

ISSN 2221-9927

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ  
ИМЕНИ В. Ф. КУПРЕВИЧА  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ»

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
«БЕЛОРУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

# БОТАНИКА

## (ИССЛЕДОВАНИЯ)

Выпуск 52

*Издается с 1959 года*

*Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь  
для опубликования результатов диссертационных исследований  
по биологической отрасли науки  
(ботаника, экология, физиология и биохимия растений)*

*Включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

*Полнотекстовая электронная версия сборника размещается на сайте  
<https://botany.by>*

Минск  
«Колорград»  
2023

Научные редакторы:

академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор *Н. А. Ламан*;  
академик НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор *В. И. Парфенов*

Редакционная коллегия:

- Н. А. Ламан* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. И. Парфенов* – академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- П. В. Крестов* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,  
Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН (Владивосток, Россия)
- Н. В. Лукина* – член-корреспондент РАН, доктор биологических наук,  
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва, Россия)
- В. Н. Прохоров* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- В. В. Титок* – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,  
Центральный ботанический сад НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Н. Г. Аверина* – доктор биологических наук, профессор,  
Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Ю. К. Виноградова* – доктор биологических наук, профессор,  
Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН (Москва, Россия)
- Д. В. Гельтман* – доктор биологических наук, профессор,  
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург, Россия)
- Н. С. Гурина* – доктор биологических наук, профессор,  
Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)
- О. И. Родькин* – доктор биологических наук,  
Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова БГУ  
(Минск, Беларусь)
- Ю. А. Семенщеников* – доктор биологических наук, профессор,  
Брянский государственный университет имени акад. И. Г. Петровского (Брянск, Россия)
- Г. Т. Ситпаева* – доктор биологических наук,  
Институт ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан (Алма-Аты, Казахстан)
- Д. Г. Груммо* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- А. В. Пугачевский* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Р. В. Цвирко* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Д. Б. Беломесяцева* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)
- Н. А. Зеленкевич* – кандидат биологических наук,  
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси (Минск, Беларусь)

Ответственный секретарь

кандидат биологических наук *Т. А. Будкевич*

ISSN 2221-9927

© Институт экспериментальной ботаники  
НАН Беларуси, 2023  
© Оформление. ООО «Колорград», 2023

*ISSN 2221-9927*

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS  
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCES

STATE SCIENTIFIC INSTITUTION

“V. F. KUPREVICH INSTITUTE OF EXPERIMENTAL BOTANY  
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS”

SOCIAL ASSOCIATION “BELARUSIAN BOTANICAL SOCIETY”

# **BOTANY**

## **(RESEARCH)**

Issue 52

*Published since 1959*

*Included to the Scientific Publications List in the Republic of Belarus  
of the publishing dissertation research results at the biological science branch  
(botany; ecology; plants physiology and biochemistry)*

*Included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database*

*The full-text e-copy see on the website <https://botany.by>*

Minsk  
“Kolorgrad”  
2023

**Botany (research)** : Collection of scientific transactions. Issue 52 / Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus. – Minsk : Kolorgrad, 2023. – 343 p.  
ISSN 2221-9927.

Scientific editors:

*N. A. Laman* (Academician, D. Sc. (Biology), Professor);  
*V. I. Parfenov* (Academician, D. Sc. (Biology), Professor)

Editorial board:

- N. A. Laman* – Academician, D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- V. I. Parfenov* – Academician, D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- P. V. Krestov* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the RAS (Vladivostok, Russia)
- N. V. Lukhyna* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Center for Forest Ecology and Productivity of the RAS (Moscow, Russia)
- V. N. Prokhorov* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- V. V. Titok* – Corresponding Member, D. Sc. (Biology),  
Central Botanical Garden of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- N. G. Averina* – D. Sc. (Biology), Professor,  
Institute of Biophysics and Cell Engineering of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- Yu. K. Vynogradova* – D. Sc. (Biology), Professor,  
N. V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS (Moscow, Russia)
- D. V. Heltman* – D. Sc. (Biology), Professor,  
V. L. Komarov Botanical Institute of the RAS Russia (Saint-Petersburg, Russia)
- N. S. Huryna* – D. Sc. (Biology), Professor,  
Belarusian State Medical University Belarus (Minsk, Belarus)
- O. I. Rodkin* – D. Sc. (Biology),  
International Sakharov Environmental Institute of BSU (Minsk, Belarus)
- Yu. A. Semenischenkov* – D. Sc. (Biology), Professor,  
I. G. Petrovsky Bryansk State University Russia (Bryansk, Russia)
- G. T. Sytpaeva* – D. Sc. (Biology),  
Institute of Botany and Phytointroduction of Kazakhstan (Alma-Ata, Kazakhstan)
- D. G. Grummo* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- A. V. Puhachevsky* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- R. V. Tsvirko* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- D. B. Belomesyatseva* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)
- N. A. Zeliankevich* – Ph. D. (Biology),  
Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus (Minsk, Belarus)

Executive Secretary

T. A. Budkevich – Ph. D. (Biology)

ISSN 2221-9927

© Institute of Experimental Botany  
of the NAS of Belarus, 2023

© Publisher and printing. “Kolorgrad”, 2023

Adress: Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus, 27, Akademicheskaya str., 220072,  
Minsk, Belarus. Fax +375 (17) 322 18 53, tel. + 375 (17) 374 00 27, e-mail: nan.botany@yandex.by

УДК 581.524

А. Ю. КОМАР<sup>1</sup>, О. В. СОЗИНОВ<sup>2</sup>**СИНТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МЕЛИОРАТИВНО-ПРОИЗВОДНЫХ СОСНЯКОВ ЗАКАЗНИКА «НАЛИБОКСКИЙ»**<sup>1</sup>Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь, e-mail: artur.komar@tut.by<sup>2</sup>Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: o.sozinov@grsu.by

**Аннотация.** Изучено синтаксономическое разнообразие мелиоративно-производных сосняков низкоэффективных осушительных систем заказника «Налибокский» (Беларусь). С использованием флористической, фитоценологической и лесохозяйственной классификаций выявлено 7 синтаксонов. Предложен вариант *Vaccinium uliginosum* ассоциации *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973. Сообщество *Pinus sylvestris* – *Thelypteris palustris* – *Sphagnum centrale* (на торфе) ранжировано только до класса (по флористической классификации). По каждому синтаксону приведена классификационная, ценологическая и экологическая характеристика. Флористическое своеобразие синтаксонов и влияние экологических факторов на их дифференциацию продемонстрированы методом нелинейного многомерного шкалирования (NMDS). Выявлено, что основными лимитирующими факторами, определяющими разнообразие мелиоративно-производных сосняков, являются почвенно-грунтовые условия нарушенных болотных экосистем: глубина и обводненность торфяной залежи, химические характеристики торфа (зольность, кислотность).

**Ключевые слова:** заказник «Налибокский», осушительная мелиорация, повторное заболачивание, синтаксономия, ординация, мелиоративно-производные леса, болотные сосняки, *Vaccinio – Piceetea*, *Vaccinio uliginosi* – *Pinion sylvestris*, *Dicrano – Pinion sylvestris*, *Piceion excelsae*.

A. Yu. KOMAR<sup>1</sup>, O. V. SOZINOV<sup>2</sup>**DRAINED SCOTS PINE FORESTS SYNTAXONOMIC DIVERSITY OF NALIBOKSKY RESERVE**<sup>1</sup>V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, e-mail: artur.komar@tut.by<sup>2</sup>Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Belarus, e-mail: o.sozinov@grsu.by

**Annotation.** The syntaxonomic diversity of drained pine forests of low-efficiency drainage systems of the Naliboksky Reserve (Belarus) has been studied. Using floristic, phytocenotic and forestry classifications, 7 syntaxons were identified. A variant of *Vaccinium uliginosum* of the association *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973 was proposed. The *Pinetum fontinale-herbosum* (on peat) is ranked only up to the class (according to the floral classification). Classification, cenotic and ecological characteristics are given for each syntaxon. The floral originality of syntaxons and the role of environmental factors in their differentiation are demonstrated by the method of nonlinear multidimensional scaling (NMDS). It was revealed that the main limiting factor determining the diversity of drained pine forests is the soil-soil conditions of disturbed bog ecosystems: depth and water content, peat deposits, chemical characteristics of peat.

**Keywords:** Naliboksky Reserve, drainage reclamation, rewetting, syntaxonomy, ordination, drained forest, marsh pine forest, *Vaccinio – Piceetea*, *Vaccinio uliginosi* – *Pinion sylvestris*, *Dicrano – Pinion sylvestris*, *Piceion excelsae*.

**ВВЕДЕНИЕ**

Классификация мелиоративно-производных лесов отражает трансформацию видового состава и структуры лесных фитоценозов в результате гидролесомелиорации. В зонах влияния осушительной мелиорации в зависимости от гидрологических условий происходит смещение в эдафифитоценологическом ряду в сторону формирования менее увлажненных типов леса (мезофитиза-

ция биотопов) [1]. При интенсивном осушении лесных верховых болот формируются типы леса, близкие по структуре, составу и продуктивности к своим аналогам на минеральных почвах [2, 3]. Важную экологическую роль играет тип торфяной залежи и ее глубина [4, 5]. При осушении верховых болот формируются типы леса, аналогичные соснякам брусничным и мшистым [2],

при осушении бедных переходных болот – ельники черничные, а при осушении богатых переходных и низинных болот формируются высокопродуктивные ельники кисличные. Отмечено, что осушенные леса во многом схожи, например, по продуктивности, но часто отличаются условиями произрастания. Каждому типу леса соответствует набор организационно-технических мероприятий при хозяйствовании в них, поэтому мероприятия будут разные на минеральных и органических почвах. Соответственно, неоднократно, в том числе зарубежом, обсуждались вопросы выделения особых мелиоративно-производных типов леса [5–9].

