



Нацыянальная акадэмія навук Беларусі
Кіраўніцтва справамі Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь
Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя Рэспублікі Беларусь
Міністэрства лясной гаспадаркі Рэспублікі Беларусь
Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф.Купрэвіча
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі
Беларускае батанічнае таварыства
Лесаўпарадкавальнае РУП «Белдзяржлес»
Нацыянальны парк «Прыпяцкі»



МАНІТОРЫНГ І АЦЭНКА СТАНУ РАСЛІННАГА СВЕТУ

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

VEGETATION MONITORING AND ASSESSMENT

МАТЭРЫЯЛЫ

**VI Міжнароднай навуковай канферэнцыі
(9–13 кастрычніка, 2023,
Мінск – Ляскавічы, Беларусь)**

**Прысвячаецца 95-годдзю
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі
і 30-годдзю Нацыянальнай сістэмы маніторынгу
навакольнага асяроддзя ў Рэспубліцы Беларусь**

Мінск, 2023

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)

ББК 58.588(4Бен)я43

М23

Рэдакцыйная калегія:

кандыдат біялагічных навук А.В. Пугачэўскі (адказны рэдактар); кандыдат біялагічных навук
І.П. Вазнячук (адказны рэдактар); кандыдат геаграфічных навук Н.Д. Грышчанкова;
кандыдат біялагічных навук А.У. Суднік; М.Л. Вазнячук; Т.С. Палячок

М23 **Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету = Мониторинг и оценка состояния растительного мира = Vegetation Monitoring and Assessment** : матэрыялы VI Міжнароднай навуковай канферэнцыі (9–13 кастрычніка, 2023, Мінск – Ляскавічы, Беларусь) / Нац. акад. навук Беларусі [і інш.] ; рэд. кал.: А. В. Пугачэўскі (адк. рэд.) [і інш.]. — Мінск : ІВЦ Мінфіна, 2023. — 356 с.
ISBN 978-985-880-362-9.

У зборнік уключаны матэрыялы VI Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету». Усяго пададзена 130 матэрыялаў 265 аўтараў з 69 арганізацый і ведамстваў, устаноў адукацыі, навукі, аховы прыроды Азербайджана, Беларусі, Балгарыі, Казахстана, Малдовы (Прыднястроўе), Расіі, Рэспублікі Сербскай і Турцыі.

У матэрыялах падводзяцца вынікі працаў па маніторынгу і вывучэнні стану расліннага свету, абмяркоўваюцца актуальныя праблемы маніторынгу лясной, лугавой, воднай і балотнай расліннасці, рэсурсаўтваральных, інвазійных і ахоўных відаў, насадаў ва ўмовах тэхнагеннай і рэкрэацыйнай нагрукі і шляхі іх вырашэння. Значная частка пададзеных працаў прысвечана праблемам аховы навакольнага асяроддзя і выкарыстання рэсурсаў расліннага свету.

УДК 502.175:[502.211:582](476)(082)

ББК 58.588(4Бен)я43

В сборник включены материалы VI Международной научной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира». Всего представлено 130 материалов 265 авторов из 69 организаций и ведомств, учреждений образования, науки, охраны природы Азербайджана, Беларуси, Болгарии, Казахстана, Молдовы (Приднестровье), России, Республики Сербской и Турции.

В материалах подводятся итоги работ по мониторингу и изучению состояния растительного мира, обсуждаются актуальные проблемы мониторинга лесной, луговой, водной и болотной растительности, ресурсообразующих, инвазивных и охраняемых видов, насаждений в условиях техногенной и рекреационной нагрузки и пути их решения. Значительная часть представленных работ посвящена проблемам охраны окружающей среды и использования ресурсов растительного мира.

Materials of VI International scientific conference «Vegetation Monitoring and Assessment». The book consists of 130 reports 265 authors from 69 organizations and departments, institutions of education, science, nature protection of Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, Kazakhstan, Moldova (Pridnestrovie), Russia, Republika Srpska and Turkey.

Results of vegetation monitoring and assessment and actual problems of monitoring of forest, meadow, water, mire vegetation and plantations under technogenic and recreational pressure are discussed in the book. Significant part of reports is concerned with problems of environmental protection and rational use of plants resources.

ISBN 978-985-880-362-9

© Дзяржаўная навуковая ўстанова
«Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В. Ф. Купрэвіча
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Тенденции изменений и проблем в сфере природопользования, имеющие место в природе и обществе последние десятилетия, требуют интеграции и кооперации усилий в области регулярного контроля состояния окружающей природной среды, важнейшей составляющей которой является растительный мир.

В условиях тотального антропогенного воздействия, изменения климата, инвазий чужеродных организмов, радикальных изменений в структуре землепользования, интенсификации лесопользования происходит трансформация природной растительности. Эти процессы, различные по интенсивности, масштабам, направленности, нуждаются в постоянном наблюдении с целью своевременного реагирования на их негативные проявления, обоснования управленческих и проектных решений. Мониторинг становится главным инструментом таких наблюдений, для последующей оценки, анализа и прогноза изменений состояния объектов растительного мира и среды их произрастания, а также эффективности ограничений и запретов, установленных в отношении отдельных территорий и объектов растительного мира в целях сохранения биологического разнообразия, обеспечения устойчивого состояния и рационального использования растительных ресурсов. Новые возможности в этом направлении открылись с развитием информационных и дистанционных технологий, упрощением доступа к новейшим достижениям науки.

Для обеспечения информационных потребностей обращения с объектами растительного мира в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь сформирована система наблюдений, комплексно решающая проблему контроля их состояния. Мониторинг растительного мира является одним из компонентов Национальной системы мониторинга окружающей среды, которая в 2023 году отмечает свое 30-летие.

Мониторинг растительного мира – это целостная взаимосвязанная и упорядоченная система наблюдений за состоянием, динамикой объектов растительного мира и средой их произрастания, а также прогнозирования их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов.

Итогом функционирования системы мониторинга является обеспечение информационных потребностей различных целевых групп (органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, землепользователей, общественности) о состоянии растительного мира, в том числе, своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния флоры, растительности и растительных ресурсов для обоснования и разработки мер по снижению негативного воздействия на них, предотвращению расширения зон экологического риска.

Работы по мониторингу растительного мира проводятся в Беларуси с 1998 г. За 25 лет получено немало результатов, имеющих большое практическое и научное значение, отражающих современную динамику и состояние как природных экосистем, так и отдельных объектов растительного мира и растительных ресурсов страны. Анализ опыта работ в сфере мониторинга и оценки воздействия деятельности человека на растительный мир, разработки и применения новых наземных и дистанционных методов и технологий мониторинга, побудило нас, ученых Государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», совместно с заинтересованными министерствами, ведомствами и организациями Беларуси организовать ряд научно-

практических симпозиумов, посвященных этим проблемам. Прежде всего это 6 крупных международных научных конференции (в 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 и 2023 гг.):

– 7–9 апреля 1998 г. состоялась первая из них – Региональная международная научно-практическая конференция «Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века» в Минске. Конференция проходила при поддержке Национальной академии наук Беларуси, Министерства лесного хозяйства Беларуси, Белорусского государственного технологического университета. В конференции приняли участие более 150 научных работников и практиков лесного хозяйства из 5 стран: Беларуси, Польши, Литвы, России, Украины. Было сделано 139 докладов 220 авторов, которые представляли 42 ведомства, научные, образовательные, природоохранные учреждения. Конференция подвела итоги исследований лесов в последние десятилетия прошлого века, наиболее критичные в Европе для их состояния, и наметила программу действий специалистов Восточной Европы в сфере лесного мониторинга;

– 28–31 октября 2003 г. на базе Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси состоялась II Международная научно-практическая конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного покрова». Её организаторами выступили: Национальная академия наук Беларуси, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси, Комитет лесного хозяйства при Совете Министров Республики Беларусь, ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси», УО «Белорусский государственный университет», ЛРУП «Белгослес», ГПУ «Березинский биосферный заповедник». На конференции было представлено 114 докладов от 53 ведомств, учреждений науки, охраны природы и образования, предприятий лесного хозяйства из Беларуси, России, Украины, Литвы, Кыргызстана, Узбекистана, Польши и Великобритании. Участники конференции подвели итоги по изучению состояния растительного покрова, обсудили актуальные проблемы мониторинга лесной, луговой и водной растительности и пути их решения. Значительная часть докладов была посвящена проблемам охраны окружающей среды и использования природных растительных ресурсов;

– 22–26 сентября 2008 г. на базе Национального парка «Нарочанский» состоялась III-я Международная научная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», посвященная 80-летию Национальной академии наук Беларуси. Конференция была проведена при финансовой помощи Фонда Центрально-Европейской инициативы. Организаторами конференции выступали Национальная академия наук Беларуси, ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси», Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси, Министерство лесного хозяйства Беларуси, УО «Белорусский государственный университет», Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес», ГПУ «Национальный парк «Нарочанский». На конференции было представлено 190 докладов 330 авторов от 99 ведомств, научно-исследовательских учреждений, вузов, заповедников и национальных парков Абхазии, Беларуси, Германии, Казахстана, Литвы, Польши, России, Узбекистана, Украины и Чехии. В конференции приняли участие 118 ученых и специалистов. Конференция подвела первые итоги развития систем и методов мониторинга растительных организмов и их сообществ;

– с 30 сентября по 4 октября 2013 г. прошла IV-я Международная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», которая состоялась на базе Национального парка «Браславские озера». Конференция была организована для подведения и обсуждения итогов работ по изучению состояния растительного покрова

обширного региона в центре Европы, выявления наиболее острых экологических проблем, определения путей их решения. Важным направлением работы конференции стало обобщение результатов мониторинга растительного покрова, обсуждение перспектив, возможностей и проблем его развития и эффективного использования в практике природопользования и охраны окружающей среды. На конференции было представлено 156 докладов 267 авторов из 84 организаций, учреждений и ведомств, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений, заповедников и национальных парков Азербайджана, Беларуси, Великобритании, Германии, России, Турции, Украины и Финляндии.

– 8–12 октября 2018 г. на базе Национального парка «Беловежская пуща» состоялась V-я Международная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», где было представлено 115 докладов 241 автора от 70 организаций и ведомств, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений, заповедников и национальных парков Абхазии, Беларуси, Казахстана, Республики Сербской, США, России, Турции, Украины и Швеции с целью обсуждения экологических проблем в растительном покрове и определения путей их решения, анализа результатов мониторинга растительного мира и лесов, обсуждения перспектив и проблем его развития, использования результатов мониторинга в практике природопользования и охраны окружающей среды.

В период с 9 по 13 октября 2023 г. VI-ю Международную конференцию «Мониторинг и оценка состояния растительного мира» мы проводим на базе Национального парка «Припятский». Для участия в работе конференции зарегистрировались 153 человека, которые представляют 69 ведомств, учреждений образования, науки, охраны природы Азербайджана, Беларуси, Болгарии, Казахстана, Молдовы (Приднестровье), России, Республики Сербской и Турции. Материалы конференции опубликованы в настоящем сборнике. Конференция определит пути развития систем и методов мониторинга растительного мира в условиях бурного развития информационных, цифровых и дистанционных технологий, новых вызовов, порожденных развитием цивилизации, изменениями климата и биосферы.

Оргкомитет выражает сердечную признательность Председателю Президиума Национальной академии наук Беларуси Владимиру Григорьевичу ГУСАКОВУ и академику-секретарю Отделения биологических наук Национальной академии наук Беларуси Олегу Юрьевичу БАРАНОВУ, Министру природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Андрею Павловичу ХУДЫКУ, заместителю Управляющего делами Президента Республики Беларусь Николаю Михайловичу РОГАЩУКУ, Генеральному директору республиканского унитарного предприятия «Белгослес» Андрею Владимировичу ТАРКАНУ, Генеральному директору государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Припятский» Юрию Александровичу АПАНОВИЧУ за поддержку конференции и содействие в ее организации и проведении, а также руководителям всех организаций и ведомств, которые приняли участие в работе конференции, и желает всем здоровья и научных успехов.

Оргкомитет конференции

ПРИВЕТСТВИЕ УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ ОТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Уважаемые участники VI Международной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира»!

Растительность является главным даром природы, обеспечивающим жизнь на Земле, экологическую и продовольственную безопасность и, в значительной степени, гарантом устойчивого развития экономики как нашей страны – Республики Беларусь, так и других стран.

Начало тысячелетия отмечено тенденциями, явлениями и событиями, которые подтвердили важность широких систематических наблюдений за состоянием растительного мира. Изменение климата, последствия крупномасштабных проектов по преобразованию природы, освоение земель, расширение инфраструктуры, изменения в структуре землепользования и распространение чужеродных организмов способствовали дальнейшей трансформации природных экосистем и, в частности, растительности.

Информация о состоянии природных объектов, растительности и растительных ресурсов, основанная на применении современных методов их оценки, является обязательным условием принятия научно обоснованных управленческих и проектных решений. Мониторинг, наземный и дистанционный, становится главным инструментом оценки динамики растительного покрова Земли, эффективности мер по защите особо охраняемых природных территорий, отдельных объектов растительного мира. И роль ученых в этом – ведущая!

От имени Национальной академии наук Беларуси желаю Вам, уважаемые коллеги, успешной и плодотворной работы. Уверен, что обмен опытом, мнениями, научными гипотезами, который будет проходить во время конференции, будут способствовать не только развитию науки и практики, но послужит дальнейшему сплочению научного сообщества стран-участниц конференции в вопросах сохранения и рационального использования природных ресурсов Земли.

Председатель Президиума
Национальной академии наук Беларуси



В. Г. Гусаков

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Экологический мониторинг – один из основных инструментов контроля за состоянием экосистем, включая их растительную составляющую. В Республике Беларусь экологический мониторинг проводится в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС), которая в 2023 году отмечает свое 30-летие. Организацию и координацию функционирования НСМОС осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды).

Одним из видов НСМОС является мониторинг растительного мира (МРМ). Он представляет собой целостную взаимосвязанную упорядоченную систему наблюдений за состоянием, динамикой основных категорий объектов растительного мира и среды их произрастания, прогнозирования их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Важнейшей функцией этого вида мониторинга в составе НСМОС является своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния флоры, растительности и ресурсов растительного мира для разработки и обоснования комплекса мероприятий по снижению уровня антропогенного воздействия, предотвращению расширения зон экологического риска.

Работы по МРМ проводятся в Беларуси с 1998 г. Первые 5–7 лет были посвящены разработке концепции и системы мониторинга, методов, показателей и критериев оценки состояния объектов растительного мира. В этот период разработаны и приняты основные правовые и нормативные технические акты, регулирующие порядок функционирования системы МРМ в составе НСМОС, создан информационно-аналитический центр (ИАЦ) МРМ (преобразованный в 2016 г. в ИАЦ мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях (ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ).

Практические работы по развертыванию сетей пунктов наблюдения и проведению полевых работ начались с 2000 г. МРМ изначально включал систему наблюдений за состоянием лесной, водной, луговой растительности, а с 2006 г. в него включены новые направления: мониторинг охраняемых видов растений и грибов, мониторинг ресурсообразующих видов растений и грибов; с 2007 г. – мониторинг защитных древесных насаждений и мониторинг зеленых насаждений на землях населенных пунктов; с 2011 г. – мониторинг инвазивных видов растений. Проведение мониторинга лесов возложено на Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, а остальных направлений МРМ – на Национальную академию наук Беларуси.

На 01.01.2023 сеть пунктов наблюдений включает 920 пунктов: 112 – мониторинга луговой и лугово-болотной растительности (формирование сети завершено); 98 – водной растительности (формирование сети завершено); 273 – охраняемых видов растений и грибов (128 видов) (сеть сформирована на 47% от проектной мощности); 36 – ресурсообразующих видов растений и грибов (сеть сформирована на 56%); 126 – инвазивных видов растений (18 видов) (сеть сформирована на 30%); 188 – защитных древесных насаждений (сеть сформирована на 43%); 87 – зеленых насаждений на землях населенных пунктов (5 городов) (сеть сформирована на 35%).

Подготовлены и утверждены «Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды

в Республике Беларусь» и «Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь». Объединение работ в рамках единой программы и проведение их по единой методике обеспечило преемственность наблюдений, единство критериев и показателей состояния популяций, сравнимость данных, полученных на различных объектах в разные годы разными исполнителями.

Создан банк информации о состоянии растительного мира (13 баз данных, зарегистрированных в Государственном регистре информационных ресурсов). Функционирует интернет-сайт ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ, содержащий информацию о структуре и направлениях МРМ, об основных результатах мониторинговых наблюдений. Ежегодно в Главный информационно-аналитический центр (ГИАЦ) НСМОС подается обобщенная экологическая информация о состоянии объектов растительного мира на пунктах наблюдений МРМ. Результаты мониторинга ежегодно публикуются в научном обзоре «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений», размещаемом на сайте ГИАЦ НСМОС.

Проведены 5 международных научных конференций, посвященных обобщению результатов мониторинга растительности, обсуждению перспектив, возможностей и проблем его развития, эффективного применения в практике природопользования и охраны окружающей среды (в 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 гг.). По результатам мониторинговых исследований и оценки состояния объектов растительного мира или с их использованием за все время наблюдений опубликовано более 200 печатных работ.

Потребителями информации МРМ являются органы государственного управления, ответственные за охрану и использование ресурсов растительного мира, состояние защитных и зеленых насаждений, землепользователи и субъекты хозяйствования, научные организации, общественность. Предоставление информации, полученной в результате проведения МРМ, а также ее распространение осуществляются в соответствии с законодательством об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов и законодательством об информации и информатизации. Многолетние наблюдения за состоянием, динамикой объектов растительного мира и среды их произрастания позволяет готовить прогноз их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Тем самым система наблюдений МРМ максимально приближается к практическим потребностям землепользователей, а также органов, осуществляющих государственный контроль в области сохранения биоразнообразия и рационального использования ресурсов растительного мира.

Результаты МРМ использованы:

– при подготовке Пятого и Шестого национальных докладов о выполнении Республикой Беларусь Конвенции о биологическом разнообразии;

– для оценки и прогноза состояния кормовых угодий, продуктивности и качества травостоев; при подготовке предложений об улучшении состояния естественных сенокосов и пастбищ и рекомендаций по восстановлению, оптимизации, охране и рациональному использованию кормовых угодий;

– при разработке предложений по регулированию и минимизации негативной антропогенной нагрузки на водные экосистемы; для прогноза развития, организации охраны и рационального использования водоемов и водотоков; при разработке методики оценки ресурсной значимости водной растительности; при оценке кормовой базы растительноядных рыб;

– при подготовке 4-го издания Красной книги Республики Беларусь; разработке нормативных актов по сохранению редких и исчезающих видов растений; 36 планов действий по сохранению редких видов растений; прогнозирования состояния и организации сохранения охраняемых видов растений; при подготовке планов управления для ряда ООПТ;

– для оперативного прогноза урожайности пищевых видов ягодных растений и съедобных грибов с рекомендациями по установлению ограничений или запретов; при корректировке допустимых объемов и установлении сроков начала заготовок ягодных растений и грибов в порядке промыслового сбора структурными подразделениями Минприроды;

– для разработки Национальной стратегии и плана действия Республики Беларусь по борьбе с борщевиком Сосновского и другими наиболее опасными инвазивными видами растений; для осуществления практических мероприятий по ограничению распространения инвазивных видов растений в г. Минске, на ООПТ, а также в ряде регионов страны;

– при подготовке аналитических записок о состоянии защитных древесных насаждений вдоль автомобильных дорог, полезащитных лесных полос и других объектов растительного мира на землях сельскохозяйственного назначения и предложений по их рациональному использованию (в адрес Минприроды и Совмина); о воздействии строительства и содержания автомобильных дорог на придорожную растительность и рисках создания и подходах к содержанию зеленых насаждений вдоль автомобильных дорог (в адрес Минтранса); о состоянии защитных древесных насаждений, основных тенденциях и причинах ухудшения состояния и выполнения ими защитных функций с предложениями по улучшению их функциональной эффективности (в адрес 14 райисполкомов);

– для принятия оперативных управленческих и проектных решений в области оптимизации качества урбанизированной среды средствами зеленого строительства и разработки научно-обоснованных рекомендаций по их эксплуатации;

– при разработке нормативных и технических документов в области охраны окружающей среды, а также ряда проектов постановлений Совета Министров Республики Беларусь;

– в учебном процессе ВУЗов при чтении лекционных курсов, проведении практических занятий, подготовке курсовых и дипломными работ.

Только за последние 5 лет результативность МРМ подтверждена 45 актами внедрения в производство, 21 аналитической запиской.

В перспективе развития МРМ: завершение формирования сетей наблюдений по всем направлениям; развитие и интеграция в процесс мониторинга основанных на имитационном математическом моделировании методов прогнозирования; дальнейшее развитие дистанционных методов для оценки состояния растительности на основе материалов космической съемки и использования беспилотных летательных аппаратов; оснащение пунктов наблюдения автоматизированными средствами регистрации экологических условий произрастания объектов растительного мира; организация более тесного взаимодействия с потребителями мониторинговой информации в форме обратной связи с землепользователями, природоохранными и лесохозяйственными учреждениями; вовлечение в международный информационный обмен и гармонизация направлений и методик МРМ с применяемыми в других странах; привлечение современных полевых методик с использованием приборов и оборудования нового поколения.

По результатам наблюдений МРМ уже получено немало результатов, имеющих большое практическое и научное значение, отражающих современную динамику основных категорий объектов растительного мира и среды их произрастания, растительных ресурсов. В перспективе система МРМ в сочетании с государственным кадастром растительного мира станет основным инструментом информационного обеспечения принятия решений в области сохранения биоразнообразия и рационального использования ресурсов растительного мира.

При этом важной проблемой остается отсутствие авторского надзора в области сохранения биоразнообразия и выполнения природоохранных мероприятий, а также отсутствие ответственности за нереализацию землепользователями разработанных по результатам мониторинга рекомендаций и мероприятий. Решение данного вопроса, в том числе путем внесения соответствующих дополнений в законодательство, является важным условием успешного функционирования и эффективности системы мониторинга окружающей среды в нашей стране.

Пугачевский А.В., Судник А.В., Вознячук И.П., Грищенко Н.Д.

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, ieb_dir@biobel.by*

МОНИТОРИНГ ПАМЯТИ: ВОСПОМИНАНИЯ О ПРИПЯТСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (1972–1980)

О том, что планируется организация заповедника на Припяти, я узнал еще школьником 4 или 5 класса от моего отца – Гельтмана Виктора Степановича. Он принимал деятельное участие в обосновании организации заповедника и рассказывал об этом (как и о многом другом, касающемся белорусских заповедников) дома. Помню, что отец досадовал, что не удалось назвать заповедник «Полесским», поскольку такое название уже было занято.

Отец брал меня с собой в экспедиции с раннего школьного возраста. В Турове – тогдашнем центре только что созданного заповедника, я впервые оказался в июле 1969 г. На следующий год экспедиция, в которой я тоже принимал участие, базировалась около пос. Славинск – отец мне говорил, что на другом берегу Припяти — «уже заповедник».

С 1970 г. в Припятском заповеднике стал работать Илья Александрович Солонович, который вскоре под руководством отца начал изучать типологию пойменных дубрав заповедника. Отец тогда особо интересовался пойменными лесами, часто ездил проведать своего первого официального аспиранта (неофициальных было много); по этой причине и я с 1972 г. и до 1980 г. бывал в Припятском заповеднике практически ежегодно – хотя бы на короткий срок.

Центр заповедника тогда располагался в Турове, служебные дома сотрудников были на въезде со стороны Житкович, контора заповедника – в бывшем лесхозе. Насколько я помню, асфальтированных улиц в Турове тогда почти не было, да и каменные здания были немногочисленны. Сохранялась атмосфера старого местечка, «достопримечательностью» была почти никогда не пересыхавшая «большая туровская лужа» у пристани.

Путешествие в Припятский заповедник было для меня событием. Из Минска в Житковичи мы обычно приезжали утром на очень неспешном поезде, нас встречала машина из заповедника. Особую атмосферу путешествию придавала паромная переправа через Припять у д. Черничи.

Проведя несколько дней в Турове, мы с отцом и его коллегами стремились как можно быстрее оказаться в лесу. Обычным местом базирования был первый квартал Переровского лесничества (по тогдашнему лесоустройству) – практически остров, образованный основным руслом Припяти и длинными и извилистыми старицами.

«Первый квартал», как мы его называли, по мере развития и популяризации заповедника становился, как бы сейчас сказали, культовым местом. Иногда здесь можно было встретиться с журналистами и писателями, а один раз мы пересеклись с профессором Московского университета орнитологом К.Н. Благосклоновым.

Под руководством отца И.А. Солонович с участием геоботаников из Института экспериментальной ботаники (помнятся Н.Ф. Ловчий, И.Ф. Моисеенко, В.В. Маврищев, А.З. Тютюнов) закладывал пробные площади в пойменных (и не только) дубравах заповедника. Я помогал в этом, но чаще оставался дежурным по лагерю с обязанностями приготовить ужин и наловить рыбы.

И.А. Солонович не сразу пришел в науку. Он начинал трудовую деятельность на торговом флоте (ходил по Дунаю); потом закончил Ленинградскую лесотехническую академию, после чего 2 года служил в военной авиации штурманом вертолета. Мне, подростку, очень нравились его рассказы. К любому делу он подходил очень тщательно и основательно.

Нередко к нам присоединялись сотрудники заповедника Вадим Петрович Клакоцкий (орнитолог) и его супруга Тамара Николаевна Клакоцкая (ботаник). Вадим Петрович был прекрасным знатоком птиц; для меня оставалось загадкой, как он узнавал их в полете. Хорошо он знал и особенности ихтиофауны, в том числе и с сугубо прикладной точки зрения: казалось, рыба сама просилась на крючок его снастей. Да и в целом он жил природой заповедника, чувствовал себя в ней очень органично. Он был неизменным проводником по заповеднику белорусских журналистов и писателей (И.А. Солонович шутил, что в школе уже задают сочинения на тему «Образ Клакоцкого в белорусской литературе»), в том числе и Владимира Короткевича. Во второй половине 1970-х гг. в заповеднике стал работать Николай Николаевич Рубан, изучавший болота и болотные леса; позднее он занялся промышленным выращиванием клюквы и голубики.

В университетские годы я занимался систематикой и экологией вязов Беларуси и, конечно, не мог обойти стороной Припятский заповедник, его дубравы и, разумеется, любимый «первый квартал» – ведь мои объекты здесь встречались в изобилии и в самых различных условиях. Вместе с отцом и И.А. Солоновичем я совершал длительные маршруты по заповеднику и получил представление о разнообразии его лесов, в первую очередь – дубрав.

В последний раз в Припятском заповеднике я оказался в 1980 г. – в одну из своих первых аспирантских экспедиций. Тогда я добирался в Туров из Киева на судах на подводных крыльях – это занимало почти целый день, но было возможно. В ту поездку удалось найти (вблизи того же «первого квартала») крапиву киевскую – новый вид для флоры Беларуси.

Нельзя не вспомнить неперменного участника встреч в «первом квартале», проводника ученых по лесам заповедника лесника Владимира Григорьевича Кадолича из Хлупина (его тоже не обошли вниманием белорусские литераторы). Его дом стоял у самой протоки, лодка в паводок причаливала почти прямо к воротам. Он был моим проводником по припятской пойме весной 1978 г.; это путешествие оставило впечатления на всю жизнь.

Сейчас я понимаю, что тогда на моих глазах (и с некоторым моим участием) закладывались основы наших знаний о припятских дубравах, особенно пойменных. Как мне представляется, основы эти оказались весьма добротными и могут служить отправной точкой длительного мониторинга процессов, происходящих в этих сложных и уникальных сообществах. Хочется надеяться, что нынешнее поколение исследователей достойно продолжит такие исследования, а припятские дубравы – национальное и мировое достояние – будут сохранены для будущих поколений.

Гельтман Д.В.

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, geltman@binran.ru*

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Ермохін М.В., Комар С.А., Вяршыцкая І.М., Кныш Н.В.,
Лукін В.В., Барсукова Т.Л., Пугачэўскі А.В.

КЛАСІФІКАЦЫЯ І КРЫТЭРЫІ ВЫДЗЯЛЕННЯ ПЕРШАБЫТНЫХ ЛЯСОЎ БЕЛАРУСІ

ДНУ «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук
Беларусі», г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, taxim.yermokhin@gmail.com

The article discusses the classification of primary forests (virgin, near-virgin forest, old-growth, long-untouched) and their distribution around Belarusian Polesie. The main criteria for identification of primary forest are the structure of all phytocenosis layers and a degree of disturbance.

Нядаўнія даследаванні паказалі, што, нягледзячы на інтэнсіўную шматгадовую эксплуатацыю лясоў, у Еўропе дагэтуль захаваліся ўчасткі першабытных (primary) лясоў. Пры гэтым дагэтуль у розных краінах і рознымі даследчыкамі тэрмін «першабытныя» можа мець рознае значэнне. Праблема ідэнтыфікацыі першабытных лясоў асабліва актуальна для краін Усходняй Еўропы, у якіх захавалася вялікая лясістасць і патэнцыйна могуць знаходзіцца вялікія плошчы першабытных лясоў. Беларусь, дзе лясы займаюць 40% тэрыторыі, тут не выключэнне.

У нашай працы пад паняццем «першабытны лес» мы разумеем лес натуральнага паходжання, сфарміраваны абарыгеннымі відамі, са складанай узроставай і прасторавай структурай, здольны да самападтрымання і самарэгуляцыі, і ў якім адсутнічаюць або слаба выяўлены сляды гаспадарчай дзейнасці.

На падставе класіфікацыі лясоў па ступені іх парушанасці, прыведзенай у працах Бухвальда (Buchwald, 2005), Сабаціні і інш. (Sabatini *et al.*, 2018, 2021) з ужываннем прынцыпаў і падыхода ўкраінскіх даследчыкаў па выдзяленні пралясоў ва Украінскіх Карпатах (Смалійчук, 2017, Смалійчук, Гребенер, 2018) былі распрацаваны класіфікацыя і крытэрыі выдзялення першабытных лясоў на тэрыторыі Беларусі.

Першабытныя лясы падзелены на чатыры катэгорыі на падставе структуры фітацэнозу і ступені іх парушанасці ў выніку розных відаў антрапагеннай дзейнасці (табліца 2):

1. Некранутыя лясы. Гэта лясныя экасістэмы, якія практычна не змяняліся чалавекам, а ступень ранейшага антрапагеннага ўздзеяння на лес, уключаючы глебу і гідралогію, была не больш значнай, чым уздзеянне лясных пажараў ці жывёл (напрыклад, баброў ці буйных капытных), і сляды гэтых уздзеянняў ужо незаўважныя. Папуляцыі дзікіх відаў жывёл адрозніваюцца натуральнай шчыльнасцю і відавым складам, уключаючы буйных траваедных і драпежнікаў. Для вылучэння лясоў гэтай катэгорыі неабходны дэталевыя палявыя даследаванні усіх кампанентаў экасістэм. Адпавядаюць катэгорыі «n9 – Virgin forest» у класіфікацыі Бухвальда (Buchwald, 2005).

2. Непарушаныя лясы. Лясныя экасістэмы, якія не былі закранутыя гаспадарчай дзейнасцю на працягу дастаткова доўгага часу, каб у іх сфарміраваліся структура і

відавы састаў, падобныя з некранутымі лясамі, нават калі яны былі трансфармаваны ў мінулым высечкамі або сельскай гаспадаркай. Яны вылучаюцца шырокім дыяпазомам стадыі сукцэсій – ад пачатковых да заключных, а ўплыў чалавека на лес нябачны. Час, неабходны для фарміравання такіх лясоў, залежыць ад таго, наколькі моцна яны былі трансфармаваны ў мінулым. Звычайна для гэтага патрабуецца некалькі сотняў гадоў, калі лес узнік на сельскагаспадарчых землях. Адпавядаюць катэгорыі «n7 – Near-virgin forest» (Buchwald, 2005).

3. Стараўзросныя (малапарушаныя) лясы. Лясныя экасістэмы на позніх стадыях развіцця дрэвастану, для якіх (як і для першых дзвюх катэгорый) характэрны буйныя дрэвы, буйная мёртвая драўніна розных стадыі раскладання, яруснасць дрэвастану, але прысутнічаюць сляды былой гаспадарчай дзейнасці (старыя буйныя пні, лясныя дарогі). Узрост, у якім узнікае староўзросны лес і пэўныя прыкметы, па якіх яго можна вылучыць, вельмі моцна залежаць ад тыпу лесу, клімату, умоў росту і парушэнняў. Адпавядаюць катэгорыі «n6 – Old-growth forest» (Buchwald, 2005).

4. Высокаўзросныя лясы. Адносна некранутыя лясныя экасістэмы, якія практычна не падпадалі пад змены ў выніку дзейнасці чалавека на працягу некалькіх апошніх дзесяцігоддзяў. Дрэвастаны адрозніваюцца высокім узростам для дадзенай дрэвавай пароды, але ў выніку мінулай гаспадарчай дзейнасці ў лесе адсутнічае буйная мёртвая драўніна позніх стадыі раскладання, буйныя стары сухастой, у нязначнай колькасці могуць сустракацца старыя пні, лясныя дарогі. Адпавядаюць катэгорыі «n5 – Long-untouched forest» (Buchwald, 2005).

Важнымі крытэрамі вылучэння першабытных лясоў з'яўляюцца натуральнае паходжанне фітацэнозаў, прысутнасць у саставе дрэвастанаў біялагічна старых дрэў і адсутнасць або вельмі нізкая колькасць няродных відаў раслін, рознаўзроснасць дрэвастанаў, наяўнасць буйной мёртвай драўніны розных стадыі раскладання.

