовых лесов, болот и лугов Беларуси, что является исключительно редким для особо охраняемых территорий Беларуси. Сосновые леса в пределах заказника представлены 12 типами леса и относятся к I лесохозяйственной группе [От Марыхи до Котры…, 2014].

Изучение возрастных рядов естественных и естественных сосняков мшистых проводили методом пробных площадей (400 м^2) [Ипатов, Мирин, 2008], которые заложены в 17 непостпирогенных естественных и искусственных сообществах сосняка мшистого, относящихся к шести классам возраста (табл. 1).

В ходе исследований проведен полный учет видового состава фитоценозов (включая эпигейные мхи и лишайники), сделаны сборы растений, их определение [Определитель высших растений, 1999; Рыковский, Масловский, 2004; Яцына, Мержвинский, 2012] и гербаризация [Скворцов, 1997]. Около 70 гербарных сборов хранятся в GRSU, MSK, LE и MW.

Ординацию сообществ проводили по методу главных компонент (расчет по ковариациям) на основе встречаемости видов растений всех исследуемых ярусов в программе PAST 3.20 [Hammer, Harper, Rayan, 2001]. В PAST проводили расчет индекса Шеннона для изученных растительных сообществ. Оценку критерия согласия Пирсона (χ^2) и корреляционный анализ проводили в программе Stastistica 10. Унификацию обилия древостоя, подроста и подлеска с живым напочвенным покровом проводили по шкале О. Друде с использованием градаций обилия по Ю.Н. Нешатаеву [Нешатаев, 2001]. Для интерпретации факторов мы использование данные по биоэкологии видов растений – ценотические группы растений – группы видов, объединенные по их сходной приуроченности к основным типам растительности конкретного региона [Уланова, Жмылев, 2014], а также значения экологических режимов изученных биотопов на основе фитоиндикации [Ellenberg, 1991] и инструментально измеренных эдафических факторов (pH, гумус, P_2O_5, K_2O) корнеобитаемого горизонта [Практикум по агрохимии, 2001].

Результаты и обсуждение

На исследованных нами фитоценозах (в пределах пробных площадей) выявлено 86 видов сосудистых растений, 22 вида эпигейных мхов и 6 лишайников. Все высшие сосудистые растения относятся к 40 семействам, из них наиболее крупными являются: Asteraceae (10 видов),

ISSN 2500-2961

Таблица 1

Таксационные характеристики возрастных рядов сосняков мшистых
[Taxation characteristics of the age series of pine forest with mosses]

Класс возраста [Age class]	Лесные культуры [Forest crops]		Насаждения естественного происхождения [Plantations of natural origin]	
	Возраст древостоя, лет [Stand age, years]	Предшественники [Predecessors]	Возраст древостоя, лет [Stand age, years]	Предшественники [Predecessors]
I класс (0–20 лет) [Class I (0–20 years]	5	Пахотное поле [Arable field]	14	Пахотное поле [Arable field]
	17	Сосняк мшистый [Pine forest with mosses]		
II класс (21–40 лет) [Class II (21–40 years)]	26	Сосняк мшистый [Mossy pine forest]	27	Лесные насаждения [Forest plantations]
III класс (41–60 лет) [Class III (41–60 years)]	47	Лесные насаждения [Forest plantations]	57	Лесные насаждения [Forest plantations]
	52			
	57			
IV класс (61–80 лет) [Class IV (61–80 years)]	72	Лесные насаждения [Forest plantations]	67	Лесные насаждения [Forest plantations]
	77		77	
V класс (81–100 лет) [Class V (81–100 years)]	87	Лесные насаждения [Forest plantations]	87	Лесные насаждения [Forest plantations]
VI класс (101–120 лет) [Class VI (101–120 years]	–	–	112	Лесные насаждения [Forest plantations]

Poaceae и Rosaceae по 9 видов в каждом, Ericaceae (5 видов), Betulaceae (4 вида), в каждое из семейств Fabaceae, Lycopodiaceae, Onagraceae, Violaceae входит по 3 вида, по 2 вида в семействах Campanulaceae, Caryophyllaceae, Convallariaceae, Cyperaceae, Pinaceae и Scrophulariaceae. Согласно градации таксономического спектра [Хохряков, 2005], изученный флористический состав относится к *Rosaceae*-типу (среднеевропейский тип флоры). Мохообразные входят в состав 10 семейств, из которых преобладающими являются Brachytheciaceae (7 видов), Hylocomiaceae (4 вида) и Polytrichaceae (3 вида). Выявленные лишайники относятся к семействам Cladoniaceae (5 видов) и Parmeliaceae (1 вид) [Садковская, 2019].

Анализ ценотических групп растений показал, что в сообществах лесных культур большинство видов принадлежит к лесной ценотической группе: в молодняках 48,48%, в остальных сообществах в пределах от 80,00% до 90,48% (рис. 1).

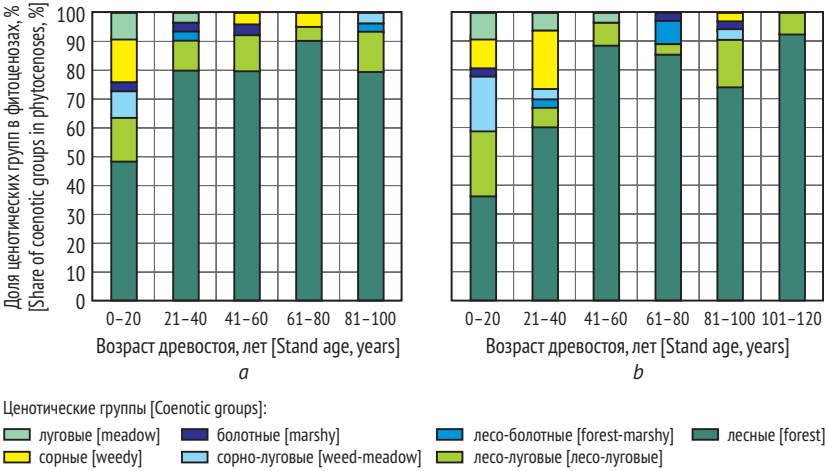

Рис. 1. Доля ценотических групп растений в сообществах сосняка мшистого искусственного (*a*) и естественного (*b*) происхождения

Fig. 1. The proportion of coenotic groups of plants in communities of pine forest with mosses artificial (*a*) and natural (*b*) origin

Лесо-луговая ценотическая группа во всех сообществах находится в пределах от 4,76 до 15,15%. Только в жердняке и спелом фитоценозе встречены лесо-болотные виды *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T.J. Kop. и *Brachythecium oedipodium* (Mitt.) A. Jaeger соответственно. Сорно-луговая ценотическая группа встречается в молодняке и спелом

сообществе (9,09% и 3,33% соответственно). Представителем болотной группы является *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. [Уланова, Жмылев, 2014] в молодняке, жердняке и средневозрастном сообществе, который в пределах Беларуси встречается часто по всей территории и характеризуется широкой экологической амплитудой [Сакович, Рыковский, 2014]. Группа сорных растений в молодняке составляет 15,15% от общего объема, в средневозрастном и приспевающем древостоях представлена в каждом случае одним видом. Луговые виды встречаются только на ранних стадиях формирования леса (3,33%–9,09%).

В насаждениях естественного происхождения сосняка мшистого также доминирует лесная ценотическая группа, наблюдается тенденция увеличения ее доли от 36,11% в молодняке до 92,31% в перестойном насаждении (см. рис. 1). Доля участия 3,70–7,69% лесо-луговых видов характерна для жердняка, средневозрастного, приспевающего, перестойного фитоценозов, а в молодняке и спелом сообществе 22,22 и 16,13% соответственно. Сорно-лесная группа представлена *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. в спелом сообществе, что свидетельствует о нарушении живого напочвенного покрова. Сорно-луговые виды встречаются только на ранних стадиях: молодняк (19,44%), жердняк (3,33%). Сорная группа довольно представительна в молодняке – 11,11%, жердняке – 20,00% и в минимальном присутствии отмечена в спелом сообществе – 3,23%. Луговые виды, с долей участия от 3,85% до 8,33%, встречаются в молодняке, жердняке и средневозрастном фитоценозах. В жердняке лесо-болотная группа представлена *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T.J. Kop., в спелом фитоценозе – *P. ellipticum* и *Betula pubescens* Ehrh., что свидетельствует о более влажных условиях (по данным фитоиндикации): жердняк – 5,14 балла, спелое сообщество – 5,31. *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., болотный вид, отмечен в молодняке, приспевающем и спелом сообществах, т.е. в более старших сообществах относительно лесных культур.