В первые десятилетия после осушения в 1970–1980-е гг. в практике белорусских лесоустроителей было принято выделять мелиоративно-производные типы леса с маркировкой в виде добавления буквы «-м» к типу леса, например С. баг-м (сосняк багульниковый мелиоративно-производный). В настоящее время от такой практики отказались. В дальнейшем попытки классифицировать мелиоративно-производные сосняки привели к выделению 4 типов: сосняк малиново-черничный (*turfosum* – бедные болотные почвы), сосняк осоково-долгомошный, сосняк разнотравно-осоковый, сосняк вересково-багульниковый [3, 10]. В работах белорусских геоботаников [11] приведены мелиоративно-производные ассоциации типов осушенных лесов, которые нашли отражение в ТКП 587-2016 «Правила выделения типов леса» [12].

Спорными моментами большинства классификаций лесной растительности Ю. В. Нешатаев [13] среди всего прочего называет выделение типа леса по классу бонитета древостоя и по доми-

нантам живого напочвенного покрова, которые имеют широкую экологическую валентность, не учитывая местопроизрастание (тип лесорастительных условий – ТЛУ) и подчиненные ярусы. Данная проблема в лесной типологии актуальна, в первую очередь, для мелиоративно-производных лесов, где, после осушения, улучшается продуктивность древостоев, повышается класс бонитета и, в целом, происходит значительная трансформация растительности и биотопа [1, 2].

В геоботанике часто используется эколого-флористическая классификация лесной растительности [14], что нашло отражение и в описании мелиоративно-производных классификационных единиц, в первую очередь вариантов ассоциаций [15]. Белорусскими геоботаниками описан вариант *Vaccinium myrtillus* ассоциации *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 [16]. Проблемам классификации мелиоративно-производных типов леса в конце XX в. уделялось много внимания. В первую очередь это связано с тем, что с 1990-х гг. практически прекратились уходы за осушительной сетью лесных территорий, что привело к её деградации (для поддержания производительности осушительной сети необходимо производить ее ремонт каждые 15–20 лет [1]). Соответственно, при повторном заболачивании либо подтоплении происходит смена преобладающего вида древесного яруса и, в целом, всей экосистемы [1, 11].

Цель данной работы заключается в выявлении синтаксономического разнообразия производно-мелиоративных сосняков заказника «Налибокский» на современном этапе и основных экологических факторов, определяющих данное разнообразие.

### ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

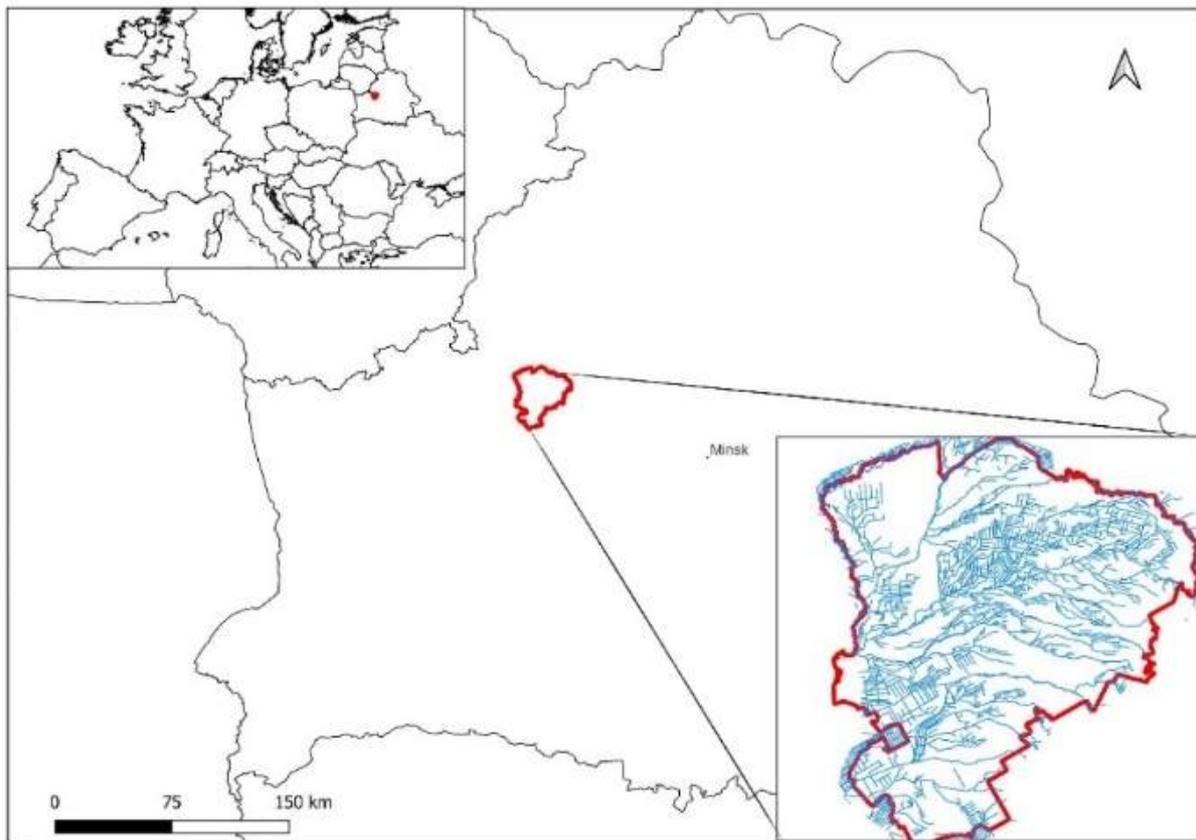
Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» (рис. 1), входящий в состав крупного лесного массива «Налибокская пушча» (белор. Налибоцкая пушча), занимает площадь 86,9 тыс. га, из которых 78,4 тыс. га приходится на лесной фонд. Расположен заказник в 70 км к западу от Минска на территории Воложинского и Столбцовского районов Минской области и Ивьевского и Новогрудского районов Гродненской области. Международная значимость заказника «Налибокский» для сохранения биологического разнообразия подтверждается тем, что он имеет статус ключевой ботанической территории и территории, важной для птиц [17].

Согласно геоботаническому районированию Беларуси, эта территория относится к Налибокскому и частично Неманскому геоботаническим

районам Неманско-Предполесского геоботанического округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов евразийской таёжной зоны [18].

Господствующим типом экосистем заказника являются леса. На их долю приходится 89,9% территории. Сельскохозяйственные земли занимают 10%. Антропогенными, урбанизированными и промышленными территориями занято 0,1%. Общая площадь болотных и заболоченных сосновых лесов заказника составляет 5089,3 га (6,5% от общей территории лесного фонда заказника).

В 1969–1977 гг. была проведена гидрлесомелиорация на большей части заказника. Общая площадь осушенных земель в пределах заказника составила около 20 тыс. га, общая протяженность осушительной сети – 993 км, в том числе 158 км – длина магистральных каналов. В насто-



**Рис. 1.** Местоположение заказника «Налибокский» на территории Беларуси

**Fig. 1.** Location of the Naliboksky Reserve in Belarus

ящий момент около 90% осушительной сети не выполняет в полной мере дренирующей функции и требует ремонта. В результате отмечены процессы вторичного обводнения территории и естественного восстановления болотных экосистем [19, 20], вследствие деятельности бобров (*Castor fiber*) [21].

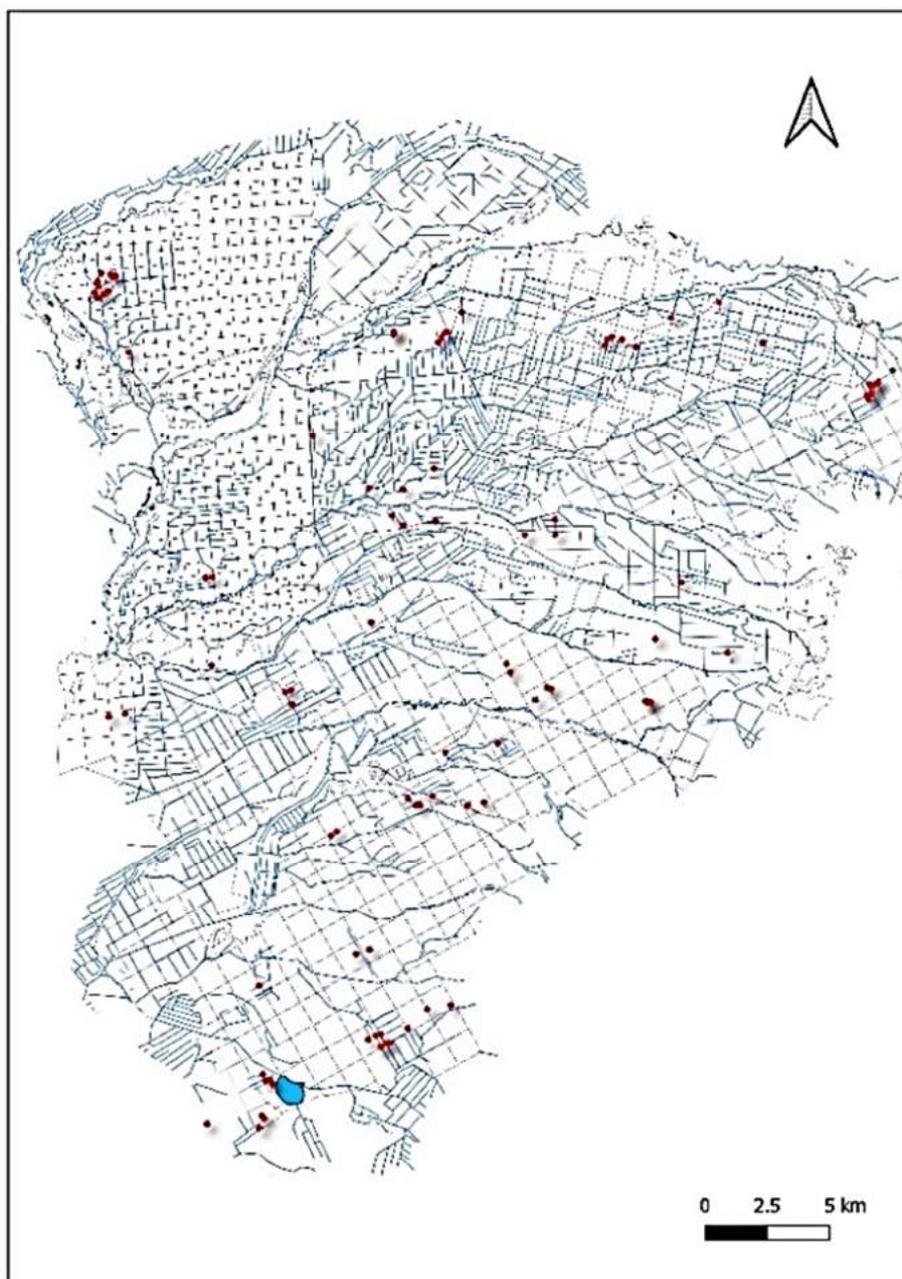
*Климат* заказника «Налибокский» умеренно континентальный, умеренно влажный, тёплый. Это обусловлено прежде всего влиянием западных воздушных масс, поступающих с Атлантики [22]. Среднегодовое количество осадков, по данным Новогрудской, Столбцовой и Воложинской метеостанций, между которыми располагается заказник, составляет 689 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет +3,4°C. Температура воздуха за период с 2009 по 2019 гг. на территории заказника была существенно выше, чем средние показатели за период 1946–2009 гг. Средняя температура января повысилась на 1,8°C, февраля – на 1,4°C, декабря – 1,1°C. Теплее на 1,5°C стали март и апрель. На 1,0–1,5°C повысилась температура летних месяцев, на 0,8–1,2°C – температура осенних месяцев. Потепление климата привело к возникновению засушливых явлений и ослаблению или гибели некоторых насаждений [23].