Адметнай асаблівасцю першабытных лясоў з'яўляецца адсутнасць слядоў гаспадарчай дзейнасці і інфраструктуры, лясных дарог, прамысловай нарыхтоўкі недраўняных лясных рэсурсаў і прыкмет уздзеяння на экасістэму асушальных сетак і рэкрэацыйнай нагрузкі. Выключэннем можа быць наяўнасць нязначнай колькасці старых пнёў дрэў або іх рэштак, спілаваных больш за 20–60 гадоў таму, а таксама старых каналаў, якія страцілі сваю функцыю.

Першабытныя лясы катэгорыі 4 «Высокаўзросныя лясы» фактычна адпавядаюць катэгорыям рэдкіх і тыповых біятопаў лясоў, што выдзяляюцца на тэрыторыі Беларусі і якія падлягаюць спецыяльнай ахове ў адпаведнасці з прыродаахоўным заканадаўствам. Аднак пры выдзяленні рэдкіх і тыповых біятопаў амаль не ўлічваюцца крытэры памеру ўчасткаў і іх размяшчэння, таму да першабытных лясоў могуць быць аднесены не ўсе рэдкія і тыповыя біятопы лясоў, а толькі тыя, якія: 1) не мяжуюць з населенымі пунктамі, трасамі камунікацый, сельскагаспадарчымі землямі, асушальнымі сеткамі і інш. антрапагеннымі аб'ектамі (за выключэннем лясных прасек і лясных дарог); 2) іх плошча больш за 10 га; 3) адлегласць паміж дзвюма супрацьлеглымі межамі ўчастка складае не менш за 200 м.

У 2020 г. на падставе распрацаванай класіфікацыі і крытэраў першабытных лясы былі выдзелены на тэрыторыі цэнтральнай часткі Беларускага Палесся (Палесскі, Столінскі, Жыткавіцкі, Лельчыцкі, Мілошавіцкі лясы, нацыянальны парк «Прыпяцкі»). Агульная іх плошча складае 47,0 тыс.га і яшчэ 38 тыс.га займаюць малапарушаныя рэдкалесі і адкрытыя балоты. Большасць з першабытных лясоў – гэта цяжкадаступныя балотныя і забалочаныя хвойнікі сфагнавыя, багуновыя і асакова-сфагнавыя. Захаванасць першабытных лясоў залежыць ад іх аддаленасці ад трас камунікацый, населеных пунктаў, а таксама рэжыму аховы.

Нягледзячы на развітую сістэму асабліва ахоўваемых прыродных тэрыторый доўгатэрміновае захаванне першабытных лясоў і іх аднаўленне магчыма толькі на тэрыторыях з запаведным рэжымам, часткова на тэрыторыі нацыянальных паркаў або асабліва ахоўваемых частак заказнікаў. Таму намаганні па захаванні і аднаўленні першабытных лясоў павінны быць накіраваны на маніторынг іх стану і распаўсюджанасці, развіццё сістэмы асабліва ахоўваемых тэрыторый і ўстанаўленне больш строгіх рэжымаў аховы для буйных лясных тэрыторый на працяглы час.

Комар А.Ю., Ермохін М.В., Суднік А.У.

АНАЛІЗ ДЫНАМІКІ ТЫПАЎ ЛЕСУ НА ВЕРХАВЫХ БАЛОТАХ ПАСЛЯ АСУШЭННЯ НА АСНОВЕ ДЫНАМІКІ ПРЫРОСТА ДРЭЎ ХВОІ ПА ДЫЯМЕТРЫ

ДНУ «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, artur.komar@tut.by

In this study, tree-rings width of Scots pine growing in drained forests, was used for the evaluation a transformation of forest types. It is shown that that forests of different types can acquire the appearance of one forest type after drainage.

Лясы займаюць больш за 40% тэрыторыі Беларусі. Па стане на 01.01.2022 на занятых лесам землях дамінуюць дрэвастаны хвой звычайнай (*Pinus sylvestris* L.) – 48,6%. Доля хвойнікаў балотных серый тыпаў лесу складае 13,4% [1]. Пры гэтым каля 289 тыс.га лясоў за перыяд 1960–1980 гг. было асушана [2] і трансфармалася ў іншыя тыпы лесу.

На дадзены момант у Беларусі назіраюцца працэсы скарачэння долі хваёвых балотных лясоў, у т.л. на асабліва ахоўваемых прыродных тэрыторыях як вынік асушальнай меліярацыі і пацяплення клімату, якое назіраецца з 1990-х гадоў [3].

Згодна з [4, 5] балотныя і забалочаныя хваёвыя лясы Беларусі прадстаўлены шасцю тыпамі лесу: хвойнік доўгаімховы (*Pinetum polytrichosum*), прыручаёва-травяны (*Pinetum fontinale-herbosum*), багуновы (*Pinetum ledosum*), асаковы (*Pinetum caricosum*), асакова-сфагнавы (*Pinetum caricoso-sphagnosum*) і сфагнавы (*Pinetum sphagnosum*). Дадзеная класіфікацыя распрацавана на аснове дамінантнага падыходу для мэтай лясной гаспадаркі больш за паўстагоддзя таму, і як адзначаецца [6] ужо не ў поўнай меры адпавядае сучасным умовам.

Пры інтэнсіўным асушэнні лясных верхавых балот фарміруюцца тыпы лесу, блізкія па структуры, саставу і прадукцыйнасці да сваіх аналагаў на мінеральных глебах [7–8]. Важную ролю адыгрывае тып торфа і яго глыбіня.

Напрамак дынамікі структуры антрапагенна-вытворных асушаных лясоў залежыць ад мноства фактараў, напрыклад, ад зыходных лесараслінных умоў, ўзросту насаджэнняў, інтэнсіўнасці асушэння [9–11]. На алігатрофных верхавых балотах хвойнікі сфагнавыя V–V^a класа банітэту трансфармуюцца ў багунова-чарнічныя IV–III класа банітэту [12]. Пры асушэнні лясоў разам з прадуктыўнасцю расце практычнае пакрыццё відаў *Vaccinium myrtillus* і *Pleurozium schreberi* і адпаведна зніжаецца пакрыццё тыпова балотных відаў (*Oxycoccus palustris*, *Sphagnum* sp.) [13].

У цяперашні час у беларускай геабатаніцы ўсё часцей выкарыстоўваецца экалага-фларыстычная класіфікацыя лясной расліннасці [14–17]. Згодна з дадзенай

класіфікацыяй хваёвыя лясы на верхавых балотах на тэрыторыі Беларусі прадстаўленыя наступнымі асацыяцыямі:

1. *Vaccinio uliginosi-Pinetum Sylvestris* Kleist 1929 класа VACCINIO-PICEETA Br.-Bl. in Br.-Bl. et al 1939 – забалочаныя лясы, адпавядаюць хвойніку багуноваму [15]. Экатоп А₄ – сыры бор і А₅ – мокры бор. У экаэнаматычным шэрагу верхавых балотаў згуртаванні асацыяцыі прымеркаваныя да адносна сухіх месцаў росту. Да варыянта *Vaccinium myrtillus* аднесены лясы на якія ёсць уплыў асушальнай сеткі. Характарызуюцца высокім багаццем *Vaccinium myrtillus*, таксама расце багацце зялёных імхоў (*Dicranum polysetum* і *Pleurozium schreberi*). Адзначаецца павелічэнне прадукцыйнасці дрэвастанаў (IV–III клас банітэту) [16, 17].

2. *Sphagno-Pinetum Sylvestris* (Kobendza 1930) Navratilova in Chytry (ed.) 2011 класа ОХУСОССО-SPHAGNETEA – згуртаванні хваёва-падвеева-хмызнячкова-сфагнавыя на верхавых балотах. Выступае прамежковым звязом паміж балотнай расліннасцю верхавых балотаў і забалочаных лясоў. Адпавядае непрадукцыйнаму хвойніку сфагнаваму V₆ і ніжэй класа банітэту, ТЛЮ А₅ [15]. У межах асацыяцыі вылучаюцца варыянты *typica*, *Carex nigra*, *Vaccinium myrtillus*.

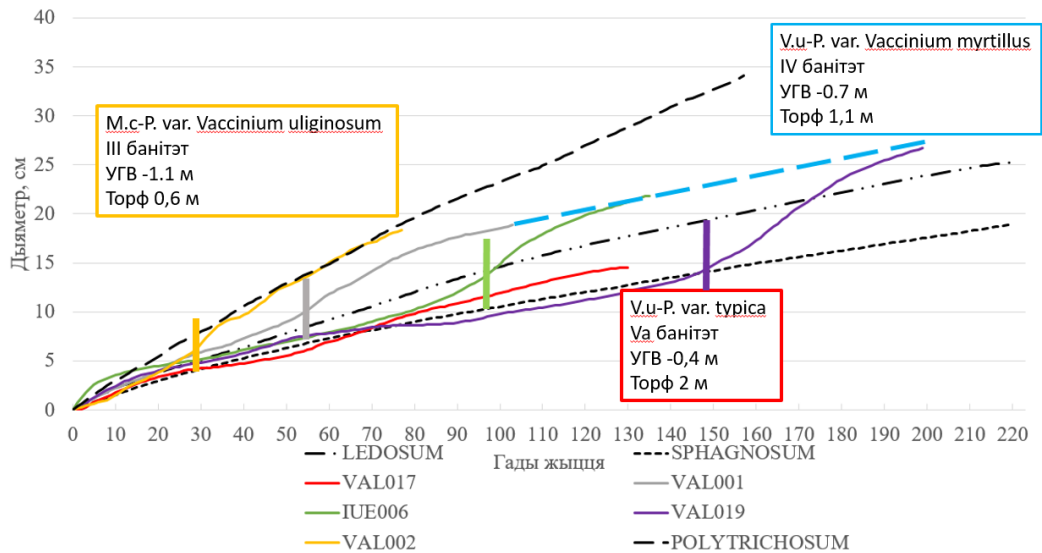
3. *Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973, субас. *M. c.–P. s. Typicum*, вар. *Vaccinium uliginosum*. Лясы па фізіялагічным абліччы і відавым складзе падобныя з ас. *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 вар. *Vaccinium myrtillus*, з прыкметна большым багаццем *Picea abies* ў першым і другім дрэвавым ярусе, а таксама большай прадукцыйнасцю насаджэнняў. Займаюць самыя ўскрайкі верхавых балотаў з неглыбокай тарфяной пакладай – у сярэднім 0,7 м. Хвойнікі III класа банітэту.

Каб удакладніць гісторыю фарміравання дрэвастану выкарыстоўваецца шэраг метадаў, з якіх часта ўжываецца дэндрахраналогія. Яе інструменты дазваляюць зрабіць рэканструкцыю развіцця дрэвастанаў на падставе дынамікі радыяльнага прыросту дрэў, паколькі у гадавых кольцах дрэў адлюстроўваюцца змены ў навакольным асяроддзі, у т.л. звязаныя з антрапагеннай дзейнасцю чалавека. Асушальная меліярацыя карэнным чынам змяняе экалагічныя ўмовы, у першую чаргу звязаныя са значным паніжэннем УГВ. Гэта прыводзіць да зменаў у росце дрэў.

Адной з мэт работы з’яўлялася вызначэнне тыпалагічнага статуса фітацэнозаў да асушэння. Толькі ў гэтым выпадку можна дакладна параўнаць уплыў асушальнай меліярацыі на іх трансфармацыю. На неасушаных балотах рост дрэў хвой лімітаваны ў першую чаргу залішняй вільготнасцю. Таму па велічыні радыяльнага прыросту дрэў можна меркаваць аб месцы фітацэноза на восі вільготнасці, а па форме ўзроставай крывой і попелынасці торфа – на восі багацця глебы.

Тое, што фітацэнозы розных тыпаў лесу пасля асушэння могуць набываць выгляд аднаго тыпу лесу ў залежнасці ад ступені асушэння добра адлюстроўвае дынаміка прыросту дрэў па дыяметры (малюнак). І ў былых хвойніках сфагнавых (VAL019), і ў былых хвойніках багуновых (VAL001, IUE006), дзе ў засушлівы травень 2023 г. УГВ складае 0,7 м, пасля асушэння прырост можа дасягаць аднолькавых велічынь. Такія лясы адпавядаюць асацыяцыі *Vaccinio uliginosi-Pinetum Sylvestris* Kleist 1929 вар. *Vaccinium myrtillus*. У моцна асушаных у маладым узросце (30 год на момант асушэння) хвойніках багуновых (VAL002, УГВ – 1,1 м) прырост павялічваецца да прыросту хвойнікаў доўгаімховых. Яны набываюць фітаэнаматычнае аблічча хвойнікаў чарнічных і адпавядаюць асацыяцыі *Molinio caeruleae – Pinetum sylvestris* W. Matuszkiewicz et J. Matuszkiewicz 1973, субас. *M. c.–P. s. Typicum*, вар. *Vaccinium uliginosum*. Фітацэноз VAL017 (хвойнік сфагнавы) быў асушаны, але асушальная сетка тут слаба працавала з

самага пачатку (у экстрэмальна сухі травень 2023 г. УГВ складае 0,4 м), таму прырост дрэў застаўся амаль на ўзроўні да асушэння. Цяпер дадзеныя лясы адпавядаюць асацыяцыі *Vaccinio uliginosi-Pinetum Sylvestris* Kleist 1929 вар. *Typica* – малапарушаныя хвойнікі багуновыя. Прырост дрэў прапарцыйна павялічваецца нягледзячы на іх узрост пад час асушэння (50 гадоў на VAL001, 90 гадоў на IUE006 і 150 гадоў на VAL019).



Малюнак – Кумуляты прыросту дрэў па дыяметры розных тыпаў лесу

ЛІТАРАТУРА

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2022 г. / Мин-во лесного хоз-ва Республики Беларусь; РУП «Белгослес» [Электронный ресурс]. Минск, 2022 – 88 с.
2. Материалы инвентаризации осушительных систем в Гослесфонде Республики Беларусь. 90-000-ОС-ПЗ: Сводная пояснительная записка. – Минск: Белгипролес, 1999.
3. Ермохин, М.В. Динамика и состояние болотных и заболоченных сосновых лесов Беловежской пуши / М.В. Ермохин, Т.Л. Барсукова, С.А. Углянец, В.В. Лукин, Н.В. Кныш, Л.А. Дудкина, В.Е. Мычко, Д.И. Бернацкий // Ботаника (исследования): сборник научных трудов. Вып. 50 / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. - Минск, 2021. - с. 171-194.
4. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск : Наука и техника, 1980. – 120 с.
5. Юркевич, И.Д. Сосновые леса Белоруссии: типы, ассоциации, продуктивность / И.Д. Юркевич. Н.Ф. Ловчий. – Минск : Наука и техника, 1984. – 174 с.
6. 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.
7. 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.
8. Нешатаев, Ю.Н. О некоторых задачах и методах классификации растительности / Ю.Н. Нешатаев // Растительность России. – 2001. – № 1. – С. 57–61.
9. Смоляк, Л.П. Болотные леса и их мелиорация / Л.П. Смоляк; под ред. И.Д. Юркевича. – Минск : Наука и техника, 1969. – 209 с.
10. Медведева, В.Н. Сравнительная характеристика некоторых типов заболоченных лесов северной и южной части Карелии. Осушение лесных земель: Тез. докл. сов.-фин. симпоз. (Петрозаводск, 22 июня 1982 г.). л., 1978. с. 71–73.
11. Медведева, В.М. Формирование лесов на осушенных землях среднетаежной подзоны. Петрозаводск: Карел. фил. ан СССР, 1989. 168 с.

12. Капустинская, Т.К. изменение типов леса под влиянием осушения. Осушение лесных земель: Тез. докл. сов.-фин. симпоз. (Петрозаводск, 22 июня 1982 г.). л., 1978. с. 81–83.
13. Буш, К.К. О перспективах изучения осушенных лесов / К.К. Буш // Гидролесомелиоративные исследования. – Рига, 1970. – С. 101–116.
14. Ассоциации сосняков на верховых болотах северной Беларуси / Д.Г. Груммо [и др.] // Ботаника (исследования). – Минск, 2008. – Вып. 35. – С. 139–158.
15. Флора и растительность верховых болот Беларуси / Н. А. Зеленкевич [и др.] ; под ред. А. В. Пугачевского. – Минск : СтройМедиаПроект, 2016. – 243 с.
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. 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.

Алексеенок Ю.В.¹, Шавалда Е.С.², Комар А.Ю.², Mihaylova V.³

БИОМОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ НАЛИБОКСКОЙ ПУЩИ

¹ *Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Российская Федерация, beataa@gmail.com*

² *ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, e.shavalda@gmail.com*

³ *Софийски университет «Св. Климент Охридски», г. София, Республика Болгария, V.Mihaylova@chem.uni-sofia.bg*

*For the second time pristine territories of the Republic of Belarus was studied by the moss biomonitoring technique. In 2021 seventeen moss samples of *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. were collected at the territory of the preserved area – Nalibokskaya Pushcha. In moss samples concentration of 33 elements were determined by ICP-MS. Preliminary analysis of the obtained data showed that study area could be considered as non-polluted.*

Исследования загрязнения территории Республики Беларусь металлами и металлоидами в рамках Международной совместной программы по растительности (ICP Vegetation) «Атмосферные выпадения тяжелых металлов в Европе – оценки на основе анализа мхов-биомониторов» проводятся с 2005 года с периодичностью раз в пять лет [1]. До недавнего времени изучалась только территория потенциально подверженная антропогенному воздействию. В виду ограниченности ресурсов для исследований территории заповедников не изучались, хотя они и представляют большой интерес для изучения трансграничных переносов загрязнений и как потенциально фоновые территории для дальнейшей оценки загрязнения страны в целом. В 2019 году было проведено исследование загрязнения атмосферными выпадениями металлов территории Беловежской Пущи, а в 2021 году эти исследования продолжились в Налибокской Пуще.

Для изучения загрязнения территории Налибокской Пущи летом 2021 года было отобрано 17 образцов мха *Pleurozium schreberi* ((Brid.) Mitt. Образцы отбирались в соответствии с методическими рекомендациями международной программы по оценке трансграничного переноса загрязняющих веществ (ICP Vegetation) [1]. Для анализа отбирали зеленые и зелено-коричневые сегменты мхов, примерно соответствующие 3–5-летнему возрасту.

С помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) были определены концентрации 33 элементов природного и антропогенного происхождения (Na, Mg, Al, P, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Hf, W, Pb, Bi, Th, U). Качество анализа обеспечивалось с помощью сертифицированных эталонных материалов: NIST 1547, SRM DC 73348, SRM DC 73349 и INCT-MPH-2.

Предварительный анализ данных показал, что для большинства элементов концентрации на территории Налибокской Пущи не превышают фоновые значения, определенные ранее для территории Республики Беларусь [2], за исключением, Cr и Ni. Сравнение полученных данных со схожими исследованиями, проведенными на территории Беловежской Пущи [3], выявило, что медианные значения концентраций для Налибокской Пущи в 1,5 раза ниже для V, Cr, Co, в 2 раза ниже для Mn и Sb, в 3 и более раз ниже для Zn, As и Cd. Только для Ni и Mo значения медиан концентраций превышают значения из Беловежской Пущи в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. ICP Vegetation [Electronic resource]: official web-site. – Mode of access: <http://icpvegetation.ceh.ac.uk>
2. Алексеенок Ю.В., Вергель К.Н., Юшин Н.С. Оценка уровней загрязнения территории Республики Беларусь атмосферными выпадениями тяжелых металлов с использованием брйоиндикации // Успехи современного естествознания. 2021. №10. С. 43-50. DOI: 10.17513/use.37697
3. Алексеенок Ю.В. Материалы диссертации «Брйоиндикация атмосферных выпадений металлов и металлоидов в Республике Беларусь», 2022

Барсукова Т.Л.

ДУБ КРАСНЫЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, BarsukovaTL@yandex.ru

*The results of the study for red oak (*Quercus rubra*) distribution and condition in different geobotanic subzones in Belarus are presented. It is most intensively spread in forest ecosystems of southern Belarus (pine-broadleaved forest subzone). More intensive distribution of red oak in southern regions is stimulated by warm and mild winters, widespread oligotrophic and mesotrophic, fresh and wet soils, where pine and small-leaved forests prevail.*

В последнее время по мере нарастания антропогенной нагрузки на природу и устойчивым изменением климата актуальной проблемой становится активное проникновение чужеродных видов растений в лесные экосистемы. Одним из них является североамериканский вид – дуб красный (*Quercus rubra*), который в середине-конце XX века активно вводился в лесные экосистемы с целью получения высококачественной древесины в более короткие сроки, чем у дуба черешчатого. С другой стороны, поскольку дуб красный отличается высокими эстетическими свойствами, то он востребован и в озеленении. Именно поэтому из этой породы часто создавали аллеи и высаживали вокруг контор лесничеств еще в XIX веке.

До настоящего времени нет однозначной оценки инвазивного потенциала дуба красного на территории Беларуси, поэтому основной целью наших исследований была оценка состояния подраста дуба красного и его распространения в насаждения аборигенных древесных пород в разных геоботанических подзонах Беларуси.

Объектами исследований являлись насаждения искусственного и естественного происхождения с участием дуба красного разного возраста. Оценка состояния насаждений выполнялась на временных пробных площадях на территории лесохозяйственных учреждений: ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз», ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», ГЛХУ «Полоцкий лесхоз», ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз», ГЛХУ «Волковысский лесхоз».

На территории Беларуси дуб красный встречается во всех административных областях. Сегодня подрост и второй ярус дуба красного естественного происхождения в Беловежской пуще произрастает на площади не менее 1000 га и она продолжает расширяться. Вид достаточно пластичен с точки зрения почвенно-гидрологических условий, однако избегает очень сухих или влажных мест.

По материалам Лесного кадастра и материалам, предоставленным лесохозяйственными учреждениями на 01.01.2019 г., дуб красный отмечен на территории 62 лесохозяйственных предприятий нашей республики, что составляет 63% от предприятий Министерства лесного хозяйства и 52% от всех юридических лиц, ведущих лесное хозяйство. Общая площадь древостоев с участием дуба красного превышает 3100 га. Среди них древостои искусственного происхождения занимают 2860 га. Средний возраст насаждений 24 года, т.е. большинство лесных культур с участием дуба красного были созданы в 1980–1990-х годах.

Наиболее часто насаждения дуба красного встречаются в юго-западной части республики (рисунок). Такое распространение объясняется созданием значительных площадей лесных культур этой породы на территории лесохозяйственных предприятий Брестского и Гродненского ПЛХО, а также бывших земель лесного фонда Волковысского и Пружанского лесхозов, переданных в состав НП «Беловежская пуща».

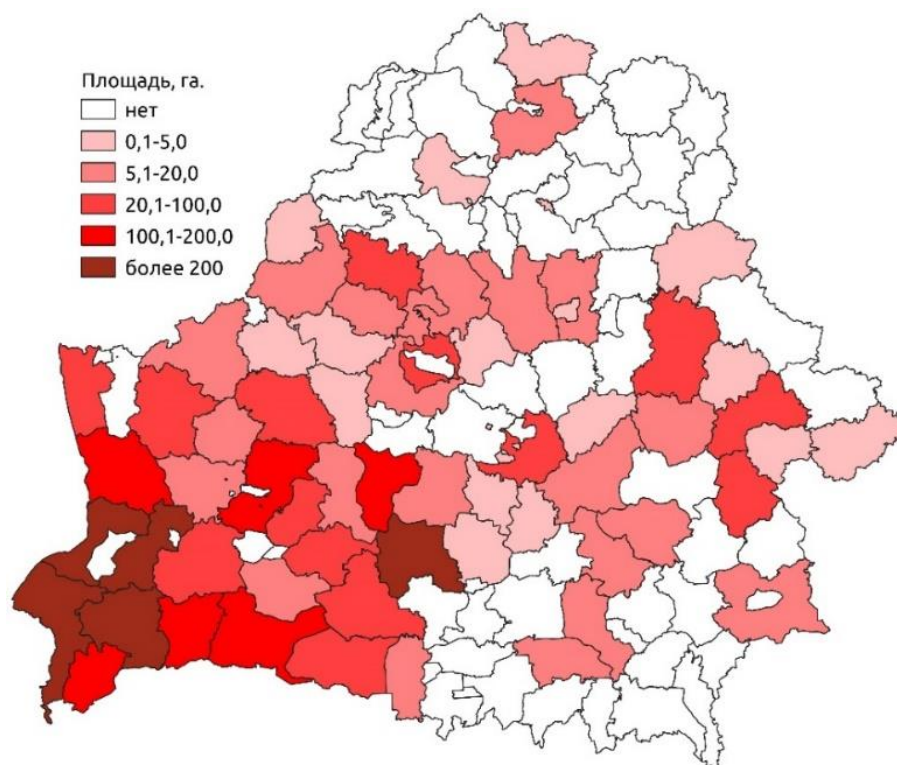


Рисунок – Распространение дуба красного на землях лесного фонда

Естественное возобновление дуба красного отмечено на расстоянии до 1,5 км от семенных деревьев, в редких случаях может достигать до 3 км. Плодоношение наблюдается в древостоях с возраста 15–18 лет.

Исследованиями распространения дуба красного по геоботаническим подзонам установлено:

Подзона дубово-темнохвойных лесов (Западно-Двинский геоботанический округ, Глубокский и Полоцкий лесхозы). Подрост дуба красного распространяется в соседние выдела незначительно. Так, на расстоянии более 20 м от края выдела он не встречается. Наилучшее распространение наблюдается в березняке орляковом, а во влажных условиях и ельниках подрост дуба красного практически нет. В лесных экосистемах Полоцкого района отмечены единичные экземпляры возобновления дуба красного при отсутствии близлежащих плодоносящих деревьев этой породы. Вероятно, это связано с переносом желудей птицами на значительное расстояние из близлежащих населенных пунктов.

Подзона дубово-темнохвойных лесов (Ошмянско-Минский геоботанический округ, Боровлянский лесхоз). В насаждениях дуба красного в богатых условиях произрастания (кисличная и снытевая серии типов леса) отмечено значительное количество подроста до 0,5 м (более 150 тыс.шт./га), но выше 1,0 м подрост встречается единично, что свидетельствует о его неспособности к формированию будущих насаждений. Дуб красный не распространяется на расстояние более 50 м от основного насаждения, основная масса всходов находится в пределах проекции кроны, а на расстоянии до 50 м появляется не более 200 шт./га, причем большинство неблагонадежного состояния. В густых, сомкнутых насаждениях, таких как ельники, кленовики, липняки, создаются неблагоприятные условия для возобновления дуба красного (высокая конкуренция и слабое освещение).

Подзона грабово-дубово-темнохвойных лесов (Неманско-Предполесский геоботанический округ, Волковысский лесхоз). Подрост дуба красного не превышает 0,5 м, причем доля благонадежного подроста составляет всего от 5,4 до 31,4%. При оценке распространения дуба красного в соседние выдела, отмечено, что оно зависит от типа леса прилегающих насаждений. Так в березняке орляковом (40 лет) и осиннике кисличном (60 лет) возобновление дуба красного наблюдается на расстоянии более 50 м от края выдела, но на расстоянии более 100–150 м возобновление отсутствует. В насаждениях липы и граба (50–60 лет) возобновление дуба красного наблюдается лишь на опушках. Такое распространение объясняется слабой конкурентоспособностью под густым пологом других насаждений.

Подзона широколиственно-сосновых лесов (Бугско-Полесский геоботанический округ, Дрогичинский лесхоз). В этой подзоне наблюдается совершенно противоположная ситуация: подрост более равномерно распределен по высоте и количество благонадежного и удовлетворительного подроста в два раза больше, чем неблагонадежного. Дуб красный широко распространяется в различных типах леса и особенно широко по вырубкам и соседним лесным культурам. Светлые сосновые насаждения благоприятны по освещенности для подроста дуба красного. Более теплый и мягкий климат также благоприятно влияет на возобновление этой породы.

Распространение дуба красного в прилегающие к лесным культурам фитоценозы в целом по республике зависит от типа леса. В грабняках, дубравах, липняках и кленовиках снытевых дуб красный не распространяется на расстояние более 10 м от выдела. В ельниках кисличных, мшистых и снытевых подрост дуба красного также не встречается на расстоянии более 20 м от выдела. В сосняках мшистых, кисличных, а также в несомкнувшихся культурах и на вырубках дуб красный встречается на

расстоянии более 50 м от границы выдела, а на отдельных участках (вырубки) и на расстоянии 200–300 м от материнского насаждения.

Таким образом, для произрастания в лесах республики дуба красного необходимы определенные условия, такие как наличие достаточного освещения, теплые и мягкие зимы и довольно широкий спектр почвенных условий. Именно таким требованиям удовлетворяет климат южных областей республики, где дуб красный и получил наиболее широкое распространение.

Бисирова Э.М.

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО, ПОВРЕЖДЕННЫХ СОЮЗНЫМ КОРОЕДОМ

*ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук», г. Томск, Российская Федерация,
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (Томский филиал),
г. Томск, Российская Федерация, bissirovaem@mail.ru*

*In the article, the problems arising during Siberian pine tree state assessments of the damaged by a new invasive stem pest – the small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichh.) are discussed. The pest colonizes the area of thin bark and causes drying out of crown top. The morphological structure of the Siberian pine crown plays an important role in the preservation of the viability and the rate of damaged tree death.*

С недавним появлением союзного короеда *Ips amitinus* (Eichh.) – нового чужеродного вредителя в припоселковых кедровниках в Кемеровской, Томской и Новосибирской областях [2], и связанным с ним массовым усыханием кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour), появилась потребность в совершенствовании методов оценки жизненного состояния деревьев.

В Российской Федерации при лесопатологическом обследовании используется универсальная шкала категорий состояния деревьев, которая согласно последним «Правилам санитарной безопасности...», 2020» [5] содержит следующие категории: 1 – здоровые (без признаков ослабления); 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – погибшие, с выделением среди них категорий 5(а) – свежий сухостой и 5(г) – старый сухостой. Характеристика признаков, на основании которых производится отнесение деревьев к той или иной категории, указывается в общем для всех хвойных и всех лиственных пород. При этом в литературе подчеркивается целесообразность конкретизации шкалы в очагах разных видов вредителей и болезней, учитывая специфичность факторов ослабления и устойчивости отдельных древесных пород к ним [4].

Для оценки состояния кедра сибирского в очагах массового размножения *I. amitinus* необходимо выделить ряд дополнительных критериев, которые будут учитывать биологические особенности древесной породы, а также специфику патофизиологических процессов, происходящих в поврежденном дереве.

Союзный короед селится в районе тонкой коры и вызывает усыхание дерева по вершинному типу. Ранняя диагностика заселения дерева короедом затруднена, поскольку у свежезаселенных особей кедра признаков дехромации не наблюдается, а мелкая буровая мука часто рассеивается в подкрановом пространстве и/или разносится

ветром между деревьями, что не позволяет определить, какое конкретно дерево заселилось короедами.

Со временем наблюдается изменение цвета хвои в верхней части кроны (от бледно-зеленого в начале, до рыжего к концу вегетационного сезона), в то время как на нижних незаселенных ветках хвоя остается зеленой. Начальная стадия дехромации вершины кроны не всегда заметна при осмотре дерева с земли, что приводит к ошибке диагностики состояния при наземном обследовании.

Индивидуальная изменчивость строения кроны кедра играет важное значение в длительности отмирания и сохранении жизнеспособности поврежденного дерева. Особую группу деревьев составляют кедровые деревья с хорошо развитой протяженной и густой вторичной кроной, которая выражена на поздних этапах онтогенеза и в определенной мере компенсирует утраченную часть первичной кроны [6]. Наличие вторичной кроны, ветви которой крайне редко заселяются союзным короедом, видимо, способствует поддержанию физиологических процессов после полного усыхания первичной кроны. Чем более развита вторичная крона, тем дольше дерево сохраняет жизнеспособность. Такие деревья оставались живыми (рисунок 1а) весь период наблюдений (с 2020 г.).

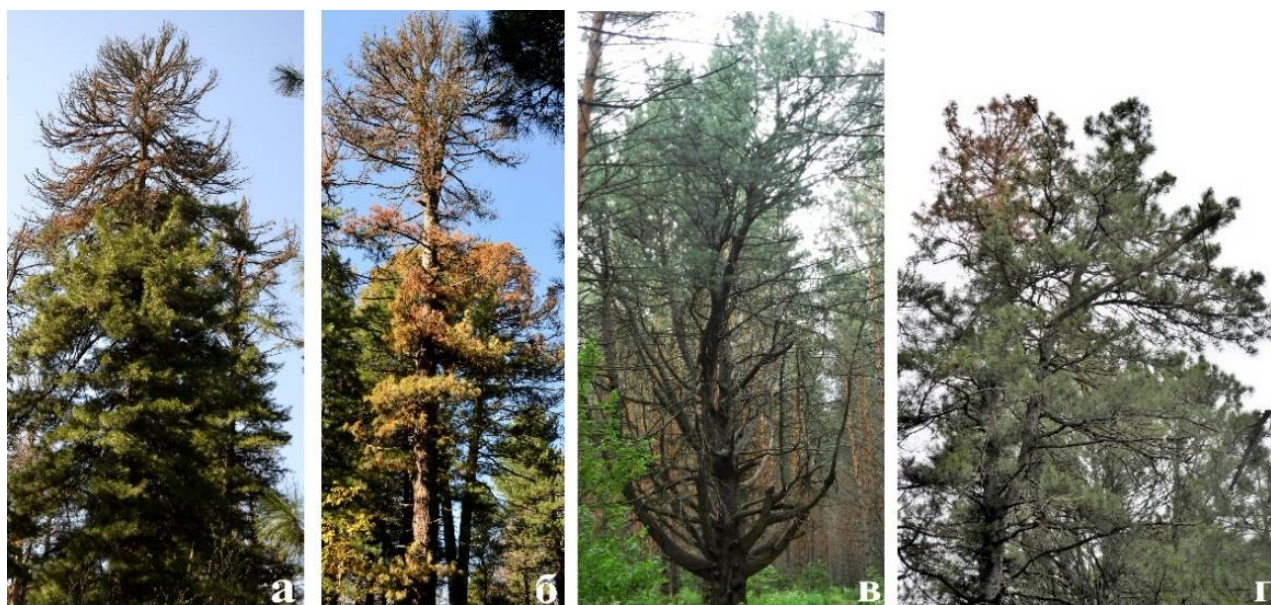


Рисунок 1 – Деревья кедрового сибирского: а – суховершинное; б – отмирающее, с редкой вторичной кроной; в, г – многовершинные

Такая же картина наблюдается, если первичная крона хорошо развита, имеет густое охвоение и довольно большую протяженность. Короед заселяет только вершину ствола и верхние ветки, тогда как большая часть кроны (более 2/3) остается жизнеспособной. В таких случаях наблюдается только суховершинность. С другой стороны, не очень густая вторичная крона, чаще с короткими и/или слабо-среднеохвоенными ветвями способна отсрочить полную гибель дерева на 1–2 года, так же, как и не протяженная первичная крона может усохнуть за один год, а может заселяться поэтапно и приводить дерево к гибели за 2 года (рисунок 1б). Таким образом, скорость отмирания деревьев, в частности замедление гибели кроны ввиду индивидуальных особенностей ее строения приводит к тому, что дальнейшее заселение ствола местными видами короедов и усачей может происходить на второй и даже третий год после отмирания первичной кроны.