Сравнение ценотических групп показало, что доминирующей, вне зависимости от происхождения сообществ, является лесная группа (молодняки 36,11–48,48% до 90,48–92,31% в перестойных сообществах) с тенденцией к возрастанию ее доли. Искусственные и естественные молодняки достоверно различаются по количеству видов ценотических групп (p = 0,00) (табл. 2), между средневозрастными (p = 0,89), приспевающими (p = 0,99) и спелыми (p = 0,97) искусственными и естественными сообществами различия не выявлены. Но при попарном сравнении культур и естественных жердняков различия не установлены (p = 0,26), а по спектрам ценотических групп имеются достоверные различия ($p = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$) (табл. 2). При сравнении естественных

Таблица 2

Сравнение естественных и искусственных сообществ по количеству видов в ценотических группах [Comparison of natural and artificial communities by the number of species in coenotic groups]

	Возраст, лет [Stand age, years]	Статистические параметры [Statistical parameters][a]	Насаждения естественного происхождения [Plantations of natural renewal]											
			Возраст, лет [Stand age, years]											
			0–20		21–40		41–60		61–80		81–100		101–120
Лесные культуры [Forest crops]	0–20	χ^2	44,90*	23,21**	10,22		6,63		34,63		23,13		7,17
		p	0,000*	0,0007**	0,16		0,36		0,000005		0,0008		0,31
	21–40	χ^2	11,38		27,83	7,67	0,54		7,04		1,84		0,50
		p	0,08		0,0001	0,26	0,997		0,72		0,93		0,997
	41–60	χ^2	46,78		1,53		2,78	0,84	6,39		3,19		1,17
		p	0,0000		0,96		0,89	0,99	0,38		0,78		0,98
	61–80	χ^2	50,89		2,05		2,84		0,84	2,70	5,90		1,54
		p	0,0000		0,91		0,83		0,99	0,85	0,43		0,96
	81–100	χ^2	11,04		3,50		3,04		4,29		1,29	2,24	2,0
		p	0,087		0,74		0,80		0,64		0,97	0,90	0,92

Сверху над диагональю таблицы (выделена серым цветом): количество видов в лесных культурах / количество видов в насаждениях естественного происхождения.
Снизу над диагональю таблицы (выделена серым цветом): количество видов в насаждениях естественного происхождения / количество видов в лесных культурах.
В ячейках, выделенным серым цветом (диагональ таблицы), указаны статистические параметры отношения количества видов в разных ценотических группах.
* Здесь и далее во всех выделенных серым фоном ячейках слева: лесные культуры / насаждения естественного происхождения.
** Здесь и далее во всех выделенных серым фоном ячейках справа: насаждения естественного происхождения / лесные культуры

[Above the diagonal of the table (highlighted in gray): number of species in forest crops / number of species in stands of natural origin.
Below the diagonal of the table (highlighted in gray): number of species in stands of natural origin / number of species in forest crops.
The cells highlighted in gray (table diagonal) indicate the statistical parameters of the ratio of the number of species in different cenotic groups.
* Hereinafter, in all cells highlighted in gray on the left: forest crops / plantations of natural origin.
** Hereinafter, in all cells highlighted in gray on the right: plantings of natural origin / forest crops.]

и искусственных жердняков по спектру ценотических групп различия не выявлены (p = 0,15) в отличие от сравнения по количеству видов (p = 0,0001).

Согласно индексу видового разнообразия (индекс Шеннона), который учитывает не только количество видов, но их обилие, мы наблюдаем сходство по индексу только в средневозрастных сообществах (p = 0,88), а приспевающие (p = 0,00) и спелые (p = 0,00) сообщества разного происхождения имеют достоверные различия.

Для выявления особенностей изменчивости качественного состава лесной группы в естественных и искусственных сообществах мы детально изучили изменения обилия доминирующих лесных видов растений живого напочвенного покрова и определили, что в средневозрастных естественных и искусственных сообществах относительное различие проективного покрытия *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. и *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. на 37,58% и 28,82% соответственно больше в насаждениях естественного происхождения, чем лесных культурах. В спелых лесных культурах проективное покрытие *Hylocomium splendens* на 72,80% больше, чем в естественных сообществах, а *Pleurozium schreberi* – меньше на 49,09%. В естественных сообществах формирование живого напочвенного покрова лесного типа происходит быстрее, чем в культурах: относительное различие между суммарным проективным покрытием видов лесной ценотической группы естественных средневозрастных сообществ на 29,78% больше, чем в искусственных (рис. 2). Суммарное проективное покрытие видов в естественных приспевающих и спелых древостоях выше (8,55% и 13,28% соответственно), чем в аналогичных культурах сосны [Садковская, 2019].

Факторный анализ по матрице встречаемости всех видов растений изученных фитоценозов сосняка мшистого выявил 5 главных компонент, 3 из которых нами экологически интерпретированы и составляют 71,76% от общей дисперсии (табл. 3).

Анализ факторных нагрузок показал, что максимальное значение положительной нагрузки первой компоненты на виды растений характерно однолетникам: *Papaver rhoeas* L. и *Galeopsis bifida* Boenn., которые относятся к сорной ценотической группе (см. рис. 1) и встречается только в несомкнутом молодняке. Максимальные отрицательные значения нагрузок на виды характерны видам лесной ценотической группы (*Polytrichum commune* Hedw., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), а также *Impatiens parviflora* DC., который относится к сорной ценотической группе, но является сциофитом, что свидетельствует о необходимости сомкнутости крон древостоя для его произрастания (жердняк 27 лет).

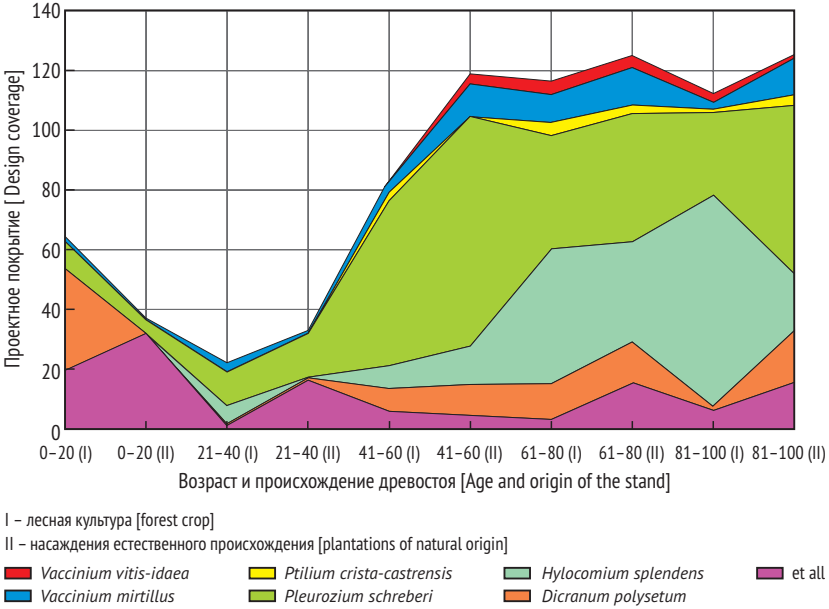

Рис. 2. Суммарное проективное покрытие доминирующих видов лесной ценотической группы живого напочвенного покрова разновозрастных сосняков мшистых

Fig. 2. The total projective cover of the dominant species of the forest coenotic group of the ground cover of the different ages pine forest with mosses

Таблица 3

Главные компоненты матрицы встречаемости видов растений разновозрастных сосняков мшистых [The main components of the matrix of occurrence of plant species of pine forest with mosses of different ages]

Главная компонента [Main component]	Собственное значение [Eigen value]	Дисперсия, % [Dispersion, %]
1	5445,33	**47,729**
2	1884,91	**15,829**
3	976,414	8,1998

Основное влияние на соотношение долей ценотических групп оказывают лесорастительные условия и, как следствие, видовой состав [Фитомасса живого напочвенного покрова..., 2015]. Состав и структура каждого растительного сообщества отражается в ценотических (фитоценотических) группах – группы видов, объединенных по их сходной приуроченности к основным типам растительности конкретного региона [Уланова, Жмылев, 2014].

Согласно нагрузкам по второй главной компоненте, максимальные отрицательные значения нагрузки на виды характерны в живом напочвенном покрове: сциофитам [Ell] – *Impatiens parviflora* (–0,32), *Oxalis acetosella* L. (–0,22) и факультативным гелиофитам [Ell] в подросте – *Pinus sylvestris* L. (–0,23) (рис. 3). Максимальное положительное значение нагрузок в живом напочвенном покрое характерно: гелиофиту [Ell] – *Brachythecium velutinum* (Hedw.) Bruch et al. (0,61), факультативным гелиофитам [Ell] – *Calamagrostis arundinacea* (0,27), *Galeopsis bifida* (0,21) и в подросте: факультативному гелиофиту [Ell] – *Picea abies* (L.) H. Karst.) (0,29).