*Рельеф* заказника «Налибокский» сформировался около 100 тыс. лет назад под влиянием Сожского оледенения [24]. Большая часть территории заказника представляет собой заболоченную плоско-холмистую низину (Любчанская низина Верхненеманской низменности) [24, 25], которая относится к бассейну р. Неман. Отмечаются моренные формы рельефа, материковые дюны, гряды и т.д. По берегам рек сохранились фрагменты надпойменных террас. Территория пуши ограничена на севере Ошмянской грядой, на востоке – Минской возвышенностью и на западе – Лидской равниной. Наиболее заболочена северная часть массива, примыкающая к Ошмянской гряде (около рек Березина, Исlochь, Волка), а также южная часть нижнего течения реки Уса. Главной водной артерией заказника является р. Березина (Западная Березина). Главные её притоки: левый – р. Исlochь, правый – р. Ольшанка. Реки заказника относятся к типу равнинных с преобладанием снегового питания и характеризуются небольшими уклонами, обширными, слабо выраженными долинами и медленным течением. Любчанская водно-ледниковая низина дренируется низовьями притоков Немана. В долинах развиты заболоченные поймы и фрагменты надпойменных террас [26].

### ОБЪЕКТЫ (МАТЕРИАЛЫ) И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для репрезентативного сбора полевого материала нами использован маршрутно-детальный метод (рис. 2), позволяющий оценить все фитоценоотическое разнообразие осушенных сосновых лесов (*Pineta*) заказника. Выбор фитоценозов для описания проводили на основе планов лесонасаждений, используя принцип типичности. В наиболее типичных фитоценозах с однородным рельефом, лесотаксационными показателями и ненарушенным живым напочвенным покровом, расположенных на расстоянии 30–50 м от

осушительных или магистральных каналов, были сделаны полные геоботанические описания ( $n = 125$ ) на временных пробных площадях 400 и 625 м<sup>2</sup> квадратной формы [27, 28] с привязкой к географическим координатам (WGS84). Таксационные показатели древостоев, такие как высота и возраст, определяли глазомерно, при необходимости уточняя (по трем-пяти средним модельным деревьям). Проективное покрытие видов растений оценивали по ярусам в процентах от пробной площади.



**Рис. 2.** Расположение временных пробных площадей (красные точки) в пределах осушительной сети заказника «Налибокский»

**Fig. 2.** Location of geobotanical descriptions within the drainage network of the Naliboksky Reserve

Всего в текущий анализ нами взято 96 описаний (см. рис. 2) производно-мелиоративных сосняков. Геоботанические описания производно-мелиоративных сосняков заказника охватывают площадь 572 га (11,2% от площади болотных и заболоченных сосновых лесов). Так как не все болотные сосняки заказника были осушены, то доля охвата осушенных болотных лесов оказалась выше.

Классификацию фитоценозов делали на основе подходов эколого-флористической классификации, соотнося её с доминантной, используемой в лесохозяйственной практике в Беларуси.

Процесс *эколого-флористической классификации* растительности [29] (по Браун-Бланке) включал в себя следующие шаги в камеральных условиях на основе геоботанических описаний: составление валовой неупорядоченной таблицы, таблицы постоянства, разделительной таблицы [30], выделение фитоценозов (переупорядочение столбцов), синтаксономический анализ [16]. Первичную обработку описаний осуществляли в программе JUICE, кластерный анализ выполнен при помощи программы TWINSpan [31–33]. В каждой выделенной группе мы устанавливали

верные виды [29]. Верность измеряли с помощью  $\phi$ -коэффициента, расчёт которого предложили чешские геоботаники [34]. Величину  $\phi$ -коэффициента приняли больше 0,3 [35]. Для всех типов сообществ установлен синтаксономический ранг ассоциации и ниже. Одно растительное сообщество мы отнесли к фитоценозу класса *Vaccinio – Piceetea*. Название фитоценозу дали по правилу В. В. Алехина [36].

В результате проведения флористической классификации изученных фитоценозов нами составлен перечень синтаксонов растительности (продромус) района исследования с указанием диагностических признаков и обоснованием синтаксономической иерархии.

Названия типов леса указаны по И. Д. Юркевичу (1980). Названия сосудистых растений – по С. К. Черепанову [37].

Осушенные сосновые леса заказника «Налибокский» согласно флористической классификации представлены одним классом – *Vaccinio – Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, 3 порядками, 3 союзами, 3 ассоциациями, 1 субассоциацией, 5 вариантами, 1 фацией и 1 безранговым сообществом.

#### ПРОДРОМУС

Класс *Vaccinio – Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Порядок *Vaccinio uliginosi – Pinetalia sylvestris* Passarge 1968

Союз *Vaccinio uliginosi – Pinion sylvestris* Passarge 1968

Асс. *Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris* de Kleist 1929

Варианты: *typica*, *Vaccinium myrtillus*

Порядок *Pinetalia sylvestris* Oberd. 1957

Союз *Dicrano – Pinion sylvestris* Libbert 1933

Асс. *Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973

Субасс. *M. c.–P. s. Typicum*

Варианты: *typica*, *Vaccinium uliginosum*

Субасс. *M. c.–P. s. Ledetosum palustris* Bulokhov in Tsvirko et Semenishchenkov 2014

Порядок *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928

Союз *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928

Асс. *Carici remotae – Piceetum abietis* Semenishchenkov 2014

Вариант *inops*

Фация *Pinus sylvestris*

Сообщества: *Pinus sylvestris – Thelypteris palustris – Sphagnum centrale* [*Vaccinio – Piceetea*].

*Эколого-фитоценологическую классификацию* растительных сообществ мы производили непосредственно в полевых условиях [38, 39]. Вначале визуально выявляли ярусы – древесный, кустарниковый, травяно-кустарничковый и моховой. Отмечали доминирующий вид, доминирующий род (например, *Sphagnum*) или доминирующую жизненную форму (кустарнички). Также при необходимости (при ТЛУ В<sub>4</sub>) в названии синтаксона мы указывали наличие торфяной залежи (табл. 1).

Для лесохозяйственной классификации использовали ТКП 587-2016 «Правила выделения типов леса» (2016). Измеренные в полевых условиях таксационные показатели сравнивали с таблицей приложения Б [12], учитывая продуктивность насаждения, состав, местоположение и рельеф, подрост, подлесок, живой напочвенный покров.

Для оценки экологических режимов местобитаний синтаксонов мы использовали фитоиндикационные шкалы Г. Элленберга [40] на основе геоботанических описаний.

**Таблица 1.** Классификации мелиоративно-производных сосняков заказника «Налибокский»**Table 1.** Classifications of drained pine forests in the Naliboksky Reserve

№	Синтаксон (по Браун-Бланке)	Тип леса по ТКП 587-2016	Тип леса*	ТЛУ	Группа ассоциаций**	Характеристики торфа		
						глубина, м	pH <sub>KCl</sub>	зольность, %
1	<i>Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris</i> var. <i>typica</i>	С. баг	С. ос-сф – 9 С. баг – 2	A <sub>5</sub>	Кустарничково-сфагновые сосняки	1,8	2,63	7,50
2	<i>Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris</i> var. <i>Vaccinium myrtillus</i>	С. баг	С. баг – 10 С. дм – 7 С. ос-сф – 2	A <sub>5</sub>	Чернично-багульниковые сосняки	1,2	2,72	6,22
3	<i>Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris</i> var. <i>Vaccinium uliginosum</i>	С. чер	С. чер – 10 С. баг – 6 С. дм – 3	A <sub>4</sub>	Молиниевое-сфагново-черничные сосняки	0,7	2,60	7,57
4	<i>Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris</i> субасс. <i>Ledetosum palustris</i>	С. дм	С. дм – 5 С. чер – 4	A <sub>4</sub>	Молиниевое-сфагново-долгомошные сосняки	0,5	2,71	12,16
5	<i>Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris</i> var. <i>typica</i>	С. чер	С. чер – 15 С. дм – 4	A <sub>3</sub>	Молиниевое-черничные сосняки	0,1	–	–
6	<i>Carici remotae – Piceetum abietis</i> var. <i>inops</i>	С. чер	С. чер – 6	B <sub>4</sub>	Елово-черничные торфяные сосняки	0,7	3,20	14,73
7	<i>Pinus sylvestris – Thelypteris palustris – Sphagnum centrale</i> [ <i>Vaccinio – Piceetea</i> ]***	С. пр-тр	С. дм – 8 С. чер – 2 С. пр-тр – 3	B <sub>4</sub>	Болотно-травяные торфяные сосняки	0,7	3,52	11,00

\* Тип леса по лесоустройству (2019–2021 гг.) – количество выделов; сокращенные названия типов леса – по ТКП 587-2016  
 \*\* Эколого-фитоценотическая (доминантная) классификация;  
 \*\*\* Безранговое сообщество (фитоценоз) класса *Vaccinio – Piceetea*.  
 Примечания.  
 «–» – данные отсутствуют; ТЛУ – тип лесорастительных условий.