Трудность оценки также возникает с многовершинными деревьями (рисунок 1в, 1г). В припоселковых кедровниках, где действуют очаги массового размножения

союзного короеда, значительное количество деревьев имеют две и более вершин, что вызвано гибелью осевого побега на ранних этапах роста под влиянием различных причин [1]. На таких деревьях иногда наблюдается усыхание только одной вершины, в то время как другие еще остаются неповрежденными. Позже жуки сестринского и (или) второго поколения заселяют остальные вершины в этот же год, либо заселение происходит перезимовавшими жуками на следующий год, реже через год.

Присвоение дереву 1–3 категорий в наших исследованиях не вызывало затруднения, тогда как имелись сложности в определении категорий 4 и 5(а) [3]. Наблюдения за процессами отмирания поврежденных деревьев показали, что в виду индивидуальной устойчивости и морфологических особенностей кроны, заселенные короедом деревья, сохраняющие более 75% живой части кроны, в том числе суховершинные, а также многовершинные деревья с частью незаселенных вершин целесообразно относить к 3 категории, а не к 4.

На скорость отмирания и степень поврежденности деревьев также оказывает влияние интенсивность очага. В очаге союзного короеда с более низкой численностью популяции вредителя наблюдается более затяжные темпы отмирания деревьев.

Работа выполнена при финансировании Минобрнауки РФ в рамках научной темы: FWRG – 2022-0001.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бех И.А. Кедровники Южного Приобья. Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1974. 211 с.
2. Керчев И. А., Мандельштам М. Ю., Кривец С. А., Илинский Ю. Ю. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтомологическое обозрение. 2019. Т. 98. № 3. С. 592–599.
3. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А., Пац Е.Н. Союзный короед – новый вызов для лесозащиты в Сибири // Сибирский лесной журнал. 2023. № 1. С. 43–57.
4. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. 108 с.
5. Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. постановлением Правительства РФ от 09.12.2020 № 2047. Электронный ресурс. <https://base.garant.ru/75037636/>
6. Скороходов С. Н. Некоторые экологические аспекты формирования крон кедров сибирского // Проблемы кедров. Томск. 1992. Вып. 5. С. 131–137.

Бондаренко А.С.

УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

*ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, asbond@mail.ru*

*Comparison of genetic diversity level of breeding tree planting material on the basis of the analysis of genetic variation in annual increment of *Picea abies* for half-sib family trees and standard plant material was made. According to the research results the current level of selection intensity in tree breeding doesn't lead to a genetic diversity narrowing. Higher growth rates of trees, as well as the value of the level of genetic diversity comparable to standard stands, allow us to recommend the seeds improved through breeding for wide use in forest management not only in forest plantations and planted stands in regular forests, but also in protective forest reforestation.*

В мероприятиях по сохранению устойчивости лесных экосистем немаловажную роль играет уровень их биоразнообразия. При этом особое значение имеет уровень генетического разнообразия основных лесообразователей [1–7]. Повышение роли экологической безопасности в процессах воспроизводства лесов требует пристального внимания к оценке уровня генетического разнообразия при использовании посадочного материала, полученного на объектах плюсовой селекции и используемого при лесовосстановлении. В настоящее время на фоне климатических изменений и возрастающего влияния результатов человеческой деятельности на природную среду такие исследования носят как природоохранное значение, так и непосредственный практический интерес при выполнении работ по оценке и составлению прогнозов состояния лесной растительности. Особое значение при этом имеет оценка рисков плантационного лесовыращивания, связанная с потенциальной потерей устойчивости насаждений по причине возможного снижения уровня генетического разнообразия искусственных популяций, создаваемых с использованием ограниченного количества генотипов [8–10].

Для выполнения работ по сопоставлению уровня генетического разнообразия посадочного материала, выращенного с использованием семян объектов постоянной лесосеменной базы, были использованы испытательные культуры плюсовых деревьев, в которых представлен как селекционно-улучшенный материал (полусибсовое потомство плюсовых деревьев), так и семенное потомство деревьев селекционной категории «нормальные» (контроль). При этом дополнительной ценностью испытательных культур в такого рода исследованиях является то, что полусибсовое потомство в них представлено отдельными семьями в нескольких повторностях в разных частях участка, что дает возможность выполнить качественный генетический анализ и сопоставить уровень генетического разнообразия основных биометрических показателей.

По результатам анализа линейного годичного прироста, выполненного по соответствующей методике [11] на участках испытательных культур ели европейской в Ленинградской области получены данные о сопоставимости величин показателей генотипического варьирования полусибсовых семей и контроля (смесь семян популяции, содержащей плюсовые деревья). Доля генетической составляющей (общее генетически обусловленное варьирование) в фенотипической изменчивости основных биометрических показателей (коэффициент наследуемости в широком смысле H^2), рассчитанная по изменчивости годичных приростов, составила для различных семей от 26 до 54%. Для контроля (смесь семян насаждения, в котором отобраны плюсовые деревья) соответствующий показатель равен 46%. В целом, показатели уровня генетического разнообразия семенного потомства плюсовых деревьев сопоставимы с соответствующими показателями семенного потомства смеси семян насаждения. Различия в величине генетической дисперсии между различными семьями, а также между отдельными семьями и контролем гораздо меньше, чем соответствующие различия показателей экологической составляющей варьирования признака, обусловленные неоднородностью условий произрастания в пределах участка и изменчивостью условий по годам изучения. Наблюдаемая стабильность генетической составляющей дисперсии признака и сопоставимые оценки этого показателя, полученные для семей и контроля, говорят о сходных показателях генетического разнообразия семей плюсовых деревьев и потомств смеси семян популяционного сбора из насаждения, в котором отобраны плюсовые деревья. Таким образом, при используемой в настоящее время в практике лесного хозяйства интенсивности отбора лучших генотипов в насаждении наибольшее влияние на показатели генетического разнообразия оказывает не генетическая дисперсия (отражающая различия между

генотипами), а уровень варьирования условий окружающей среды. Кроме того, получены данные о том, что общая интенсивность индивидуального отбора плюсовых деревьев существенно влияет на продуктивность культур и сам по себе индивидуальный отбор плюсовых деревьев оказывает достоверное влияние на этот показатель. То есть, отбор лучших семей плюсовых деревьев дает заметный селекционный эффект, приводящий к повышению общей продуктивности насаждений.

Основываясь на выполненных исследованиях, можно говорить о том, что при текущей интенсивности отбора в лесной селекции использование семян постоянной лесосеменной базы не приводит к сужению генетического разнообразия искусственных насаждений. При этом более высокие показатели скорости роста семенного потомства плюсовых деревьев, а также значение уровня генетического разнообразия, сопоставимое с нормальными насаждениями, позволяют рекомендовать селекционно-улучшенные семена для широкого использования не только при создании лесных плантаций и лесных культур в эксплуатационных лесах, но и при лесовосстановлении в защитных лесах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alfaro R. I. et al. The role of forest genetic resources in responding to biotic and abiotic // *Forest Ecology and Management*, 2014. V. 333. P. 76–87.
2. Carnus J.-M. et al. Planted forests and Biodiversity // *Journal of forestry*, 2006. V. 104 (2). P. 65–77.
3. Lipow S. et al. The role of tree improvement programs for ex situ gene conservation of coastal Douglas-fir in the Pacific Northwest. *Forestgenetics*, 2003. V. 10 (2). P. 111–120.
4. Maghuly F. et al. Genetic diversity in managed subpopulations of Norway // *Forest Ecology and Management*, 2006. V. 222. P. 266–271.
5. Parviainen, J. Tasks of forest biodiversity management and monitoring Deriving from International Agreements // *Silva Fennica*, 1996. V. 30 (2-3), Special issue on Climate Change, Biodiversity and Boreal Forest Ecosystems. P. 373–377.
6. Porth I., El-Kassaby Y. A. Assessment of the Genetic Diversity in Forest Tree Populations Using Molecular Markers // *Diversity*, 2014. V. 6. P. 283–295.
7. Rajora Om P., Ishminder K., Shi Y.-Z. Genetic diversity and population structure of boreal white spruce (*Picea glauca*) in pristine conifer-dominated and mixedwood forest stands // *Can. J. Bot.*, 2005. V. 83. P. 1096–1105.
8. Криворотова Т.Н., Шейкина О.В. Генетическая структура лесосеменных плантаций и насаждений сосны обыкновенной в Среднем Поволжье. // *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование.* – 2014. – № 1(21). – С. 77–86.
9. Stoehr M.U., El-Kassaby Y.A. Levels of genetic diversity at different stages of the domestication cycle of interior spruce in British Columbia // *Theoretical and Applied Genetics.* – 1997. – Vol. 94. – Iss. 1. – P. 83–90.
10. Skoppa T. Impacts of tree improvement on genetic structure and diversity of planted forests. // *Silva Fennica.* – 1994. – Vol. 28. – № 4. – P. 265–274.
11. Яковлева, Л.В. Принципы и метод метамерной оценки генотипических параметров изменчивости годичных приростов хвойных в селекции на быстроту роста. // *Генетика.* – Т. XXVIII. – 1992. – № 10. – С. 162–168.

Вознячук И.П., Судник А.В., Вознячук Н.Л.

ПОТЕНЦИАЛ ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ИХ В СТАТУСЕ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ИЛИ РЕДКИХ БИОТОПОВ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, ipv@tut.by*

The characteristics of century-old forests for protection as botanical nature monuments or rare biotopes are presented according to the data on accounting of the forest reserves for 2020. The total area of century-old forests is 3.2% of the forest reserves area. The share of old-growth forests (140 years and more) is 10.8% of the century-old forests or 0.4% of the forest reserves. Partial inventory shows that in most of them in the last 10 years there were sanitation cuttings or cuttings of reshaping, which led to a partial loss of integrity and their aesthetic value.

Современная лесистость территории Беларуси приближается к состоянию на конец XIX в. и составляет 9620 тыс. га (39,9% территории республики) на начало 2020 г. С начала XX в. и по сегодняшний день она претерпевала существенные изменения, в т. ч. и значительные падения. В периоды Гражданской (1917–1922 гг.), Великой Отечественной (1941–1945 гг.) войн лес бесконтрольно вырубался, особенно на оккупированных территориях, в результате его доля в составе земель снижалась до 22%.

В современном распределении лесов наибольшая доля представлена в Гомельской (46,6%) и Витебской (41,3%) областях (рисунок 1). Среди административных районов лидерами по степени лесистости являются наши приграничные районы: на севере – Россонский (71,3%), на юге – Лельчицкий (68,2%), две трети территорий которых занимают леса.

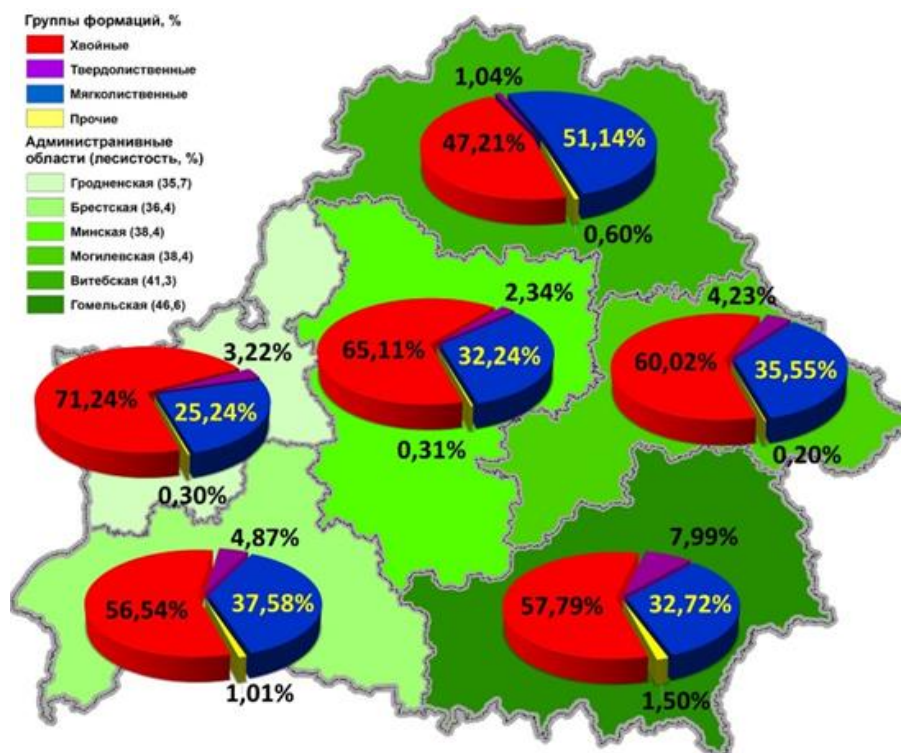


Рисунок 1 – Лесистость и распределение насаждений по группам пород по административным областям (по состоянию на 2020 г.)

В Беларуси преобладают леса с доминированием хвойных пород, которые занимают 58,6% от лесопокрытой территории. Площадь твердолиственных составляет всего 4,1%. На долю мягколиственных лесов приходится 36,6%. Остальные 0,7% покрытых лесом земель заняты кустарниками и прочими породами.

Весьма разнообразен и широк типологический спектр лесов республики, где выделено не менее 120 типов леса. Эдафический ареал их представлен 24 сериями, из которых 16 формируются в условиях суходолов и 8 – в условиях болот. Наиболее распространенными

сериями типов леса в стране являются мшистая, черничная и кисличная. Всего суходольные леса занимают 87% лесопокрытой площади, болотные – 13%.

По материалам учета лесного фонда за 2020 г. проведен анализ количественных и качественных характеристик насаждений вековых насаждений, перспективных для выделения и сохранения их в статусе памятников природы или редких биотопов. С увеличением возраста в насаждениях появляются элементы, важные для поддержания биологического и биотопического разнообразия: многочисленный подрост, второй ярус древостоя, сухостой, мертвые крупномерные деревья, валеж и др. С возрастом усложняется пространственная организация фитоценозов, увеличивается количество старых деревьев особо крупных размеров, необходимых специализированным видам растений и животных, обитающих исключительно на крупномерных древесных субстратах.

Общая площадь вековых насаждений составляет 310,7 тыс. га, а это 3,2% от площади лесного фонда или всего 1,5% от всей территории Республики Беларусь. Третья часть из этих насаждений (100,8 тыс. га, или 32,5%) сосредоточена на территории Гомельской области, а наименьшая – на территории Гродненской (28,5 тыс. га или 9,2%) (рисунок 2). Отличительной особенностью лесов Гомельщины можно назвать большую, чем в других регионах, площадь вековых пойменных дубрав. Кроме того, немногим более 50% лесного фонда области в различной степени загрязнено радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Малое количество вековых насаждений на территории Гродненщины связано в первую очередь с интенсивным освоением региона и, как следствие, вырубкой лесов.

Большая часть насаждений достигла векового возраста благодаря тому, что была отнесена к лесам различных категорий защитности (241 тыс. га, или 77,6% от общего количества вековых насаждений). Доля таких насаждений в эксплуатационных лесах составляет всего 22,4% (69,6 тыс. га).

Следует отметить, что почти третья часть вековых насаждений (97,8 тыс. га или 31,5%) расположена на ООПТ. Их доля по областям варьирует от 3% в Могилевской до 68,8% в Брестской областях. Такой высокий показатель в Брестской области связан с сохранением вековых насаждений в НП «Беловежская пуца». По остальным регионам на ООПТ доля вековых насаждений распределилась в следующем порядке: в Минской области – 16,9%, Гомельской – 17,2% Витебской – 41,9%, Гродненской – 56,7%. Среди них 2314,1 га или 0,7% отнесены к памятникам природы.

Наибольшее количество вековых насаждений представлено сосняками (199,0 тыс. га или 64,1%). Это отмечено во всех областях, кроме Гомельской, где доминируют дубравы (50,2%), а сосновые древостои занимают 47,1%. Второе место в составе вековых насаждений приходится на дубравы – 24,4% (75,7 тыс. га). Ельники составляют 8,7%; черноольшаники – 1,4%. Доля лесов остальных формаций возрастом старше 100 лет составляет менее 1% каждая.

Львиная доля вековых насаждений сосредоточена в классе возраста от 100 до 120 лет, на который приходится 227,8 тыс. га или 73,3% от общего количества (рисунок 3). Далее по мере увеличения возраста резко снижаются площади соответствующих ему насаждений. Так, насаждения, относящиеся к классу возраста 121–140 лет, занимают 47 тыс. га (15,1%); 141–160 лет – 17,1 тыс. га (5,5%); 161–180 лет – 10,5 тыс. га (3,4%); 181–200 лет – 4,9 тыс. га (1,6%); более 200 лет – 3,3 тыс. га (1,1%).

Наибольший интерес в качестве потенциальных памятников природы и редких биотопов представляют насаждения в возрасте 140 и более лет. Их общая площадь составила 33592,8 га (10,8% вековых насаждений или 0,45% земель лесного фонда или 0,16% территории Беларуси). Доминируют сосновые (60,3%) и дубовые (32,5%)

сообщества. Относительно широко представлены также еловые насаждения, на долю которых приходится 3,6% и ясеневые – 2,4% (рисунок 4). Доля других формаций незначительна: грабняки – 0,35%; черноольшаники – 0,32%; кленовники – 0,31%, липняки – 0,24%; осинники – менее 0,01% и листвяги – менее 0,01%.

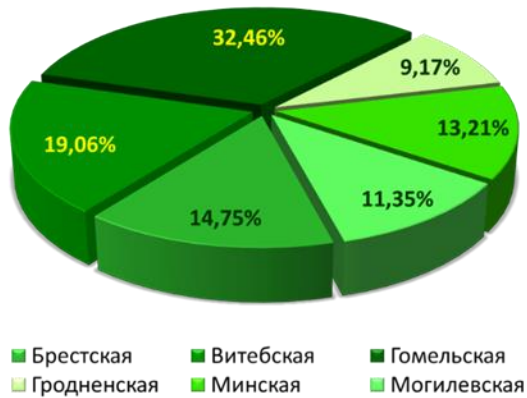


Рисунок 2 – Распределение вековых насаждений по административным областям

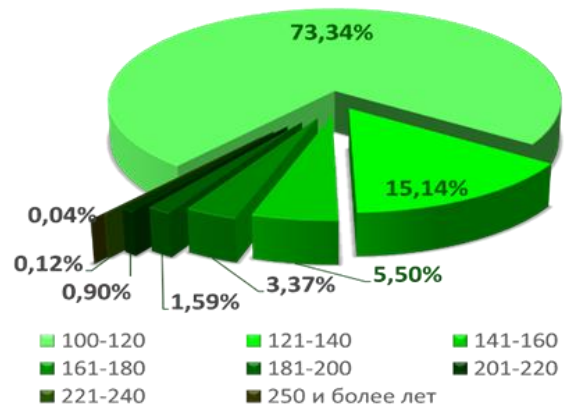


Рисунок 3 – Распределение вековых насаждений Беларуси по классам возраста

Возрастная структура потенциальных памятников природы отличается следующим распределением по возрастам: преобладают насаждения 141–160 лет (15315,9 га или 45,6%), а далее с увеличением возраста процент занимаемой площади уменьшается и составляет в возрастной группе 250 и более лет всего 130,2 га или 0,4% (рисунок 5).

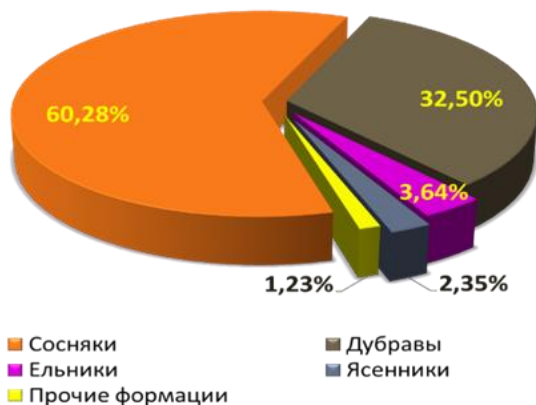


Рисунок 4 – Распределение потенциальных объектов охраны (140 и более лет) по формациям

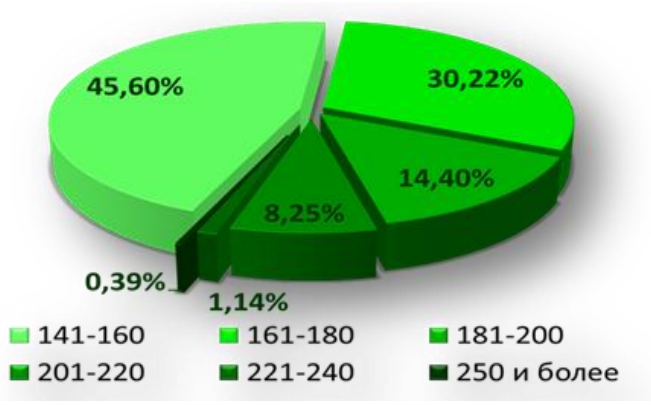


Рисунок 5 – Возрастная структура древостоев потенциальных памятников природы

В целом средний возраст древостоев потенциальных памятников природы – 172 года. Самый высокий средний возраст у сосняков (176 лет) и кленовников (170 лет). Средний возраст дубрав составляет 166 лет; ельников – 165 лет; грабняков и ясенников – 164 года; листвягов и осинников – 160 лет; липняков – 156 лет; черноольшаников – 155 лет.

Оценивая в целом породный состав потенциальных памятников природы можно выразить средней таксационной формулой: 65С29Д4Е2Яс+Олч, Г, Кл, Лп, Ос, Л (65% по запасу приходится на сосну, 29% – на дуб, 4% – на ель, 2% на ясень и по менее чем 1% на остальные породы: ольху черную, граб, клен, липу, осину и лиственницу).

Частичная инвентаризация насаждений – потенциальных памятников природы показала, что большинство из них в последнее 10-летие пройдено санитарными рубками или рубками переформирования, которые привели к частичной потере целостности и

эстетической ценности насаждений. В естественном состоянии сохранились насаждения, как правило, удаленные от транспортных коммуникаций или расположенные на минеральных островах среди болот, в поймах рек, т.е. труднодоступные.

Войтехов М.Я.

**ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЧЕРНОЙ ОЛЬХИ (*ALNUS GLUTINOSA*)
В РАЗНЫХ БИОТОПАХ ПОСЛЕ ПОВТОРНОГО ОБВОДНЕНИЯ
РАНЕЕ ОСУШЕННОГО УЧАСТКА ДУБНЕНСКОГО ЛЕСО-БОЛОТНОГО
МАССИВА (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*ГУ «Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий»,
г. Талдом, Российская Федерация, mihail-voitechov@yandex.ru*

The black alder seed-restoration success in the different sites of a previously drained, rewetting peat mire is considered, taking into account the stand canopy openness and the stand species composition, the initial nutrition richness peat; the influence of surface rich or poor waters runoff. The blocking of alder seed-restoration as a result of the competition of closed shrubs thickets – different willow species was noted.

В Дубненском лесо-болотном массиве в 1975–1978 годах была создана сеть лесо-осушительных канав. В 1979 году Дубненский лесо-болотный массив был включен в состав особо охраняемой природной территории «Журавлиная родина». В 2003 году два магистральных канала были перекрыты плотинами для восстановления естественных болот и снижения пожароопасности, в том же году на повторно обводненной территории были заложены постоянные геоботанические площадки 20x20 м, на которых до 2018 года ежегодно проводился мониторинг растительности и гидрорежима.

В результате осушения произошло изреживание древостоя черной ольхи, сомкнутость крон снизилась до 60–75%, на наиболее переосушенных участках ольха полностью выпала и сменилась березой. Микрорельеф поверхности торфяника стал менее расчлененным в результате более активного разложения торфа на его положительных элементах. Кроме старых деревьев, выросших до осушения, в верхний ярус вышли молодые ольхи в межкочечных понижениях. Изменения растительности в первые 8 лет повторного обводнения описаны в монографии автора [2].

На участках, после обводнения не затопляемых или не подвергавшихся длительному затоплению в паводки (и на торфяниках, и на минеральных островах), сомкнутость крон ольхи (часто со значительной, до 40%, примесью березы) в течение 3–4 лет возросла до 90–95%, что сопровождалось отпадом части деревьев верхнего яруса III–IV классов роста (по шкале Г. Крафта [3]) в результате возрастания конкуренции за свет. Появляющийся на таких участках подрост ольхи (и семенной, и порослевой) достигал высоты 0,8–1,5 м, редко 2,5 м, и не являлся жизнеспособным («торчки»).

На длительно заливаемых участках застойного увлажнения (в западинах рельефа) произошел значительный отпад деревьев первого яруса, поскольку адаптировавшиеся за время пребывания в осушенном состоянии к низкому уровню грунтовых вод корневые системы высоких деревьев плохо переносят длительное затопление (в результате минерализации торфа на положительных элементах микрорельефа, многие деревья стояли на обнаженных «ходульных» корнях). На площадке, где затопление было наиболее длительным, из первоначальных 22 деревьев ольхи осталось 4, и развитие

семенного подростка оказалось наиболее успешным, на 4–5-й годы насчитывалось более 100 семян высотой до 1,5 м (на кочках луговика дернистого (*Deschampsia cespitosa*), валеже и на остатках повышений микрорельефа), число которых к 2018 году в результате конкуренции сократилось до 84, высота составляла от 5 до 11 м, и к 2022 году до 13 м.

На площадке, где затопление было менее постоянным, из 24 деревьев ольхи верхнего яруса сохранилось 18, но произошло их существенное угнетение, степень повреждения древостоя достигала 3–4 классов по шкале В.А. Алексеева [1] (у наиболее угнетенных деревьев в конце второго сезона затопления имелись лишь небольшие – до 15–20 см побеги на стволе и самых крупных скелетных ветвях), а сомкнутость крон в первые годы сократилась до 25%, но постепенно ольхи частично восстановили кроны, сомкнутость верхнего яруса возросла до 60%. На 4–5-й годы на этой площадке насчитывалось 74 семени высотой до 1,5 м, а к 2018 году количество подростка сократилось до 52 экз. при высоте 7–12 м, к 2022 году их высота также достигла 13 м.

На участках, в связи с особенностями рельефа подвергшихся менее радикальному осушению, где после повторного обводнения на не подвергшихся минерализации положительных элементах микрорельефа сохранились деревья ольхи (а также березы), а в понижениях после обводнения древостой выпал, при сомкнутости крон 75–80% подрост ольхи в количестве 5–9 экз. на площадку к 2018 году достиг 7 м высоты.

На ранее переосушенных участках, где ольха в период осушения полностью выпала и сменилась березой, сформировавшей после повторного обводнения сомкнутые древостой, возобновление ольхи оказалось не столь массовым – до 8 экз. на площадку, но прирост был эффективным, до 11 м к 2018 году. Вне геоботанических площадок в таких березняках в 2022 году отдельные ольхи семенного происхождения достигли 15 м. В длительно заливаемых паводками западинах, где после обводнения береза также выпала, сформировались сомкнутые заросли ив пятитычинковой (*Salix pentandra*), трехтычинковой (*S. triandra*), корзиночной (*S. viminalis*) и др., возобновление ольхи не отмечено.

На участке черноольшаника, подвергавшегося поверхностному стоку со сфагнового болота, в период осушения сомкнутость древесного яруса ольхи на котором снизилась до 25% (при высоте 18–20 м) и сформировался второй подъярус сосны высотой до 11 м, а в нижнем ярусе преобладали сфагновые и зеленые мхи, из сосудистых растений – вересковые кустарнички и рудеральные виды, возобновление ольхи после повторного обводнения началось только спустя 5 лет. В 2018 году отмечено 24 семени ольхи высотой от 1 до 6 м (в нижнем ярусе еще были многочисленны мхи, но уже началась колонизация видами черноольховой свиты).

Менее успешным оказалось возобновление черной ольхи в вейниково-сфагновых березняках, ранее до осушения представлявших собой экотоны между черноольшаниками и переходными болотами. На площадке, длительно заливавшейся в период паводков стоком с черноольшаников (что привело к разрушению верхнего яруса), количество семян ольхи составило 16, к 2022 году они достигли высоты 8 м. В возобновлении здесь преобладала береза, достигшая той же высоты при численности 34 экз., ивы также были обильны, но не образовывали сплошных зарослей.

В не заливавшихся в паводки березовых экотонах после повторного обводнения появление жизнеспособного подростка черной ольхи не отмечено. Появлявшиеся здесь семени ольхи редко превышали 0,6 м в высоту и обычно погибали в течение 4–6 лет. Из видов ивы в таких березняках преобладали ушастая (*Salix aurita*) и пепельная (*S. cinerea*) высотой до 0,8 м общим числом до 60 экз. Отсутствовало возобновление ольхи и в экотонах, где березняк в период осушения был сильно изрежен, и сформировался сомкнутый вейниковый покров, и на незатопляемых участка переходных болот, на

которых в период осушения сформировались сосняки, в т.ч. со значительным, после обводнения, участием видов черноольховой свиты в травяном ярусе.

На участках сфагновых болот, где в период осушения поверхность торфа существенно понизилась в результате его осадки и частичной минерализации, и после обводнения в паводки происходило затопление поверхности, с 4–5 года повторного обводнения также отмечалось успешное возобновление ольхи – к 2018 году наблюдалось от 9 до 12 экз. подростов высотой от 2,5 до 9 м, к 2022 году максимальная высота деревьев достигла 11 м.

Таким образом, на успех семенного возобновления черной ольхи на ранее осушенном, повторно обводненном торфянике влияли открытость полога древостоя и исходное богатство торфа элементами минерального питания. Поверхностный сток богатых или бедных вод могут оказывать, соответственно, положительное или отрицательное влияние на успех возобновления. Существенную конкуренцию ольхе могут составить сомкнутые заросли кустарников – разных видов ивы, блокирующие ее семенное возобновление. В целом, повторное обводнение ранее осушенного черноольшанника способствовало восстановлению древесного яруса из черной ольхи, в т.ч. там, где в период осушения ольха полностью выпала и сменилась березой (с менее предсказуемым результатом в экотонах черноольховых и сфагновых болот).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989, № 4. – С. 51–57.
2. Войтехов М.Я. Восстановление осушенных лесо-болотных угодий (на примере Дубненского лесо-болотного массива). Проблемы. Практика. Теория. Изд-е 2-е перераб. и доп. / ГУ Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий. – М.: АПКИППРО, 2012. – 198 с.
3. Погребняк П.С. Общее лесоводство. – М.: Колосс, 1968. – 440 с.

Гаврилюк Е.А., Князева С.В., Ершов Д.В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ НАЗЕМНЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНОВ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

*ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук»,
г. Москва, Российская Федерация, egor@ifi.rssi.ru*

In this report we describe the arrangement methodology for a spatial network of ground plots designed for surveys on the territory of intensive test sites, which is utilized in the currently emerging National Monitoring System for Climatically Active Substances in Russia.

Эффективная система мониторинга пулов и потоков углерода в масштабах такой большой по пространственному охвату страны как Россия подразумевает комплексное использование данных наземных и дистанционных наблюдений. При этом, поскольку наземные наблюдения носят локальный характер, экстраполяция измерений на всю территорию интереса реализуется, в первую очередь, на основе их статистических взаимосвязей с дистанционными данными, в частности, материалами аэро- и космосъемки. Из этого напрямую вытекает вывод, что для их оптимального совместного использования

необходимо учитывать свойства дистанционных данных уже на стадии планирования пространственного размещения наземных пробных площадей. В рамках реализации Важнейшего Инновационного Проекта Государственного Значения (ВИП ГЗ) «Национальная система мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации», координируемого ЦЭПЛ РАН, была разработана методика проектирования сети пробных площадей для проведения наземных обследований лесных экосистем на территории тестовых полигонов интенсивного уровня.

Тестовые полигоны интенсивного уровня – это участки размером от 4 до 10 км², размещаемые в наземных экосистемах, различным по типам растительности (леса, болота, тундры, луга, степи, с/х-земли) и природным условиям, по всей территории страны. Здесь предполагается проведение комплексных научных исследований для всех компонентов экосистемы (древостой, напочвенный покров, почвы) с целью определения пулов углерода и нахождения взаимосвязей между ними, а также с данными дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) для получения геопространственных оценок. В рамках системы планируется организовать не менее 50 таких полигонов, половина из которых приходится на лесные экосистемы.