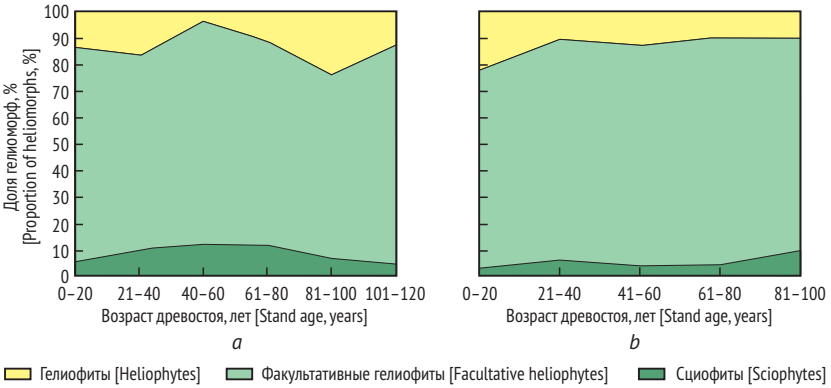

Рис. 3. Доля гелиоморф в насаждениях естественного происхождения (*a*) и лесных культурах (*b*) пространственно-временного ряда сосняка мшистого

Fig. 3. The share of heliomorphs in plantations of natural origin (*a*) and forest crops (*b*) of the different ages pine forest with mosses

Результат анализа факторных нагрузок *третьей компоненты* на виды показал, что максимальные отрицательные значения нагрузки на виды характерно в живом напочвенном покрове: олиготроф – *Carex ericetorum* Poll. (–0,23) и *Polygonatum odoratum* (–0,11). Максимальное

положительно значение нагрузок в живом напочвенном покрое характерно: эвтрофу – *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. (0,14) и эвтрофу в подросте – *Picea abies* (0,20), мезотрофам в диапазоне –0,19–0,19.

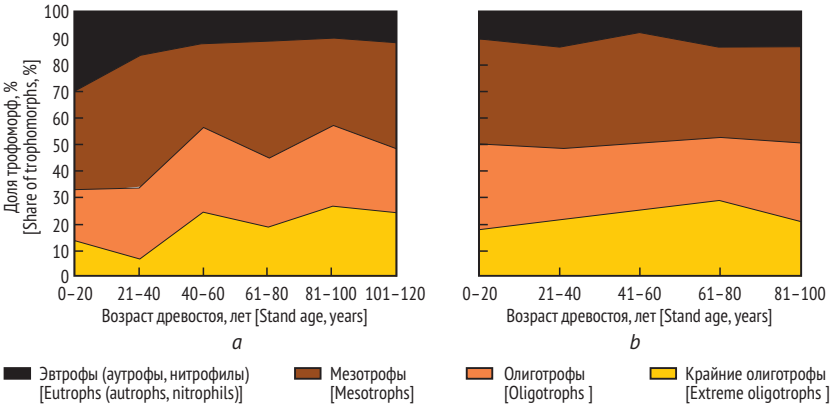

Рис. 4. Доля трофоморф в насаждениях естественного происхождения (*a*) и лесных культурах (*b*) пространственно-временного ряда сосняка мшистого

Fig. 4. The proportion of trofomorphs in plantations of natural origin (*a*) and forest crops (*b*) of the different ages pine forest with mosses

Результат анализа факторных нагрузок *первой компоненты* на биотопы показал, что положительное значение нагрузок характерно для искусственного средневозрастного сообщества и сообществ на ранних стадиях развития: естественных и искусственных молодняков, в которых живой напочвенный покров включает в себя 33–39% сорных и луговых видов (табл. 4, рис. 1). Данные сообщества сформированы на старопахотных землях [Чесновская, 1998]. Отрицательные нагрузки характерны для лесной культуры жердняка, естественных и искусственных средневозрастных, приспевающих и спелых и для естественных перестойных, в которых доминирует лесная ценотическая группа (74–92%), а представители сорной группы изредка встречаются при нарушении живого напочвенного покрова (*Rumex acetosella* L.). В естественном жердняке живой напочвенный покров не полностью сформирован, и вследствие этого появляются однолетники: *Galeopsis bifida* (факультативный гелиофит) и *Impatiens parviflora* (сциофит), которым необходимо затенение, создаваемое смыканием древесного полога. Сообщества, для которых

характерны отрицательные нагрузки на виды, сформированы в окружении соснового леса на месте вырубок[3]. В связи этим первая главная компонента определена нами как лесохозяйственная деятельность.

Таблица 4

Значения факторных нагрузок главных компонент на биотопы [Values of factorial loads of the main components on biotopes]

Возраст и происхождение биотопа [Age and origin of the biotope]	Факторные нагрузки главных компонент PCA [Factorial loads of the main components of PCA]		
	1	2	3
5 (I*)	176,33	113,83	42,061
17 (I)	13,37	15,16	–43,36
14 (II)	156,42	–75,03	1,76
26 (I)	–15,87	–23,54	13,11
27 (II)	103,87	–75,83	–30,78
47 (I)	–34,23	32,97	–49,08
52 (I)	–49,58	–1,85	25,57
57 (I)	18,01	–1,33	–21,03
57 (II)	–20,07	4,10	–28,68
67 (II)	–43,26	–22,94	37,72
72 (I)	–47,89	10,71	13,73
77 (I)	–43,95	4,84	14,81
77 (II)	–45,81	29,30	–27,54
87 (I)	–43,87	–23,21	40,11
87 (I)	–47,26	26,19	–28,91
112 (II)	–57,23	–30,06	38,57
112 (II)	–18,98	16,69	1,92

Примечание. I – лесная культура, II – насаждения естественного происхождения.

[Notes. I – forest crop, II – plantations of natural origin.]

[3] Верстовка Беларуси – центральная часть. URL: http://www.etomesto.ru/map-belarus_verstovka_centr/ (дата обращения: 31.10.2021); Карта РККА Беларуси и Литвы. URL: http://www.etomesto.ru/map-belarus_rkka/ (дата обращения: 04.11.2021); Довоенная польская топографическая карта центральной Беларуси. URL: http://www.etomesto.ru/map-belarus_zapad/ (дата обращения: 31.10.2021); Чесновская Н.И., Красовская Л.А., Махнач Л.Г. Почвенная карта Августовского лесничества, Гродненского лесхоза, Гродненской области. Масштаб 1 : 25000, Общая площадь 8389 га. 1998; Лесоустройство. Гродненская область, Гродненский район. ГЛХУ «Гродненский лесхоз». 2017.

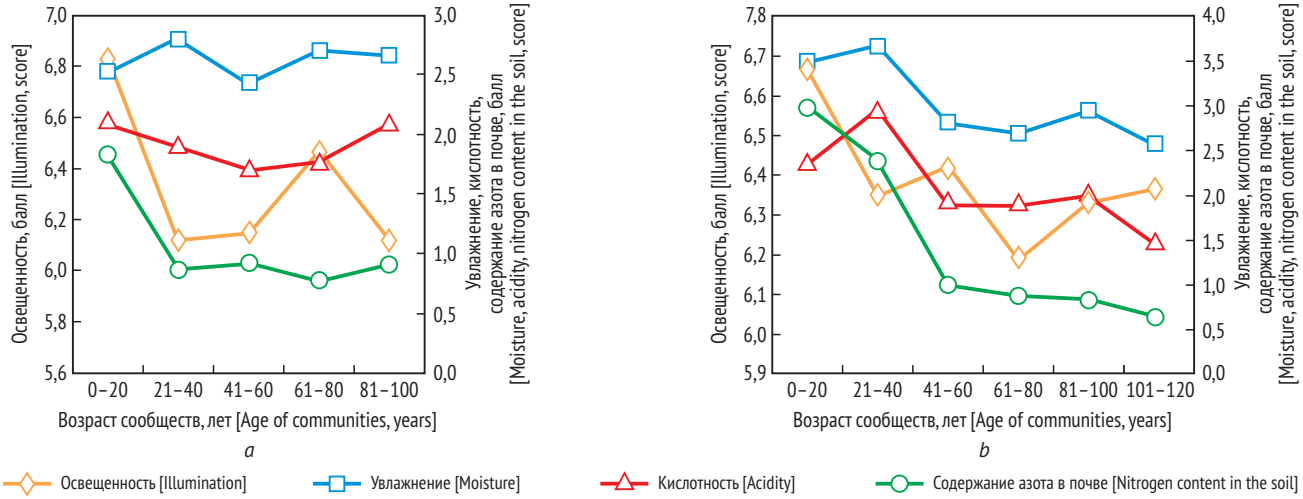

Рис. 5. Изменение экологических условий в искусственных (*a*) и естественных (*b*) разновозрастных сообществах сосняка мшистого

Fig. 5. Changes in ecological conditions in artificial (*a*) and natural (*b*)) communities of the different ages pine forest with mosses

Анализ факторных нагрузок *второй компоненты* на биотопы показал, что положительные значения нагрузок свойственны лесной молодой культуре сосняка мшистого (для которой характерны максимальные значения относительной освещенности, сквозистости и освещенности по шкалам Г. Элленберга), а также средневозрастным, приспевающим, спелой культуре и перестойному сообществу, в которых относительная освещенность находится в пределах от 30 до 53%, сквозистость 50–75% и освещенность 6,3–6,7 балла (рис. 5). Из приведенных аргументов вторая компонента интерпретирована нами как режим освещенности.