Роль факторов окружающей среды в дифференциации синтаксонов нами определена на основе неметрического многомерного шкалирования (NMDS) в программе PAST 4.07b [41]. Применяли меру расстояния Брея-Кертиса, которая является наиболее используемой в экологических исследованиях [42, 43]. Для оценки качества ординации использовали индикатор стресса, который варьирует от 0 до 1 (или от 0 до 100%). При стрессе менее 0,05 качество анализа оценивали как отличное, от 0,05 до 0,1 – как хорошее, от 0,1 до 0,2 – как правильное (адекватное), а при стрессе более 0,3 искажение расстояния считали высоким [44].

Сравнение геоботанических описаний вариантов ассоциации *Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris*, производили при помощи Analysis of similarities (ANOSIM [45]) с использованием меры расстояния Брея-Кертиса.

Глубину торфяной залежи определяли торфяным щупом ( $n = 3$ ). Значения pH<sub>KCl</sub> и зольность торфа на глубине 0,2 м определяли в Центральной лаборатории государственного предприятия «НПЦ по геологии» в соответствии с [46].

Статистическая обработка материала проведена в программах Microsoft Excel и PAST 4.07b [41].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе флористической классификации в результате обработки геоботанических описаний и сравнения их с известными синтаксономическими единицами сосновых лесов Беларуси [14, 16, 47] на территории заказника «Налибокский» нами выделено 7 типов лесных фитоценозов (см. табл. 1), сформированных при низкой эффективности осушительных систем. Аналогично, используя фитоценотическую классификацию и ТКП 587-2016, нами обосновано наличие семи мелиоративно-производных синтаксонов.

В зависимости от классификации данные синтаксоны имели различный ранг: от ассоциации с

субассоциациями до варианта (флористическая классификация), до групп ассоциации и типов леса по эколого-фитоценотической и лесохозяйственной классификации.

Анализ лесоустроительных данных показал, что сходные по ценотическим и экологическим характеристикам контура (выдел) таксаторы часто относят к разным типам леса (см. табл. 1). Сосняки сфагново-багульниковые в 80% таксировали как осоково-сфагновые (см. табл. 1). На наш взгляд, это связано с тем, что таксаторы путают пушицу (*Eriophorum vaginatum*) с осоками (*Carex* spp.), а также есть противоречия типоло-

гической классификации с бонитетами насаждений: согласно типологии И. Д. Юркевича, классу бонитета V<sup>a</sup> соответствуют сосняки осоково-сфагновые (*Pinetum caricoso-sphagnosum*), а согласно ТКП 587-2016, этому бонитету соответствуют сосняки сфагновые (*P. sphagnosum*). Неточности в определении типа мелиоративно-производных лесов возникают регулярно из-за сложности в точном определении класса бонитета древостоя, а также в связи с часто встречающимся антропогенно-трансформированным живым напочвенным покровом. Согласно данным анализа экологических параметров синтаксонов, нами отмечены корреляционные связи кислотности и зольности ( $r = 0,86$ ,  $p = 0,014$ ) торфа при отсутствии связи с глубиной торфяной залежи (рис. 3). Увеличение мощности торфяной залежи ведет, после снижения дренирующего эффекта осушительных систем, к формированию типичных болотных сосняков: сосняков багульниковых и кустарничково-сфагновых – *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris*. Соответственно, хорошо сохранившаяся торфяная залежь с высокой кислотностью и невысокой зольностью торфа создает условия для устойчивых демутиационных процессов восстановления исходных растительных сообществ домелиоративного периода (см. табл. 1). Осушение значительно изменило и тип лесорастительных условий (вплоть до эдафотопы В), степень его изменчивости во многом зависит от глубины торфяной залежи и обводнения субстрата (см. табл. 1).

Далее приводится подробное описание синтаксонов.

1. Асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 var. *typica* (см. рис. 3а). В соответствии с доминантной классификацией в белорусской типологии данные леса соответствуют соснякам багульниковым (*Pinetum ledosum*). В результате осушения эти сообщества изменяют фитоценотический облик. Лесоустройством такие леса чаще всего таксируются как сосняки осоково-сфагновые (*Pinetum cariceto-sphagnosum*), что не соответствует почвенно-гидрологическим условиям биотопа.

Диагностические виды (phi-коэффициент): *Andromeda polifolia* (56,6), *Calluna vulgaris* (42,2), *Eriophorum vaginatum* (40,6), *Ledum palustre* (35,4), *Oxycoccus palustris* (63,8), *Vaccinium uliginosum* (35,4), *Polytrichum strictum* (76,9), *Sphagnum angustifolium* (43,7), *Sphagnum magellanicum* (= *S. divinum* s.l.) (53,3) (табл. 2).

Константные виды: *Pinus sylvestris*, *Andromeda polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccini-*

*um myrtillosum*, *V. uliginosum*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum angustifolium*, *S. divinum*.

Доминантные виды: *Pinus sylvestris*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum capillifolium*, *S. divinum* (см. табл. 2).

Наиболее часто встречающимися видами (класс константности V) для травяно-кустарничкового яруса являются *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillosum*, *V. vitis-idaea*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Calluna vulgaris*. Моховой ярус сложен из видов рода *Sphagnum*: *S. angustifolium*, *S. divinum*, также встречаются зеленые мхи: *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum* (см. табл. 2).

Согласно [16, 47], эти леса типичны для наиболее сухих частей верховых болот. Сообщества формируются на торфяных почвах со средней мощностью торфяной залежи 2,0 м. Средняя зольность торфа – 7,50%, а кислотность торфа составляет 2,63. Древесный ярус состоит из *Pinus sylvestris*, редко встречается *Betula pubescens*, *Picea abies*. Средняя высота древостоя в возрасте 130 лет составляет 10–12 м. Класс бонитета V<sup>a</sup>–V.

Сравнение флористического состава (по обилию) данного синтаксона в Налибокской пушце с типичным вариантом данной ассоциации лесов Беловежской пушцы [16] показало высокий уровень их сходства ( $p = 0,542$ ). Также отмечено сходство сообществ асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 var. *typica* по экологическим режимам (в баллах, по Элленбергу): освещенность – 6,8 и 7,0, температура – 3,4 и 3,5, континентальность – 6,0 и 5,6, увлажнение – 6,9 и 6,9, кислотность – 1,9 и 1,8, богатство почв азотом – 2,4 и 2,0 балла в геоботанических описаниях Беловежской пушцы [15] и Налибокской пушцы соответственно.

2. Асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 var. *Vaccinium myrtillosum*. Такие леса характеризуются высоким обилием *Vaccinium myrtillosum*, *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum* как результат осушения и, соответственно, снижения уровня грунтовых вод. Наблюдается естественное возобновление *Picea abies* (см. рис. 3б). Древостой 3-го класса бонитета.

Диагностические виды (phi-коэффициент): *Andromeda polifolia* (35,1), *Eriophorum vaginatum* (36,5), *Ledum palustre* (35,4), *Vaccinium uliginosum* (35,4), *Aulacomnium palustre* (30,2), *Dicranum scoparium* (47,1), *Sphagnum angustifolium* (35,3), *Sphagnum divinum* (31,0) (см. табл. 2).