Наземные обследования на полигонах проводятся в два этапа и локализуются на пробных площадях двух типов – рекогносцировочных и постоянных. Рекогносцировочные круговые площадки (далее – РКП) служат для получения первичных данных о территории полигона и закладываются из расчета 1 РКП на 1 га. Измерения на РКП включают в себя таксацию древесного яруса реласкопическим методом, сокращенные геоботанические описания живого напочвенного покрова, почвенные прикопки и др. Полученные на РКП данные служат для последующего выбора мест закладки постоянных пробных площадей (далее – ППП) размером 50х50 м и количеством примерно 10% от числа РКП. На ППП проводятся детальные измерения для оценок пулов углерода по отдельным компонентам экосистемы – подеревная таксация, полные геоботанические описания, забор образцов подстилки и почв по горизонтам и др.

Методика проектирования расположения РКП основывается на использовании данных ДЗЗ в качестве априорной информации о территории полигона и состоит из нескольких последовательных этапов:

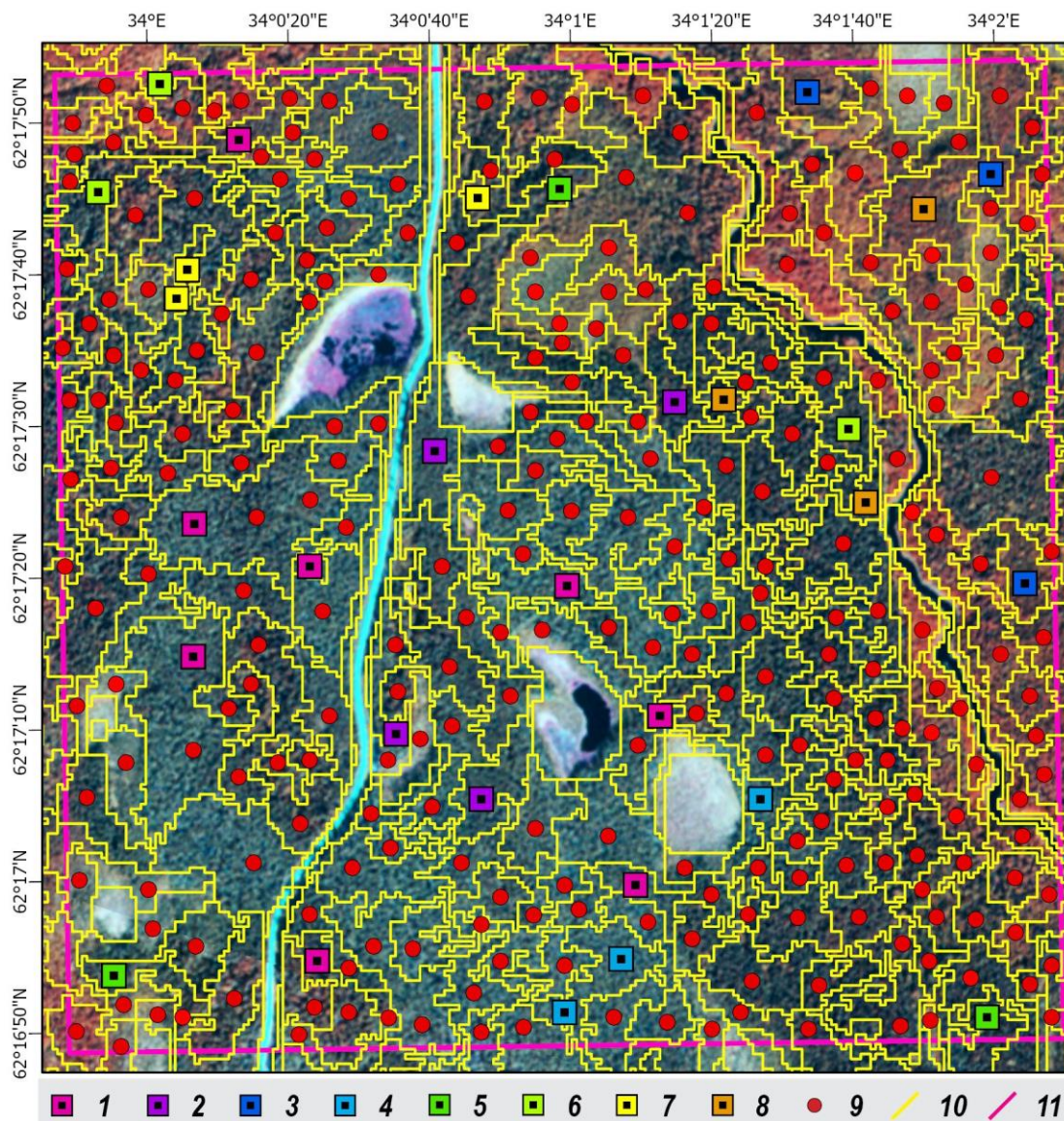
- 1) Подготовка временной серии разносезонных спутниковых данных на территорию полигона;
- 2) Стратификация территории полигона по основным типам наземного покрова;
- 3) Преобразование сформированного набора спутниковых данных в геопространственные признаки для последующей сегментации;
- 4) Автоматическая пространственная сегментация территории полигона;
- 5) Размещение прототипов центров РКП в границах полученных сегментов.

Данные, собранные на РКП, используются в качестве исходных для определения расположения ППП на завершающих этапах проектирования:

- 6) Распределение РКП по комплексным группам на основе типологических характеристик;
- 7) Распределение запланированного количества ППП по сформированным комплексным группам;
- 8) Разбивка комплексных групп на подгруппы по числу выделенных ППП на основе потенциального распределения запасов углерода;
- 9) Определение РКП с наиболее характерными значениями показателей, полученных в результате наземных обследований, для каждой выделенной подгруппы.

Таблица – Распределение пробных площадей на территории Карельского тестового полигона по комплексным типологическим группам

№ группы	Древостой	Напочвенный покров	Почва	Позиция в рельефе	Число РКП	Число ППП
1	С	Чер	Подзол	автоморфная	80	8
2	С	Чер	Подзол	транзитная	41	4
3	С	Чер	Пелозем	автоморфная	7	3
4	С	Бр	Подзол	автоморфная	8	3
5	Е	Чер	Пелозем	автоморфная	9	3
6	С	Чер	Подзолистая	автоморфная	7	3
7	С	Чер	Торф	автоморфная	6	3
8	С	Тр-Зл	Пелозем	автоморфная	4	
Прочие	–	–	–	–	148	0
Всего	–	–	–	–	310	30



Обозначения: 1–8 – ППП по типологическим группам (номера даны как в таблице 1), 9 – РКП, 10 – границы сегментов, 11 – граница полигона. Подложка – космоснимок Jilin от 19.08.2022 (синтез NIR/G/R)

Рисунок – Результаты проектирования сети пробных площадей для территории Карельского тестового полигона. Масштаб – 1:15000

Центры отобранных таким образом РКП используются в качестве центров для будущих ППП.

В 2023 году по описанной методике было проведено проектирование сети РКП для трех лесных тестовых полигонов, расположенных на территории республик Карелия (координаты центра – 62.298 СШ, 34.016 ВД; число РКП – 310) и Коми (62.261 СШ, 50.695 ВД; 347), а также в Нижегородской области (56.992 СШ, 46.376 ВД; 398) РФ.

На полигоне в Карелии к началу июня был завершен первый этап полевых работ, что позволило также провести характеристику и типологическую группировку РКП (таблица), проектирование мест расположения ППП (рисунок).

Геникова Н.В., Тесля Д.В., Неронова Я.А., Мошников С.А.

РЕАКЦИЯ ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА И ХВОЙНОГО ПОДРОСТА НА ЧЕРЕСПЛОСНУЮ РУБКУ СОСНЯКА ЧЕРНИЧНОГО (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Институт леса – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск, Российская Федерация, genikova@krc.karelia.ru

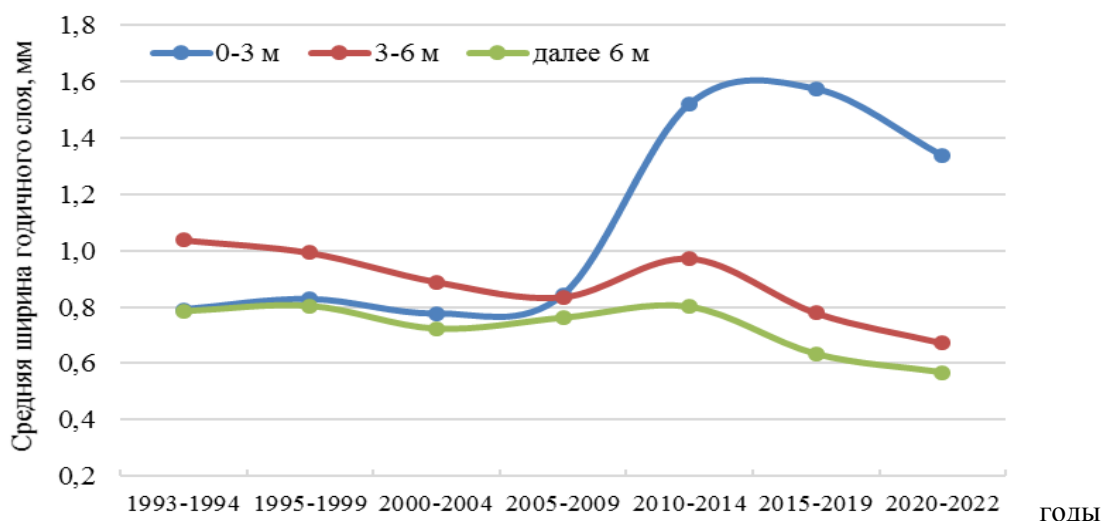
As a result of interlaced gradual logging, the strongest changes in the characteristics of the macro- and microstructure of wood were detected in pine trees growing in the forest at a distance of 0–3 m from the edge of the clear-cut. With gradual logging, the abandoned part of the forest has a negative impact on the regeneration of pine trees and the intensity of growth of young trees in the 5-meter clear-cut strip along the edge of the forest.

Среди основных целей проведения постепенных рубок, кроме заготовки древесины, можно выделить повышение прироста оставляемых деревьев, сокращение сроков лесовыращивания и улучшение условий для получения естественного лесовозобновления. Изменение условий произрастания после проведения первого приема такой рубки непосредственно влияет на формирование прироста и качество оставляемой древесины.

Исследования проводились в Кондопожском районе Республики Карелия (подзона средней тайги) на двух опытных участках. Каждый опытный участок состоял из двух пробных площадей (далее – ПП), заложенных в различных по составу и возрасту насаждениях (исходный сосняк черничный 110 лет и примыкающая к нему вырубка 13–14-летней давности). В спелом сосняке у деревьев сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.), расположенных на разном расстоянии от границы с вырубкой (0–3 м, 3–6 м и далее 6 м), отбирались керны древесины на высоте 1,3 м для определения радиального прироста (всего по 15–16 кернов на каждом опытном участке) и изучения микроструктуры древесины (по 7 кернов). Определение основных параметров анатомического строения проводилось на поперечных срезах древесины сосны толщиной 20 мкм, приготовленных на замораживающем микротоме и предварительно окрашенных в сафранине. Характеристики подроста сосны (количество, высота, годичный прирост по высоте) измерялись вдоль 3–5 трансект (протяженностью 20 м), заложенных от границы леса на вырубку.

В полосе леса 0–3 м, примыкающей к вырубке, в первые пять лет после рубки смежного лесного участка радиальный прирост деревьев достоверно выше по сравнению со средними значениями до рубки (рисунок 1). В следующие пять лет значения радиального

прироста оставались на высоком уровне, из чего можно сделать вывод, что реакция деревьев на рубку прослеживается на протяжении как минимум 10 лет после рубки.

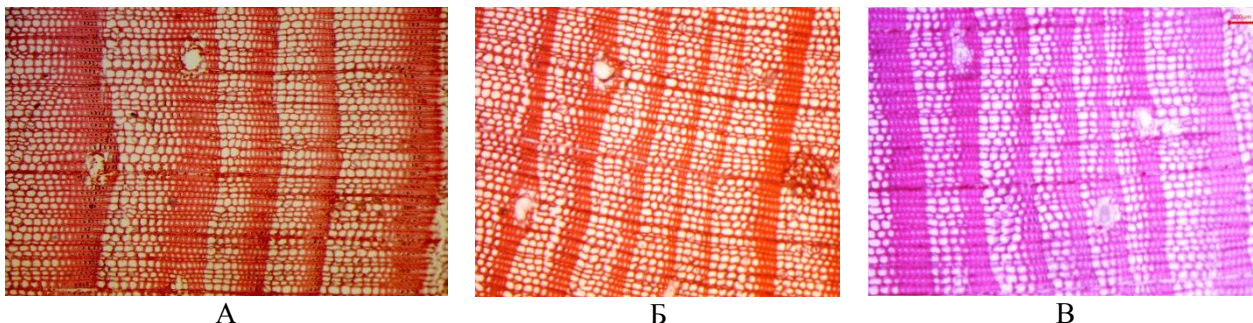


Цветом обозначены кривые радиального прироста деревьев на разном расстоянии от границы с вырубкой. Рубка проводилась в зимний период 2009–2010 гг.

Рисунок 1 – Средние значения радиального прироста деревьев сосны обыкновенной на разном расстоянии от края соснового леса.

В полосах 3–6 и далее 6 м от границы леса и вырубki значения радиального прироста достоверно не отличались от таковых до рубки.

Таким образом, установлено, что сосновый древостой реагирует на рубку в течение не менее одного десятилетия после рубки и на расстоянии не более трех метров от ее границы.



Обозначения: А – образцы древесины сосны в полосе 0–3 м; Б – в полосе 3–6 м; В – в полосе далее 6 м от края леса и вырубki.

Рисунок 2 – Поперечные срезы древесины сосны, сформированной после проведения чересполосной постепенной рубки, толщиной 20 мкм.

Реакция деревьев сосны на изменение условий произрастания в результате постепенной рубки проявляется не только в изменении средней ширины годичного кольца, но и в микростроении годичных слоев древесины. При анализе образцов кернов древесины при разной удаленности от края вырубki выявлено, что в полосе 0–3 м в период после рубки наблюдается формирование древесины с большей долей поздней древесины и с наименьшим количеством слоев в 1 см по сравнению с деревьями, расположенными в полосах 3–6 м и далее 6 м от края вырубki (рисунок 2). Кроме того, у деревьев, расположенных в полосе леса, непосредственно примыкающей к вырубке, отмечается формирование большего количества рядов трахеид как в ранней, так и в

поздней зонах древесины сосны, а также увеличение диаметра люмена ранних трахеид, что приводит к увеличению прироста годичного слоя древесины.

Таким образом, в результате чересполосных постепенных рубок наиболее сильные изменения характеристик макро- и микроструктуры древесины выявлены у деревьев сосны, произрастающих на расстоянии 0–3 м от края леса и вырубки.

При постепенных рубках оставленная часть леса оказывает негативное влияние на возобновление сосны и интенсивность роста молодых деревьев в 5-метровой полосе вырубki вдоль края леса. Здесь количество соснового подроста в несколько раз меньше, чем в остальной части вырубki, а средний прирост по высоте почти вдвое ниже.

Говедар Зоран

РУКОВОДСТВО ПО СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ СЕРБСКОЙ (2023–2032 ГГ.) С ОСОБЫМ ОТНОШЕНИЕМ К ОХРАНЯЕМЫМ ЛЕСНЫМ ТЕРРИТОРИЯМ

Университет Баня-Луки (University of Banja Luka), Республика Сербская, zoran.govedar@sf.unibl.org

The Forestry Development Strategy of the Republic of Srpska is a key document that defines the key priorities, goals and measures for their realization. The basic principles of strategic decisions are based on multifunctionality, sustainable development, horizontal and vertical alignment of the strategy with other important domestic and international strategies, declarations and agreements. The basic vision of the Strategy is based on the management of forests in such a way that enables the sustainable development of stable, healthy and diverse forests that provide the necessary economic, social, ecological and cultural benefits for current and future generations.

The guidelines define five strategic goals: (1) Increasing forest cover, productivity and quality of forests, including increasing contribution to global efforts to mitigate climate change; (2) Improvement of multifunctional (economic, ecological and social) benefits from forestry, including improvement of the living conditions of the population in rural areas; (3) Preservation of biodiversity, increase in the area of protected forests and other special purpose forest areas; (4) Increasing new and additional financial resources from all sources for sustainable forest management and development of education, scientific and technical cooperation and partnerships; (5) Sustainable forest management including public promotion, international agreements, cooperation, coordination, coherence and synergy with sectors, partner organizations and relevant actors related to forestry at all levels.

In order to monitor the implementation of the Strategy, appropriate indicators are provided that enable the correction of goals and measures. Contemporary trends in forestry strategies point to the need to set aside ever larger areas of protected forest areas. In this sense, the guidelines define a strategic goal for preserving biodiversity, increasing the area of protected forests and other special purpose forest areas.

Measures to achieve the goal are: Identification of habitat types; Mapping habitat types up to EUNIS (European Nature Information System) level 2; Monitoring of selected key species and habitats; Inventory of invasive species; Monitoring the state of biodiversity in the function of adaptation and mitigating the negative effects of climate change; Inventory and preservation of genetic resources in accordance with the Program for the Preservation of Genetic Resources of the Republic of Srpska; Identification of potential forest areas for the Ecological Network; Identification of rare, endemic, relict, and endangered plant and animal species and habitats; Identification and declaration of potential forests of special purpose or high conservation value (High conservation value forest, HCVF); Cooperation with the nature protection and spatial planning sector in the allocation and registration of protected areas.

Стратегия развития лесного хозяйства Республики Сербской является ключевым документом, определяющим основные приоритеты, цели и меры по их реализации. Базовые принципы стратегических решений основаны на многофункциональности, устойчивом развитии, горизонтальном и вертикальном согласовании стратегии с другими важными отечественными и международными стратегиями, декларациями и соглашениями. Основное видение Стратегии основано на управлении лесами таким образом, чтобы обеспечить устойчивое развитие стабильных, здоровых и разнообразных лесов, обеспечивающих необходимые экономические, социальные, экологические и культурные преимущества для нынешнего и будущих поколений.

В руководящих принципах определены пять стратегических целей:

1. увеличение лесного покрова, продуктивности и качества лесов, включая увеличение вклада в глобальные усилия по смягчению последствий изменения климата;

2. повышение многофункциональных (экономических, экологических и социальных) выгод от лесного хозяйства, включая улучшение условий жизни населения в сельской местности;

3. сохранение биоразнообразия, увеличение площади заповедных лесов и других лесных массивов специального назначения;

4. увеличение новых и дополнительных финансовых ресурсов из всех источников для устойчивого лесопользования и развития образования, научно-технического сотрудничества и партнерства;

5. устойчивое управление лесами, включая публичное продвижение, международные соглашения, сотрудничество, координацию, согласованность и взаимодействие с секторами, партнерскими организациями и соответствующими субъектами, связанными с лесным хозяйством на всех уровнях.

В целях мониторинга реализации Стратегии предусмотрены соответствующие показатели, позволяющие корректировать цели и мероприятия. Современные тенденции в лесохозяйственной стратегии указывают на необходимость выделения все больших площадей охраняемых лесных массивов. В этом смысле методические рекомендации определяют стратегическую цель сохранения биоразнообразия, увеличения площади заповедных лесов и других лесных массивов специального назначения.

Мерами для достижения цели являются:

– определение типов местообитаний;
– картографирование типов местообитаний до уровня EUNIS 2 (European Nature Information System);

– мониторинг отдельных ключевых видов и местообитаний;

– список инвазивных видов;

– мониторинг состояния биоразнообразия в функции адаптации и смягчения негативных последствий изменения климата;

– инвентаризация и сохранение генетических ресурсов в соответствии с Программой сохранения генетических ресурсов Республики Сербской;

– выявление потенциальных участков леса для экологической сети;

– выявление редких, эндемичных, реликтовых и исчезающих видов растений и животных и местообитаний;

– выявление и объявление потенциальных лесов особого назначения или высокой природоохранной ценности (High conservation value forest, HCVF);

– сотрудничество с сектором охраны природы и территориального планирования при выделении и регистрации охраняемых территорий.

Гомолко А.А., Моцный В.В.

О НОВОЙ ТОЧКЕ ПРОИЗРОСТАНИЯ ПАЛЬЧАТОКОРЕННИКА МАЙСКОГО (*DACTYLORHIZA MAJALIS*) В БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, kuplinka20@gmail.com, vitalmotsny@gmail.com

*A new point of growth in Belarus of *Dactylorhiza majalis*, which was discovered in 2023 in the hydrological reserve of local importance "White Rivers", was confirmed. This is the new eastern border of its distribution on the territory of the Republic of Belarus. Also, this population is one of the largest in terms of the number of species.*

При изучении флоры сосудистых растений гидрологического заказника местного значения «Белые реки» в июне 2023 г. был обследован болотный массив, расположенный вблизи западной границы заказника. Природные комплексы, несмотря на проведенную масштабную мелиорацию болотного массива, характеризуются хорошей сохранностью и разнообразием флористического состава. В ходе исследований был обнаружен новый вид охраняемых растений, ранее не описанный для Кировского района, – Пальчатокоренник майский (*Dactylorhiza majalis*) (III категории национального природоохранного статуса) [2].

Материалы и методы исследований. Изучение флоры заказника «Белые реки» проводилось маршрутным методом в течение полевого сезона 2023 г. (июнь). Приоритетное внимание уделялось исследованию прибрежно-водных и болотных растительных сообществ, которые получили здесь широкое распространение и отличаются высокой видовой насыщенностью. Флористические описания, сбор и оформление материала осуществлялось с помощью стандартных методик [1, 3, 4]. Определение собранных в гербарий растений, проводилось с помощью диагностических ключей и рисунков, имеющих в литературе и сети Интернет. Идентификация видов подтверждена сотрудниками лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники НАН Белоруссии.

Краткая история изучения и распространение вида. *Dactylorhiza majalis* – один из наиболее редких представителей рода на территории Беларуси. Наиболее раннее из достоверных указаний вида для республики относится к 1934 г., когда Кароль Карпович в своей работе «Przyczynek do znajomości flory powiatu Nowogródzkiego» приводит его для окрестностей д. Занивье Дрогичинского района Брестской области [6]. Наиболее часто Пальчатокоренник майский встречается в Брестской, Гродненской и Минской, реже в Витебской (Верхнедвинский и Витебский р-ны) и Могилеской (Бобруйский и Осиповичский р-ны) областях [5].

Геоботаническая характеристика местонахождения. *Dactylorhiza majalis* произрастает на сырых и заболоченные лугах, эвтрофных болотах, реже во влажных лесах, лесных опушках и склонах доломитовых карьеров у выхода ключей [5]. Новое место произрастания выявлено в окрестностях д. Новое Залитвинье (Кировский р-н, Могилевская обл.) и приурочено к верховому, сильно обводненному осоково-сфагновому болоту в сообществе *Eriophorum vaginatum* с разреженными низкорослыми березами и соснами. На площади 5 м² зафиксировано 7 генеративных особей.

Геоботаническое описание сообщества с участием *Dactylorhiza majalis*: описано 22.06.2023, площадь описание – 50 м², общее проективное покрытие видов – 95 %, покрытие деревьев и кустарников – 5%, покрытие трав – 75%, покрытие мхов – 80%, количество

видов – 11, хозяйственное использование – не используется. Список видов и их обилие по шкале Браун-Бланке: *Betula pendula* (+), *Calamagrostis canescens* (+), *Carex cespitosa* (2), *Carex echinate* (1), *Carex pallescens* (1), *Carex rostrate* (+), *Dactylorhiza fuchsii* (+), *Dactylorhiza majalis* (+), *Eriophorum vaginatum* (4), *Pinus sylvestris* (+), *Sphagnum teres* (4).

Заключение. Находка *Dactylorhiza majalis* является первой для территории Кировского района, что расширяет белорусский ареал вида в восточном направлении и делает перспективным дальнейший целенаправленный поиск новых популяций в сходных биотопах данного и соседних регионов. В соответствии с законодательством Республики Беларусь данное место произрастания *Dactylorhiza majalis* будет передано под охрану в установленном порядке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гербарное дело: Справочное руководство. Русское издание / Под ред. Д.В. Гельмана. – Кью: Королевский ботанический сад. – 1995. – 341 с
2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.] – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.
3. Полевая геоботаника / Под. общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.–Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – 531 с.
4. Программа и методика биогеоценологических исследований. – М.: Наука, 1974. – 404 с.
5. Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 3. / Д. В. Дубовик [и др.] ; под общ. ред. В. И. Парфенова ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2017. – 573 с.
6. Przyczynek do znajomości flory powiatu Nowogródzkiego = Contribution à la flore du district de Nowogródek / Karol Karpowicz – Planta polonica : materiały do flory polskiej : contribution à la flore de la Pologne / wydawane przez Towarzystwo Naukowe Warszawskie, vol. 1.: Nakładem Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, 1930.

Демидко Д.А.¹, Бисирова Э.М.²

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск, Российская Федерация, sawer_beetle@mail.ru

² ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», г. Томск, Российская Федерация, bissirovaet@mail.ru

We have reconstructed by dendrochronological methods the history of European pine sawfly (Neodiprion sertifer) outbreaks in Siberian stone pine forests of Tomsk oblast. For this purpose we used dfoIiatR package. It have been shown that these outbreaks were in 1896–1898, 1914–1918, 1934–1935, 1943, 1965–1968, 1978, 1983–1985, 1988–1990, 2005–2009.

Рыжий сосновый пилильщик *Neodiprion sertifer* (Geoffroy) – один из наиболее распространенных хвоегрызущих вредителей ряда видов сосен. В пределах своего первичного ареала, занимающего значительную часть северной Евразии, он повреждает главным образом сосну обыкновенную *Pinus sylvestris* L. В восточной части ареала (Урал и Сибирь) он, однако, дает вспышки массового размножения на кедре сибирском *Pinus sibirica* Du Tour. Несмотря на то, что оптимальные условия для него складываются в лесостепи и степи, южнотаежные кедровники повреждаются им на значительных

площадях. Так, в Томской области его массовые размножения были зафиксированы не менее чем в половине лет за период с 1977 по 2009 гг. и охватывали площадь до 55 тыс. га (Лямцев, 2012).

Чаще всего очаги рыжего соснового пилильщика в Томской области возникали в припоселковых кедровниках. Это чистые или почти чистые по составу высокопроизводительные кедровые древостои, формирование которых происходило при активном влиянии местных крестьянских общин, вырубавших сопутствующие породы (Бех и др., 2009). Несмотря на то, что ложногусеницы этого вида пилильщика предпочитают питаться старой хвоей кедра, практически не повреждая хвою текущего года (Коломиец и др., 1972) и благодаря этому не дефолиировав деревья полностью, вероятность гибели поврежденных им кедровых древостоев все же существует (Гниненко, Хоничев, 2007). Учитывая хозяйственную и историческую ценность припоселковых кедровников (Бех и др., 2009), для предотвращения угрозы этим древостоям со стороны рыжего соснового пилильщика следует принимать все возможные меры.

Очевидно, что для своевременного предупреждения ущерба, наносимого при вспышках *N. sertifer*, необходим заблаговременный прогноз подъемов его численности. Препятствием для разработки методов прогнозирования является недостаточная длина рядов наблюдений за этим видом. Первое документированное его массовое размножение в Томской области датируется началом 1960-х гг. (Коломиец и др., 1972). До этого времени вспышки рыжего соснового пилильщика в этом регионе описаны не были (Коломиец, Майер, 1963). Между тем, история его массовых размножений в предшествующее время может быть восстановлена с помощью методов дендрохронологии, что ранее было выполнено для многих хвоегрызущих насекомых (Lynch, 2012).

Предпринятая нами попытка основывалась на хорошо зарекомендовавшей себя методологии, суть которой заключается в поиске синхронных, резких, продолжительных и глубоких спадов прироста повреждаемого вида по сравнению с контрольным (Swentam et al., 1995). Материал для исследования был собран в восьми припоселковых кедровниках, расположенных в Томском районе Томской области (таблица 1). В качестве контрольного вида мы выбрали сосну обыкновенную, которая в Томской области рыжим сосновым пилильщиком практически не повреждается. Для исследования выбирали древостои сосны, удаленные от кедровников не более чем на 10 км. Измерения ширины годичных колец и перекрестное датирование проводили на сканированных изображениях в программах Coorecorder и CDendro (Cybis, Швеция). Древесно-кольцевые статистики рассчитывали в пакете dplR (Bunn, 2008). Сходство реакции радиального прироста повреждаемого и контрольного вида на погодные условия, которое является принципиально важным для корректной реконструкции (Fan, Brauning, 2017), оценивали с помощью пакета treeclim (Zang, Biondi, 2015). Реконструкцию вспышек массового размножения выполняли в пакете dfoliatR (Guiterman et al., 2020).

Первичная обработка древесно-кольцевых рядов показала их пригодность для дальнейшей работы: значения эффективной корреляции достаточно высоки, а выраженный сигнал популяции (EPS) превосходит принятый в дендрохронологии порог (0,850) (Methods of dendrochronology, 1992). Влияние погоды на радиальный прирост сходно для обоих видов, что позволяет исключить этот фактор в качестве источника возможных ошибок реконструкции (таблица 2). Еще один возможный источник ошибок – повреждения пожарами – также может быть исключен, поскольку сильные пожары в припоселковых кедровниках не фиксировались.

Таблица 1 – Древесно-кольцевые статистики повреждаемого (кедр сибирский) и контрольного (сосна обыкновенная) видов

Вид	Населенный пункт	Количество деревьев	Начало хронологии	Эффективная корреляция	EPS
кедр	Аксеново	19	1846	0,577	0,963
кедр	Белоусово	66	1871	0,553	0,988
кедр	Зоркальцево	21	1848	0,422	0,939
кедр	Протопопово	35	1871	0,673	0,982
кедр	Богашево	15	1871	0,492	0,936
кедр	Лучаново	14	1871	0,513	0,927
кедр	Нижне-Сеченово	9	1846	0,634	0,940
кедр	Петухово	12	1922	0,486	0,912
сосна	Белоусово	17	1898	0,563	0,956
сосна	Дзержинское	18	1898	0,730	0,980

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции Спирмена между реакцией на температуру и осадки (данные по метеостанции Томск) между повреждаемым и контрольным видами

Кедровник	Сосновый древостой	Коэффициент корреляции для	
		температуры	осадков
Аксеново	Белоусово	0,565	0,812
Белоусово	Белоусово	0,785	0,906
Зоркальцево	Дзержинское	0,503	0,879
Протопопово	Белоусово	0,612	0,918
Богашево	Белоусово	0,656	0,950
Лучаново	Белоусово	0,509	0,691
Нижне-Сеченово	Дзержинское	0,826	0,900
Петухово	Белоусово	0,635	0,870



Линиями обозначены периоды, для которых зафиксированы вызванные дефолиацией спады прироста

Рисунок – Результаты реконструкции истории массовых размножений рыжего соснового пилильщика в припоселковых кедровниках Томской области.

Спады радиального прироста, связанные с дефолиацией кедром *N. sibirica*, были зафиксированы во всех изученных древостоях (рисунок). Начало массовых размножений датировалось 1896–1898, 1914–1918, 1934–1935, 1943, 1965–1968, 1978, 1983–1985, 1988–1990, 2005–2009 гг. Эти результаты подтверждаются литературными данными и материалами Томского центра защиты леса. Так как радиальный прирост реагирует на дефолиацию с некоторой задержкой (Demidko et al., 2021), начало вспышки, по-видимому, происходило на 1–2 года раньше, чем это было установлено

реконструкцией. Неодновременность начала дефолиации в разных древостоях объясняется разной скоростью подъема численности локальных популяций пилильщика. Интерпретация результатов затруднена тем, что спады приростов, вызванные последовательно идущими вспышками, накладываются друг на друга и выглядят как последствия одной дефолиации. Однако, использование данных из нескольких древостоев позволяет корректно разделить между собой такие вспышки.

Дерунков А.В., Салук С.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПРОКСИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО И ТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛАРУСИ И ВЬЕТНАМА)

*ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь, alex_derunkov@tut.by; ssaluk@yandex.by*

The study of saproxylic beetles were carried out in the protected territories in Vietnam and in Belarus. In Vietnam the beetles were collected during a joint Belarusian-Vietnamese expedition in May 2023 in two nature reserves – Hue Sao La and Xuan Lien. The coarse woody debris (CWD) of the different stages of decomposition were studied. More than 20 species of 6 families were collected in certain CDW fragments in Vietnam. A quantitative assess was carried out for functional group structure of the saproxylic beetle communities in the forest ecosystems in Belarus. The high diversity of functional groups of beetles indicates the high value of CWD fragments of deciduous trees for the conservation of biodiversity of forest ecosystems in the temperate climate zone.

Исследование функциональных отношений как механизмов формирования структуры и устойчивого функционирования сообществ – одно из ключевых направлений современной экологии. Недостаток синэкологических исследований является причиной разрыва между структурным и функциональным направлениями. Многие рекомендации по устойчивому менеджменту лесных экосистем основываются на предположении, что основные тренды формирования сообществ сапроксильных насекомых должны быть сходными в лесах в разных регионах и биомах. Поэтому выяснение закономерностей формирования как сообществ сапроксильных насекомых в целом, так и отдельных гильдий и функциональных групп представляется актуальным.

В последние десятилетия основные исследования ведутся в области оценки биоразнообразия и сохранения сапроксильных насекомых в тропических лесах, выявлены проблемы оценки разнообразия и степени угрозы для сапроксильных жесткокрылых в ненарушенных тропических лесах, и в лесах, где проводится хозяйственная деятельность [1–3]. Высказано предположение, что аналогичные силы трофической структуризации могут действовать в сообществах сапроксильных жесткокрылых в очень разных лесных биомах мира [4]. Сходство в составе трофических гильдий предполагает, что сходные мероприятия, направленные на сохранение биоразнообразия сапроксильных жуков, вероятно, будут эффективными в разных типах лесов в разных климатических зонах.