Отрицательные значения нагрузок свойственны молодому естественному сообществу, жерднякам, средневозрастным культурам, естественному приспевающему, спелой культуре и перестойному сообществам, характеризующимся относительной освещенностью – от 10% до 43%, сквозистостью 28–50% в естественном молодняке, жердняках, спелой культуре (рис. 6).

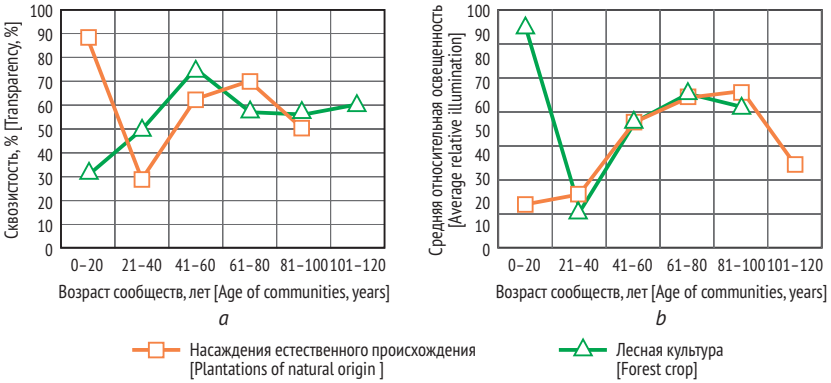

Рис. 6. Изменение условий сквозистости (*a*) и относительной освещенности (*b*) в разновозрастных сообществах сосняка мшистого (r^2= 0,72, p = 0,001)

Fig. 6. Changes in the conditions of transparency (*a*) and relative illumination (*b*) in communities of the different ages pine forest with mosses (r^2 = 0,72, p = 0,001)

Результат анализа факторных нагрузок *третьей компоненты* на биотопы показал, что отрицательная нагрузка свойственна средневозрастным сообществам, приспевающему и спелому естественным сообществам, в которых содержание азота в почве составляет 0,73–1,12 балла (по шкалам Г. Элленберга); молодой культуре (P_2O_5 = 28 мг/кг) и естественному жердняку (гумус 0,88%) с содержанием K_2O 32 и 23 мг/кг

почвы (табл. 5) соответственно. Положительные значения нагрузок характерны для молодняков с содержанием азота в почве 2,58 и 2,99 балла; для сообществ со значительным содержанием P_2O_5: средневозрастной культуре (118 мг/кг), естественному (134 мг/кг) и искусственным (74 и 94 мг/кг, гумусом 1,31 и 1,99%) приспевающим и перестойному (95 мг/кг); для естественного молодняка, приспевающих сообществ и спелой культуры, и перестойного естественного сообщества с гумусом 2,33%, 1,54–1,99% и 3,74% соответственно; для фитоценозов с содержанием K_2O, равным 55 и 98 мг/кг в лесных культурах молодняка и жердняка соответственно. Следовательно, по нашему мнению, третьей главной компонентой является трофность почвы.

Таблица 5

Инструментально полученные почвенные факторы разновозрастных естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого [Instrumentally obtained soil factors of natural and artificial communities of the different ages pine forest with mosses]

Возраст древостоя, лет [Stand age, years]	Происхождение древостоя [Origin of the stand]	pH	Гумус, % [Humus, %]	P_2O_5, mg/kg	K_2O, mg/kg
0–20	Естественное насаждение [Plantation of natural origin]	3,92	2,58	38	32
	Лесная культура [Forest crop]	4,29	1,51	79	62
21–40	Естественное насаждение [Plantation of natural origin]	4,02	0,88	95	23
	Лесная культура [Forest crop]	4,43	0,42	67	55
41–60	Естественное насаждение [Plantations of natural origin]	4,03	1,57	66	19
	Лесная культура [Forest crop]	4,04	1,53	93	15
61–80	Естественное насаждение [Plantations of natural origin]	4,23	1,72	101	17
	Лесная культура [Forest crop]	3,96	1,65	84	22
81–100	Естественное насаждение [Plantations of natural origin]	4,19	1,29	86	13
	Лесная культура [Forest crop]	4,03	1,54	51	28
101–120	Естественное насаждение [Plantations of natural origin]	3,98	2,49	88	17

Молодая лесная культура в возрасте 5 лет характеризуется невысоким подростом сосны (средняя высота составляет 0,59 ± 0,03 м), который функционально входит в живой напочвенный покров, что сказывается на его особом положении в системе экологических координат (рис. 7). Эффект небольшой площади (до 1 га) и, соответственно, влияние экотонного эффекта свойственен изученным формирующимся молодым соснякам, и это экологически дистанцирует данные сообщества от других фитоценозов возрастного ряда (рис. 7).

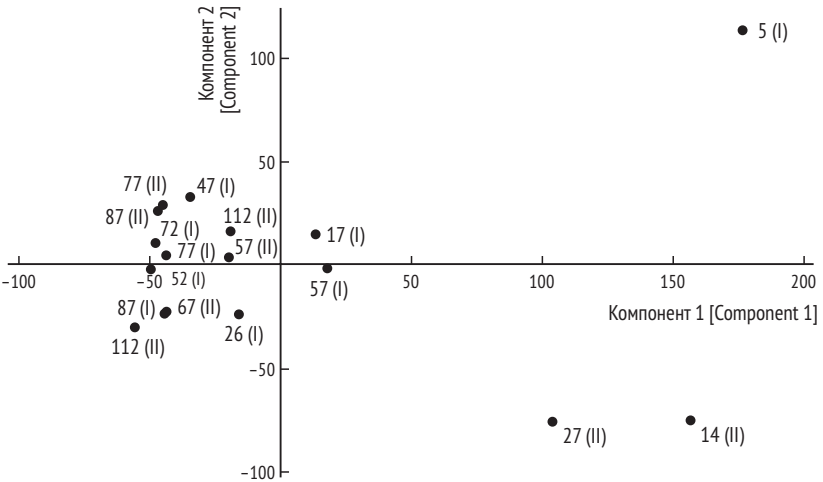

Рис. 7. Положение разновозрастных естественных и искусственных сосняков мшистых в системе экологических координат (по первой и второй главным компонентам PCA)

Обозначения точек: числа – возраст древостоев, лет; I – насаждения естественного происхождения; II – лесные культуры

Fig. 7. The position of natural and artificial of the different ages pine forest with mosses in the ecological coordinate system (according to the first and second main components of PCA)

Point designations: numbers – age of forest stands, years; I – plantations of natural origin; II – forest crops

Согласно многофакторному анализу видового состава изученных сообществ сосняка мшистого по матрице встречаемости с общей дисперсией 71,76% нами выделены три основных фактора, определяющие формирование изученных фитоценозов: лесохозяйственная деятельность, режим освещенности и трофность, которые подтвердились при

повторном изучении и увеличении выборки пространственно-временного ряда естественных и искусственных сообществ сосняка мшистого с 6 [Садковская, Созинов, 2018] до 17.

Выводы

Таким образом, изучение состава и структуры разновозрастных сообществ сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения заказника «Гродненская Пуща» (Беларусь) показало следующее.

1. В исследованных сосняках мшистых (в пределах пробных площадей) выявлено 86 видов сосудистых растений, 22 вида эпигейных мхов и 6 видов лишайников. По спектру ценотических групп разновозрастные сообщества сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения становятся сходными в средневозрастном состоянии, при этом лесной типичный живой напочвенный покров формируется раньше в естественных сообществах, чем в культурах сосны. Лесные культуры ведут к снижению скорости восстановления типичного видового состава сообществ сосняка мшистого, что является нежелательным фактором для ООПТ.

2. Ключевые факторы, влияющие на динамический ряд изученных сообществ сосняка мшистого (суммарная дисперсия 71,76%) –лесохозяйственная деятельность, режим освещенности и трофности почвы, при этом на ранних стадиях формирования лесных сообществ различного происхождения отмечена экологическая дифференциация, тогда как с приспевающего возраста сосняки искусственного и естественного происхождения становятся экологически и ценотически схожими.

3. Выявленные ключевые факторы для динамического ряда сосняка мшистого являются устойчивыми показателями, о чем свидетельствуют сохранение их позиций при изменении объема выборки в три раза.