**Рис. 3.** Фитоценотический облик производно-мелиоративных сосняков:

*a* – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* вар. *typica*; *б* – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* вар. *Vaccinium myrtillus*; *в* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* вар. *Vaccinium uliginosum*; *г* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* субасс. *Ledetosum palustris*; *д* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* вар. *typica*; *е* – асс. *Carici remotae* – *Piceetum abietis* вар. *inops* фация *Pinus sylvestris*; *ж* – сообщество *Pinus sylvestris* – *Thelypteris palustris* – *Sphagnum centrale* [*Vaccinio* – *Piceetea*]

**Fig. 3.** Phytocoenotic appearance of drained pine forests:

*a* – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; *b* – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* var. *Vaccinium myrtillus*; *c* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *Vaccinium uliginosum*; *d* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* subass. *Ledetosum palustris*; *e* – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; *f* – *Carici remotae* – *Piceetum abietis* var. *inops* facies *Pinus sylvestris*; *g* – community *Pinus sylvestris* – *Thelypteris palustris* – *Sphagnum centrale* [*Vaccinio* – *Piceetea*]

**Таблица 2.** Синоптическая таблица синтаксонов  
мелиоративно-производных сосняков заказника «Налибокский»

**Table 2.** Synoptic table of syntaxa of drained pine forests in the Naliboksky Reserve

Синтаксоны		1	2	3	4	5	6	7	Синтаксоны	h	1	2	3	4	5	6	7
Количество описаний	h	11	19	19	9	19	6	13	<i>Geranium robertianum</i>	D							I
Среднее число видов		12	17	18	21	18	21	25	<i>Epilobium palustre</i>	D							I
<i>Pinus sylvestris</i>	A	V	V	V	V	V	V	V	<i>Goodyera repens</i>	D				I			I
<i>Vaccinium myrtillus</i>	D	IV	V	V	V	V	V	V	<i>Viola palustris</i>	D						I	I
<i>Pleurozium schreberi</i>	E	V	V	V	V	V	V	V	<i>Carex lasiocarpa</i>	D							I
<i>Dicranum polysetum</i>	E	V	V	V	IV	IV	V	IV	<i>Agrostis canina</i>	D							I
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	D	III	V	V	IV	V	V	II	<i>Equisetum fluviatile</i>	D							I
<i>Oxycoccus palustris</i>	D	V	III	I	II			I	<i>Naumburgia thyrsoiflora</i>	D							I
<i>Polytrichum strictum</i>	E	V	II	I		I		II	<i>Paris quadrifolia</i>	D							I
<i>Andromeda polifolia</i>	D	V	V	II	II			II	<i>Ribes spicatum</i>	C							I
<i>Sphagnum divinum</i>	E	V	IV	III	III	II			<i>Betulla pubescens t3</i>	C	II	III	III	III	II	I	III
<i>Sphagnum angustifolium</i>	E	V	IV	III	III	II			<i>Calluna vulgaris</i>	D	IV	III	II	II	II		I
<i>Eriophorum vaginatum</i>	D	V	V	IV	II	I		II	<i>Betula pendula t1</i>	A			I	I	I		I
<i>Ledum palustre</i>	D	V	V	V	IV	II		II	<i>Betula pendula t2</i>	B	I	I	I	II	I	I	I
<i>Vaccinium uliginosum</i>	D	V	V	V	V	I		II	<i>Betula pendula t3</i>	C		I	I	II			
<i>Carex nigra</i>	D			I	IV		I	III	<i>Quercus robur t3</i>	C		II	II	III	III	II	I
<i>Sphagnum fallax</i>	E				III	I	I	I	<i>Quercus robur t2</i>	B		I	II	I	I	II	II
<i>Betula pubescens</i>	B	I	V	V	IV	III	II	III	<i>Salix cinerea</i>	C			I	II	I		II
<i>Molinia caerulea</i>	D		I	IV	IV	V	II	II	<i>Rubus saxatilis</i>	C					II	I	I
<i>Picea abies</i>	B	I	III	IV	V	V	V	V	<i>Rubus idaeus</i>	C		I	I	II	I	II	III
<i>Frangula alnus</i>	C	I	II	III	IV	V	V	V	<i>Rubus caesius</i>	C			I	I	I		I
<i>Picea abies</i>	C		II	II	IV	IV	IV	IV	<i>Corylus avellana</i>	C			I			II	I
<i>Hylacomium splendens</i>	E		IV	III	III	IV	V	III	<i>Juniperus communis</i>	C					I		I
<i>Sorbus aucuparia</i>	C		I	III	III	IV	V	II	<i>Melampyrum pratense</i>	D		II	II		II	II	I
<i>Picea abies</i>	A		I	III	I	III	V	II	<i>Dryopteris dilatata</i>	D							I
<i>Oxalis acetosella</i>	D			I	I	I	IV	IV	<i>Luzula pilosa</i>	D					I	I	I
<i>Sphagnum centrale</i>	E				I		IV	IV	<i>Maianthemum bifolium</i>	D			I	I	II	IV	II
<i>Lycopodium annotinum</i>	D			II	III	I	IV	IV	<i>Stellaria media</i>	D					I		I
<i>Dryopteris carthusiana</i>	D		I	IV	III	IV	III	V	<i>Urtica dioica</i>	D					I		I
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	E			I	I	III	IV	II	<i>Mycelis muralis</i>	D					I		
<i>Circaea alpina</i>	D						IV	III	<i>Calamagrostis canescens</i>	D					I		II
<i>Populus tremula</i>	C				I	I	IV	I	<i>Moehringia trinervia</i>	D		I					II
<i>Phragmites australis</i>	D			I	II	I		IV	<i>Epilobium angustifolium</i>	D			I				I
<i>Pinus sylvestris</i>	C	III	III	I	II			I	<i>Pteridium aquilinum</i>	D			I	II	I	III	I
<i>Betulla pubescens</i>	A		II	II	III	III	III	II	<i>Carex canescens</i>	D				I			
<i>Trientalis europaea</i>	D			II	III	III	II	III	<i>Polytrichum commune</i>	E		I	III	III	II	II	III
<i>Alnus glutinosa</i>	C				I		III	II	<i>Aulacomnium palustre</i>	E	II	III	I	II	II		I
<i>Lysimachia vulgaris</i>	D					I	I	III	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	E		I	I		II		I
<i>Pinus sylvestris</i>	B	I						I	<i>Rhytidadelphus triquetrus</i>	E						I	I
<i>Carex chordorrhiza</i>	D							I	<p><b>Примечания.</b> Серая заливка отражает характерные виды h – ярусы: А – первый древесный (господствующий), В – второй древесный, С – кустарниковый, D – травяно-кустарничковый, E – моховой. I–V – классы константности (встречаемости, постоянства): I – вид присутствует, менее чем в 20% описаний, II – 21–40%, III – 41–60%, IV – 61–80%; V – в более 80% описаний. Названия синтаксонов см. в табл. 1 и на рис. 3. 1 – асс. <i>V.u–P.s.</i> вар. <i>typica</i>; 2 – асс. <i>V.u–P.s.</i> вар. <i>Vaccinium myrtillus</i>; 3 – асс. <i>M.c.–P.s.</i> вар. <i>Vaccinium uliginosum</i>; 4 – асс. <i>M.c.–P.s.</i> субасс. <i>Ledetosum palustris</i>; 5 – асс. <i>M.c.–P.s.</i> вар. <i>typica</i>; 6 – асс. <i>C.r.–P.a.</i> вар. <i>inops</i> фашия <i>Pinus sylvestris</i>; 7 – сообщество <i>Pinus sylvestris</i> – <i>Thelypteris palustris</i> – <i>Sphagnum centrale</i> [<i>Vaccinio – Piceetea</i>] В таблицу включены виды, которые встречаются не менее чем в трех ассоциациях либо имеют принципиальное значение при классификации сообществ.</p>								
<i>Carex rostrata</i>	D							I									
<i>Calla palustris</i>	D							I									
<i>Comarum palustre</i>	D							I									
<i>Deschampsia cespitosa</i>	D							I									
<i>Menyanthes trifoliata</i>	D				I			I									
<i>Peucedanum palustre</i>	D							I									
<i>Galium palustre</i>	D							II									
<i>Athyrium filix-femina</i>	D						I	I									
<i>Solidago virgaurea</i>	D							I									
<i>Juncus effusus</i>	D							II									
<i>Thelypteris palustris</i>	D							II									
<i>Lythrum salicaria</i>	D							I									
<i>Lycopus europaeus</i>	D							I									
<i>Cirsium oleraceum</i>	D							I									
<i>Carex elongata</i>	D							I									
<i>Galium palustre</i>	D							I									
<i>Impatiens noli-tangere</i>	D							I									
<i>Galeobdolon luteum</i>	D							I									
<i>Aegopodium podagraria</i>	D							I									
<i>Carex echinata</i>	D							I									

**Константные виды:** *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Aulacomnium palustre*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum angustifolium*, *S. divinum*.

**Доминантные виды:** *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Frangula alnus*, *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum fallax*.

Наиболее часто встречаются виды: *Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Hylocomium splendens*, *Calluna vulgaris*. Среди них доминируют виды: *Pleurozium schreberi*, *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*.

В данной работе мы предлагаем новый вариант *Vaccinium uliginosum* асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973 (см. табл. 1, 2), который отличается от типичных биотопов асс. наличием торфяной залежи (в среднем 0,7 м) с меньшим постоянством видов *Andromeda polifolia* (II класс), *Sphagnum divinum* (*S. divinum* s.l.) (III), *Sphagnum angustifolium* (III), *Eriophorum vaginatum* (II) и, наоборот, большим постоянством *Picea abies* в первом древесном ярусе (III) и подросте (IV), а также *Molinia caerulea* (IV) в живом напочвенном покрове. Фитоценогенетически этот вариант связан с ассоциацией *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929, сообщества которой формируются на окраинах верховых болот с неглубокой торфяной залежью и корни деревьев в которой, в результате осушения, начали достигать минерального субстрата, что положительно сказывается на продуктивности данных лесов. Название варианта *Vaccinium uliginosum* отражает связь с ассоциацией *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929. Такой вариант ассоциации соответствует сосняку черничному лесохозяйственной классификации и молиниевое-сфагново-черничному сосняку фитоценотической классификации (см. табл. 1).

Сообщества сформированы на органических почвах со средней глубиной торфа 1,2 м. Зольность торфа составляет 6,22%, а кислотность – 2,72 (см. табл. 1).

Сравнение флористического состава данного варианта ассоциации с аналогичными лесами Беловежской пуцци [16] также показало отсутствие достоверных различий ( $p = 0,3308$ ). В сообществах данного синтаксона в обеих пуцци в живом

напочвенном покрове доминирует *Vaccinium myrtillus* (V класс постоянства с обилием 3–4 балла по шкале Браун-Бланке). Также отмечено сходство фитоценозов по экологическим режимам (по Элленбергу): освещенность – 6,6 и 6,5, температура – 3,3 и 3,6, континентальность – 6,0 и 5,6, увлажнение – 6,6 и 6,5, кислотность – 1,9 и 2,3, богатство почв азотом – 2,5 и 2,3 балла в описаниях Беловежской пуцци [15] и Налибокской пуцци, соответственно.

3. Асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973, вар. *Vaccinium uliginosum*.