В лесах умеренного пояса проводятся интенсивные исследования влияния различных способов ведения лесного хозяйства на состав и запас мертвой древесины, на биологическое разнообразие животных организмов, с нею связанных [5, 6]. Активно

внедряется так называемая «мортикультура», которая подразумевает менеджмент лесов с сохранением достаточного количества и разнообразия мертвых древесных остатков [7]. Установлено, что в хвойных и лиственных лесах равнинной Европы достаточно запаса от 10 до 80 м³ мертвой древесины на га, а в горных лесах – до 150 м³ на га.

В рамках выполнения совместного белорусско-вьетнамского научно-исследовательского проекта «Функциональная структура сообществ сапроксильных жесткокрылых (*Coleoptera*) крупного древесного детрита в лиственных лесах умеренного и субэкваториального климатических поясов (на примере Беларуси и Вьетнама)», финансируемого Белорусским государственным фондом фундаментальных исследований (договор № Б22В-012 от 1 февраля 2022 г.) проведены исследования сапроксильных жесткокрылых в лесных экосистемах Беларуси, Северного и Центрального Вьетнама.

В мае 2023 года проведены полевые исследования во Вьетнаме на охраняемых территориях Хюэ Саола (Hue Sao La) и Суань Лиен (Xuan Lien). Заповедник Хюэ Саола расположен на юго-западе провинции Thua Thien Hue и был организован в 2013 году с основной целью сохранения среды обитания, находящегося под угрозой исчезновения вида полорогих парнокопытных саола *Pseudoryx nghetinhensis*, Dung, Giao, Chinh, Tuoc, Arctander, MacKinnon, 1993. Природный заповедник Хюэ Саола до настоящего времени покрыт густыми лесами, причем леса покрывают 92,99% общей площади. Леса на этом участке по-прежнему включают высококачественный вечнозеленый лес (17%), который редко встречается во Вьетнаме, а также более нарушенные вечнозеленые леса (41%) и эксплуатируемые леса (28%), которые преобладают на остальной части территории.

Заповедник Суань Лиен, расположенный на западе провинции Тханьхоа, был создан в декабре 1999 г. общей площадью 27 668 га, в том числе 19 800 га строго охраняемой территории, соединяется с другими лесами на территории Лаоса, что придает этому региону международное значение. Рельеф территории характеризуется средневысотными горами, достигающими отметок от 800 до 1600 м, расчлененными глубокими узкими долинами, круто наклоненными с запада на восток. Здесь обитают 64 эндемичных вида животных, занесенных в Красную книгу Вьетнама и международные Красные книги.

Во Вьетнаме исследованы мертвые деревья на разных стадиях разложения древесины (рисунок). На отдельных фрагментах были собраны сапроксильные жесткокрылые не менее 20 видов из 6 семейств. Высокое разнообразие сапроксильных жесткокрылых свидетельствует о малой нарушенности и высокой ценности исследованных тропических лесов для сохранения биоразнообразия.



Рисунок – Крупные древесные остатки в заповеднике Хюэ Саола

В лесных экосистемах на территории Беларуси была проведена количественная оценка функциональных групп сапроксильных жесткокрылых (плотность, относительное обилие, встречаемость), имеющих наибольшее значение для утилизации мертвой древесины (ксилофаги и энтомофаги) в охраняемых и эксплуатируемых лесах. Для анализа использованы материалы, отражающие летний, осенний и зимний аспекты структуры сообществ сапроксильных жесткокрылых. На ряде фрагментов крупных древесных остатков (далее – КДО) преобладали хищники, среди которых отмечены как истинно сапроксильные виды, так и виды, нашедшие в КДО убежище для зимовки, такие как жужелицы.

Таким образом, на крупных древесных остатках в летний и осенний период преобладали сапроксилофаги, относительное обилие которых составляло более 60%. Значительную долю в сообществе занимали хищники – более 20%. В зимний период функциональный состав сообщества жесткокрылых существенно зависел от конкретного фрагмента крупного древесного детрита. В отдельных фрагментах преобладали хищники, в других – почти исключительно сапроксилофаги или сапромицетофаги. Высокое разнообразие функциональных групп жесткокрылых свидетельствует о высокой ценности фрагментов КДО лиственных пород для сохранения биоразнообразия лесных экосистем умеренного климатического пояса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Grove S.J., Stork N.E. 1999. The conservation of saproxylic insects in tropical forests: a research agenda. *Journal of Insect Conservation*. 3: 67 – 74.
2. Grove S.J. 2002. Saproxylic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol. 33: 1-23. Никитский Н.Б. Насекомые – хищники короедов и их экология. – М.: Наука, 1980. 232 с.
3. Ewers R.M., Boyle M.J.W., Gleave R.A. 2015. Logging cuts the functional importance of invertebrates in tropical rainforest. *Nature Communications* 6, doi:10.1038/ncomms7836.
4. Weiss M. Saproxylic beetles in tropical and temperate forests – a standardized comparison of vertical stratification patterns / M. Weiss, R.K. Didham, J. Procházka, J. Schlaghamerský, Y. Basset, Fr. Odegaard, A. Tichechkin, J. Schmidl, A. Floren, G. Curletti, H.-P. Aberlenc, J. Bail, H. Barrios, M. Leponce, E. Medianero, L.L. Fagan, Br. Corbara, L. Cizek // *Forest Ecology and Management*. – Vol. 444. – 2019. – P. 50-58.
5. Кауханен Х., Нешатаев В., Хухта Э., Вуопио М. 2009. Хвойные леса северных широт – от исследования к экологически ответственному лесному хозяйству. Вуопио М. (науч. ред.). Корпювя, Ювваскыля. 172 pp.
6. Gossner M.M., Floren A., Weisser W.W., Linsenmair K.E. 2013. Effect of dead wood enrichment in the canopy and on the forest floor on beetle guild composition. *Forest Ecology and Management*, 302: 404–413.
7. Stokland J. N., Siitonen J., Jonsson B.G. 2012. *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press. 510 pp.

Егоров А.А.

НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА ПО ТИПОЛОГИИ ЛЕСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО МОНИТОРИНГА

ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»,
п/о Успенское, Российская Федерация, egorovfta@yandex.ru

Forest management data on forest typology can be used for monitoring. However, it should be borne in mind that they have disadvantages, because they do not always correctly characterize the habitat conditions. For example, one type of forest may refer to habitats on normally drained and

insufficiently drained soils. The ecological-phytocenotic approach proposed in the publication, well outlined ecologically, is devoid of these disadvantages.

Вся лесная территория России охвачена лесоустройством, и несомненно возникает желание использовать его данные для изучения динамики лесов. Однако данные лесоустройства имеют ряд недостатков, в том числе недостатки распространятся на применяемую при лесоустройстве лесную типологию [1, 2]. Подобными типологическими подходами при описании лесов на мониторинговых постоянных пробных площадях пользуются лесоводы для практических и научных целей.

Современное лесоустройство, опираясь на опыт отечественной российской лесной типологии, разработало производственные региональные схемы типов леса, которые основываются на эколого-доминантном подходе (далее – ЭДП). Использование в лесоустройстве и в лесоводстве этого подхода в первую очередь связано с производственными особенностями: инженеру-таксатору и лесоводу в полевых условиях легче распознавать растения-доминанты. Но необходимо учесть, что для индикации местообитаний большая часть растений-доминантов не информативна, так как они имеют широкую экологическую амплитуду.

Важную роль в становлении российской лесной типологии сыграл Г.Ф. Морозов и В.Н. Сукачев (1958). Сукачев В.Н., в своих ранних работах основное место уделяет растительности, однако под влиянием работ Г.Ф. Морозова в дальнейшем формирует учение о лесных биогеоценозах, как экосистемах, в которых взаимосвязана живая и неживая природа [3]. Именно эта взаимосвязь и позволяет по видам растений, имеющих узкую экологическую амплитуду и являющихся индикаторами определенных условий, выделять однородные местообитания.

Для помощи инженерам-таксаторам Северо-западного лесоустроительного предприятия (далее – СЗЛП) в продолжении идей В.Н. Сукачева был создан определитель типов леса [4–6], основанный на эколого-фитоценотическом подходе (далее – ЭФП) при классификации растительности и учитывающий индикаторные группы растений, гранулометрический состав почвообразующих пород, мощность торфа и некоторые другие характеристики.

Наш опыт совместной работы с инженерами-таксаторами СЗЛП в 2000-х гг., а также анализ лесоустроительных материалов и результатов натурных исследований позволил выявить, что производственные схемы типов леса имеют ряд недостатков [1, 2], которые можно увидеть при сравнении двух типологий. Ниже для примера приведем соответствие некоторых сосновых (С.) типов леса, в которых доминирует черника, выделенных по ЭФП и ЭДП.

По ЭДП при лесоустройстве выделяют С. черничные свежие и С. черничные влажные, которые предположительно должны занимать два экологически разных местообитания: первые – нормально дренированные, вторые – недостаточно дренированные. В соответствии с эдафо-фитоценотическими рядами В.Н. Сукачева С. черничные относятся к зеленомошной группе типов леса и располагаются на нормально дренированных местообитаниях. Сравнение показало, что к С. черничным с зеленомошным покровом, выделенным по ЭФП, соответствуют С. черничный свежий, С. брусничный, С. черничный влажный, выделенные по ЭДП. К соснякам на недостаточно дренированных почвах по ЭФП относят С. майниково-сфагновый и С. чернично-сфагновый, которым по ЭДП соответствуют: первым – С. кисличный, С. черничный влажный, С. долгомошный, С. черничный свежий; вторым – С. черничный влажный, С. черничный свежий, С. долгомошный.

Типы леса (типы лесных биогеоценозов), выделяемые по ЭФП, экологически хорошо очерчены, что подтверждается их ординацией по экологическим шкалам Л.Г. Раменского [6]. В то же время эколого-доминантный подход лишен такого соответствия. Например, С. майниково-черничному (по ЭФП) соответствуют четыре типа леса (по ЭДП), разных по увлажнению и богатству почвы: С. кисличный – предположительно мезофитные и мезо-эуτροφные почвы; С. черничный влажный – мезо-гигрофитные, мезотрофные или мезо-олиготрофные; С. долгомошный – мезо-гигрофитные, мезотрофные; С. черничный свежий – мезофитные, мезотрофные. Обратный пример показывает, что С. черничный влажный (по ЭДП) соответствует С. черничному (с зеленомошным покровом), С. майниково-сфагновому и С. чернично-сфагновому (по ЭФП), которые размещаются в разных по увлажнению местообитаниях: С. черничный на нормально дренированных почвах, а С. майниково-сфагновый и С. чернично-сфагновый на недостаточно дренированных почвах.

Как мы видим из сравнения, используемый при лесоустройстве ЭДП при выделении типов леса, не дает четкого представления об экологических характеристиках местообитаний и поэтому не может использоваться для полноценного мониторинга по типам леса, которые недостаточно хорошо очерчены экологически.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров А.А. К национальной классификации лесной растительности для целей проведения научных и производственных работ // Растительность Восточной Европы и Северной Азии. Мат-лы II межд. науч. конф. Брянск, 2020. 72 с.
2. Нешатаев В.Ю., Егоров А.А. Сравнение двух типологических классификаций лесов Ленинградской обл. // Ботанические исследования в азиатской России: Мат-лы XI съезда РБО, Т. 2. Барнаул. 2003. С. 426-428.
3. Сукачев В.Н. Лесная биогеоценология и ее лесохозяйственное значение. М. 1958. 15 с.
4. Федорчук В.Н., Бурневский Ю.И. Рекомендации по определению типов леса при лесоустройстве (на примере Ленинградской области). Л. 1986. 71 с.
5. Федорчук В.Н., Егоров А.А., Гаубервиль К., Чернов И.М. Краткий определитель типов леса Ленинградской области. На рус. и англ. яз. СПб. 2002. 38 с. 2 прил. (Fedorchuk V.N., Egorov A.A., Gauberville C., Chernov I.M. Simplified Determination Key for Leningrad Region Forest Type. On rus. and engl. SPb. 2002. 38 p. 2 appendix.)
6. Федорчук В.Н., Нешатаев В.Ю., Кузнецова М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб, 2005. 382 с.

Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Бубнов А.А., Постников А.М.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕРЕЗОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА МАГНУМ

*ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, chemistry@spb-niilh.ru*

The problem of caring for birch in natural young stands and plantings is discussed. Mechanical methods (mowing, cutting) are labor-intensive and have a short period of protective action. It was concluded that the use of the selective herbicide Magnum, WDG (600 g/kg metsulfuron-methyl) is promising, which allows, with a single continuous spraying, to ensure the dominance of birch and stimulate its growth. This helps to prevent an undesirable change of breeds and contributes to the preservation of biological diversity.

Береза является важным объектом лесного хозяйства как в эксплуатационном, так и в лесоводственном отношении. Сегодня березовая древесина востребована, используется весьма широко, а крупномерные сортименты ее дефицитны. В ряде случаев из-за невозможности создания лесных культур хвойных пород в богатых лесорастительных условиях задача воспроизводства ценных пород может быть решена за счет семенного возобновления березы. Но на сплошных вырубках в зеленомошной и сложной группах типов леса возобновление этой породы часто осложнено. Сеянцы 1–3-летнего возраста страдают от негативного воздействия травянистой, а сеянцы 2–5-летнего возраста – и от нежелательной древесно-кустарниковой растительности вырубок.

Очевидно, что для успешного семенного возобновления березы необходимо регулировать состав и развитие живого напочвенного покрова и конкурирующих древесных пород. Известно, что механические способы ухода трудозатратны и имеют короткий период защитного действия. Для решения вопроса наиболее перспективным является применение химического метода, который позволяет осуществить это при минимальных трудовых и денежных затратах при высокой экологической безопасности. Целью данных исследований являлось изучение возможности ухода за естественными молодняками березы (осветление, агротехнический уход) на землях лесного фонда с применением гербицидов.

Полевые экспериментальные исследования выполнялись в Гатчинском районе Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таежный район таежной зоны. При закладке опытов руководствовались «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве», раздел – «Испытания гербицидов на землях несельскохозяйственного назначения», Санкт-Петербург, 2013. Биологическую эффективность (далее – эффективность) действия гербицидов на травянистую растительность определяли проективно-количественным методом по снижению (в процентах) проективного покрытия почвы травянистыми видами по отношению к контролю (без обработки), для чего закладывали временные учетные площадки. Эффективность действия химических препаратов на нежелательные листовые древесные породы в первый год после обработки оценивали по отмиранию листьев, на второй год – по отмиранию стволов (в процентах от их общего количества). Из двудольных травянистых видов преобладали: вероника лекарственная, иван-чай узколистый, таволга вязолистная, бодяк разнолистный, сныть обыкновенная, купырь лесной, ландыш майский, лапчатка прямостоячая (калган); из однодольных – вейники тростниковый (лесной) и наземный, луговик извилистый, щучка дернистая, ситник (виды) и осока (виды). Из древесных растений, кроме березы (виды), присутствовали осина (*Populus tremula* L.), ива (виды), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench).

Из четырех подобранных для испытания гербицидов (Магнум, Магнум супер, Анкор-85 и Мортира) в разных нормах их применения по требуемым параметрам (эффективности действия на нежелательную травянистую и древесно-кустарниковую растительность, а также селективности по отношению к березе) в полной мере соответствовал только гербицид Магнум. Установлено эффективное и длительное действие этого препарата в нормах от 100 до 200 г/га при опрыскивании в период вегетации на широкий спектр многолетних двудольных (широколистных) нежелательных травянистых видов, типичных для вырубок и молодняков таежной зоны (таблица 1).

Магнум вызывал кратковременное ингибирование роста однодольных травянистых видов, которые в дальнейшем разрастались с разной интенсивностью и их обилие превышало этот показатель в контроле. Препарат продемонстрировал также

высокую эффективность действия на ряд нежелательных лиственных древесно-кустарниковых пород – иву (виды), осину и рябину (до 100%). Во всех полевых опытах береза проявила высокую устойчивость к этому гербициду. В вариантах с высокими нормами (200 г/га) наблюдались лишь незначительные и кратковременные повреждения листьев березы (таблица 1). При норме 100 г/га видимые повреждения вообще отсутствовали. В результате устранения конкуренции резко улучшался рост березы – сформировались молодняки с ее доминированием при незначительном участии других лиственных пород (таблица 2).

Таблица 1 – Действие гербицидов на нежелательную травянистую, древесно-кустарниковую растительность и березу в смешанном молодняке (обработка 01.07.2021)

Вариант опыта	Дата учета	Снижение проективного покрытия почвы травянистой растительностью, % к контролю			Доля отмерших листьев (деревьев) древесно-кустарниковых пород, %			
		общее	однодольные	двудольные	береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина
1. Магнум, ВДГ 100 г/га	31.07.21	34	5	67	0	35	49	84
	11.09.21	32	-18	82	0	92	100	100
	17.08.22	12	-41	64	0	96	100	100
2. Магнум, ВДГ 200 г/га	31.07.21	38	10	69	6	58	65	95
	11.09.21	29	-23	82	0	98	100	100
	17.08.22	14	-44	72	0	100	100	100
3. Анкор-85, ВДГ 100 г/га	31.07.21	29	27	31	35	29	25	49
	11.09.21	76	73	79	65	59	52	91
	17.08.22	56	54	59	35	38	43	86

Таблица 2 – Изменение состава древостоя и средней высоты древесных пород после обработки селективным гербицидом Магнум в полевом опыте (обработка 01.07.2021, учет 15.09.2022)

Вариант опыта	Состав древостоя	Средняя высота древесной породы, м			
		береза (виды)	осина	ива (виды)	рябина
1. Магнум, ВДГ, 100 г/га	9,3Б 0,7Ос	2,5	1,4	–	–
2. Магнум, ВДГ, 200 г/га	10Б	2,4	–	–	–
3. Контроль	4,4Ос 2,6Ив 2,2Б 0,8Рб	1,6	2,2	1,7	1,6

Гербицид Анкор-85 в норме 100 г/га эффективно подавлял широкий спектр многолетних однодольных и двудольных (широколистных) нежелательных травянистых видов. Препарат также вызывал повреждения поросли и отпрысков древесных пород – осины, ивы, рябины обыкновенной, а также березы, что привело к замедлению роста и отмиранию только части деревьев. Из-за недостаточной селективности препарата он признан неперспективным при уходах за березой (агротехнические ухода и осветления).

В конце вегетационного сезона 2022 г. в опыте в вариантах с гербицидом Магнум, ВДГ и в контрольных вариантах были проведены учеты густоты (количества) и высоты растений всех имеющихся древесных пород (таблица 2). Береза в отсутствие конкуренции резко увеличила прирост в высоту по сравнению с контролем. Средняя высота березы после химического ухода превышала этот показатель в контроле на 50–56%. В результате сформировался древостой с ее преобладанием – 9,3–10 единиц состава. В контрольных

вариантах ее доля в составе по количеству деревьев была всего 2,2 единицы (23,6 и 22% соответственно). Высота отдельных деревьев осины, сохранивших жизнеспособность после проведенного химического ухода гербицидом Магнум в норме 100 г/га, была значительно ниже этого показателя по сравнению с березой.

Таким образом, установлено, что однократное применение препарата Магнум позволяет сформировать молодняки с преобладанием березы, являющейся хозяйственно ценной породой.

С 2022 года гербицид Магнум в нормах 100-200 г/га зарегистрирован для применения в лесном хозяйстве в лесных культурах (посадках) и молодняках естественного происхождения с участием березы и включен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Финансирование исследований осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ».

Жданович С.А.

ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И МЕРЫ ПО ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ

*Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита»,
аг. Ждановичи, Республика Беларусь, bellesozaschita@mail.belpak.by*

*Data are given on the area and volumes of dieback of spruce forests of the Republic of Belarus and the population dynamics of the spruce bark beetle (*Ips typographus*). The complex of forest protection measures implemented to stabilize the forest pathological state of spruce forests is listed.*

На протяжении последних десятилетий в условиях действия неблагоприятных климатических и погодных факторов, включающих в себя экстремально высокую температуру и низкую влажность атмосферного воздуха, существенный дефицит осадков, наблюдалось периодическое массовое усыхание еловых насаждений.

Начиная с 2019 года наметилось снижение интенсивности процессов усыхания ельников, однако в 2022 году ситуация изменилась и объемы усыхающих еловых насаждений в 1,1 раза превысили уровень 2021 года. Увеличение произошло в 2,9 раза в Витебском, в 1,7 раза – в Гродненском, в 1,2 раза – в Брестском государственных производственных лесохозяйственных объединениях (далее – ГПЛХО), в Минском ГПЛХО объемы усыхания еловых насаждений незначительно уменьшились, в Гомельском ГПЛХО произошло снижение объемов усыхания еловых насаждений в 3,6 раза, в Могилевском ГПЛХО – в 1,2 раза.

В лесном фонде Министерства лесного хозяйства общая площадь еловых насаждений, в различной степени затронутых процессами усыхания в 2022 году, составила 7,0 тыс. га. Гибель или утрата биологической устойчивости насаждений произошла на площади 2,5 тыс. га, нарушение биологической устойчивости еловых насаждений, потребовавшее проведения выборочных санитарных рубок, зафиксировано на площади 4,5 тыс. га. Усыхание еловых насаждений потребовало проведения в них санитарно-оздоровительных мероприятий в объеме 972,6 тыс. м³.

В 2022 году произошло существенное перераспределение интенсивности патологических процессов в ельниках по областям со смещением их вектора в северо-западном направлении на территорию лесного фонда Витебского и Гродненского ГПЛХО. Если в 2021 году на долю лесхозов Витебского ГПЛХО приходилось только 9%, а на лесхозы Гродненского ГПЛХО – 12,3% годового объема усыхания еловых лесов Минлесхоза, то в 2022 году в Витебском ГПЛХО было поставлено на учет уже 23,6%, а в Гродненском ГПЛХО – 18,8% всего объема усыхающих ельников. На долю Могилевского ГПЛХО пришлось 20,6%, Минского – 16,8%, Брестского – 15,8% и Гомельского ГПЛХО – 4,4% объема усыхающих ельников.

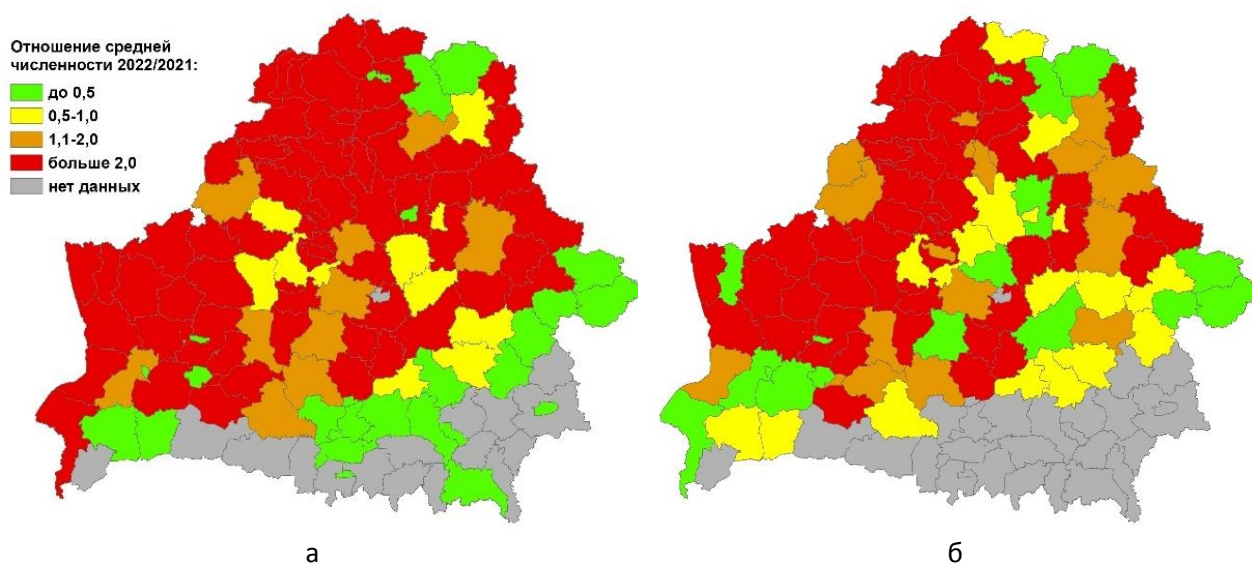


Рисунок – Изменение средней численности весенней (а) и летней (б) генераций короеда-типографа в 2022 году по отношению к 2021 году по данным феромонного надзора

По сравнению с 2021 годом увеличение общих объемов усыхания произошло в 47 лесхозах, в том числе в 5 лесхозах Брестского, 18 лесхозах Витебского, 2 лесхозах Гомельского, 8 лесхозах Гродненского, 11 лесхозах Минского и 3 лесхозах Могилевского ГПЛХО. Патологические процессы в ельниках проходили с активным участием стволовых вредителей с преобладанием короеда-типографа. Заселение ослабленных деревьев происходило по комлевому и стволочному типу. Наиболее интенсивно повреждались древостои, граничащие с вырубками, а также в местах локальных повреждений древостоев ураганными ветрами.

По результатам феромонного надзора за короедом-типографом установлено увеличение численности его весенней генерации по сравнению с 2021 годом в 59 лесхозах и 8 других юридических лицах, ведущих лесное хозяйство, в том числе более чем в 2 раза – в 49 лесхозах и 8 других юридических лицах, ведущих лесное хозяйство. Увеличение численности летней генерации короеда-типографа отмечено в 48 лесхозах и 8 других юридических лицах, ведущих лесное хозяйство, в том числе более чем в 2 раза – в 36 лесхозах и 3 других юридических лицах, ведущих лесное хозяйство.

По результатам всех видов лесопатологического мониторинга и оценки состояния еловых насаждений Учреждением «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА» было спрогнозировано при благоприятных погодных условиях для размножения короеда-типографа усыхание ельников в 2023 году в объеме не менее 2,0 млн. м³. За 5 месяцев 2023 года на учет поставлено 617 тыс. м³ усыхающих еловых насаждений.

Для стабилизации лесопатологического состояния еловых насаждений и удержания численности короеда на контролируемом уровне в 2023 году в рамках плана основных лесозащитных работ на 2023 год и поэтапного алгоритма, разработанного Учреждением «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА» в еловых насаждениях запланированы и реализовываются следующие лесозащитные мероприятия:

- феромонный надзор за короедом-типографом на площади 38 500 га;
- борьба с короедом-типографом методом отлова с применением 1330 ловушек;
- выкладка ловчей древесины в объеме 693,5 м³;
- техническая учеба (на конкретных объектах в лесу) с должностными лицами государственной лесной охраны лесничеств по выявлению деревьев ели, заселенных стволовыми вредителями;
- еженедельное текущее лесопатологическое обследование еловых насаждений;
- экспедиционное лесопатологическое обследование в Верхнедвинском, Глубокском опытном, Дисненском, Полоцком, Поставском, Новогрудском, Сморгонском опытном лесхозах;
- сплошные и выборочные санитарные рубки с акцентом на выборку заселенных стволовыми вредителями деревьев, уборка захламленности;
- для предотвращения нарушения ослабленных еловых насаждений рубками леса и привлечения в них стволовых вредителей введен запрет на проведение проходных рубок в еловых насаждениях до стабилизации их лесопатологического состояния.

Реализация указанного комплекса мероприятий позволит минимизировать последствия неблагоприятных погодных условий и связанного с ними формирования очагов стволовых вредителей в еловых насаждениях.

Звягинцев В.Б.¹, Беломесяцева Д.Б.², Волошина Е.Р.³, Пинчук А.Г.¹, Телеш А.Д.¹

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ НЕОАРЕАЛОВ ФИТОПАТОГЕНОВ КАК СОВРЕМЕННАЯ ОСНОВА ПРОГНОЗА И СДЕРЖИВАНИЯ ИНВАЗИЙ

¹ УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, tusolog@tut.by;

² ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, dasha_belom@yahoo.com;

³ ГПУ «Национальный парк «Браславские озера», г. Браслав, Республика Беларусь, voloshinaer@tut.by

*Modeling in Maxent showed the possibility of predicting the development of secondary habitats of harmful organisms in the example of *Phytophthora alni*, a phytopathogenic oomycete quarantined for the countries of the EEU. The suitability of the conditions of Belarus for the development of the pathogen was revealed, which made it possible to conduct local forest pathological examinations and identify symptoms of alder late blight in various forest conditions of the country.*

Ускоряющиеся изменения климата и антропогенная трансформация природной среды открывают все больше возможностей для перемещения чужеродных патогенных организмов на новые территории. Сейчас известны примеры многих разрушительных инвазий, негативные последствия которых можно было минимизировать или даже предотвратить, располагая точными прогнозными данными. Целью настоящей работы является оценка возможности использования компьютерного моделирования,

основанного на принципе максимальной энтропии для прогнозирования потенциального географического ареала видов фитопатогенов в текущих условиях и в будущем при различных сценариях изменения климата.

В качестве объекта моделирования был выбран опасный возбудитель фитофтороза ольхи оомицет *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk, внесенный в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза (в ред. от 25.01.2023) как вредный организм, отсутствующий на территории Евразийского экономического союза.

Для моделирования использовался программный пакет Maxent, набирающий все большую популярность при проведении экологических исследований благодаря хорошему прогностическому эффекту, стабильности, простоте использования и скорости работы. Алгоритмы программы с использованием ГИС-технологий позволяют строить модель прогнозирования на основе переменных окружающей среды фактических точек распространения. Результатами прогнозирования является тематическая карта, отражающая пригодность территорий для распространения видов, и оценка значимости каждой климатической переменной для распространения видов.

Точки встречаемости *P. alni* были взяты с интернет-ресурсов GBIF, EPPO и дополнены нашими собственными наблюдениями. Для анализа были использованы климатические данные и данные о рельефе (WorldClim), почвенные факторы (ISRIC SoilGrids), а также информация о растительном покрове региона (GlobCover). Корреляционный анализ 19 биоклиматических переменных был выполнен с использованием QGIS и MS Excel для устранения многомерной коллинеарности. Для анализа были отобраны биоклиматические переменные, показавшие в расчетах Maxent коэффициент вклада больше нуля. Наиболее значимые переменные среды были использованы для дальнейшего моделирования.

Путем подбора предикторов и оптимальных настроек программы, удалось получить достаточно точную прорисовку ареала *P. alni* для конкретного региона в виде карты заданного масштаба с потенциальным ареалом исследуемого вида. Карта раскрашена по шкале вероятности развития вида в конкретных условиях, выраженной от 0 до 1 (рисунок). В текущих климатических условиях модель MaxEnt допускает возможность проникновения *P. alni* в Восточную Европу, включая территорию Беларуси, и далее в азиатские регионы континента.

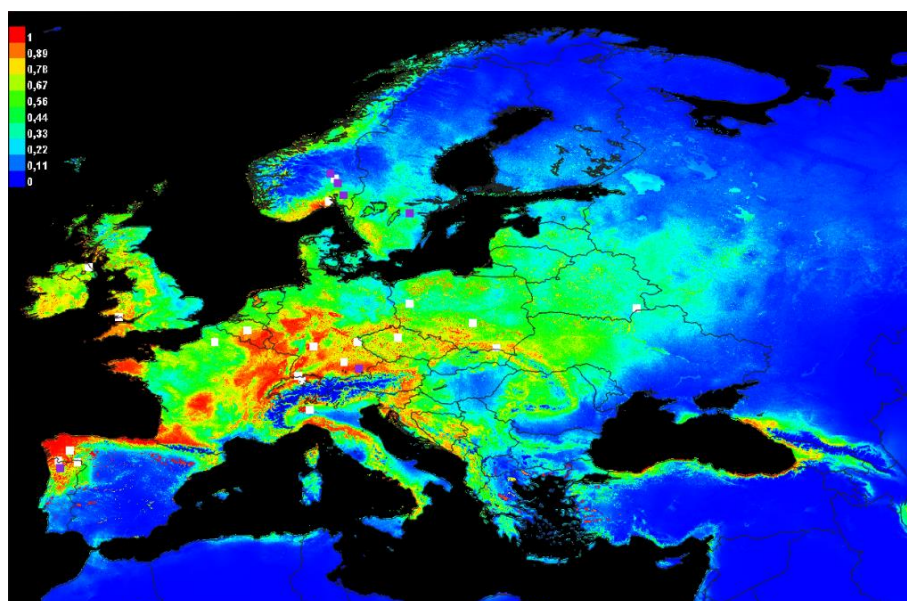


Рисунок – Прогнозируемый ареал *Phytophthora alni*, построенный в среде Maxent

Пространственное моделирование ареала *P. alni*, показывает пригодность условий Беларуси для развития вредного организма с коэффициентами вероятности от 0,22 до 0,78. Моделирование потенциального распространения *P. alni* в изменяющихся условиях окружающей среды показало, что при различных климатических сценариях рассматриваемый вид будет мигрировать в сторону больших высот и широт. В целом для Европы территория пригодная для натурализации и потенциального распространения инвайдера будет сокращаться. Это можно связать с продолжающимся увеличением аридности климата и опустыниванием южных регионов субконтинента. В то же время на территории Беларуси при «оптимистичном» и «пессимистичном» сценариях изменения климата среда обитания будет изменяться в направлении большей пригодности для *P. alni*.