Библиографический список / References

Абдурахманова З.И., Алиев Х.У., Нешатаева В.Ю. Сосновые леса из *Pinus kochiana с* участием *Taxus baccata* в Мушулинском ущелье (внутригорный Дагестан) и вопросы их охраны // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 2. С. 227–244. [Abdurakhmanova Z.I., Aliev Kh.U., Neshataeva V.Yu. Pine forests from *Pinus kochiana* with the participation of *Taxus baccata* in the Mushulinsky gorge (intramontane Dagestan) and issues of their protection. *Botanicheskii Zhurnal*. 2016. Vol. 101. No. 2. Pp. 227–244. (In Rus.)]

Бакал И.Ю., Горшков В.В. Влияние лесных пожаров на восстановление травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Кольского полуострова // Растительные ресурсы. 2000. Т. 39. № 4. С. 1–13. [Bakal I.Yu., Gorshkov V.V.

The influence of forest fires on the restoration of the herb-dwarf layer of pine forests on the Kola Peninsula. *Rastitelnye Resursy*. 2000. Vol. 39. No. 4. Pp. 1–13. (In Rus.)]

Бакал И.Ю., Горшков В.В. Характеристика травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов в условиях атмосферного загрязнения (Кольского полуострава) // Растительные ресурсы. 2003. Т. 39. № 4. С. 20–35. [Bakal I.Yu, Gorshkov V.V. Characteristics of the herb-shrublayer of pine forests in conditions of atmospheric pollution (Kola Peninsula). *Rastitelnye Resursy*. 2003. Vol. 39. No. 4. Pp. 20–35. (In Rus.)]

Бузук Г.Н., Созинов О.В., Цвирко Р.В. Лимитирующие факторы для фитоценозов: технология оценки (на примере сосновых лесов центральной Беларуси) // Социально-экологические технологии. 2017. № 17. С. 27–40. [Buzuk G.N., Sozinov O.V., Tsvirko R.V. Limiting factors for phytocenoses: Assessment technology (on the example of pine forests of central Belarus). *Environment and Human*: *Ecological Studies*. 2017. No. 17. Pp. 27–40. (In Rus.)]

Вайс А.А., Калачев В.А. Формирование пихтовых насаждений на вырубках после сплошной рубки в условиях средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2018. Т. 36. № 5. С. 402–406. [Vais A.A., Kalachev V.A. Formation of fir plantations in felling areas after clear felling in the conditions of Central Siberia. *Conifers of the Boreal Area*. 2018. Vol. 36. No. 5. Pp. 402–406. (In Rus.)]

Валяев В.Н. Динамика таксационных показателей разновозрастных еловых насаждений // Лесной журнал. 1963. № 4. С. 22–26. [Valyaev V.N. Dynamics of taxation indicators of uneven-aged spruce plantations. *Russian Forestry Journal*. 1963. No. 4. С. 22–26. (In Rus.)]

Видякин А.И. Естественное возобновление сосны при проведении постепенных рубок в подзоне хвойно-широколиственных лесов Вятско-Камского междуречья // Аграрный вестник Урала. 2012. № 11-1 (103). С. 56–57. [Vidyakin A.I. Natural renewal of pine during gradual felling in the subzone of coniferous-deciduous forests of the Vyatka-Kama interfluve. *Agraria Bulletin of the Urals*. 2012. No. 11-1 (103). Pp. 56–57. (In Rus.)]

Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Мн., 1982. [Geltman V.S. Geograficheskii i tipologicheskii analiz lesnoi rastitelnosti Belorussii [Geographical and typological analysis of forest vegetation in Belarus]. Minsk, 1982.]

Горшков В.В. Послепожарное восстановление мохово-лишайникового яруса в сосновых лесах Кольского полуострава // Экология. 1995. № 3. С. 179–183. [Gorshkov V.V. After fire recovery of the moss-lichen layer in the pine forests of the Kola Peninsula. *Russian Journal of Ecology*. 1995. No. 3. Pp. 179–183. (In Rus.)]

Горшков В.В., Баккал И.Ю. Изменение напочвенного покрова дренирования сосновых лесов Кольского полуострова с разной давностью пожара в период с 1991 по 2006 гг. // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. Петрозаводск, 2007. С. 383–396. [Gorshkov V.V., Bakkal I.Yu. Changes in the drainage ground cover of pine forests on the Kola Peninsula with different fire times in the period from 1991 to 2006. *Aktualnye problemy geobotaniki*. *III Vserossiiskaya shkola-konferentsiya*. *Lektsii*. Petrozavodsk, 2007. Pp. 383–396. (In Rus.)]

Горшков В.В., Ставрова Н.И. Послепожарное восстановление древесного яруса в бореальных сосновых лесах // Роль девственной наземной биоты в современных условиях глобальных изменений окружающей среды. Биотическая регуляция окружающей среды. Материалы международного семинара (12–16 октября 1998 г., Петрозаводск, Карелия, Россия). Гатчина, 1998. С. 197–202. [Gorshkov V.V., Stavrova N.I. Post-fire tree layer restoration in boreal pine forests. *Rol devstvennoi nazemnoi bioty v sovremennykh usloviyakh globalnykh izmenenii okruzhayushchei sredy*. *Bioticheskaya regulyatsiya okruzhayushchei sredy*. Gatchina, 1998. Pp. 197–202. (In Rus.)]

Горшков В.В., Ставрова Н.И. Возрастная структура популяций *Pinus sylvestris* L. в северотаежных сосновых лесах с различной давностью пожара // Растительные ресурсы. 2002a. Т. 38. Вып. 1. С. 3–27. [Gorshkov V.V., Stavrova N.I. Age structure of *Pinus sylvestris* L. populations in northern taiga pine forests with different fire dates. *Rastitelnye Resursy*. 2002. Vol. 38. Issue 1. Pp. 3–27. (In Rus.)]

Горшков В.В., Ставрова Н.И. Динамика возобновления сосны обыкновенной при восстановлении бореальных сосновых лесов после пожаров // Ботанический журнал. 2002b. Т. 87. № 2. С. 62–77. [Gorshkov V.V., Stavrova N.I. Scotch pine regeneration dynamics during restoration of boreal pine forests after fire. *Botanicheskii Zhurnal*. 2002. Vol. 87. No. 2. Pp. 62–77. (In Rus.)]

Грязькин А.В., Новикова М.А., Новиков Я.А. Особенности естественного возобновления березы на вырубках // Лесной журнал. 2016. № 4 (352). С. 81–88. [Gryazkin A.V., Novikova M.A., Novikov Ya.A. Features of natural regeneration of birch in clearings. *Russian Forestry Journal*. 2016. No. 4 (352). Pp. 81–88. (In Rus.)]

Дидух Я.П., Ешманов Д.Г., Школьников Ю.А. Использование фитоиндикационных оценок при изучении структуры лесных экосистем // Экология. 1997. № 5. С. 353–360. [Didukh Ya.P., Eshmanov D.G., Shkolnikov Yu.A. The use of phytoindication assessments in the study of the structure of forest ecosystems. *Russian Journal of Ecology*. 1997. No. 5. Pp. 353–360. (In Rus.)]

Динамика древостоев и их продуктивности на верхнем пределе произрастания в Хибинах на фоне современных изменений климата / Моисеев П.А., Галимова А.А., Бубков М.О. и др. // Экология. 2019. № 5. С. 341–355. [Moiseev P.A., Galimova A.A., Bubkov M.O. et al. Dynamics of forest stands and their productivity at the upper limit of growth in the Khibiny against the background of modern climate changes. *Russian Journal of Ecology*. 2019. No. 5. Pp. 341–355. (In Rus.)]

Динамика коренных еловых лесов европейской России / Федорчук В.Н., Шорохов А.А., Шорохова Е.В. и др. // Лесоведение. 2014. № 2. С. 11–19. [Fedorchuk V.N., Shorokhov A.A., Shorokhova E.V. et al. Dynamics of indigenous spruce forests in European Russia. *Russian Journal of Forest Science*. 2014. No. 2. Pp. 11–19. (In Rus.)]

Динамика лесных сообществ северо-запада России / Ярмишко В.Т., Бакал И.Ю., Борисова О.В. и др. СПб., 2009. [Yarmishko V.T., Bakal I.Yu., Borisova O.V. et al. Dinamika lesnykh soobshchestv severo-zapada Rossii [Dynamics of forest communities in Northwest Russia]. St. Petersburg, 2009.]

Динамика хвойных лесов Подмосковья / Рысин Л.П., Абатурова А.В., Савельева Л.И. и др. М., 2000. [Rysin L.P., Abaturova A.V., Saveleva L.I. et al. Dinamika khvoinykh lesov Podmoskovya [Dynamics of coniferous forests near Moscow] Moskva, 2000.]

Драндина А.Н. Влияние осушения, рубок главного пользования и рубок ухода за лесом на ход роста древостоев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. № 197. С. 47–54. [Drandina A.N. Influence of drainage, final felling and maintenance felling on the growth of forest stands. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotehniceskoj akademii*. 2011. No. 197. Pp. 47–54. (In Rus.)]