**Диагностические виды (phi-коэффициент):** *Molinia caerulea* (29,5), *Picea abies* (28,4), *Dryopteris cristata* (30,3), *Betulla pubescens* (25,4) (см. табл. 2).

**Константные виды (обилие, %):** *Pinus sylvestris* (100), *Betula pubescens* (63), *Frangula alnus* (58), *Picea abies* (58), *Dryopteris carthusiana* (68), *Eriophorum vaginatum* (68), *Ledum palustre* (89), *Molinia caerulea* (68), *Vaccinium myrtillus* (100), *Vaccinium uliginosum* (84), *Vaccinium vitis-idaea* (79), *Dicranum polysetum* (84), *Hylocomium splendens* (58), *Pleurozium schreberi* (95).

**Доминантные виды:** *Pinus sylvestris*, *Frangula alnus*, *Dryopteris carthusiana*, *Ledum palustre*, *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum divinum*.

Леса по физиономическому облику и видовому составу схожи с асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 вар. *Vaccinium myrtillus*, с заметно большим обилием *Picea abies* в древесном ярусе, а также большей продуктивностью насаждений (см. рис. 3в).

Заметно чаще (IV класс постоянства) встречается *Molinia caerulea* со средним обилием 8%. Такие леса формируются по периферии верховых болот с неглубоким залеганием торфяной залежи до 0,7 м.

Генетически они связаны с сосняками багульниковыми, но в результате осушения приобрели облик сосняков черничных, несмотря на наличие торфяной залежи около 0,7 м.

4. Асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973, субасс. *Ledetosum palustris* Bulokhov in Tsvirko et Semenishchenkov 2014.

**Диагностические виды:** *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Molinia caerulea*, *Picea abies*, *Carex nigra*, *Sphagnum fallax*.

**Константные виды:** *Pinus sylvestris*; *Picea abies*; *Betula pubescens*, *Picea abies*; *Frangula alnus*, *Carex nigra*, *Dryopteris carthusiana*, *Ledum palustre*, *Molinia caerulea*.

Доминантные виды: *Pinus sylvestris*; *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*; *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum juniperinum*, *Sphagnum fallax*.

Леса с высоким обилием болотных видов растений (*Carex nigra*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*). В заказнике встречаются чаще всего в локальных понижениях. Также характеризуются высоким обилием *Sphagnum fallax* (проективное покрытие до 80%). Отмечается присутствие ольхи чёрной (*Alnus glutinosa*) (см. рис. 3г).

5. Асс. ***Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris*** W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973, var. ***typica***.

Диагностические виды (phi-коэффициент): *Molinia caerulea* (35,0) (см. табл. 2).

Константные виды: *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Dryopteris carthusiana*, *Molinia caerulea*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum girgensohnii*.

Доминантные виды: *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum girgensohnii*.

Сообщества данного синтаксона выявлены на минеральных, изредка слегка оторфованных почвах (глубиной до 0,2 м). Древесный ярус состоит в основном из *Pinus sylvestris*, часто встречается *Picea abies* (III класс постоянства), реже *Betula pendula*. Иногда встречается *Populus tremula*, *Alnus glutinosa*. Подрост состоит из *Picea abies*, *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*. В подлеске встречаются виды *Frangula alnus* и *Sorbus aucuparia*. Обычными видами травяно-кустарникового яруса являются *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*. Моховой ярус состоит в основном из *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum* (см. табл. 2; рис. 3д).

6. Асс. ***Carici remotae – Piceetum abietis*** Semenishchenkov 2014 var. ***inops*** фация ***Pinus sylvestris***.

Диагностические виды (phi-коэффициент): *Alnus glutinosa* (46,7), *Picea abies* (54,8), *Populus tremula* (63,7), *Corylus avellana* (38,3), *Sorbus aucuparia* (39,5), *Maianthemum bifolium* (45,0), *Pteridium aquilinum* (36,9), *Plagiomnium affine* (38,3), *Sphagnum centrale* (38,3) (см. табл. 2).

Константные виды: *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Maianthemum bifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-*

*idaea*, *Dicranum polysetum*, *Oxalis acetosella*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*.

Доминантные виды: *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Vaccinium myrtillus*, *Pleurozium schreberi*.

Леса данного синтаксона произрастают на торфяных почвах глубиной до 1 м. В заказнике характерны для долины р. Исlochь.

Древесный ярус состоит из *Pinus sylvestris*, *Picea abies* и *Alnus glutinosa*. В подлеске чаще всего встречаются *Corylus avellana* и *Sorbus aucuparia*. В травяном ярусе обычны: *Oxalis acetosella*, *Lycopodium annotinum*, *Dryopteris carthusiana*, *Circaea alpina*, которые формируют живой напочвенный покров. Среди других видов мхов наиболее распространённым является *Sphagnum centrale* (IV класс постоянства). Также часто встречаются мхи *Calliergonella cuspidata*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Plagiomnium affine* в данных лесорастительных условиях (см. табл. 2, рис. 3е).

Решение отнести данную ассоциацию к варианту *inops* продиктовано тем, что из-за сильной трансформации растительности в результате осушения не было отмечено присутствие *Carex remota*.

7. Сообщество ***Pinus sylvestris – Thelypteris palustris – Sphagnum centrale*** [*Vaccinio – Piceetea*].

Диагностические виды (phi-коэффициент): *Alnus glutinosa* (40,0), *Rubus idaeus* (36,8), *Salix aurita* (40,0), *Calamagrostis canescens* (33,7), *Carex elongata* (57,3), *Carex lasiocarpa* (40,0), *Carex nigra* (33,7), *Circaea alpina* (57,1), *Comarum palustre* (40,0), *Dryopteris carthusiana* (40,6), *Lycopodium annotinum* (40,0), *Thelypteris palustris* (62,3); *Sphagnum centrale* (41,6) (см. табл. 2).

Константные виды: *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Rubus idaeus*, *Carex nigra*, *Circaea alpina*, *Dryopteris carthusiana*, *Galium palustre*, *Lycopodium annotinum*, *Lysimachia vulgaris*, *Oxalis acetosella*, *Phragmites australis*, *Thelypteris palustris*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum centrale*.

Доминантные виды: *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Dryopteris carthusiana*, *Lycopodium annotinum*, *Vaccinium myrtillus*.

Характерными видами для этих условий являются *Phragmites australis*, *Oxalis acetosella*, *Circaea alpina*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex elongata*, *Athyrium felix-femina*, *Dryopteris carthusiana*, *Lycopodium annotinum*. В моховом ярусе наиболее распространён *Sphagnum centrale*.

По флористическому составу данные леса схожи с сосняками приручейно-травяными (см. табл.

1 и 2), но отличаются от них наличием торфяной залежи. Такие леса лесостроительством затаксированы как долгомошные в 8 из 10 описаний.

Таким образом, все семь описанных синтаксонов мелиоративно-производных лесов являются или близкими ассоциациями, субассоциацией, вариантами или фацией одной ассоциации, что свидетельствует о разной степени трансформации растительности в результате осушения и, соответственно, различной скорости демутации.

Практически все выявленные в заказнике синтаксоны уже описаны на территории Беларуси [16, 47].

Описанные синтаксоны мелиоративно-производных сосняков имеют небольшие различия по основным экологическим показателям, оцененным по шкалам Элленберга [40]: освещенности, влажности, кислотности и богатству почв азотом и пр. (табл. 3). В дифференциации синтаксонов значение имеет глубина торфяной залежи (см. табл. 1) и степень ее увлажнения (см. табл. 3) на фоне дренажа (проточности). Основной градиент изменчивости сообществ находится на векторе трофности и увлажнения субстрата. Сообщества асс. *Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris* var. *typica* занимают наиболее обводненные болотные биотопы – с глубокой торфяной залежью, высокой кислотностью почв и менее богатыми условиями (см. табл. 1 и 3). В относительно более богатых условиях формируются сообщества *Carrici remotae – Piceetum abietis* и сосняки приручейно-травяные: различия по уровню содержания азота между 1-м (*Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris* var. *typica*) и 7-м (*Pinus sylvestris – Thelypteris palustris – Sphagnum centrale*) синтаксонами примерно 2-кратны (см. табл. 3).

Фитоиндикация синтаксонов обозначила общий тренд изменчивости экологических режи-

мов от олиготрофных к мезотрофным условиям (см. табл. 3): увеличение содержания азота и повышение pH от *Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris* к *Pinus sylvestris – Thelypteris palustris – Sphagnum centrale*. Синтаксон 5 (типичный вариант асс. *Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris*) несколько отличается от синтаксонов 3 и 4, которые являются вариантом и субассоциацией данной ассоциации: его биотопы относительно менее увлажненные, кислые и освещенные при незначительно более высоком содержании азота (см. табл. 3).

В целом, по данным фитоиндикации, изученные леса относятся к светлым и осветленным лесам, расположенным на кислых почвах от влажных до сырых. Главным из элементарных факторов, вносящим свой вклад в различия биотопов, изученных синтаксонов, является содержание азота в почве (см. табл. 3).