В насаждениях Беларуси естественным образом произрастают две породы-хозяина *P. alni*: ольха черная (*Alnus glutinosa*) и ольха серая (*Alnus incana*), насаждения которых занимают соответственно около 9% и 2% лесопокрытой площади. Площадь ольшаников составляет более 900 тыс. га с запасом древесины 180 млн м³. Ольховые леса занимают в основном пониженные элементы рельефа, часто вдоль водоемов и водотоков, где высока вероятность распространения оомицета *P. alni*. Выборочные лесопатологические обследования ольховых насаждений позволили выявить симптомы фитофтороза на территории охранной зоны Национального парка «Браславские озера», Осиповичского опытного лесхоза, Столинского лесхоза. В большинстве очагов болезнь проявлялась на отдельных деревьях 2–5 категорий санитарного состояния. В локалитетах на юге и в центральной части республики встречаемость можно охарактеризовать как единичную. Находки располагались в различной удаленности от водоемов и водотоков, что ставит под сомнение исключительно гидрохорный способ распространения возбудителя болезни. У пораженных растений ольхи наблюдается дефолиация, листья становятся мелкими и преждевременно опадают. Часто отмечается суховершинность. В нижней части стволов (до высоты 2–3 метров) образуются черные или темно-рыжие мокрые пятна (водянка). На поверхности некротизированной коры периодически отмечается выделение темного экссудата.

По данным ЕРРО *P. alni* выявлена в странах, граничащих с Республикой Беларусь. В Польше данный карантинный патоген фиксируется с 2002 г., в Литве с 2008 г., в Латвии с 2015 г., поэтому возможны множественные пути трансграничного проникновения патогена на территорию Беларуси, как с юго-запада, так и с севера страны.

В соответствии с положениями ратифицированной Республикой Беларусь Международной конвенции по карантину и защите растений в связи с выявлением вредного организма требуется проведение анализа фитосанитарного риска и разработка мер ликвидации очагов. Предварительная оценка позволяет прогнозировать значительный потенциальный ущерб лесному хозяйству страны и существенные экологические последствия при дальнейшем распространении.

Таким образом, на примере *P. alni* показано, что компьютерное моделирование в среде Maxent является удобным и перспективным инструментом для решения задач прогнозирования развития вторичных ареалов карантинных вредных организмов в существующих условиях окружающей среды и при различных сценариях климатических изменений. Построенные прогнозы необходимы для качественного проведения анализа фитосанитарных рисков, разработки комплекса эффективных карантинных мер, организации оперативного мониторинга очагов карантинных объектов в лесном фонде страны.

Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е.

ВЛИЯНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРУ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПОДЗОНЕ ШИРОКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, isozyme@mail.ru

Using 20 isoenzyme genes, a study was made of Scotch pine stands in the subzone of broad-leaved pine forests of Belarus before and after the first reception of various types of gradual felling. It is shown that the most optimal for the conservation of the gene pool and the genetic structure of the original forest stands are strip-gradual cuttings of the main use, since they do not reduce the genetic diversity and change the genetic structure.

Одной из главных лесообразующих пород Республики Беларусь является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Сосновые насаждения занимают в лесном фонде 4053,7 тыс. га, что составляет около 48% покрытых лесом земель. Для полноценного анализа состояния генофонда сосны обыкновенной в Беларуси необходимо провести изучение генетического разнообразия в насаждениях не только с точки зрения их географического расположения, таксационных данных и селекционных категорий древостоев, но и с учетом интенсивности и направленности проводимых в них лесохозяйственных мероприятий. В настоящее время в Беларуси достаточно широко применяются несплошные рубки главного пользования, доминирующими среди которых в хвойных древостоях являются постепенные рубки. Данные рубки признаны перспективными и приоритетными рубками при ведении экологически ориентированного лесного хозяйства и их доля в Беларуси постоянно возрастает. При проведении постепенных рубок предполагается сохранение генетического разнообразия, характерного для материнского древостоя, за счет естественного возобновления ценных пород. Однако вопрос о сохранении генетического разнообразия и особенностей генетической структуры ценопопуляций при этом в настоящее время практически не изучен.

Цель нашего исследования изучить влияние первого приема различных видов постепенных рубок на генетическое разнообразие и структуру насаждений сосны обыкновенной в подзоне широколиственно-сосновых лесов.

Для изучения древостоев до и после проведения первого приема постепенных рубок были заложены пробные площади в подзоне широколиственно-сосновых лесов в насаждениях сосны обыкновенной, в которых проводились два вида рубок главного пользования: полосно-постепенные и равномерно-постепенные. Исследование проведено методом изоферментного анализа на основе одиннадцати ген-ферментных систем, которые кодируются 20 изоферментными локусами. Для проведения анализа использовались взрослые деревья сосны обыкновенной. Всего проанализировано более 800 деревьев.

Оценки генетической структуры посредством частоты встречаемости аллельных вариантов, рассчитанных для исследованных насаждений до и после проведения постепенных рубок, выявила, что различия в основном находятся в пределах от 0,1 до 8%. Также установлено, что проведение равномерно-постепенных рубок в большей степени влияет на смещение частот встречаемости аллелей, по сравнению с полосно-постепенными рубками. На состояние равновесия и степень подразделенности древостоев сосны обыкновенной до и после проведения первого приема постепенных

рубок, которые были изучены с использованием F-статистик Райта и G-статистик Неи, проведение обоих видов постепенных рубок не оказывает существенного влияния. Оценка генетической структуры исследованных насаждений на основе коэффициента генетической дистанции Неи (D_N) показала, что насаждения до и после проведения первого приема полосно-постепенных рубок имеют практически идентичную генетическую структуру (величина D_N не превышала 0,002). Кластеризация насаждений до и после проведения первого приема рубок, также выявила большое сходство их генетических структур. Причем, кластеризация, проведенная для объединенных выборок по двум видам рубок, более четко показывает разницу их влияния на генетическую структуру насаждений (рисунок).

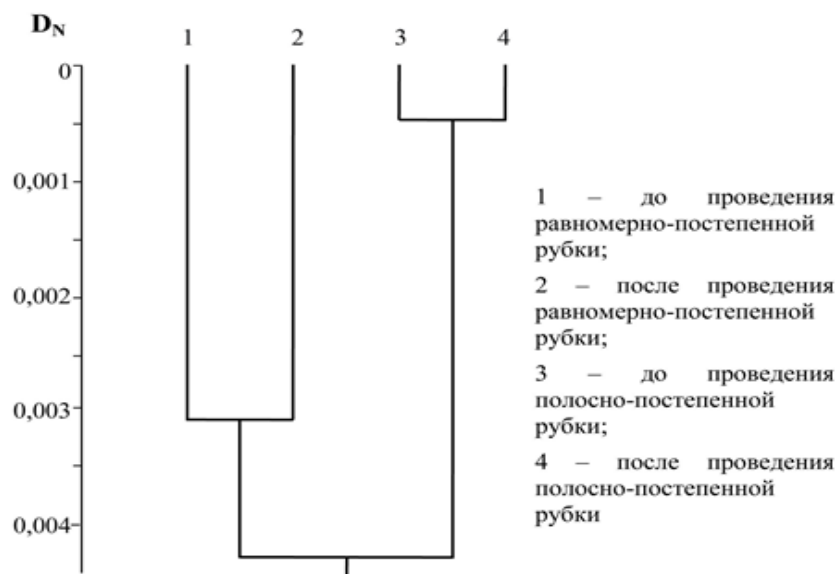


Рисунок – Дифференциация исследованных насаждений сосны обыкновенной до и после проведения первого приема постепенных рубок

Таблица – Значения основных показателей генетической изменчивости древостоев сосны обыкновенной до и после проведения первого приема постепенных рубок в подзоне широколиственно-сосновых лесов

Вид рубки	Древостой	Доля полиморфных локусов (P)	Число аллелей на локус* ($A_{1\%}$)	Средняя гетерозиготность*	
				ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
Полосно-постепенные	до рубки	0,80	2,30 $\pm 0,92$	0,258 $\pm 0,004$	0,255 $\pm 0,004$
	после рубки	0,85	2,45 $\pm 0,94$	0,256 $\pm 0,005$	0,259 $\pm 0,005$
Равномерно-постепенные	до рубки	0,85	2,35 $\pm 0,99$	0,255 $\pm 0,008$	0,264 $\pm 0,008$
	после рубки	0,85	2,35 $\pm 0,87$	0,266 $\pm 0,011$	0,256 $\pm 0,011$

* – значения показателей приведены с ошибкой среднего

Значения основных показателей генетического разнообразия для исследованных насаждений сосны обыкновенной приведены в таблице. Величина параметров доли полиморфных локусов (P) и числа нередких аллелей на локус ($A_{1\%}$) после проведения

первого приема рубки, либо не изменилась (равномерно-постепенные рубки), либо несколько возросла (полосно-постепенные рубки).

Существенных различий по показателям ожидаемой (H_e) и наблюдаемой (H_o) гетерозиготности в древостоях сосны обыкновенной до и после проведения первого приема полосно-постепенных рубок выявлено не было. При проведении равномерно-постепенной рубки происходит снижение показателя H_o на 0,8%, но в тоже время возрастает величина H_e на 1,1%. Это свидетельствует о том, что избирательное изъятие деревьев в древостоях сосны обыкновенной при проведении равномерно-постепенных рубок в большей степени оказывает влияние на величину параметра средней гетерозиготности.

Подводя итог результатам анализа генетической изменчивости, генетической структуры и подразделенности насаждений сосны обыкновенной до и после проведения первого приема постепенных рубок, следует отметить, что наиболее оптимальными для сохранения генофонда и генетической структуры исходных древостоев являются полосно-постепенные рубки главного пользования, так как при их проведении не происходит снижения генетического разнообразия и изменения генетической структуры. Кроме того, по утверждению некоторых исследователей и практиков, полосно-постепенные рубки имеют упрощенную технологию лесосечных работ, на 15–20% повышают производительность труда, упрощают проведение содействия естественному возобновлению и в меньшей степени повреждают подрост на последнем этапе рубки, по сравнению с равномерно-постепенными рубками.

Иващенко Л.О.^{1,2}, Пантелеев С.В.², Баранов О.Ю.^{1,3}

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ПРАЙМЕРОВ НА ОСНОВЕ 16S рРНК ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПАТОГЕНОВ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД БЕЛАРУСИ

¹ УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, lyba281997@mail.ru,

² ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, stasikdesu@mail.ru,

³ Национальная академия наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, betula-belarus@mail.ru

In the course of the study, oligonucleotide primers were developed for the diagnosis and identification of phytopathogenic bacteria from 12 genera associated with infectious diseases of forest-forming species in Belarus. In silico studies have been conducted to study the effectiveness of the designed primers using the Primer Blast module. The results showed that the developed pairs of oligonucleotides were suitable for the detection of phyto-bacteria in plant samples, while cross-amplification with plant DNA was not observed.

В настоящее время повышенное внимание ученых и практиков во всем мире уделяется проблеме широкого распространения болезней лесных древесных растений бактериальной этиологии. Так, в мире описано несколько сотен бактериозов с различной симптоматикой и степенью вредоносности на лесных древесных растениях. Их вызывают бактерии из родов *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Enterobacter*, *Agrobacterium*, *Brenneria*, *Xanthomonas*, *Xylella*. При этом, видовой состав бактериальных структур и их количественное соотношение постоянно меняются. Бактериальные инфекции в равной степени поражают лесные древесные растения в естественных

насаждениях, лесных культурах, лесозащитных полосах, а также в городских, парковых и лесопарковых насаждениях. Все это обусловило возникновение острой необходимости в ранней диагностике и видовой идентификации бактериальных патогенов древесных растений с целью своевременного проведения лесозащитных и санитарно-профилактических мероприятий [1].

В настоящее время молекулярно-генетическая идентификация бактериальных видов в основном проводится на основании анализа результатов секвенирования генов первичного метаболизма, которые диагностированы у всех известных таксономических групп микроорганизмов. Среди наиболее используемых ДНК-маркеров можно выделить фрагменты генов кодирующих 16S рРНК, 23S рРНК, β -субъединицу РНК-полимеразы (RPOB), β -субъединицу ДНК-гиразы (GYRB), белок-шаперон GROEL, репарационный белок RECA, а также межгенный спейсер 16S-23S рРНК [2]. При этом, в протоколах анализа, как правило, применяются универсальные олигонуклеотидные последовательности, комплементарные консервативным регионам, фланкирующим маркерные локусы. Альтернативным направлением является использование специфичных праймеров и зондов, позволяющих диагностировать определенные таксономические группы патогенных микроорганизмов.

Использование праймеров на основе высоконсервативного (на видовом уровне) гена 16S рРНК является самым распространенным методом диагностики и позволяет идентифицировать широкий спектр бактериальных патогенов, находящихся в образце. Однако, степень комплементарности универсальных праймеров 16S рРНК может быть неодинаковой для разных видов бактерий, что приводит к невозможности диагностики некоторых таксонов, а относительное сходство между видами длин регионов данного гена обуславливает низкую разрешающую способность при дифференциации близкородственных таксонов методами электрофоретического анализа. Еще одним недостатком использования существующих универсальных праймеров при работе с инфицированными растительными тканями является кросс-амплификация гомологичных регионов хпДНК и мтДНК растений.

Исходя из всего вышесказанного, целью данной работы явилась разработка дизайна праймеров (на основе гена 16S рРНК) для диагностики и видовой идентификации бактериальных патогенов лесобразующих пород Беларуси в инфицированных растительных тканях с исключением кросс-амплификации с растительной ДНК.

В ходе работы, на основании анализа особенностей структуры нуклеотидных последовательностей генов 16S рРНК мтДНК и хпДНК растений нами был разработан дизайн олигонуклеотидных праймеров, позволяющий избирательно диагностировать генетический материал фито-патогенных бактерий в инфицированных тканях хвойных (сосна обыкновенная и ель европейская) и лиственных (дуб черешчатый, береза повислая, ольха черная, ясень обыкновенный, осина) видов древесных растений: *cpF* – AGATACCCTGGTAGTCCAC и *cpR* – ATTA CTAGCGATTCCRRCTT (размер амплифицируемого фрагмента \approx 560 п.н.), применительно к препаратам нуклеиновых кислот, содержащих хпДНК растений; *mtF* – TGARATGTTGGGTAAAGTCCCG и *mtR* – TACAAGGCCCGGAACG (размер амплифицируемого фрагмента \approx 320 п.н.), применительно к препаратам нуклеиновых кислот, содержащих мтДНК растений, *16S-BacSpF* – GAGTTTGATCATGGCTCAGAKT и *16S-BacSpR* – GTGGCTGRTCATCCTCTCA (размер амплифицируемого фрагмента \approx 306 п.н.), применительно к препаратам нуклеиновых кислот, содержащих хпДНК и мтДНК растений.

— Detailed primer reports

Primer pair 1

	Sequence (5'→3')	Length	Tm	GC%	Self complementarity
Forward primer	TGCAACTCGACTGCGTGAAGTCG	23	65.75	56.52	8.00
Reverse primer	TACAAGGCCCGGGAACG	17	58.93	64.71	6.00

Products on target templates

>CP125300.1 **Pseudomonas syringae pv. syringae** strain B48 chromosome, complete genome

product length = 80

Forward primer 1 TGCAACTCGACTGCGTGAAGTCG 23
 Template 946820 946842

Reverse primer 1 TACAAGGCCCGGGAACG 17
 Template 946899 946883

>OP9901 **Brenneria sp. strain MBWS3.(1)** 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

product length = 80

Forward primer 1 TGCAACTCGACTGCGTGAAGTCG 23
 Template 973C.A..... 995

Reverse primer 1 TACAAGGCCCGGGAACG 17
 Template 1052 1036

>CP10185 **Xanthomonas oryzae pv. oryzae** strain YNCX plasmid pYNCX4, complete sequence

product length = 80

Forward primer 1 TGCAACTCGACTGCGTGAAGTCG 23
 Template 3878C..... 3856

Reverse primer 1 TACAAGGCCCGGGAACG 17
 Template 3799 3815

Рисунок – Результаты тестирования пары праймеров mtF и mtR в NCBI Primer Blast

Функциональность разработанных праймеров была протестирована *in silico* при помощи модуля Primer Blast в базе данных нуклеотидных последовательностей NCBI GenBank [<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>]. Полученные результаты показали, что пары праймеров являются специфичными по отношению к гену 16S рРНК представителей родов *Bacillus*, *Brenneria*, *Erwinia*, *Gibsiella*, *Lelliota*, *Lonsdalea*, *Pantoea*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Xylella*. На рисунке представлены результаты для пары олигонуклеотидов mtF и mtR.

Как видно из рисунка, праймеры являются специфичными для представителей упомянутых выше родов и не позволяют амплифицировать гомологичные локусы у растений, что делает возможным их использование для идентификации бактерий в образцах пораженных тканей древесных растений. Аналогичные результаты были получены при тестировании пар праймеров cpF и cpR, 16S-BacSpF и 16S-BacSpR.

Таким образом, разработанные праймеры на основе генов 16S рРНК мтДНК и хлДНК растений можно использовать в качестве инструмента для диагностики в растительных тканях генетического материала фитопатогенных видов бактерий из родов *Bacillus*, *Brenneria*, *Erwinia*, *Gibsiella*, *Lelliota*, *Lonsdalea*, *Pantoea*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Rahnella*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Xylella*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Goychuk A. et al. Bacterial Diseases of Bioenergy Woody Plants in Ukraine // Sustainability. – 2023. – Vol. 15 (5). – P. 4189.
2. James G. Universal bacterial identification by PCR and DNA sequencing of 16S rRNA gene // PCR for clinical microbiology: an Australian and international perspective. – 2010. – P. 209–214.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ВЫСОКОВОЗРАСТНОГО ДРЕВОСТОЯ ЕЛЬНИКА ДОЛГОМОШНОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА

ГПУ «Березинский биосферный заповедник»,
д. Домжеричы, Республика Беларусь, valery.ivkovich@tut.by

An analysis of the long-term dynamics of the stand in the spruce forest on the territory of Berezinsky Biosphere Reserve is given. Partial damage to spruce by the typographic bark beetle did not lead to the decay of the stand. In the resulting «windows», there is an active growth of the young generation of spruce, which contributes to the formation of a more stable stand of different ages.

Многолетние наблюдения за естественной динамикой и изменчивостью во времени, как в целом лесного биоценоза, так и отдельных его компонентов, всегда были и остаются важнейшей составной частью стационарных исследований в ненарушенных лесных экосистемах особо охраняемых природных территорий. Именно к таким объектам относятся высоковозрастные еловые леса Березинского биосферного заповедника, многие участки которых не испытывали прямого влияния человека, как минимум, на протяжении последних 70 лет.

В то же время, высоковозрастные еловые леса заповедника, произрастающие на почвах с неустойчивым водным режимом, в силу естественных природных механизмов роста и развития древостоев ели подвергались процессам распада по причине массового ветровала или усыхания под влиянием вспышек численности короёда-типографа. Поэтому исследование процессов восстановления коренных ельников спустя десятилетия после неблагоприятных природных явлений, вызвавших нарушение материнского полога, весьма актуально для оценки их биологического разнообразия, видового богатства и особенностей формирования структуры молодого поколения леса. Проведение повторных циклических лесотаксационных работ позволит установить скорость восстановления лесной растительности без вмешательства человека на участках, пройденных ветровалом и в очагах усыхания ели.

Объектом исследований явился древостой ельника чернично-долгомошного на постоянной пробной площади, заложенной в 1976 году. Для оценки динамики растительного покрова был выполнен анализ изменения таксационных показателей и структуры древостоя с использованием общепринятых в лесной таксации методик путем проведения повторных измерений с периодичностью, кратной 5 годам.

Древостой смешанный, сложный. 1 ярус – 10Е+Б,ед.Ос,С,Олч, 2 ярус – 10Е. Класс бонитета – II. Общий запас 374,0 м³/га. В подросте ель. В подлеске редко встречаются рябина, крушина, ива. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует черника (*Vaccinium myrtillus* L.), довольно обильны брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), а в мохово-лишайниковом ярусе преобладает мхи родов *Sphagnum*, *Polytrichum*, обилён *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

Отличительной особенностью исследованного древостоя является практически неизменившийся за почти полувековой (46 лет) период времени его состав, в котором основу образует ель с минимальной примесью сосны и мелколиственных пород. Не смотря на высокий возраст ели в начале наблюдений (104 года) и значительное повреждение материнского поколения в результате вспышки численности стволовых

вредителей в 2002–2003 годы, ель сохранила свое доминирование и характеризуется постепенным увеличением запаса (на 80 м³/га от начала исследований).

В процессе формирования структуры елового древостоя наблюдается цикличность, вызванная усыханием части деревьев, подвергшихся в 2002–2003 годах массовому нападению короеда-типографа. В результате интенсивного отпада деревьев ели, ее запас за 5 лет с 1997 по 2002 годы снизился на 17 м³/га, а за последующие 5 лет с 2002 по 2007 годы снизился уже на 52 м³/га.

Важно отметить, что уже в очередной пятилетке без какого-либо влияния человека при отсутствии мер борьбы с вредителем зафиксировано прекращение массового усыхания ели и отмечено значительное положительное изменение запаса на 7 м³/га год. Увеличение прироста вероятно было обусловлено изреживанием древостоя, что способствовало снижению конкуренции и привело к бурному росту оставшихся в живых деревьев, получивших лучшие возможности использования питательных веществ.

Форма рядов распределения деревьев по ступеням толщины, характеризующая разнообразие морфологической структуры древостоев, также служит надежным критерием для определения происходящих в древесном ярусе тех или иных изменений. В исследованном древостое отмечен закономерный процесс увеличения коэффициента варьирования диаметров с увеличением возраста. Кривая ряда распределения числа деревьев ели по диаметру растянута и без выраженных пиков, т.е. с близкой к нулю асимметрией и отрицательным значением эксцесса. Существенно изменился и процесс отпада деревьев, если в начале исследований отпад в основном состоял из деревьев нижних ступеней толщины, то в 2002–2007 годы из-за повреждения ели короедом, он практически был равномерен по всему спектру диаметров. В настоящее время 2017–2022 годы процент сухостоя значительно снизился, единичные сухие деревья отмечены диаметром от 12 до 36 см, при максимальном диаметре здоровых экземпляров 54 см.

Как видим, среднее по интенсивности усыхание разных по размерам экземпляров ели в целом не оказало существенного влияния на изменение структуры древостоя. Усыхание ели носило куртинный, мелкоочаговый характер. В последующие годы (2012), в создавшихся окнах произошло интенсивное формирование елового подроста, который образовал второй ярус с диаметром стволов 6–18 см. В настоящее время группы благонадежного елового подроста приурочены к периферии «окон» в пологе материнского древостоя и, судя по большому приросту в высоту, обладают высоким потенциалом для пополнения второго яруса.

Исходя из проведенного анализа современного состояния и структуры древостоя в ельнике долгомошном, можно прогнозировать, что последующая его динамика будет стремиться к формированию монодоминантного разновозрастного елового насаждения с незначительной примесью сосны и мелколиственных пород: ольхи черной и березы пушистой. Сильно растянутая, уплощенная и без выраженных пиков форма кривой распределения числа деревьев ели по толщине свидетельствует о весьма высокой степени устойчивости древостоев в данных лесорастительных условиях, даже в периоды возможных неблагоприятных погодных условий и массовых вспышек численности стволовых вредителей.

Установленная высокая степень устойчивости еловых лесов, даже при наличии периодических нарушений естественного характера в структуре их древостоя, является весьма важным фактором для сохранения биоразнообразия. В условиях заповедного режима и отсутствия катастрофического внешнего воздействия обеспечивается длительное сохранение таких фитоценозов с присущим им набором флоры и фауны и господством ели обыкновенной.

В этом плане, Березинский биосферный заповедник является исключительно уникальным научным объектом для исследования естественной динамики высоковозрастных лесных фитоценозов. Многолетний заповедный режим позволяет установить закономерности естественных процессов, которые ведут к формированию устойчивых коренных сообществ, что может быть использовано при разработке мероприятий по сохранению биологического разнообразия в условиях климатических изменений и связанных с ними аномальных природных явлений.

Ильючик М.А., Жибуль А.А.

МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ

РУП «Белгослес», г. Минск, Республика Беларусь, monitles@tut.by

The report contains a brief description of the method of forest monitoring. The main attention is paid to the condition of forests and the main adverse factors affecting forests. The attention is focused on the condition of the most troubled timber species.

Леса относятся к числу важнейших природных ресурсов. Они оказывают большое влияние на формирование растительных и животных сообществ. Являясь возобновляемым природным ресурсом, леса хорошая альтернатива ископаемому топливу. С давних времен человечество ведет учет площади лесов, запасов стволовой древесины, повреждений лесов вредителями и болезнями.

В связи с изменением климата и увеличением объемов выбросов веществ, загрязняющих атмосферный воздух, леса стали менее устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. В начале 1980-х годов в Центральной Европе ухудшение состояния лесов приняло устойчивый характер. Повреждение лесов стало очевидным по потере хвои (дефолиации) у пихты и других хвойных пород. Для оценки жизнеспособности лесов была запущена международная программа по мониторингу и оценке влияния воздушного загрязнения на леса (ICP Forests). ICP Forests была разработана методика проведения исследований. В Западной Европе международный лесной мониторинг начал проводиться с 1985 года.

В Беларуси мониторинг лесов по методике ICP Forests начал проводиться с 1990 года. В этот год специалистами РУП «Белгослес» на растровой сетке 16×16 км было заложено 402 пункта наблюдений. В последующие годы на этой сетке было заложено еще 49 пунктов. В связи с гибелью и вырубкой насаждений, в которых были заложены пункты наблюдений, в 2022 году насчитывалось 366 действующих пунктов.

В пунктах наблюдений ежегодно оценивалось от 7 до 10 тысяч отобранных по определенным критериям учетных деревьев. Результаты наблюдений показывают, что основной причиной, негативно отражающейся на жизненном состоянии деревьев, являются засухи. Связано это с тем, что в вегетационный период из-за высокой температуры и недостатка влаги в почве у растений нарушается водный баланс. Это приводит к ослаблению деревьев, снижению их энтомоустойчивости, и гибель лесов происходит более интенсивно.

Существенное ухудшение состояния лесов отмечалось в 1993–1994 гг. Тогда после 1992 года, который был самым засушливым годом за всю историю метеорологических наблюдений, отмечалось уменьшение доли «здоровых» деревьев и увеличение доли «поврежденных» деревьев (рисунок 1). Сильно ослабленные и усыхающие деревья

относились к «поврежденным» деревьям, потому что они имеют не только существенную потерю хвои/листвы, но и устойчивое снижение прироста.

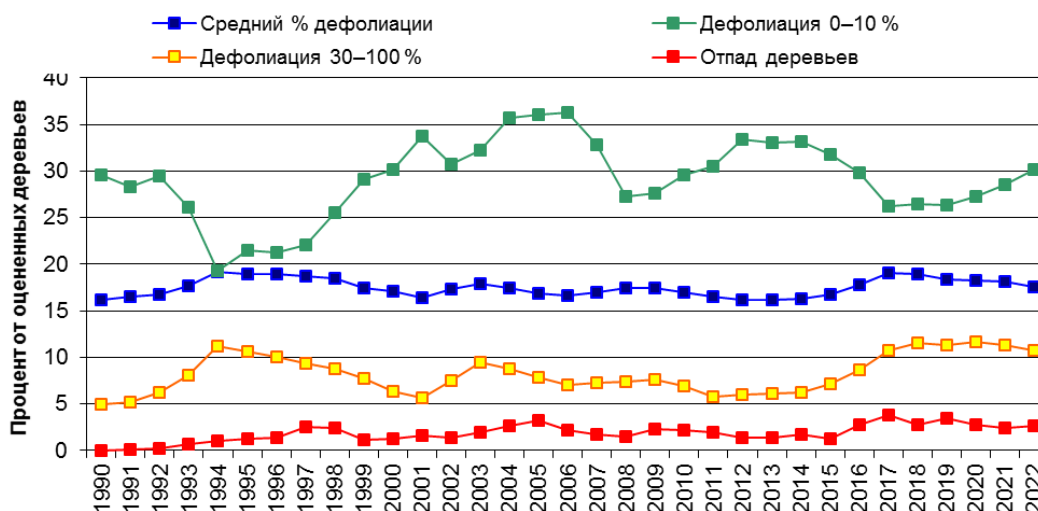


Рисунок 1 – Динамика дефолиации кроны и отпада оцененных деревьев за период проведения мониторинга

После засухи 2015 года, которая была сопоставима с засухой 1992 года, также наблюдалось резкое ухудшение состояния лесов. С 2015 года наблюдалось существенное уменьшение доли «здоровых» деревьев и увеличение доли «поврежденных» по признаку дефолиации деревьев. Эти тенденции повлекли существенное увеличение среднего процента дефолиации. В 2017 году он оказался всего на 0,1 процентного пункта меньше, чем в 1994 году. В 2016 и 2017 годах наблюдалось резкое увеличение отпада деревьев. Древесный отпад определялся как суммарная доля усыхающих, усохших и срубленных при проведении санитарных рубок деревьев, а также захламленности, образовавшейся в год обследования. Деревья, срубленные при проведении санитарных рубок, были включены в древесный отпад, потому что при проведении этих рубок вырубались, как правило, деревья, ранее погибшие от воздействия ветра, вредителей и болезней. При этом, учитывались только деревья 1–3 классов Крафта, то есть естественный отпад, происходящий преимущественно за счет деревьев низших классов роста, не учитывался.

Если рассматривать последние десять лет, то стволовые вредители были основной причиной гибели деревьев. За этот период удельный вес деревьев, погибших от их воздействия, составил почти четверть всех погибших деревьев. Доля деревьев, погибших от вредителей, существенно увеличилась в 2016 году. В этот год от воздействия насекомых увеличилась доля погибших елей, а также наблюдалась гибель сосен и берез. В 2017 году доля деревьев, погибших от стволовых вредителей, еще больше увеличилась и была вызвана в основном увеличением доли погибших деревьев сосны. После 2018 года удельный вес деревьев, погибших от стволовых вредителей, существенно уменьшился и был относительно стабильным.

Если рассматривать весь период наблюдений, то основной причиной гибели деревьев были ветровалы. От их воздействия выпала почти четверть всех погибших деревьев. Значительная доля деревьев, погибших от ветровалов, связана с изменением климата, вызвавшим усиление экстремальности опасных погодных явлений на территории страны. За период наблюдений значительная доля деревьев, погибших от ветра, впервые

наблюдалась в 1997 году. Начиная с 2004 года, ветровалы отмечались почти ежегодно. Наиболее массовыми они были в 2005–2006, 2009–2010, 2015–2016 и 2022 годах.

Гибель ели происходит более интенсивно, чем других основных лесообразующих пород. Из всех деревьев ели, отобранных для наблюдения в 1990–1992 годах, в 2022 году осталась только пятая часть этих деревьев (рисунок 2). Частично это связано с тем, что ель растет на границе своего ареала. До потепления климата граница сплошного местообитания ели проходила по южной половине республики. Как и любая древесная порода, произрастающая на границе своего ареала, ель оказалась наиболее уязвимой перед экстремальными погодными условиями.

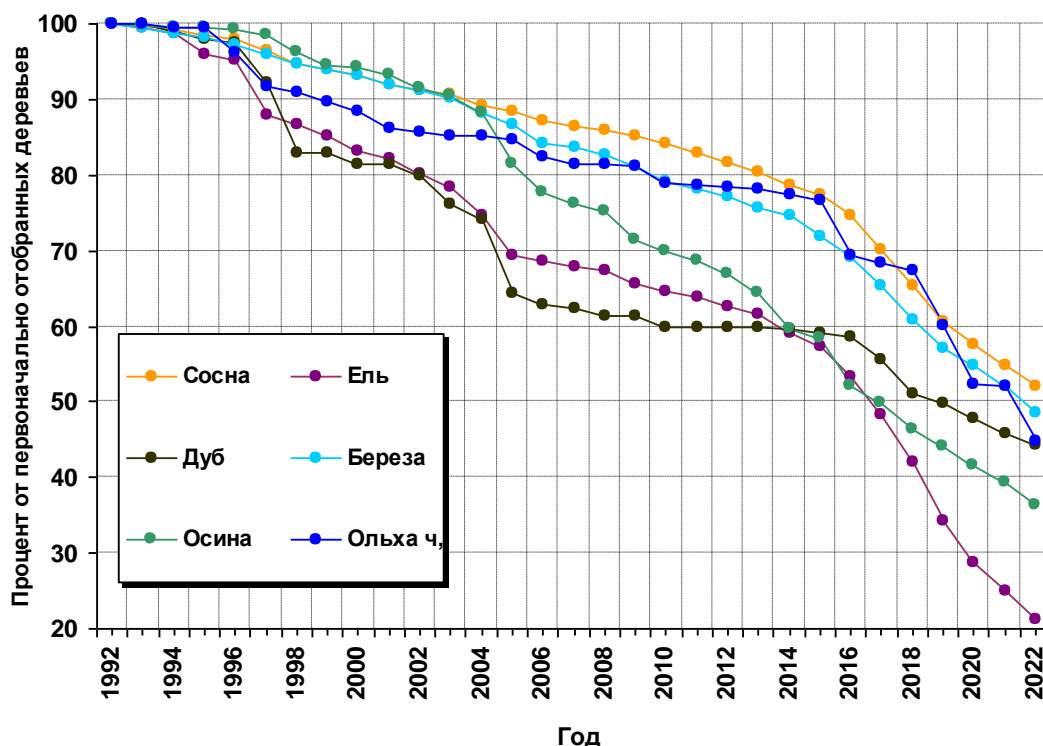


Рисунок 2 – Сохранность деревьев отобранных в 1990–1992 годах для ведения мониторинга

До 2015 года сосна была устойчивой к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Однако жаркая погода и недостаток осадков в 2015 году ослабили и сосновые леса. Усыхание сосновых лесов началось в юго-восточной части страны. В настоящее время усыхание деревьев сосны, а также ели, происходит в основном в южной половине страны. На этой территории после 2015 года почвенные засухи были ежегодными, более интенсивными и продолжительными, в сравнении с остальной территорией.