Иванов А.Ф., Пономарева А.Ф., Дерюгина Т.Ф. Отношение древесных растений к влажности и кислотности почв. Мн., 1966. [Ivanov A.F., Ponomareva A.F., Deryugina T.F. Otnoshenie drevesnykh rastenii k vlazhnosti i kislotnosti pochv [The ratio of woody plants to soil moisture and acidity]. Minsk, 1966.]

Иванова Н.А., Голубцова О.С. Факторы среды и функциональные процессы у травянистых растений при пирогенной сукцессии леса. Нижневартовск, 2014. [Ivanova N.A., Golubtsova O.S. Faktory sredy i funktsionalnye protsessy u travyanistykh rastenii pri pirogennoi suktsessii lesa [Environmental factors and functional processes in herbaceous plants during pyrogenic forest succession]. Nizhnevartovsk, 2014.]

Иванова Н.С. Метод главных компонент для изучения динамики лесной растительности // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2006. № 6. С. 21–27. [Ivanova N.S. Principal component method for studying the dynamics of forest vegetation. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa*. 2006. No. 6. Pp. 21–27. (In Rus.)]

Иванова Н.С., Золотова Е.С. Восстановительная динамика растительности и свойств почв горных лесов Урала // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: http://www.science-education.ru/118-14486 (дата обращения: 04.02.2021). [Ivanova N.S., Zolotova E.S. Restorative dynamics of vegetation and soil properties of mountain forests of the Urals. *Sovremennye problemy nauki i obrasovaniya*. 2014. No. 4. URL: http://www.science-education.ru/118-14486 (In Rus.)]

Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: Методические рекомендации. СПб, 2008. [Ipatov V.S., Mirin D.M. Opisanie fitotsenoza: Metodicheskie rekomendatsii [Description of phytocenosis: Guidelines]. St. Petersburg, 2008.]

Коломыш Э.Г. Эволюционная экология бореальных лесов на тихоокеанском мегаэкотоне Северной Евразии // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 5–139. [Kolomysh E.G. Evolutionary ecology of boreal forests in the Pacific megaecotone of Northern Eurasia. *Samarskaya Luka*: *problemy regionalnoi i globalnoi ekologii*. 2015. Vol. 24. No. 3. C. 5–139. (In Rus.)]

Кораблев А.П., Нешатаева В.Ю. Динамика лесной растительности на лавовых потоках плато Толбачинский дол (Ключевская группа вулканов, Камчатка) // Ботанический журнал. 2011. Т. 96. № 11. С. 1440–1457. [Korablev A.P., Neshataeva V.Yu. Dynamics of forest vegetation on lava flows of the Tolbachinsky dol plateau (Klyuchevskaya group of volcanoes, Kamchatka). *Botanicheskii Zhurnal*. 2011. Vol. 96. No. 11. Pp. 1440–1457. (In Rus.)]

Кораблев А.П., Нешатаева В.Ю. Первичные вулканогенные сукцессии растительности лесного пояса на плато Толбачинский дол (Камчатка) // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2016. № 4. С. 366–376. [Korablev A.P., Neshataeva V.Yu. Primary volcanogenic successions of vegetation of the forest belt on the Tolbachinsky dol plateau (Kamchatka). *Izvestiia Akademii nauk. Seriia biologicheskaia*. 2016. No. 4. Pp. 366–376. (In Rus.)]

Корчагин А.А. Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожаров на Европейском Севере // Труды БИН АН СССР. Сер. III. 1954. Вып. 9. С. 75–149. [Korchagin A.A. The impact of fires on forest vegetation and its restoration after fires in the European North. *Trudy BIN AN SSSR. Series III*. 1954. Vol. 9. Pp. 75–149. (In Rus.)]

Корякин А.И. Динамика вторичных кедрово-кленовых древостоев на юге Приморского края // Лесоведение. 2007. № 2. С. 22–27. [Koryakin A.I. Dynamics of secondary stone pine-maple stands in the south of Primorsky Krai. *Russian Journal of Forest Science*. 2007. No. 2. Pp. 22–27. (In Rus.)]

Кунафин А.М. Анализ видового богатства и ординация сообществ вырубок светло-хвойных зеленомошных лесов Южного Урала // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 (5). С. 1296–1299. [Kunafin A.M. Analysis of species richness and ordination of felling communities of light coniferous green moss forests in the Southern Urals. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2012. Vol. 14. No. 1 (5). Pp. 1296–1299. (In Rus.)]

Кутенков С.А. Выявление факторов биологического разнообразия болотных лесов северотаежной подзоны Карелии // Лесной вестник. 2009. № 1. С. 151–154. [Kutenkov S.A. Identification of the factors of biological diversity of wetland forests of the northern taiga subzone of Karelia. *Forestry Bulletin*. 2009. No. 1. Pp. 151–154. (In Rus.)]

Ловчий Н.Ф. Экологический анализ структуры и продуктивности сосновых лесов Беларуси. Мн., 1999. [Lovchii N.F. Ekologicheskii analiz struktury i produktivnosti sosnovykh lesov Belarusi [Ecological analysis of the structure and productivity of pine forests in Belarus]. Minsk, 1999.]

Ловчий Н.Ф. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Полесья. Мн., 2012. [Lovchii N.F. Kadastr tipov sosnovykh lesov Belorusskogo Polesya [Cadastre of types of pine forests of Belarusian Polissya]. Minsk, 2012.]

Ловчий Н.Ф., Пучило А.В., Гуцевич В.Д. Кадастр типов сосновых лесов Белорусского Поозерья. Мн., 2009. [Lovchii N.F., Puchilo A.V., Gutsevich V.D. Kadastr tipov sosnovykh lesov Belorusskogo Poozerya [Cadastre of types of pine forests of the Belarusian Lakeland]. Minsk, 2009.]

Маслов А.А. Сукцессионная динамика древостоев и нижних ярусов в послепожарном 100-летнем сосняке лишайниково-зеленомошном // Лесоведение. 2002. № 2. С. 23–29. [Maslov A.A. Successional dynamics of forest stands and lower layers in a postfire 100-year-old lichen-green moss pine forest. *Russian Journal of Forest Science*. 2002. No. 2. Pp. 23–29. (In Rus.)]

Меланхолин П.Н. Динамика травяно-кустарничкового яруса хвойных лесов // Динамика хвойных лесов Подмосковья. М., 2000. С. 130–147. [Melankholin P.N.

Dynamics of the herb-shrub layer of coniferous forests. *Dinamika khvoinykh lesov Podmoskovya*. Moscow, 2000. Pp. 130–147. (In Rus.)]

Меланхолин П.Н. Возрастная динамика некоторых типов сосновых насаждений Московского региона // Лесной вестник. 2019. Т. 23. № 2. С. 29–34. [Melankholin P.N. Age dynamics of some types of pine plantations in the Moscow region. *Forestry Bulletin*. 2019. Vol. 23. No. 2. C. 29–34. (In Rus.)]

Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М., 2001. [Mirkin B.M., Naumova L.G., Solomeshch A.I. Sovremennaya nauka o rastitelnosti [Modern Vegetation Science]. Moscow, 2001.]

Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. М., 1978. [Mirkin B.M., Rozenberg G.S. Fitotsenologiya. Printsipy i metody [Phytocenology. Principles and methods]. Moscow, 1978.]

Михайлова Т.А., Калугина О.В., Шергина О.В. Динамика состояния сосновых лесов Предбайкалья в условиях воздействия антропогенных факторов // Сибирский лесной журнал. 2017. № 1. С. 44–55. [Mikhailova T.A., Kalugina O.V., Shergina O.V. Dynamics of the state of pine forests in Cisbaikalia under the influence of anthropogenic factors. *Siberian Journal of Forest Science*. 2017. No. 1. Pp. 44–55. (In Rus.)]

Модель восстановительно-возрастной динамики лесов Зауральской холмисто-предгорной провинции / Н.С. Иванова, Г.П. Быстрай, С.А. Охотников и др. // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 4. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=4754 (дата обращения: 31.01.2021). [Ivanova N.S., Bystrai G.P., Okhotnikov S.A. et al. Model of the regenerative-age dynamics of the forests of the Trans-Ural hilly-foothill province. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2011. No. 4. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=4754 (In Rus.)]

Нешатаев Ю.Н. О некоторых задачах и методах классификации растительности // Растительность России. 2001. № 1. С. 57–61. [Neshataev Yu.N. On some problems and methods of vegetation classification. *Vegetation of Russia*. 2001. No. 1. Pp. 57–61. (In Rus.)]

Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. Мн., 1999. [Opredelitel vysshikh rasteniy Belarusi [Keys to Higher Plants of Belarus]. V.I. Parfenov (ed.). Minsk, 1999.]