Ординация геоботанических описаний подтвердила экологическую корректность выделенных синтаксонов и выявила доминирующий градиент, вдоль которого наблюдается наибольшая изменчивость растительных сообществ по флористическому составу (рис. 4). Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) первой оси 0,6, второй – 0,2. Первая ось значимо коррелирует с почвенно-грунтовыми параметрами (табл. 4). Таким образом, главным градиентом в данной совокупности, очевидно, является фактор дренированности субстрата, который оценивается по глубине торфяной залежи, плодородию почв (увлажнение, кислотность, азот), а также связанному с ними фактору освещенности (см. рис. 4). Фитоиндикационные показатели указывают на более сильную связь с первой осью, чем инструментальные (см. табл. 4), что подтверждает мысль Л. Г. Раменского: «Естественная растительность и почва в

**Таблица 3.** Значения параметров экологических режимов мелиоративно-производных сосняков (баллы по [40])

**Table 3.** Values of ecological regimes of biotopes of drained pine forests (scores according to [40])

№ синтаксона*	L	T	C	M	SR	N
1	7,0 ± 0,05	3,5 ± 0,04	5,6 ± 0,04	6,9 ± 0,08	1,8 ± 0,04	2,0 ± 0,05
2	6,5 ± 0,06	3,6 ± 0,09	5,6 ± 0,03	6,5 ± 0,06	2,3 ± 0,08	2,3 ± 0,08
3	6,1 ± 0,07	3,7 ± 0,07	5,4 ± 0,05	6,3 ± 0,12	2,8 ± 0,07	2,9 ± 0,09
4	6,1 ± 0,08	3,7 ± 0,1	5,3 ± 0,05	6,5 ± 0,13	2,9 ± 0,09	2,8 ± 0,10
5	5,8 ± 0,05	3,6 ± 0,07	5,4 ± 0,04	5,5 ± 0,08	3,3 ± 0,08	3,3 ± 0,13
6	5,5 ± 0,14	3,9 ± 0,08	5,1 ± 0,09	5,7 ± 0,15	3,4 ± 0,10	3,5 ± 0,23
7	5,7 ± 0,17	4,2 ± 0,10	4,8 ± 0,08	6,5 ± 0,22	3,9 ± 0,18	4,1 ± 0,21

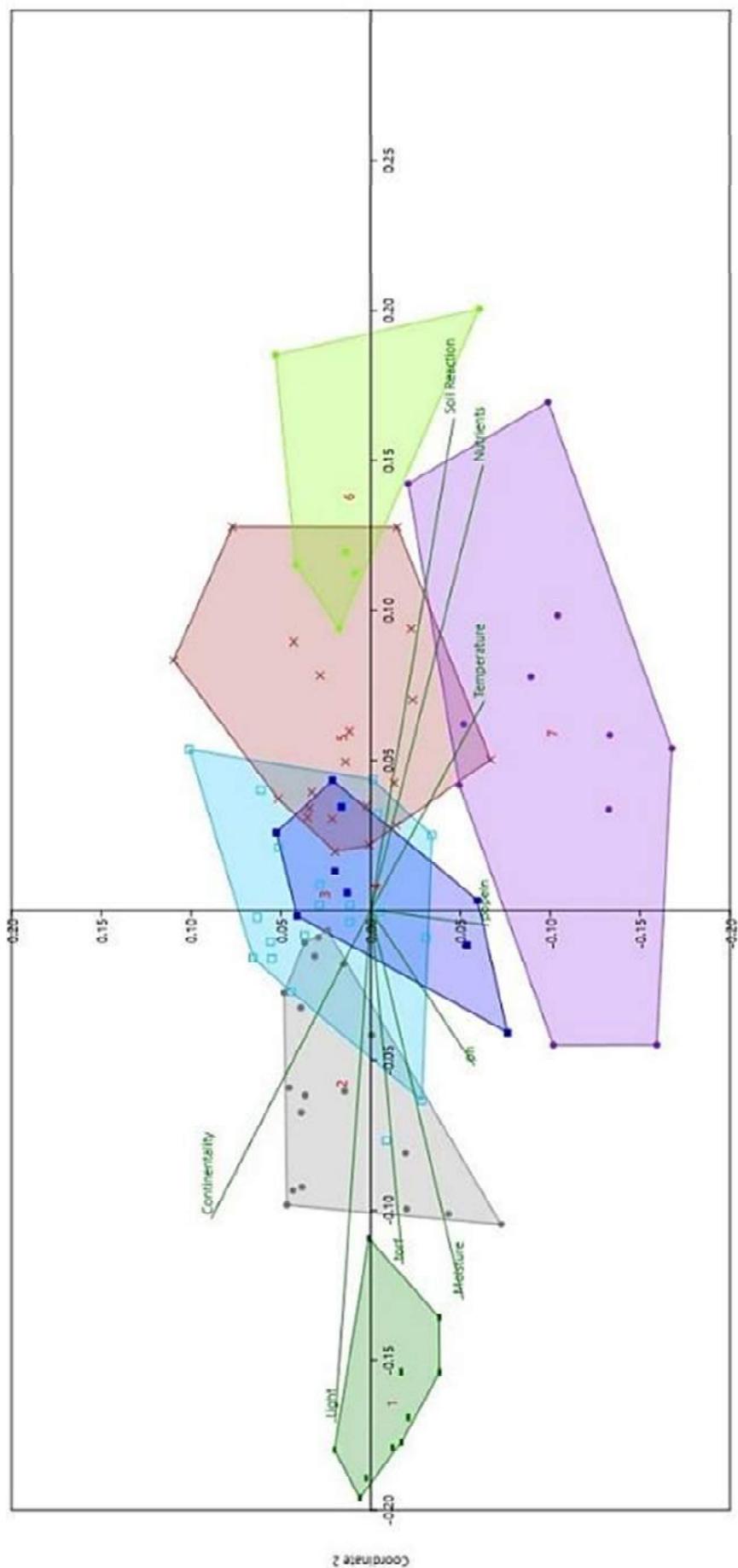
\* Названия синтаксонов см. в табл. 1.

Примечание:

$X \pm m$ , где  $X$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка среднего арифметического.

L – освещенность; T – температура; C – континентальность; M – увлажнение;

SR – кислотность почвы; N – богатство почвы азотом, баллы [40].



**Рис. 4.** N-MDS-ординация мелиоративно-производных синтаксонов заказника «Налибокский» (стресс = 0,175): Coordinate 1, Coordinate 2 – 1 и 2 оси ординации N-MDS;

1 – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; 2 – асс. *Vaccinium myrtillus*; 3 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *Vaccinium myrtillus*; 4 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* subасс. *Ledetosum palustris*; 5 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; 6 – асс. *Carici remotae* – *Piceetum abietis* фация *Pinus sylvestris*; 7 – сообщество *Pinus sylvestris* – *Thelypteris palustris* – *Sphagnum centrale* [*Vaccinio* – *Piceetea*]

**Fig. 4.** N-MDS-ordination of drained syntaxa of the Naliboksky Reserve (stress = 0.175); Coordinate 1, Coordinate 2 – N-MDS ordination axes;

1 – асс. *Vaccinio uliginosi* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; 2 – асс. *Vaccinium myrtillus*; 3 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *Vaccinium myrtillus*; 4 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* subасс. *Ledetosum palustris*; 5 – асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* var. *typica*; 6 – асс. *Carici remotae* – *Piceetum abietis* facies *Pinus sylvestris*; 7 – community *Pinus sylvestris* – *Thelypteris palustris* – *Sphagnum centrale* [*Vaccinio* – *Piceetea*]

**Таблица 4.** Коэффициенты корреляции ординационных осей NMDS-ординации с экологическими факторами

**Table 4.** Correlation coefficients of NMDS ordination axes with environmental factors

Факторы	Ось 1	Ось 2
M – увлажнение (по Г. Элленбергу)	–0,666	–0,264
N – содержание азота (по Г. Элленбергу)	0,763	–0,321
R – кислотность (по Г. Элленбергу)	0,844	–0,238
L – освещенность (по Г. Элленбергу)	–0,879	0,102
Глубина торфа	–0,608	–0,092
pH <sub>KCl</sub> – кислотность	–0,266	–0,296
Z – зольность	–0,026	–0,338

своих признаках подытоживают местные условия за более или менее длинный ряд лет» [49] и потому «единственным прямым и достоверным оценщиком экологических условий является сама растительность» [50].

Наибольшим сходством по экологическим характеристикам обладают *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* вар. *Vaccinium uliginosum* и *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* субасс. *Ledetosum palustris* (см. рис. 4), что логично объяснимо принадлежностью данных синтаксонов к одной ассоциации.

Явное доминирование одного градиента в изменчивости видового состава растительных сообществ указывает на одновекторный демулационный процесс формирования фитоценозов на фоне затухания дренирующего эффекта осушительной сети. Особняком в ординации (см. рис. 4) расположены сообщества сосняка приручейно-травяного (сосняка болотно-травяного на торфе), которые, по сути, повторяют ряд экологической изменчивости сосняков от молиниевочерничных до молиниеводолгомошных, но в более проточном режиме и, соответственно, с более высоким плодородием почв (см. табл. 1, рис. 4).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении синтаксономического разнообразия мелиоративно-производных сосняков низкоэффективных осушительных систем заказника «Налибокский» (Беларусь) нами было выявлено 7 различных типов сообществ, типизация которых выполнена с помощью флористической и фитоценологической классификаций.

Предложен вариант *Vaccinium uliginosum* асс. *Molinio caeruleae* – *Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973. Для данного варианта характерно наличие торфяной залежи (0,7 м) с большим постоянством *Picea abies* в древостое (III) и подросте (IV) и *Molinia caerulea* (IV) в живом напочвенном покрове. Данный вариант ассоциации соответствует сосняку черничному согласно лесной типологии и молиниевосфагново-черничному сосняку фитоценологической классификации.

Изученные леса относятся к светлым и освещенным лесам, расположенным на кислых почвах от влажных до сырых. Главными экологическими градиентами, вдоль которых отмечена наибольшая изменчивость и дифференциация мелиоративно-производных синтаксонов Налибокской пуши в болотных лесах, являются кислотность и богатство почвы, а в экотонных лесах – увлажнение и, также, богатство почвы. Наибольшим сходством по экологическим характеристикам обладают синтаксоны одной ассоциации.