Из-за жаркой погоды и атмосферной засухи на преобладающей территории страны в конце августа – начале сентября 2022 года, санитарное состояние лесов в 2023 году, вероятнее всего, изменится незначительно. Гибель древостоев будет более интенсивной, чем в период до 2016 года, то есть до начала вспышки численности стволовых вредителей в сосновых лесах. В то же время, положительная тенденция ежегодного уменьшения площади насаждений погибающих от воздействия стволовых вредителей должна сохраниться.

Исаченко Г.А., Резников А.И.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТАЙГИ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, greg.isachenko@gmail.com, ar1725.2@gmail.com

*Since 2006–2016, the monitoring observations have been realized on 55 permanent sample plots in 12 of specially protected natural areas of Saint-Petersburg. Observations allow to reveal the impact of warming in recent decades, especially manifested in the cold period of the year. As an indicator of vegetation response to climate change, we can consider an increase in the frequency of occurrence of broad-leaved tree species, especially oak (*Quercus robur*). Its expansion on different landscape sites, along with the oak moving northward 70–150 km from the northern limit of its areal, indicates the shift of the border between southern and middle taiga.*

С 1992 г. нами проводятся наблюдения за многолетней динамикой ландшафтов на сети из 20 постоянных пробных площадей (далее – ППП), размещенных в Северо-Западном Приладожье (южная окраина Балтийского кристаллического щита, Карельский перешеек, Ленинградская обл.). В 2006–2016 гг. было заложено 55 ППП мониторинга изменений ландшафтов и растительности (площадь 100–2500 м²) в пределах 12 особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) Санкт-Петербурга: в южной части Карельского перешейка, в пределах Приневской низины, южного побережья Финского залива и Ижорской возвышенности. ППП заложены в 24 типах ландшафтных местоположений и около 50 видах растительных сообществ. Мониторинг на ППП проводится с периодичностью 1 раз в 2–5 лет.

Данные наблюдений за 15–30 лет позволяют охарактеризовать особенности смены породного состава древостоев в различных типах южно-таежных ландшафтов, сукцессий на заброшенных сельскохозяйственных угодьях, процессов заболачивания, ветровальной динамики, зарастания лесом осушенных торфяников и бывших торфоразработок, аккумулятивных и абразионных процессов на берегах Финского залива.

Один из результатов мониторинговых исследований – выяснение влияния на растительность макрорегионального потепления конца XX – начала XXI вв., наиболее проявляющегося в холодный период года. В качестве индикатора реакции растительности на изменения климата рассмотрено увеличение частоты встречаемости широколиственных пород деревьев, северные границы ареалов которых проходят вблизи С.-Петербурга. Выполнен анализ базы данных из более 1500 комплексных ландшафтных описаний, сделанных в 2010–2019 гг. в пределах восьми ООПТ южной части Карельского перешейка. В массиве описаний представлены все характерные типы ландшафтных местоположений: от камовых и моренных холмов до периодически затапливаемых побережий Финского залива. В базе данных учтены все описания, где встречены в древостое и/или подросте широколиственные породы: дуб черешчатый (*Quercus robur*), липа сердцелистная (*Tilia cordata*), клен платановидный (*Acer platanoides*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*). Подсчитана встречаемость каждой породы в десяти типах ландшафтных местоположений, данные по которым наиболее представительны (более 30 описаний в каждом).

Наиболее широко распространение во втором десятилетии XXI в. имеет дуб: он представлен во всех 10 доминирующих типах местоположений, причем на дренированных равнинах на безвалунных песках вдоль побережья Финского залива

встречаемость дуба достигает 45% от всех описаний в данном типе местоположений. В меньшем числе местоположений (8 из 10) представлен клен, еще меньше встречаются липа (6 из 10) и ясень (4 из 10).

В последние десятилетия дуб встречен в местоположениях, которые по своим экологическим особенностям неблагоприятны для этой породы: на сухих песчаных равнинах с крайне бедными поверхностно-подзолистыми почвами, заболоченных равнинах на песках с маломощным торфом и даже на мезотрофных неосушенных торфяниках. Как правило, дуб представлен здесь подростом высокой жизненности в лесах различного состава с участием сосны, ели и мелколиственных пород. Высота подроста варьирует в пределах от менее 0,5 до 8 м, что соответствует возрасту не более 20 лет. Густота подроста составляет от менее 1 тыс. шт./га до 10 тыс. шт./га. Встречаются экземпляры дуба, перешедшие из подроста в древостой.

На основании данных мониторинговых наблюдений на пяти ООПТ, расположенных в южной части Карельского перешейка (заказники «Гладышевский», «Юнтоловский», «Сестрорецкое болото», «Ново-орловский», памятник природы «Комаровский берег») был проведен анализ динамики подроста дуба за период 2006–2020 гг. Для анализа было отобрано 16 ППП площадью 400–2500 м², заложенных в 10 типах ландшафтных местоположений.

По данным исследований, на половине пробных площадей подрост дуба присутствовал весь период наблюдений (максимум 14 лет), на другой половине он был впервые отмечен после 2010 г. На трех ППП численность подроста дуба за весь период наблюдений увеличилась в 4–10 раз, на пяти ППП эта численность испытывала существенные колебания (10–1500 экз./га) вследствие внутривидовой и межвидовой конкуренции; при этом основным лимитирующим фактором выступает, по-видимому, освещенность. На всех рассмотренных пробных площадях по численности абсолютно преобладает подрост дуба высотой до 1,5 м, что свидетельствует о его появлении не ранее первых десятилетий XXI в. По всей видимости, занос семян дуба осуществляется птицами, в основном, сойками. Не менее 90% живого подроста имеет высокую благонадежность, оцениваемую 3 баллами по 3-балльной шкале. На двух пробных площадях, отличающихся наиболее благоприятными световыми условиями (ветровальный комплекс с полностью погибшим спелым древостоем и пойма с распадающимся древостоем серой ольхи) за последние 10 лет часть подроста дуба перешла в древостой.

Маршрутные исследования в различных районах Ленинградской области в 2015–2021 г. зафиксировали произрастание благонадежного подроста дуба в различных точках в 70–150 км севернее границы ареала вида, установленной в XX в. Подрост дуба встречен в различных типах местоположений, в том числе на характерных только для Фенноскандии склонах сельг – гряд, сложенных кристаллическими породами и обработанных ледником. Особо следует отметить обнаружение подроста (возраст не более 20 лет) на Онежско-Ладожском перешейке, относимом обычно к средней тайге.

Полученные данные свидетельствуют об увеличении присутствия широколиственных пород, особенно дуба черешчатого, в южной тайге Северо-Запада Европейской России, что проявляется как в продвижении ареала дуба на север (более чем на 100 км), так и в освоении дубом и другими широколиственными породами за последние 10–20 лет тех ландшафтных местоположений, где они ранее не встречались или отмечались единично. С наибольшей вероятностью причиной такой экспансии можно назвать изменение регионального климата в сторону потепления, особенно проявляющегося в критический для широколиственных пород зимний период. Сдвиг границы ареала дуба на север, при одновременном расширении его экологического

ареала (спектра осваиваемых ландшафтных местоположений) можно рассматривать как индикатор смещения границы южной и средней тайги в северном направлении.

Значительно менее очевидную причинность имеет процесс усыхания ели (*Picea abies*, *P. obovata*), повсеместно наблюдаемый в последние десятилетия в южной тайге Северо-Запада Европейской России, в частности, на Карельском перешейке. Так, в пределах заказника «Озеро Щучье» общая площадь участков с усыханием 30–80% спелого древостоя ели в 2022 г. достигла около 50 га (около 5% ООПТ). Наибольшее выпадение ели зафиксировано в ельниках с минимальной примесью других древесных пород, причем в местоположениях с разным увлажнением: от заболоченных равнин на песках до вершин камовых холмов. В смешанных древостоях (с сосной и березой) очаги усыхания ели встречаются значительно реже. На одной из ППП в этом заказнике в ельнике чернично-сфагновом 140–160-летнего возраста в период с мая по ноябрь 2022 г. выпало 54% живых деревьев ели, а почти все оставшиеся имеют состояние «сильно ослабленные» и «усыхающие». В условиях режима ООПТ можно исключить непосредственное влияние антропогенных факторов (загрязнение воздуха, рекреация и др.) на наблюдаемый процесс; отсутствуют и явные признаки массовой инвазии фитофагов. Поэтому можно предположить воздействие потепления и некоторого уменьшения атмосферного увлажнения на состояние популяции ели в южной тайге Европейской России.

Каган Д.И., Ивановская С.И.

МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ НП «ПРИПЯТСКИЙ»)

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, quercus-belarus@mail.ru*

On example of the forest formation of the national park "Pripyatsky", the results of use of methods of molecular genetic analysis in the study of tree species of specially protected natural areas are presented. It is shown that the stands of Scots pine in the national park "Pripyatsky" have a large margin of genetic variability. The stands of pedunculate oak are represented by three genetic origins and are characterized by a high genetic status.

Эффективное сохранение лесных генетических ресурсов требует знаний не только об их современном состоянии, но и об изменениях, которые в них происходят. Это обуславливает необходимость долговременного наблюдения за состоянием популяционных генофондов, оценки и прогнозирования их динамики во времени и пространстве, определения пределов допустимых изменений. В последние годы все больше в лесном хозяйстве республики находят свое применение методы молекулярно-генетического анализа. Их использование имеет достаточно широкий спектр направлений: оценка генетических ресурсов хозяйственно-ценных видов и эффективности их сохранения, паспортизация плюсовых деревьев, анализ пloidности и выявление заражения растений патогенами и т.д.

В основу сохранения генофонда и генетического улучшения лесов, как показывают популяционно-генетические исследования лесных древесных растений, проводимые в различных странах, должны быть положены закономерности внутривидовой изменчивости и дифференциации природных популяций. По мнению ряда

исследователей, точкой отсчета величины генетической изменчивости является состояние генетического оптимума, унаследованное нативной системой популяций от предкового генофонда. Оптимальной моделью для изучения и получения информации о состоянии генофонда древесных видов, который формировался с ограничением антропогенного фактора на протяжении длительного периода времени, являются древостои заповедников и национальных парков.

Изучение генетического разнообразия сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в НП «Припятский», проведенное на основе метода изоферментного анализа, показало, что среди сосновых насаждений ООПТ древостои сосны обыкновенной НП «Припятский» по величине средних значений H_e и H_o , наряду с сосняками НП «Беловежская пуца», являются одними из самых высоких, установленных для сосняков естественного происхождения в Беларуси. Исследование проводилось по стандартным методикам с использованием одиннадцати ген-ферментных систем, которые кодируются 20 изоферментными локусами.

В таблице представлены основные показатели генетического разнообразия для исследованных древостоев сосны обыкновенной НП «Припятский». Для сравнения приведены средние значения полиморфизма для особо охраняемых природных территорий и древостоев естественного происхождения сосны обыкновенной лесов хозяйственного использования Беларуси, полученные нами ранее.

Таблица – Значения показателей генетической изменчивости в сосновых древостоях НП «Припятский»

Древостой	Доля полиморфных локусов		Среднее число аллелей на локус		Средняя гетерозиготность*	
	P_{95}	P_{99}	A	$A_{1\%}$	ожидаемая H_e	наблюдаемая H_o
НП «Припятский»	0,60 (0,60-0,60)	0,85 (0,85-0,90)	2,85 (2,55-2,65)	2,30 (2,15-2,30)	0,266±0,007** (0,255-0,270)	0,292±0,007** (0,268-0,327)
В целом для ООПТ	0,65 (0,55-0,65)	0,90 (0,75-0,95)	3,35 (2,30-2,80)	2,45 (2,20-2,65)	0,260±0,003** (0,241-0,270)	0,273±0,003** (0,251-0,327)
Леса хозяйственного использования	0,65 (0,45-0,70)	0,85 (0,70-0,90)	3,60 (2,00-2,95)	2,35 (2,00-2,60)	0,240±0,002 (0,199-0,257)	0,247±0,002 (0,215-0,270)

* – значения показателей приведены с ошибкой среднего;
 ** – достоверно превышают значение показателя для лесов хозяйственного использования по 99% критерию

Величина показателей доли полиморфных локусов (P_{95} , P_{99}) в сосновых древостоях НП «Припятский» в целом соответствует значениям показателя в насаждениях ООПТ и лесов хозяйственного использования. Показатель числа аллелей на локус (A) изменяется от 2,55 до 2,65 и в целом равен 2,85, что существенно ниже, чем для всей сосновой формации Беларуси. Однако данный показатель в большей степени зависит от размеров популяционной выборки и охвата ареала произрастания. В основном, снижение величины A происходит за счет аллельных вариантов, которые встречаются в насаждениях сосны обыкновенной на территории Беларуси с частотой менее 1%, и значение параметра $A_{1\%}$ (2,30), который характеризует количество нередких аллелей в популяции, не имеет существенных отличий от величины этого показателя для насаждений ООПТ и лесов хозяйственного использования. В то же время средние значения ожидаемой (H_e) и наблюдаемой гетерозиготности (H_o) проанализированных сосновых древостоев НП «Припятский» равны 0,266 и 0,292 соответственно и достоверно превышают по средним значениям показателей H_e и H_o леса хозяйственного использования ($P < 0,01$). Таким образом, можно сделать вывод, что древостои сосны

обыкновенной НП «Припятский» обладают большим запасом генетической изменчивости и сохраняют количество нередких аллельных вариантов и уровень гетерозиготности, характерный для сосновой формации Беларуси.

Помимо владения информацией об уровне генетической изменчивости, не менее важным является установление степени родства и дифференциации лесных насаждений. На основе анализа шести микросателлитных локусов хлоропластной ДНК дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) изучена генетическая структура и происхождение дубовых насаждений НП «Припятский».

В составе дубрав исследуемого региона обнаружены деревья трех разных происхождений (гаплотипов) дуба черешчатого, два из которых являются доминирующими для Беларуси. Это Центрально-Белорусский гаплотип, характеризующийся наибольшим процентом участия в составе дубовой формации Беларуси (48%) и распространенный на территории всех шести областей с постепенным увеличением удельной доли встречаемости с запада на восток, и Западный (10%), локализующийся в западной части страны преимущественно на территории Гродненской и Брестской областей. Третий гаплотип является редким для дуба черешчатого на территории Беларуси. Учитывая структуру филогенетического древа всех выявленных в Беларуси гаплотипов *Q. robur*, а также отсутствие у хлоропластной ДНК явления генетической рекомбинации, можно предположить, что он образовался в результате мутаций от Центрально-Белорусского гаплотипа. В целом, дубовая формация НП «Припятский» преимущественно представлена Центрально-Белорусским и образовавшимся от него редким гаплотипами. Западный гаплотип встречается единично.

Выявленные генетические происхождения дуба адаптированы к разным климатическим условиям. Центрально-Белорусский гаплотип характеризуется приуроченностью к более континентальному климату, Западный – к более умеренному. Так, Центрально-Белорусский гаплотип распространен в основном на территориях, на которых продолжительность периода с температурами от 5°C до 15°C (показатель континентальности) составляет от 100 до 110 дней (зона II континентальности климата). Западный гаплотип концентрируется преимущественно в зоне с более умеренным климатом (продолжительность периода с температурами от 5°C до 15 °C более 110 дней – зона I континентальности климата). Поскольку НП «Припятский» расположен в зоне II, широкая представленность в составе его дубовой формации Центрально-Белорусского гаплотипа закономерна. Обнаружение в регионе Западного гаплотипа (южная часть зоны II) может быть объяснено климатической зональностью, основанной на максимально низких значениях зимних температур. Для южной части зоны II характерна более высокая зимняя температура (-29...-23°C), по сравнению с северной частью (-34...-29°C).

Таким образом, дубовые насаждения НП «Припятский» относятся преимущественно к Центрально-Белорусскому генетическому происхождению, который характеризуется широким диапазоном адаптивности к климатическим и геоморфологическим факторам. Активно протекающие на территории НП «Припятский» микроэволюционные процессы – возникновение в результате мутаций редкого гаплотипа, – и распространение на территорию региона Западного гаплотипа, в совокупности с доминированием экологически пластичного Центрально-Белорусского гаплотипа свидетельствуют о высоком генетическом статусе насаждений дуба черешчатого НП «Припятский».

МОНИТОРИНГ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ КЕДРА СИБИРСКОГО В ОЧАГАХ СОЮЗНОГО КОРОВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук»,
г. Томск, Российская Федерация, ivankerchev@gmail.com

*Since 2019, Siberian stone pine forests near the settlements of the Tomsk region have experienced a massive Siberian pine dieback by the top type, caused by the invasive bark beetle *Ips amitinus* Echh. The results of approbation of methods for the alien pest foci monitoring in damaged stands according to the data of multispectral orthophotography from a UAV are presented. The high efficiency of differentiating the vital state of trees by images in the visible RGB spectrum and by the vegetation indexes is shown.*

Припоселковые кедровники относятся к особому типу сибирских лесных экосистем с абсолютным преобладанием кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour. Отдельные островные кедровые массивы разной площади (от 7 до 500 га) выделены в ООПТ областного значения в статусе ботанических памятников природы как уникальные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы [1, 3]. Начиная с 2019 года, в Томской области отмечается массовое усыхание кедра сибирского по вершинному типу, вызванное появлением в регионе чужеродного короеда *Ips amitinus* Echh. [5]. Особенность усыхания дерева обусловлена локализацией поселения короеда и переносом им фитопатогенных офиостомовых грибов [7]. На данный момент инвазионная популяция *I. amitinus* в Томской области характеризуются высокой численностью и вредоносностью.

Работа посвящена анализу характерных признаков повреждений деревьев и адаптации существующих методов мониторинга жизненного состояния насаждений, на основании дешифрирования данных мультиспектральной ортофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) в кедровниках, поврежденных союзным короедом.

Исследования проводились в темнохвойно-кедровых насаждениях Томской области. Съемка осуществлялась с квадрокоптера Phantom multispectral с высоты 120 м. Полетное планирование и составление детализированных 2D-ортомозаик, а также расчета индексов *NDVI*, *GNDVI*, *LCI*, *NDRE*, *OSAVI* проводилось в программном пакете DJI Terra (Китай, DJI).

Определение категорий состояния деревьев осуществлялось визуально, по форме и текстуре кроны, а также цвету хвои [2, 6].

Оценка ортофотоснимков указывает, что очаги в обследованных кедровниках формируются изначально в нарушенных участках или куртинах и диффузно распространяясь по насаждению. Например, наиболее интенсивный очаг массового размножения союзного короеда с почти полной гибелью древостоя сформировался в Лучаново-Ипатовском припоселковом кедровнике, после вспышки массового размножения сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* Tschetv. при 10-кратном увеличении площади очага за 3 года [4]. Наблюдения на пробной площади в Лучаново-Ипатовском кедровнике показали изменение количества жизнеспособных деревьев с 70% до почти полного их усыхания в течение трех лет (рисунок 1).

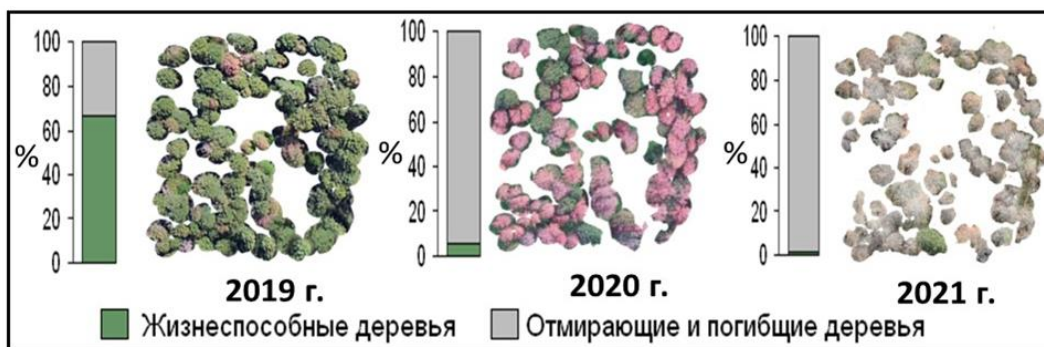


Рисунок 1 – Динамика отмирания деревьев кедра сибирского на пробной площади в Лучаново-Ипатовском кедровнике

Среди всех проанализированных спектров наиболее заметны внешние изменения в окраске крон кедра сибирского на снимках в видимом спектре RGB и спектре NDVI. Индекс NDVI является наиболее эффективным для отображения изменений окраски кроны на ранних и средних стадиях гибели растения (рисунок 2).

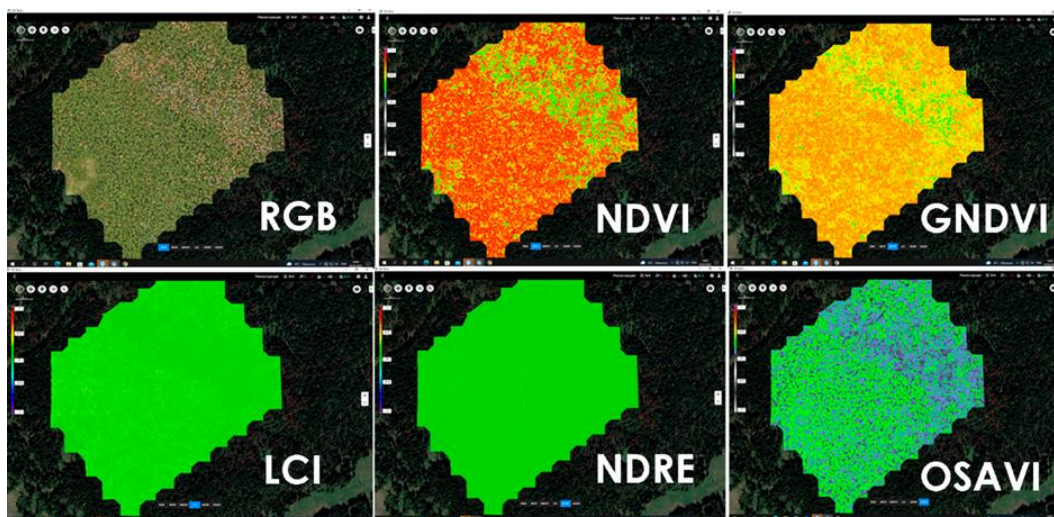


Рисунок 2 – Мультиспектральные изображения поврежденного насаждения в Протопоповском припоселковом кедровнике (май 2020 г.)

Наиболее эффективными для дифференциации деревьев разного жизненного состояния являются видимый спектр RGB и NDVI.

Использование БПЛА позволяют получать снимки высокого разрешения и актуальности, что в итоге помогает повысить эффективность оценки состояния деревьев и лесных насаждений. Внедрение таких методик способно повысить оперативность и адресность лесосанитарных мероприятий, что имеет высокую перспективность для внедрения в лесном хозяйстве.

Работа выполнена при финансировании Министерства науки и высшего образования РФ в рамках проекта № FWRG-2022-0001.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бех И.А. Кедр – жемчужина Сибири / И.А. Бех, С.А. Кривец, Э.М. Бисирова. – Томск: Печатная мануфактура, 2009. – 50 с.

2. Бисирова Э.М., Керчев И.А. Оценка состояния кедра сибирского *Pinus sibirica* в очагах массового размножения союзного короеда *Ips amitinus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) – нового инвазионного вредителя в Сибири // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева) : Материалы Всероссийской конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 24–27 ноября 2020 года / Под редакцией Д.Л. Мусолина, Н.И. Кириченко и А.В. Селиховкина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2020. – С. 82–83. – EDN FESQBV.

3. Данченко А. М. Кедровые леса Западной Сибири / А. М. Данченко, И. А. Бех. – Томск, 2010 –424 с.

4. Керчев И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А. Распространение союзного короеда *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 4. С. 77–84.

5. Керчев И.А., Мандельштам М.Ю., Кривец С.А., Илинский Ю.Ю. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтомологическое обозрение. 2019. Т. 98. № 3. С. 592–599.

6. Марков Н.Г., Маслов К.А., Керчев И.А., Токарева О.С. Модели U-NET для семантической сегментации поврежденных деревьев сосны сибирской кедровой на снимках с БПЛА, Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 1. С. 65–77.

7. Пашенова Н.В., Кабилов М.Р., Керчев И.А. Офиостомовые грибы, переносимые союзным короедом в Томской области // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы XI международной конференции, Петрозаводск, 10–14 октября 2022 года. – Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2022. – С. 51–53.

Киреева Ю.А.

ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ПОЛЕССКО-ПРИДНЕПРОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОКРУГА ПОДЗОНЫ ШИРОКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, o-sapfira@mail.ru*

The silvicultural and taxation characteristics of tree stands have been established, their productivity has been determined, and the reforestation potential has been assessed. The total stock of stem wood varies from 257,9 m³/ha to 279,5 m³/ha; small-leaved linden – from 136,1 m³/ha to 170,8 m³/ha. The undergrowth is characterized as viable, of medium density or rare, the origin is natural.

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) является важным компонентом широколиственных лесов и представляет особую ценность для лесного хозяйства Беларуси: она способствует формированию ценных в хозяйственном, экологическом и экономическом отношении насаждений, является перспективной для выращивания в богатых лесорастительных условиях древесной породой. Для липы характерна широкая экологическая амплитуда, она зимостойка, не боится поздних весенних и ранних осенних заморозков, теневынослива, засухо-, ветро- и дымоустойчива [1–3].

Цель работы – натурное обследование насаждений липы мелколистной Полесско-Приднепровского геоботанического округа подзоны широколиственно-сосновых лесов, установление лесоводственно-таксационных параметров, продуктивности, возобновительной способности.

Объекты исследования – лесные насаждения естественного происхождения с преобладанием в составе липы мелколистной, произрастающие в лесном фонде Гомельского опытного, Калинковичского и Хойникского лесхозов Гомельского ГПЛХО.

В отобранных лесонасаждениях произведена закладка круговых пробных площадей с последующим сплошным пересчетом деревьев по диаметру (см) и высоте (м); определены площади проекций (m^2) и протяженность (м) крон, густота их облиствления, протяженность бессучковой зоны ствола (м), санитарное состояние. Для учета естественного возобновления на каждой пробной площади заложено по три круговые площадки постоянного радиуса ($R = 5$ м).

В исследованных лесонасаждениях отмечено семь древесных видов: береза повислая (*Betula pendula* Roth.), вяз гладкий (*Ulmus laevis*), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), осина (*Populus tremula* L.). По количеству особей и запасу древесины на всех пробных площадях доминирующим видом является липа мелколистная. Общий запас стволовой древесины варьирует в пределах от 257,9 m^3 /га до 279,5 m^3 /га; липы мелколистной – от 136,1 m^3 /га до 170,8 m^3 /га. В таблице 1 представлена лесоводственно-таксационная характеристика объектов исследования.

Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика исследованных лесных насаждений липы мелколистной

Площадь такс. выдела, га	Возраст, лет	Состав	$H_{cp} \pm m_s$, м	$D_{cp} \pm m_s$, см	Класс бонитета	Сумма площадей сечений G , m^2 /га	Полнота	Запас на 1 га, m^3	Тип леса	ТЛУ
Гомельский опытный лесхоз, Шабринское лесничество, лесн. кв. 240, такс. выд. 11										
3,1	60	5,7Лп2,5Д1,7Кл0,1В	20,8 ± 4,1	29,4 ± 1,6	II	26,9	0,83	279,5	Лп. кис	Д2
Калинковичский лесхоз, Шиичское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 26										
0,4	75	5,1Лп4,1Д0,4Ос0,2Б0,2Г	22,8 ± 1,3	27,0 ± 1,0	I	23,8	0,71	265,1	Лп. кис	Д2
Хойникский лесхоз, Дубровинское лесничество, лесн. кв. 71, такс. выд. 72										
0,5	55	6,6Лп2,0Г0,9Ос0,3Б0,2Кл	21,4 ± 2,3	23,4 ± 0,7	IA	24,3	0,76	257,9	Лп. сн	Д3

Для анализа морфологической структуры лесонасаждений изучены следующие параметры: бессучковая зона ствола, протяженность, проекция и густота кроны, санитарное состояние деревьев (таблица 2).

Протяженность бессучковой зоны ствола варьирует от 5,3 м до 7,3 м. Очищаемость стволов от сучьев в насаждениях отмечена на уровне не ниже 25,5%. Вариабельность по протяженности кроны составила 10,1–13,7 м. Площадь проекций крон варьирует от 26,0 m^2 до 55,0 m^2 . Преобладают деревья с густыми и средней густоты кронами и хорошим санитарным состоянием.

Для анализа репродуктивного потенциала проведено натурное обследование естественного возобновления. Результаты учета подроста в насаждениях липы мелколистной представлены в таблице 3.

Наибольшее видовое разнообразие естественного возобновления и его количество отмечено на пробной площади в Гомельском опытном лесхозе – встречается 5 древесных видов в количестве 11052 шт./га. В целом подрост характеризуется как жизнеспособный, средней густоты или редкий, происхождение – естественное.

Таблица 2 – Морфологическая характеристика исследованных лесных насаждений липы мелколистной

Бессучковая зона ствола		Протяженность кроны		Проекция крон			Густота облиствления крон, % деревьев			Санитарное состояние, % деревьев		
протяженность ± m, м	% от высоты ствола	протяженность ± m, м	% от высоты ствола	S _{ср} проекции кроны ± m _x , м ²	сумма проекций крон на пробной площади, га	проектное покрытие, %	густые	средней густоты	редкие	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
Гомельский опытный лесхоз, Шабринское лесничество, лесн. кв. 240, такс. выд. 11 (60 лет)												
5,3±0,3	25,5	10,5±0,5	50,5	55,0±4,0	0,302	218,2	58,2	30,9	10,9	67,3	20,0	12,7
Калинковичский лесхоз, Шиичское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 26 (75 лет)												
7,2±0,3	31,5	13,7±0,3	60,2	26,2±1,1	0,215	109,5	64,6	32,9	2,4	97,6	2,4	–
Хойникский лесхоз, Дубровинское лесничество, лесн. кв. 71, такс. выд. 72 (55 лет)												
7,3±0,3	34,3	10,1±0,2	47,0	26,0±1,1	0,288	146,8	32,4	62,2	5,4	61,3	33,3	5,4

Таблица 3 – Данные учета естественного возобновления в лесных насаждениях липы мелколистной

Древесная порода	Количество										Характеристика по густоте
	на пробе 236 м ² , шт.				на 1 га, шт.						
	мелкий (до 0,5 м)	средний (0,51-1,5 м)	крупный (более 1,5 м)	всего	мелкий (до 0,5 м)	средний (0,51-1,5 м)	крупный (более 1,5 м)	всего	условно крупный	доля участия, %	
Гомельский опытный лесхоз, Шабринское лесничество, лесн. кв. 240, такс. выд. 11 (5,2Кл2,2Лп2,1В0,3Яс0,2Д; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)											
В	64	28	–	92	2716	1188	–	3905	2309	20,9	средней густоты
Д	8	–	–	8	340	–	–	340	170	1,6	редкий
Кл	232	20	4	256	9846	849	170	10865	5772	52,2	средней густоты
Лп	24	56	–	80	1019	2377	–	3395	2411	21,8	средней густоты
Яс	12	4	–	16	509	170	–	679	390	3,5	редкий
Всего на 1 га:									11052	100,0	густой
Калинковичский лесхоз, Шиичское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 26 (6,6Г3,4Лп; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)											
Г	28	32	8	68	1188	1358	340	2886	2020	66,5	средней густоты
Лп	16	20	–	36	679	849	–	1528	1019	33,5	редкий
Всего на 1 га:									3039	100,0	средней густоты
Хойникский лесхоз, Дубровинское лесничество, лесн. кв. 71, такс. выд. 72 (6,2Кл3,8Лп; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)											
Кл	112	16	–	128	4753	679	–	5432	2920	61,9	средней густоты
Лп	–	48	4	52	–	2037	170	2207	1800	38,1	редкий
Всего на 1 га:									4720	100,0	средней густоты

Примечание: В – вяз гладкий, Г – граб обыкновенный, Д – дуб черешчатый, Кл – клен остролистный, Лп – липа мелколистная, Я – ясен обыкновенный

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), договор №Б22М-070.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич, И. Д. Липняки Белоруссии: Типы, ассоциации, лесохозяйственное значение / И. Д. Юркевич, В. С. Адерихо, В. Л. Дольский. – Минск: Наука и техника, 1988. – 174 с.

2. Рысин, Л. П. Липовые леса Русской равнины / Л.П. Рысин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 195 с.
 3. Мурахтанов, Е. С. Липа / Е. С. Мурахтанов. – М.: Лесная пром-ть, 1981. – 80 с.

Кривец С.А.¹, Бисирова Э.М.^{1,2}, Керчев И.А.¹, Пац Е.Н.¹, Чернова Н.А.¹

**НОВЕЙШИЕ СУКЦЕССИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
 В ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
 ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ**

¹ ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», г. Томск, Российская Федерация, *krivec_sa@mail.ru*

² ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (Томский филиал), г. Томск, Российская Федерация, *bissirovaem@mail.ru*

*The specificity of the nature and direction of modern successional processes in the dark coniferous forests of the south-east of Western Siberia under the influence of invasive dendrophagous insects, the four-eyed bark beetle (*Polygraphus proximus*) and the small spruce bark beetle (*Ips amitinus*) was revealed. It is shown that zoogenic transformation of forests in the outbreak foci of aggressive alien species has a pronounced digressive character. The ability of Siberian fir forests to recover after an outbreak of the four-eyed bark beetle, in contrast to Siberian stone pine forests damaged by the small spruce bark beetle, can lead to significant changes both in the structure of biodiversity and in the organization of forestry in the taiga zone of Siberia.*

Вторжение видов-инвайдеров во всем мире считается второй по значимости, после разрушения мест обитания, угрозой биоразнообразию, поскольку оно сопровождается глубокой трансформацией процессов функционирования, нарушением режимов устойчивости, изменением физической структуры и видового разнообразия аборигенных лесных экосистем [5–7].