Орлов Ф.Б. Об изменениях живого напочвенного покрова на гарях // Сборник научно-исследовательских работ Архангельского Лесотехнического института. 1947. Вып. IX. С. 239–246. [Orlov F.B. About changes in the living ground cover on burnt-out areas. *Sbornik nauchno-issledovatelskikh rabot Arkhangelskogo Lesotekhnicheskogo instituta*. 1947. Vol. IX. Pp. 239–246. (In Rus.)]

От Марыхи до Котры. Охраняемые природные территории Белорусско-Литовского пограничья / Отв. за выпуск Л. Янкаускене, О. Созинов, Э. Дробялис. Гродно, 2014. [Ot Marykhi do Kotry. Okhranyaemye prirodnye territorii Belorussko-Litovskogo pogranichya [From Marykha to Kotra. Protected natural areas of the Belarusian-Lithuanian borderland]. L. Yankauskene, O. Sozinov, E. Drobyalis (eds.). Grodno, 2014.]

Перевозчикова В.Д. Динамика зарастания вырубок сосновых лесов среднего Приангарья: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Красноярск, 1996. [Perevozchikova V.D. Dinamika zarastaniya vyrubok sosnovykh lesov srednego Priangarya [Dynamics of overgrowing of clearings in pine forests in the middle Angara region]. PhD thesis. Krasnoyarsk, 1996.]

Писанов В.С., Ульянов И.Н. Динамика древостоя в ельнике кисличном // Лесной вестник. 2000. № 1. С. 44–46. [Pisanov V.S., Ulyanov I.N. Growing stand dynamics in the sorrel spruce forest. *Forestry Bulletin*. 2000. No. 1. Pp. 44–46. (In Rus.)]

Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. М., 2001. [Praktikum po agrokhimii [Workshop on agrochemistry]. V.G. Mineev (ed.). Moscow, 2001.]

Разнообразие кедровых лесов в связи с условием местообитаний / Пологова Н.Н., Чернова Н.А., Климова Н.В. и др. // Лесоведение. 2013. № 4. С. 32–42. [Pologova N.N., Chernova N.A., Klimova N.V. et al. Diversity of cedar forests due to habitat condition. *Russian Journal of Forest Science*. 2013. No. 4. Pp. 32–42. (In Rus.)]

Рыковский Г.Ф., Масловский О.М. Флора Беларуси. Мохообразные / Под ред. В.И. Парфенова. Мн., 2004. [Rykovskii G.F., Maslovskii O.M. Flora Belarusi. Mokhoobraznye [Flora of Belarus. Bryophytes]. V.I. Parfenov (ed.). Minsk, 2004.]

Ряды восстановления сосняков восточной фенноскандии на песчаных автоморфных почвах / Крышень А.М., Геникова Н.В., Гнатюк Е.П. и др. // Ботанический журнал. 2018. № 103 (1). С. 5–35. [Kryshen A.M., Genikova N.V., Gnatyuk E.P. et al. Rows of regeneration of pine forests of eastern fennoscandia on sandy automorphic soils. *Botanicheskii Zhurnal*. 2018. No. 103 (1). С. 5–35. (In Rus.)]

Савиных Н.П., Пересторонина О.Н., Шабалкина С.В. Состояние и динамика биоразнообразия при искусственном восстановлении сосняков // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2018. № 3. С. 301–316. [Savinykh N.P., Perestoronina O.N., Shabalkina S.V. State and dynamics of biodiversity during artificial restoration of pine forests. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta*. *Seriya*: *Biologiya i ekologiya*. 2018. No. 3. Pp. 301–316. (In Rus.)]

Садковская А.И. Таксономическая характеристика естественных и искусственных разновозрастных сосняков мшистых // Природа, человек и экология: Сб. тезисов докладов IV Республиканской науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 28 марта 2019 г. Брест, 2019. С. 130–133. [Sadkovskaya A.I. Taxonomic characteristics of natural and artificial mossy pine forests of different ages. *Priroda, chelovek i ekologiya*. Brest, 2019. Pp. 130–133. (In Rus.)]

Садковская А.И., Созинов О.В. Экологическая дифференциация разновозрастных сосняков мшистых (Гродненская Пуща) // Актуальные проблемы экологии: Сб. науч. ст. по материалам XIII Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 3–5 окт. 2018 г. Гродно, 2018. С. 26–28. [Sadkovskaya A.I., Sozinov O.V. Ecological differentiation of mossy pine forests of different ages (Grodno Pushcha). *Aktualnye problemy ekologii*. Grodno, 2018. Pp. 26–28. (In Rus.)]

Садковская А.И, Созинов О.В. Изменчивость видового состава разновозрастных сосняков мшистых // Всероссийская конференция «Современная наука о растительности», посвященная 90-летию кафедры геоботаники биологического факультета МГУ. г. Москва – Звенигородская биостанция МГУ. 10–13 (14) октября 2019 г.: Тезисы докладов. М., 2019. С. 54–56. [Sadkovskaya A.I, Sozinov O.V. Variability of the species composition of uneven-aged mossy pine forests. *Sovremennaya nauka o rastitelnosti*. Moscow, 2019. Pp. 54–56. (In Rus.)]

Сакович А.А., Рыковский Г.Ф. Биоэкологическая база данных мохообразных Беларуси // Актуальные проблемы экологии: Материалы X междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 1–3 окт. 2014 г.). Гродно, 2014. Ч. 1. С. 39–40. [Sakovich A.A., Rykovsky G.F. Bioecological database of bryophytes of Belarus. *Aktualnye problemy ekologii*. Grodno, 2014. Pp. 39–40. (In Rus.)]

Самойлов Ю.И., Ипатов В.С. Пирогенные сукцессии напочвенного покрова сухих сосняков на песках // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. 1995. Вып. 4. С. 58–67. [Samoilov Yu.I., Ipatov V.S. Pyrogenic successions of the ground cover of dry pine forests on the sands. *Vestnik of Saint Petersburg University*. *Series 3*. *Biology*. 1995. Vol. 4. Pp. 58–67. (In Rus.)]

Санников С.Н. Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типов леса // Труды Института экологии растений и животных. Академия наук СССР. Уральский филиал. 1970. Вып. 67. С. 175–181. [Sannikov S.N. On ecological series of renewal and development of plantations within forest types. *Trudy Instituta ekologii rastenii i zhivotnykh*. *Akademiya nauk SSSR*. *Uralskii filial*. 1970. Vol. 67. Pp. 175–181. (In Rus.)]

Саутин В.И., П.Н. Райко. Определитель типов леса БССР. Мн., 1963. [Sautin V.I., Raiko P.N. Opredelitel tipov lesa BSSR [Key to forest types of the BSSR]. Minsk, 1963.].

Серенкова В.А., Потапенко А.М. Оценка предварительного и последующего естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях белорусского полесья // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. 2016. № 1 (183). С. 70–73. [Serenkova V.A., Potapenko A.M. Assessment and subsequent natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Belarusian woodland. *Trudy BGTU*. *Lesnoe khozyaistvo*. 2016. No. 1 (183). Pp. 70–73. (In Rus.)]

Скворцов А.К. Гербарий. М., 1997. [Skvortsov A.K. Gerbarii [Herbarium]. Moscow, 1997.]

Смирнов Н.С. Темнохвойные леса верховий р. Печора (Печоро-Илычский заповедник) // Материалы докладов школы-конференции «Природные и исторические факторы формирования современных экосистем Среднего и Северного Урала» 13–17 марта 2017 г. Якша, 2017. С. 139–144. [Smirnov N.S. Dark coniferous forests of the upper river Pechora (Pechora-Ilych nature reserve). *Prirodnye i istoricheskie faktory formirovaniya sovremennykh ekosistem Srednego i Severnogo Urala*. Yaksha, 2017. Pp. 139–144. (In Rus.)

Смирнова О.В., Чумаченко С.И. Концептуальная модель динамики напочвенного покрова // Лесной вестник. 2012. № 9. С. 94–102. [Smirnova O.V.,

Chumachenko S.I. Conceptual model of ground cover dynamics. *Forestry Bulletin*. 2012. No. 9. Pp. 94–102. (In Rus.)]

Сравнительная оценка живого напочвенного покрова в лесных культурах сосны и на залежах / Армолайтис К., Алейниковене Ю., Жекайте В., Чеснулявичене Р. // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: матэрыялы Міжнароднай навуковай канферэнцыі, прысвечанай 80-годдзю Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (Мінск – Нарач, 22–26 верасня 2008 г.). Мн., 2008. С. 133–135. [Armolaitis K., Aleinikovene Yu., Zhekaite V., Chesnulyavichene R. Comparative assessment of the living ground cover in pine forest plantations and on fallow lands. *Monitoring i otsenka sostoyaniya rastitelnogo mira*. Minsk, 2008. Pp. 133–135. (In Rus.)]