В дальнейшем, если не проводить мероприятия по реконструкции осушительной сети, будут наблюдаться процессы естественного восстановления нарушенных болотных экосистем, что актуально в условиях особо охраняемой природной территории (заказника).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сарма, П. Э. Применение лесной типологии при осушении лесов / П. Э. Сарма // Вопросы применения лесной типологии в лесном хозяйстве: тр. Ин-та лесохоз. проблем. – Рига, 1955. – Вып. IX. – С. 83–93.
2. Смоляк, Л. П. Влияние мелиорации на травяно-моховую растительность верховых болот / Л. П. Смоляк, Н. К. Кудряшева // Ботаника (исследования). – Минск, 1965. – Вып. 7. – С. 173–180.
3. Нешатаев, Ю. Н. О некоторых задачах и методах классификации растительности / Ю. Н. Нешатаев // Растительность России. – 2001. – № 1. – С. 57–61.
4. Денисенков, В. П. Основы болотоведения: учеб. пособие / В. П. Денисенков. – СПб.: СПбГУ, 2000. – 224 с.
5. Федорчук, В. Н. Лесные экосистемы северо-западных районов России. Типология, динамика, хозяйственные

особенности / В. Н. Федорчук, В. Ю. Нешатаев, М. Л. Кузнецова. – СПб: СПбНИИЛХ, 2005. – 382 с.

6. Буш, К. К. О перспективах изучения осушенных лесов / К. К. Буш // Гидролесомелиоративные исследования. – Рига, 1970. – С. 101–116.

7. Каразия, С. П. Типологическая характеристика осушенных лесов / С. П. Каразия, Т. К. Капустинская // Вопросы лесной типологии и биогеоценологии в Южной Прибалтике. – Каунас, 1977. – С. 107–120.

8. Каразия, С. П. История разработки типологической классификации лесов Литвы и современное состояние / С. П. Каразия // Лесная типология: современные методы выделения типов леса, классификация и районирование лесной растительности: материалы Междунар. науч. семинара, Минск – Нарочь, 20–21 окт. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича; ред. А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск, 2016. – С. 5–13.

9. Маховик, И. В. Разработка подхода к динамической классификации антропогенно-производных лесов / И. В. Маховик, И. В. Бордок // Лесная типология: современные методы выделения типов леса, классификация и районирование лесной растительности: материалы Междунар. науч. семинара, Минск – Нарочь, 20–21 окт. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича; ред. А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск, 2016. – С. 189–196.

10. Красильников, Н. А. Типы леса на осушенных торфяных почвах северной Беларуси / Н. А. Красильников, В. Ю. Нешатаев // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 266–268.

11. Цвирко, Р. В. Антропогенно-производные сосновые леса Беларуси: актуальные вопросы типизации / Р. В. Цвирко [и др.] // Лесная типология: современные методы выделения типов леса, классификация и районирование лесной растительности: материалы Междунар. науч. семинара, Минск – Нарочь, 20–21 окт. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; ред. А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск: Колорград, 2016. – С. 171–188.

12. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Правила выделения типов леса: ТКП 587-2016 (33090) – ИУ ТНПА № 9-2016.

13. Нешатаев, В. Ю. Динамический подход к классификации лесной растительности / Ю. Н. Нешатаев // Актуальные проблемы геоботаники: материалы III Всерос. школы-конф., Петрозаводск, 24–27 сент. 2007 г. / Кольский науч. центр Рос. акад. наук. – Петрозаводск, 2007. – № 1. – С. 270–280.

14. Груммо, Д. Г. Ассоциации сосняков на верховых болотах северной Беларуси / Д. Г. Груммо [и др.] // Ботаника (исследования). – Минск, 2008. – Вып. 35. – С. 139–158.

15. Цвирко, Р. В. Разнообразие сообществ ассоциации *Vaccinio uliginosi – Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 на территории Национального парка «Беловежская пуца» / Р. В. Цвирко // Ботаника (исследования). – Минск, 2022. – Вып. 51. – С. 129–135.

16. Цвирко, Р. В. Синтаксономическое разнообразие лесной растительности национального парка «Беловежская пуца» (Беларусь) / Р. В. Цвирко, Д. Г. Груммо // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 1 (4). – С. 57–80.

17. Тэртыгорыі, важныя для птушак у Беларусі / пад агул. рэд. С. В. Левага. – Мінск: Рыфтур Прынт, 2015. – 150 с.

18. Юркевич, И. Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1965. – 288 с.

19. Комар, А. Ю. Сучасны стан экасістэмаў часткі заказніка «Налібоцкі» пад уздзеяннем асушальнай меліярацыі / А. Ю. Комар, С. С. Цярэшчанка // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2020. – № 2 (235). – С. 39–43.

20. Судник, А. В. О стратегии и схеме устойчивого использования земель с измененным гидрологическим режимом в лесном фонде Республики Беларусь / А. В. Судник [и др.]. – Природные ресурсы. – 2022. – № 2. – С. 75–86.

21. Якимов, Н. И. Состояние и проблемы мелиорации лесов в Республике Беларусь / Н. И. Якимов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Вологда, 2–3 дек. 2014 г. / Вологод. гос. ун-т [и др.]; отв. ред. Р. В. Дерягин. – Вологда, 2015. – С. 13–15.

22. Эколого-фитоценологические исследования лесной растительности Налибокской пуцы / А. В. Бойко [и др.]; науч. ред. Л. П. Смоляк. – Минск: Наука и техника, 1983. – 206 с.

23. Проект организации и развития лесного хозяйства ГЛХУ «Воложинский лесхоз» Минского ГПЛХО на 2021–2030 гг. / РУП «Белгослес», 1-я Минская лесоустроительная экспедиция. – Минск, 2021. – Т. 1: Пояснительная записка. – 365 с.

24. Вознячук, Л. М. Изучение четвертичных отложений и рельефа / Л. М. Вознячук, В. Г. Степанова // История геологических наук в Белорусской ССР. – Минск, 1978. – С. 19–52.

25. Геоморфология Беларуси / О. Ф. Якушко [и др.]. – Минск: БГУ, 1999. – 173 с.

26. Мацвееў, А. В. Пра рэльеф Беларусі / А. В. Мацвееў, В. П. Якушка. – Мінск: Нар. асвета, 1994. – 72 с.

27. Ипатов, В. С. Описание фитоценоза: метод. рекомендации / В. С. Ипатов, Д. М. Мирин. – СПб, 2008. – 71 с.

28. Методы изучения лесных сообществ / под ред. В. Т. Ярмишко, И. В. Лянгузова. – СПб: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

29. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – 3. Aufl. – Wien; N.-Y., 1964. – 865 s.

30. Булохов, А. Д. Практикум по классификации и ординации растительности: учеб. пособие / А. Д. Булохов, Ю. А. Семенищенков; Брян. гос. ун-т им. акад. И. Г. Петровского. – Брянск: РИО БГУ, 2009. – 118 с.

31. Hill, M. O. Twinspan: a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes / M. O. Hill. – Ithaca: Cornell Univ., 1979. – 90 p.

32. Tichy, L. JUICE program for management, analysis and classification of ecological data: progr. manual [Electronic resource] / L. Tichy, J. Holt. – Brno, 2006. – Mode of access: [www.sci.muni.cz/botany/juice/JUICEman\\_all.pdf](http://www.sci.muni.cz/botany/juice/JUICEman_all.pdf). – Date of access: 20.01.2023.
33. Мойсейчик, Е. В. Флористическая классификация растительности: методические приемы обработки в программе JUICE / Е. В. Мойсейчик // Ботаника (исследования). – Минск, 2013. – Вып. 42. – С. 232–242.
34. Chytry, M. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures / M. Chytry [et al.] // Journal of Vegetation Science. – 2022. – Vol. 13, issue 1. – P. 79–90.
35. Голуб, В. Б. Оценка динамики растительности в дельте Волги / В. Б. Голуб [и др.] // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 3 (56). – С. 58–68.
36. Алёхин, В. В. Основные понятия и основные единицы фитоценологии / В. В. Алёхин [и др.] // Сов. ботаника. – 1935. – № 5. – С. 21–34.
37. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб: Мир и семья–95, 1995. – 990 с.
38. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 120 с.
39. Гельтман, В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
40. Ellenberg, H. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg. – 2. verb. u. erw. Aufl. – Gottingen: Erich Goltze, 1992. – 258 s.
41. Hammer, O. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / O. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – No. 4. – P. 3–9.
42. Сушко, Г. Г. Методы многомерного анализа данных в синэкологии насекомых / Г. Г. Сушко // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. – 2020. – № 1. – С. 38–45.
43. Сушко, Г. Г. Программное обеспечение PAST – как инструмент анализа данных в фаунистических исследованиях / Г. Г. Сушко // Изв. Гомель. гос. ун-та им. Ф. Скорины. Сер. Естественные науки. – 2021. – № 3 (126). – С. 55–61.
44. Новаковский, А. Методы ординации в современной геоботанике / А. Новаковский // Вест. Ин-та биологии Коми науч. центра Урал. отделения Рос. акад. наук. – 2008. – № 10 (132). – С. 2–8.
45. Флуктуации эколого-ценотических характеристик растительности луговой катены (Карельский перешеек) / О. В. Созинов [и др.] // Ботанический журнал. – 2022. – Т. 107, № 11. – С. 1067–1082.
46. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности: ГОСТ 11623-89. – Введ. 01.01.91. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.
47. Флора и растительность верховых болот Беларуси / Н. А. Зеленкевич [и др.]; под ред. А. В. Пугачевского; Ин-т эксперим. ботаники. – Минск: СтройМедиаПроект, 2016. – 244 с.
48. Цвирко, Р. В. Геоботаническая характеристика сосновых лесов на болотах богатого минерального питания / Р. В. Цвирко // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны: материалы II Междунар. науч.-практ. семинара, Минск, 24–25 сент. 2015 г. / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси; редкол.: А. В. Пугачевский [и др.]. – Минск, 2015. – С. 121–124.
49. Раменский, Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
50. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский [и др.]. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 471 с.

*Поступила в редакцию 10.03.2023 г.*