Структура и динамика древостоев верхней границы леса в западной части плато Путорана / Григорьев А.А., Дэви Н.М., Кукарских В.В. и др. // Экология. 2019. № 4. С. 243–254. [Grigorev A.A., Devi N.M., Kukarskikh V.V. et al. Structure and dynamics of stands of the upper forest boundary in the western part of the Putorana plateau. *Russian Journal of Ecology*. 2019. No. 4. Pp. 243–254. (In Rus.)]

Судник А.В. Демутационная динамика сосновых лесов на почвах недостаточного и умеренного увлажнения: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Мн., 2006. [Sudnik A.V. Demutatsionnaya dinamika sosnovykh lesov na pochvakh nedostatochnogo i umerennogo uvlazhneniya [Demutational dynamics of pine forests on soils of insufficient and moderate moisture]. PhD thesis. Minsk, 2006.]

Сукачев В.Н. Краткое руководство к исследованию типов леса. М., 1927. [Sukachev V.N. Kratkoe rukovodstvo k issledovaniyu tipov lesa [A quick guide to researching forest types]. Moscow, 1927.]

Тимошок Е.Е., Скороходов С.Н., Тимошок Е.Н. Эколого-ценотическая характеристика кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) на верхней границе его распространения в центральном Алтае // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 4 (20). С. 171–184. [Timoshok E.E., Skorokhodov S.N., Timoshok E.N. Ecological and cenotic characteristics of the Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) at the upper border of its distribution in central Altai. *Tomsk State University Journal of Biology*. 2014. No. 4 (20). Pp. 171–184. (In Rus.)]

Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Ред. и предисл. Т.А. Работнов. М., 1980. [Whittaker R.H. Soobshchestva i ekosistemy [Communities and Ecosystems]. T.A. Rabotnov (ed. and foreword). Moscow, 1980.]

Уланова Н.Г., Жмылев Н.Г. Эколого-ценотический анализ растительных сообществ. М., 2014. [Ulanova N.G., Zhmylev N.G. Ekologo-tsenoticheskii analiz rastitelnykh soobshchestv [Ecological and cenotic analysis of plant communities]. Moscow, 2014.]

Усеня В.В., Катков Е.Н. Продуктивность и восстановление лесных фитоценозов после пожаров. Мн., 2010. [Usenya V.V., Katkov E.N. Produktivnost i vosstanovlenie lesnykh fitotsenozov posle pozharov [Productivity and restoration of forest phytocenoses after fires]. Minsk, 2010.]

Факторы пространственно-временной изменчивости лиственницы сибирской в горных районах Алтая, Тувы и Монголии / Андреева М.В., Курочкин Ю.Н., Сыранятина М.В. и др. // Экология. 2019. № 4. С. 365–372. [Andreeva M.V., Kurochkin Yu.N., Syranyatina M.V. et al. Factors of spatio-temporal variability of Siberian larch in the mountainous regions of Altai, Tuva and Mongolia. *Russian Journal of Ecology*. 2019. No. 4. Pp. 365–372. (In Rus.)]

Фитомасса живого напочвенного покрова и его характеристика на основе эколого-ценотических шкал в сосновых насаждениях Уральского учебно-опытного лесхоза / И.Л. Трофимова, У.П. Кощеева, З.Я. Нагимов и др. // Аграрный вестник Урала. 2015. № 5 (135). С. 55–60. [Trofimova I.L., Koshcheeva U.P., Nagimov Z.Ya. Phytomass of the living ground cover and its characteristics based on ecological-cenotic scales in pine plantations of the Ural educational and experimental forestry enterprise. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015. No. 5 (135). Pp. 55–60. (In Rus.)]

Хохряков А.П. Таксономические аспекты и их роль в сравнительной флористике // Ботанический журнал. 2005. Т. 85. № 5. С. 1–11. [Khokhryakov A.P. Taxonomic aspects and their role in comparative floristry. *Botanicheskii Zhurnal*. 2005. Vol. 85. No. 5. C. 1–11. (In Rus.)]

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М., 1983. [Tsyganov D.N. Fitoindikatsiya ekologicheskikh rezhimov v podzone khvoino-shirokolistvennykh lesov [Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-deciduous forests]. Moscow, 1983.]

Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков и др. Москва, 1956. [Ramenskii L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N. et al. Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitelnomu pokrovu. Moscow, 1956.]

Юркевич И.Д. Типы лесов Белорусской ССР: Краткий очерк. Мн., 1948. [Yurkevich I.D. Tipy lesov Belorusskoi SSR: Kratkii ocherk [Types of forests in the Byelorussian SSR: A brief outline]. Minsk, 1948.]

Юркевич И.Д., Ловчий Н.Ф. Сосновые леса Белоруссии: Типы, ассоциации, продуктивность. Мн., 1984. [Yurkevich I.D., Lovchii N.F. Sosnovye lesa Belorussii: Tipy, assotsiatsii, produktivnost [Pine forests of Belarus: Types, associations, productivity]. Minsk, 1984.]

Ярмишко Т.В., Игнатьева О.В. Многолетний импактный мониторинг состояния сосновых лесов в центральной части Кольского полуострова // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2019. № 6. С. 658–668. [Yarmishko T.V., Ignatyeva O.V. Long-term impact monitoring of the state of pine forests in the central part of the Kola Peninsula. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Ceriya biologicheskaya*. 2019. No. 6. Pp. 658–668. (In Rus.)]

Яцына А.П., Мержвинский Л.М. Практикум по лишайникам. Витебск, 2012. [Yatsyna A.P., Merzhvinskii L.M. Praktikum po lishainikam [Workshop on lichens]. Vitebsk, 2012.]

Ellenberg H. Zeigerwerte der Geffasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen, 1991.

Ferrero M., Zeballos S., Whitworth-Hulse J. et al. Functional strategies and distribution of climbing plant communities in different vegetation patches

in a subtropical dry forest, central Argentina. *Journal of Plant Ecology*. 2019. Vol. 12. No. 1. Pp. 23–33.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Rayan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2021. No. 4 (1).

Havlová M., Chytrý M., Tichý L. Diversity of hay meadows in the Czech Republic: Major types and environmental gradients. *Phytocoenologia*. 2004. No. 34 (4). Pp. 551–567.

Landolt E. Okologische Zeigerwerts zur Sweizer Flora. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Zurich, 1977. H. 64. Pp. 1–208.

Manov A.V. Dynamics of the horizontal structure of the tree stand in a pristine herb-bilberry forest of the subzone of the middle tiaga in the Komi Republic. *Biology Bulletin*. 2017. Vol. 44. No. 5. Pp. 552–559.

Marcos J.A., Marcos E., Taboada A. et al. Comparison of community structure and soil characteristics in different aged *Pinus sylvestris* plantations and natural pine forest. *Science Direct Forest Ecology and Management*. 2007. No. 247. Pp. 35–42.

Moran E.F., Packer A., Brondizio E. et al. Restoration of vegetation cover in the eastern amazon. *Ecological Economics*. 1996. Vol. 18. No. 1. Pp. 41–54.

Testolin R., Attorre F., Jiménez-Alfaro B. Global distribution and bioclimatic characterization of alpine biomes. *Ecography*. 2020. No. 43. Pp. 1–10.

Joswig J., Wirth C., Schuman M. et al. Climatic and soil factors explain the two-dimensional spectrum of global plant trait variation. *Nature Ecology & Evolut*. 2022. No. 6. Pp. 36–50.

Статья поступила в редакцию 20.01.2022, принята к публикации 12.03.2022
The article was received on 20.01.2022, accepted for publication 12.03.2022

Сведения об авторах / About the authors

Созинов Олег Викторович – доктор биологических наук, доцент; заведующий кафедрой ботаники факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь

Oleg V. Sozinov – Dr. Biol. Hab.; Head at the Department of Botany of the Faculty of Biology and Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno,Republic of Belarus

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2502-0230
E-mail: ledum@list.ru; o.sozinov@grsu.by

Садковская Анна Ивановна – научный сотрудник кафедры ботаники факультета биологии и экологии, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь

Anna I. Sadkovskaya – Researcher at the Department of Botany of the Faculty of Biology and Ecology, Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus

E-mail: a_sadkovskaya@list.ru

Заявленный вклад авторов

О.В. Созинов – общее руководство направлением исследования, геоботанические описания, определение гербарного материала, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста статьи

А.И. Садковская – геоботанические описания, сбор и определение гербарного материала, оформление этикеток, составление списка растений, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста статьи

Contribution of the authors

O.V. Sozinov – general direction of the research direction, geobotanical descriptions, identification of herbarium material, statistical processing of the received data, preparation of the text of the article

A.I. Sadkovskaya – geobotanical descriptions, collection and identification of herbarium material, designof labels, compilation of a list of plants, statistical processing of the received data, preparation of the text of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи
All authors have read and approved the final manuscript