В Западной Сибири в первые десятилетия XXI века к традиционным факторам сукцессионной динамики темнохвойных лесов (пожары, лесозаготовительная деятельность, вспышки массового размножения местных хвоегрызущих видов насекомых) добавился новый фактор – инвазии чужеродных видов стволовых насекомых, дальневосточного по происхождению уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.) и европейского вселенца союзного кородея (*Ips amitinus* (Eichh.)).

Уникальность и острота этих событий заключается не только в том, что это первые выявленные инвазии короедов на территории Сибири. Оба вида проявили себя во вторичном ареале как агрессивные вредители, образовавшие в 2010-х годах очаги массового размножения в ослабленных климатическими стрессами пихтовых и кедровых насаждениях, вызвавшие их крупномасштабное усыхание и существенные изменения в экосистемах [2–4] (рисунок 1, 2).

На примере Томской области, одного из наиболее изученных регионов-реципиентов инвазии обоих видов короедов, в результате мониторинговых наблюдений показана специфика новых зоогенных сукцессий южнотаежных лесов и дан прогноз их восстановления после воздействия инвайдеров.

Так, в пихтовых лесах после вспышки массового размножения уссурийского полиграфа естественное возобновление может быть обеспечено наличием мелкого и среднего подроста предварительного семенного возобновления, не повреждаемого инвайдером, либо многочисленным пихтовым подростом порослевого происхождения.

Естественное восстановление пихтовых древостоев в зависимости от интенсивности воздействия будет происходить через коротко- или длительно-производные смены фитоценозов [1].

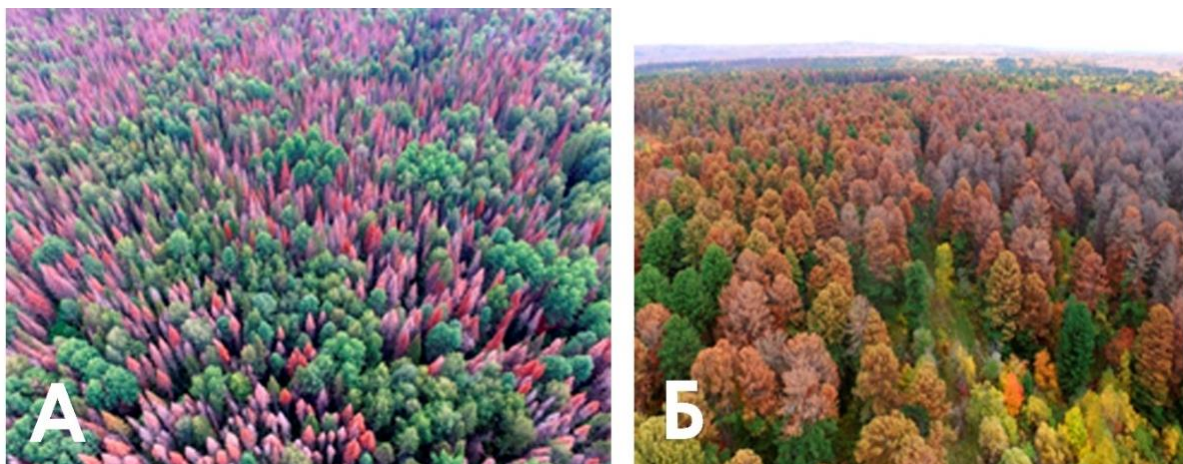


Рисунок 1 – Сплошное усыхание древостоев: А – пихты сибирской в очаге уссурийского полиграфа; Б – кедра сибирского в очаге союзного короеда (Томская область)

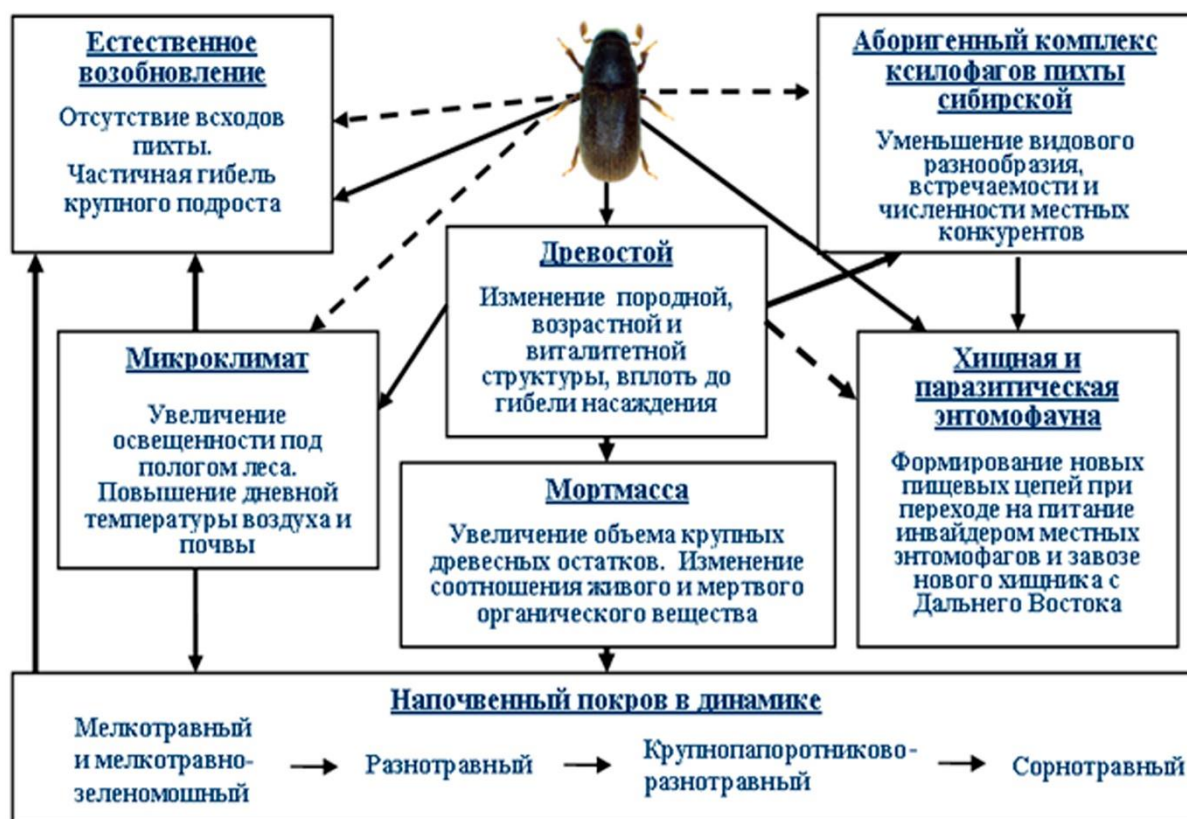


Рисунок 2 – Влияние уссурийского полиграфа на компоненты биогеоценоза пихтового леса (сплошные линии – прямое, прерывистые линии – косвенное воздействие).

Совершенно иная картина наблюдается в южнотаежных кедровниках, в которых в связи с природой кедровых насаждений отсутствует благонадежный подрост кедра. В них массовое размножение союзного короеда приводит к дигрессии исходных фитоценозов, формированию фитоценозов нелесного типа (короедников сорнотравных),

с редким подростом березы и перспективой лишь искусственного восстановления через лесокультурный этап.

Вспышки массового размножения инвазионных короедов как в сибирских пихтовых лесах, так и в кедровниках могут привести к существенным изменениям как в структуре биоразнообразия темнохвойных лесов, так и в организации лесного хозяйства в таежной зоне Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дебков Н.М. Природный потенциал возобновления в пихтовых лесах, поврежденных в ходе инвазии уссурийского полиграфа // Лесотехнический журнал. 2017. № 1. С. 58–68.
2. Кривец С.А. и др. Трансформация таежных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2015. №1. С. 41–63.
3. Кривец С.А. и др. Технология мониторинга пихтовых лесов в зоне инвазии уссурийского полиграфа в Сибири. Методическое пособие. Томск: УМИУМ, 2018. 74 с.
4. Kerchev I.A. et al. Small spruce bark beetle *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae): a new alien species in West Siberia // Entomological Review. 2019. 99 (5). P. 639–644.
5. Lovett G.M. et al. Forest ecosystems responses to exotic pests and pathogens in eastern North America // Bioscience. 2006. V. 56. P. 395–405.
6. Kenis M., Péré C. Ecological impact of invasive forest insects // JUFRO Working Party 7.03.10. Proceedings of the Workshop. Gmunden, Austria. 2006. P. 158–162.
7. Økland B. et al. Inter-species interactions and ecosystems effects of non-indigenous invasive and native tree-killing bark beetles // Biological Invasions. 2011. 13. P. 1151–1164.

Лавриненко О.В., Лавриненко И.А.

ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ОСТРОВНЫХ ЕЛЬНИКОВ В ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, lavrino@mail.ru*

At the turn of the 20th and 21st centuries, we documented the state of 32 spruce islands in the East European sector of the Arctic. They are represented both by modern open spruce forests in river valleys and by relic Holocene spruce islands on watersheds, isolated from the forest border. A re-examination of the northernmost islet in 2020 showed that its condition has not changed compared to 2000, but in 2014 spruce had a burst of vitality.

Граница леса на севере восточноевропейской части России образована елью сибирской (*Picea obovata*) и проходит по 67°30'–67°10' с.ш. На территории тундры еловые острова, изолированные от границы леса, обнаруживаются севернее 68 с.ш., в рефугиумах – наиболее защищенных местах с благоприятными микроклиматическими и почвенно-грунтовыми условиями. Происхождение их связано с теплым атлантическим временем голоцена (8–5 тыс. лет назад), когда ель росла на большей части восточноевропейских тундр [1].

Современное потепление климата, начавшееся в 70-е годы прошлого столетия, регистрируется на всей территории Арктики и Российской ее части и является основной движущей силой многих изменений в панарктическом масштабе, усиливающихся в отдельные годы на региональном уровне. В восточноевропейском секторе Арктики климатические изменения имеют высокие темпы: за последние 35 лет скорость роста

среднегодовой температуры воздуха достигла $+0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет [4]. Реакция растительности на потепление, помимо непосредственного влияния температуры воздуха, определяется и другими, важными для растений факторами. В Ненецком автономном округе за последние 30 лет годовое число заморозков значимо уменьшилось (на 14–21 день), продолжительность периода вегетации увеличилась в среднем на 2 недели, а сумма накопленного за этот период тепла – в среднем на 85°C [11]; наблюдаются тенденции к увеличению среднего количества атмосферных осадков на 100 мм/год (с 350 до 450 мм) и возрастанию толщины снежного покрова (с 40–50 см в начале века до 70–80 см в последние годы); установлено изменение и других опосредованных показателей – увеличение глубины сезонного талого слоя за последние десять лет, повышение температуры многолетнемерзлых пород и их частичное оттаивание сверху с образованием несквозных таликов [4].

Такие существенные и продолжительные климатические подвижки не могут не сказаться на растительном покрове, хотя, несомненно, ответная реакция растительности имеет лаг-период, который для деревьев оценивается в несколько десятилетий [8]. Исключительно важным является документированное подтверждение изменений растительного покрова с течением времени и в ответ на потепление.

Продвижение границы деревьев, обусловленное региональным потеплением, подтверждено во многих исследованиях. Из 166 участков, на которых граница была зарегистрирована с 1900 г., только на двух она отступила, на всех остальных положение деревьев либо улучшилось (в 52%), либо осталось стабильным [8]. В более позднем и обширном обзоре, в котором проанализировано 142 публикации и 477 мест по всему миру, показано, что лесной покров увеличился в высотном или широтном масштабе на 66% участков, а для *Pinaceae* еще значительно больше – на 72% (Hansson, 2022). Экстремально высокая скорость (>4 км за десятилетие) продвижения ели, изолированной от границы леса, установлена для популяции *Picea glauca* севернее хребта Брукс в американской Арктике: популяция удваивается каждое десятилетие, при этом экспоненциальный радиальный рост основных стволов отдельных деревьев положительно коррелирует с июльской температурой воздуха [6]. В работе S. Kruse et al. (2019) [9] с использованием модели LAVESI показано медленное продвижение *Larix sibirica* на юге Таймыра: скорость составила 1,6 м/год для границы деревьев и 0,6 м/год – редколесий. Однако авторы отмечают, что миграция может ускориться, если в тундре есть реликтовые острова и отдельные деревья, которые станут ядрами для быстрого заселения тундры. Мы ранее также предложили использовать изолированные лесные острова в качестве фитоиндикаторов климатических изменений, поскольку они могут стать трамплинами для внедрения в тундровые сообщества деревьев и сопутствующих им таежных видов [3].

В период с 1996 по 2001 гг. в рамках международных проектов SPICE и Pechora Delta мы изучили 32 островных ельника на широте $67^{\circ}45'–68^{\circ}00'$ в бассейнах 3 рек – Ортина и Море-Ю в Большеземельской тундре и Нерута – в Малоземельской, которые были позиционированы на местности с помощью GPS-навигатора. Кроме того, был изучен еловый островок в наиболее северной точке ($68^{\circ}17'$) – на мысе Болванский Нос на морском побережье. В пределах островов выполнены геоботанические описания, измерены высота и диаметр стволов у основания, сделаны фотографии [1, 10]. Такая надежная основа дает нам возможность проследить судьбу этих объектов через 22 и более лет.

Мы показали, что на северном пределе распространения ель сибирская существует как в форме небольших островков, занимающих прежнее положение в рельефе со времен голоцена, так и в виде современных еловых редколесий, оккупировавших наиболее благоприятные местообитания в тундре в течение последних столетий. Различия в типе

размножения, имеющие место в реликтовых и современных еловых островах, обуславливают различия в форме их роста. Современные еловые редколесья, распространенные в долинах тундровых рек Ортина и Море-Ю, по структуре древостоя подобны ельникам лесотундры. Для них характерно, преимущественно, семенное возобновление ели, о чем говорит наличие проростков и разновозрастного подроста. Реликтовые островки представляют собой сближенные группы тонкоствольных деревьев, занимающих возвышенные элементы рельефа на песчаных обнажениях – бугры в центральных частях котловин выдувания и внешние части их бортов. Такие деревья объединены общей корневой системой и представляют собой клоны, образовавшиеся путем вегетативного размножения. Возраст отдельных стволов диаметром 4,5–6 см достигает 60–70 лет, а возраст всей группы может, по-видимому, достигать нескольких сотен лет. Наличие бугров с еловыми островками посреди обширных песчаных обнажений позволяет утверждать, что в прошлом на их месте существовали холмы высотой несколько метров [1, 2]. В благоприятные периоды голоцена холмы были облесены, о чем свидетельствует наличие под еловыми останцами погребенного подзолистого горизонта на глубине 0,5–1 м. Его радиоуглеродная датировка в бассейне р. Море-Ю показала среднесуббореальный возраст (3350 л. назад) [5].

После 2000 г. нам удалось проследить судьбу пока только самого северного елового островка на мысе Болванский Нос (68°17'19.0" с. ш., 54°30'40.0" в. д.), где в 2014 и 2020 гг. были сделаны описания и фотографии, а в 2017 г. – только фотографии. Он занимает площадь 11.0 м × 6.5 м и расположен в нижней половине юго-западного вогнутого склона сопки (высотой 25 м над ур. м.), сложенной легким суглинком, перекрытым слоем песка. Ель в основном имеет форму стланика, растущего под защитой кустарников (*Betula nana* и *Salix glauca*), общее проективное покрытие которых было 35%, высота 50–70 см. Для редких прямостоячих деревьев *Picea obovata* характерна многовершинность и юбочная форма роста. Напочвенный покров моховой из *Hylocomium splendens* и *Pleurozium schreberi*, кустарничковый ярус сложен *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum* subsp. *microphyllum* и *Linnaea borealis*. В 2000 г. покрытие ели было 30%, над ярусом кустарников возвышались 7 деревьев высотой 75–120 см, из которых лишь 3 имели зеленую хвою в верхней части, у остальных стволики, выступающие над кустарниками, выглядели сухими. В 2014 г. ель характеризовалась высокой жизненностью: кроме приподнимающихся веток стланика насчитывалось 17 деревьев (6 самых высоких от 100 до 120 см выс.), все живые, полностью зеленые, с годичным приростом 2–3 см на концах веточек. В 2017 г. почти все прямостоячие ели имели флаговую вершину, в срединной части, выступающей поверх кустарников, у них отсутствовала хвоя (следствие снеговой корразии). В 2020 г. все наиболее высокие деревья имели лишь зеленые «юбки», выше которых были лишены хвои, в то же время часть стелющихся веток (>10 шт.) изменили рост с плагиотропного на ортотропный и имели высоту, соответствующую высоте ерника и ивы. Хвоя прошлого года на всех ветках была рыжей. За 20-летний период площадь елового островка не изменилась, проективное покрытие значимо выросло только у ивы (с 5 до 20%) и у кустарничка *Linnaea borealis* (с 7 до 20%), у *Picea obovata* было на уровне 30–40%. Число видов сосудистых и споровых растений в разные годы находилось в пределах 40–48 шт. В целом можно заключить, что в 2020 г. состояние ели в островке, было близким к 2000 г., а всплеск высокой жизненности наблюдался в 2014 г.

В ближайшее время мы планируем повторить геоботаническое обследование ельников, провести съемку местности с использованием беспилотных летательных аппаратов, сопоставить спутниковые снимки различных лет, чтобы оценить динамику северной границы ели, отдельных островов и деревьев. Так, летом 2023 г. мы проведем

экспедиционные работы в бассейне р. Ортина, что позволит изучить динамику состава и структуры еловых островков на северной границе и прогнозировать их изменение при сохранении климатического тренда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавриненко О.В., Лавриненко И.А. 2003. Островные ельники восточно-европейских тундр // Ботанический журнал. Т. 88. № 8. С. 59–77.
2. Лавриненко О.В., Лавриненко И.А. 2004а. Клональная структура и изменчивость ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в изолированных популяциях на самом северном пределе распространения // Сибирский экологический журнал. Т. 11. № 2. С. 179–190.
3. Лавриненко О.В., Лавриненко И.А. 2004б. Фитоиндикация изменений климата на Северо-Востоке европейской части России // География и природные ресурсы. № 2. С. 54–61.
4. Малкова Г.В., Коростелев Ю.В., Скворцов А.Г., Судакова М.С., Царев А.М. 2021. Геокриологические последствия современных климатических изменений – результаты комплексного мониторинга на геокриологических стационарах в Ненецком автономном округе // Мат-лы всеросс. науч.-техн. конф. «Комплексное изучение и освоение недр Европейского Севера России – 2021» (Ухта, 16–17 сентября 2021 г.). С. 167–173.
5. Русанова Г.В., Денева С.В. 2006. Почвы реликтовых островков ели на северо-западе Большеземельской тундры // Лесоведение. № 2. С. 21–25.
6. Dial R.J., Maher C.T., Hewitt R.E., Sullivan P.F. 2022. Sufficient conditions for rapid range expansion of a boreal conifer // Nature. Vol. 608. P. 546–551. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05093-2>.
7. Hansson A. 2022. Understanding treeline migration in response to modern climate change: Where is it happening, how are we measuring it, and what are the implications? Thesis PhD. The University of Queensland, Australia. 217 p.
8. Harsch M.A., Hulme P.E., McGlone M.S., Duncan R.P. 2009. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming // Ecol. Lett. N 12. 1040–1049. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01355.x>
9. Kruse S., Gerdes A., Kath N.J., Epp L.S., Stoof-Leichsenring K.R., Pestryakova L., Herzsuh U. 2019. Dispersal distances and migration rates at the arctic treeline in Siberia – a genetic and simulation based study // Biogeo-science. Vol. 16. P. 1211–1224. <https://doi.org/10.5194/bg-16-1211-2019>.
10. Lavrinenko I.A., Lavrinenko O.V. 1999. Relict spruce forest ‘islands’ in the Bolshezemelskaya tundra – control sites for long-term climatic monitoring // Chemosphere. Vol. 1. № 4. P. 389–402.
11. Lavrinenko O.V., Tyusov G.A., Petrovsky V.V. 2022. Impact of climate warming on floristic diversity of the East European tundra // Environmental dynamics and global climate change. V. 13. N. 1. P. 35–48. <https://doi.org/10.18822/edgcc101643>.

Понтус А.Р.¹, Пучило А.В.¹, Романова М.Л.¹, Давидович Ю.С.²

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ,
ОСНАЩЕННЫХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫМИ И МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ
КАМЕРАМИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ И
МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

¹ ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, par2004@yandex.by

² УО «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, seg98001@gmail.com

The use of unmanned aerial vehicles equipped with hyperspectral and multispectral cameras for operational diagnostics of the state and monitoring of vegetation cover.

Традиционные снимки, получаемые, например, RGB или NIR-сенсорами, доказали свою полезность во многих областях сельского и лесного хозяйства. Тем не менее, говоря о ранней диагностике эколого-функционального состояния растительности (как лесной, так и сельскохозяйственной) таким снимкам не хватает спектрального диапазона (особенно в средней- и дальней части электромагнитного спектра) и их точного геопозиционирования для корректной классификации и диагностики идентифицируемых объектов растительного мира, которую могут обеспечить только гиперспектральные сенсоры. Этот вид сенсоров высокого разрешения вначале использовался на спутниках, а затем на пилотируемых самолетах, которые оказались достаточно дорогими в эксплуатации и обслуживании. В последнее время беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА) стали очень популярным и экономически эффективным средством для дистанционного зондирования и мониторинга растительного покрова, так как они способны нести малогабаритные и легкие по весу сенсоры. Развитие гиперспектральных цифровых технологий постоянно приводит к созданию все меньших по габаритам и легких сенсоров, которые в настоящее время могут быть установлены на БПЛА для научных и производственных (коммерческих) целей. Способность гиперспектральных сенсоров вести съемку в сотнях спектральных каналах (полос) увеличивает сложность их тематической обработки и интерпретации при дешифрировании огромного количества полученных данных. Дальнейшие шаги относительно обработки гиперспектральных данных должны выполняться в направлении поиска и получения соответствующей опорной (эталонной) информации, которая обеспечивает своевременные меры реагирования в лесоводственные, лесохозяйственные и агротехнические процессы.

Необходимо отметить, что как мульти-, так и гиперспектральные изображения имеют большой потенциал для перехода на совершенно новый уровень исследований при организации и ведении мониторинга растительного покрова. Например, можно оценить показатели продуктивности и стресса как в сельскохозяйственных, так и в лесных экосистемах, которые могут быть получены путем измерения индекса фотохимического отражения (PRI), основанный на узкополосном поглощении ксантофильных пигментов в диапазонах 531 и 570 нм. Однако при этом более высокое спектральное разрешение присутствует в гиперспектральных данных дистанционного зондирования узкополосного спектрального состава, которое невозможно достичь при использовании мультиспектральных данных. Таким образом, гиперспектральные данные имеют большие возможности для узкого профилирования материалов и получаемых соответствующих конечных результатов за счет его почти непрерывных спектров. С одной стороны, они охватывают спектральные особенности, которые могут пройти незамеченными в мультиспектральных данных из-за их дискретного и разреженного характера. Например, «красный край» (RE, 670–780 нм) недоступен для широкополосного сенсора, но он дает исчерпывающую характеристику (на дату съемки) содержания хлорофилла в листьях, фенологическое состояние и наличия/отсутствия растительного стресса – параметры, которые четко проявляются в этом спектральном диапазоне. С другой стороны, гиперспектральные данные обладают способностью идентифицировать некоторые компоненты растительного покрова, которые могут быть неправильно сгруппированы по мультиспектральным каналам (полосам). Как правило, при использовании БПЛА требуется наличие и взаимодействие нескольких взаимосвязанных технических устройств: наземный пункт управления и связи, наличия пилотажно-навигационного комплекса для выполнения полетных заданий БПЛА, полевого пункта обработки поступающей информации. При обработке

гиперспектральных данных, необходимо выполнить ряд технологических этапов: *первый* – получение гиперспектрального изображения; *второй* – калибровка полученных гиперспектральных изображений; *третий* – спектральная/пространственная обработка полученных данных (получение т.н. спектрального гиперкуба); *четвертый* – уменьшение размерности и получение селективных гиперспектральных каналов; *пятый* – тематическое дешифрирование на основе обучающих (эталонных) спектральных сигнатур-библиотек гиперспектральных изображений (анализ, классификация, обнаружение и т. д.).

Нами в работе широко использовались вегетационные индексы (VI), рассчитываемые при тематической обработке гиперспектральных изображений, что позволило проанализировать и оценить эколого-функциональное состояние хвойных насаждений, находящихся на территории ГЛХУ «Минский лесхоз» (Волмянское и Станьковское лесничества) и с/х культур на территории ОАО «Ставок», ОАО «Лопатино» и ОАО «Ласицк» Пинского района Брестской области по индексу площади листьев (LAI) с оценкой их биофизических, физиологических и биохимических параметров. Нами были установлены и классифицированы как широкие, так и узкие спектральные селективные полосы, для полученных гиперспектральных данных. Кроме того, нами рассчитывался индекс коэффициента поглощения хлорофилла (CARI), индекс «зелености» (GI), индекс вегетации зелени (GVI), модифицированный индекс коэффициента поглощения хлорофилла (MCARI), модифицированный индекс нормализованной разности вегетации (MNDVI), простое соотношение (SR), включая узкополосные варианты (1–4нм), трансформированного индекса коэффициента поглощения хлорофилла (TCARI), треугольный индекс растительности (TVI), модифицированный коэффициент стресса растительности (MVSР), модифицированный индекс почвенной растительности (MSAVI) и PRI.

Необходимо отметить, что вегетационные индексы (VI) широко используются при тематической обработке гиперспектральных данных для оценки чувствительности VI к коэффициенту LAI. Модифицированные версии TVI и MCARI оказались лучшими для прогнозирования зеленого цвета в LAI. Выполненная нами оценка состояния хвойных насаждений указала на то, что PRI является одним из наиболее чувствительных к каротиноидам и хлорофилл-каротиноидным соотношениям. Индекс TCARI в сочетании с широкополосным индексом, известным как Оптимизированный индекс растительности с поправкой на почву (OSAVI), был наиболее подходящим для оценки Cab на агрегированных и чистых пикселях сосновых средневозрастных насаждений, подверженных воздействиям корневой губки. Полученные в течение вегетационного периода гиперспектральные данные, полученные с БПЛА «Гексакоптер-1» и гиперспектральной камеры ГПСК-120, при съемке хвойных лесов были использованы нами для разработки технологии диагностики усыхания лесов на ранней стадии с комбинациями VI, результатом которых стал вывод, что комбинация R515 / R570 (чувствительная к Sx + c) и TCARI / OSAVI (чувствительная к Ca + b) узкополосные индексы подходят для картирования концентрации каротиноидов фотосинтетического аппарата хвойных насаждений, который характеризует ослабление эколого-функционального состояния хвойных насаждений уже на ранней стадии. Что касается оценки содержания хлорофилла, то индексы SR и SR2 являются наилучшими для оценки текущего эколого-функционального состояния растительного покрова (на дату съемки). Также по результатам работ можно сделать вывод, что индекс MSAVI является весьма информативным из всех VI, который тесно связан с оценкой LAI на разных фенологических стадиях растительного покрова.

В заключении необходимо отметить, что большое внимание нами было уделено разработке и адаптации имеющегося программного обеспечения (ПО) для обработки гиперспектральных данных. В результате работ был апробирован бесплатный вариант с открытым исходным кодом – это модуль Spectral Python (SPy), который выпущен под общедоступной лицензией GPL. Кроме того, может быть рекомендован также программный модуль Hyperspectral Python (HypPy), который работает с форматом файлов пакета ENVI. Еще один вариант – Hyperspectral Image Analysis Toolbox (HIAT), который состоит из набора функций для анализа гиперспектральных и мультиспектральных данных в среде Matlab и бесплатный пакет MultiSpec.

Попов А.Г.

ИНТРОДУЦЕНТЫ ЦЕННЫХ 5-ХВОЙНЫХ ВИДОВ СОСЕН В ДЕНДРОАРХИВАХ ПИТОМНИКА «КЕДР» ИМКЭС СО РАН

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», г. Томск, Российская Федерация, popovaleksa@yandex.ru

The results of the first introduction test of the exotic 5-needle pine species in sub-boreal forest and forest zone of West Siberia southern taiga conditions was conducted in this study. P. flexilis and P. Armandi of the nine study species could not stand the limiting factors pressure of this introduction region. P. cembra turned out to be the most perspective species.

Целью мониторинга, оценки и прогноза состояния лесной растительности служит как понимание фундаментальных процессов, происходящих в экосистемах, так и их сохранение, и рациональное использование. Не составляет исключение и средообразующий древесный компонент многих лесных экосистем. Так, в методологическом смысле, одним из путей повышения продуктивности и устойчивости лесов является интродукция древесных растений (Лукин, 1976; Ботенков, Попова, 1997; Морякина, 1998; Сикура, 1998). Важным моментом интродукции являются также задачи увеличения ассортимента высокодекоративных деревьев и кустарников для озеленения городов (Крылов, Таланцев, Козакова, 1983; Бабич и др., 2008). Интродукция в России ведется с применением многих методов подбора растений в процессе интродукционного поиска («теорий интродукции») (Karpun, 2004) и на многочисленном видовом составе древесных растений (Каталог..., 1999). Не составляют исключение и 5-хвойные виды сосен входящие в единую подсекцию *Strobus* секции *Quinquefoliae* (Gernandt et al., 2005; Hao et al., 2015). Основная часть этих видов занимает обширные ареалы, на значительной части которых являются эдификаторами растительного покрова, имеют огромное природное и хозяйственное значение. Изучая литературные данные об успешной интродукции 5-хвойных видов сосен в различные регионы России (Бобров, 1972; Дроздов, 1998; Каталог..., 1999; Лазарева и др., 2002; и др.) выявлено отсутствие информации по их интродукции в условия подтаежных лесов и лесной зоны южной тайги Западной Сибири. Поэтому целью настоящей работы послужило подведение итогов первичного интродукционного испытания 5-хвойных видов сосен в данный район на основе многолетнего мониторинга за их состоянием.

На научном стационаре «Кедр» ИМКЭС СО РАН (юго-восток Томской области, 56°13' с. ш., 84°51' в. д., 78 м н. ур. м.) в южной части подзоны южной тайги собрана

уникальная коллекция семенного и вегетативного потомства некоторых экзотических видов 5-хвойных сосен: кедра европейского *P. cembra* L., кедра корейского *P. koraiensis* Sieb. & Zucc., кедрового стланика *P. pumila* (Pall.) Regel., сосны веймутовой *P. strobus* L., сосны румелийской *P. peuce* Griseb., сосны мелкоцветковой *P. parviflora* Sieb. Zucc., сосны горной веймутовой *P. monticola* Dougl., сосны гибкой *P. flexilis* James, сосны Арманда *P. Armandi* Franchet. Лимитирующими факторами для полноценного развития растений в условиях юга лесной зоны Западной Сибири являются минимальная зимняя температура воздуха, поздние весенние заморозки и резкий перепад температур в осенний период при подготовке растений к зиме.

Исследуя устойчивость интродуцируемых объектов к сезонным изменениям места интродукции, оценивали степень повреждения по методике, описанной ранее (Попов, 2019). Сезонные сроки роста и развития растений представлены в работах С.Н. Горошкевича, А.Г. Попова и С.Н. Велисевич (Попов, 2006; 2012; Горошкевич и др., 2017). Интегральную оценку перспективности растений при интродукции проводили по методике предложенной П.И. Лапиным и С.В. Сидневой (Лапин, 1973).

Результаты многолетнего мониторинга за состоянием растений в условиях интродукции представлены в таблице. Отсутствие в ней некоторых из вышеуказанных видов указывает на их низкую интродукционную перспективность в данном районе (IV–VI). Тем не менее, например, *P. parviflora* и *P. monticola* в прививке на основе декоративных миниатюрных культиваров являются перспективными видами. К сожалению, в семенном потомстве отсутствующие в таблице виды гибнут в основном от различных грибных инфекций.

Таблица – Результаты многолетнего мониторинга за состоянием растений в условиях интродукции

Вид	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр, см	Ширина кроны, см	♂/♀	П-сть
<i>P. cembra</i>	2	–	–	–	+	I
	10	$\frac{143,7 \pm 53,7}{-}$	$\frac{2,6 \pm 1,1}{-}$	–		I
<i>P. koraiensis</i>	16	224±42,5	6,3±1,2	183±26,7	+	I-II
	10	143,3±34,3	2,3±0,6	–		II-III
<i>P. pumila</i>	8	38,6±7,4	1,4±0,3	28,2±6,1	+	I
	10	70,0±19,9	1,2±0,6	–		II-IV
<i>P. strobus</i>	16	226,2±49,5	5,4±1,2	166,3±36,8	–	III-IV
	2	–	–	–		III-V
<i>P. peuce</i>	16	133,5±29,6	3,5±0,8	100,1±31,9	+	II-IV
	25	–	–	–		II-III

Примечание. Верхняя цифра в ячейке – семенное происхождение, нижняя – вегетативное. Первая цифра – среднее арифметическое значение признака, вторая – стандартное отклонение. I-VI – оценка перспективности при интродукции (П-сть). ♂/♀ – плодоношение (+ – присутствует; – – отсутствует).

Постников А.М., Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ СМЕНЫ ПОРОД С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, a.postnikov@spb-niilh.ru

The need to regulate the composition and density of mixed forest stands is discussed. Mechanical methods are laborious and have a short period of protective action. A good alternative to mechanical care is the method of injecting herbicides into tree trunks. It is concluded that the use of reduced doses of herbicides, including in mixtures, is promising. This allows you to effectively control the spread of aspen, thereby preventing unwanted change of tree species.

Одной из основных причин низкой эффективности технологий искусственного и естественного лесовосстановления на практике является недостаточное количество и качество проводимых уходов. В лесной зоне накоплены большие площади смешанных древостоев различного происхождения (культуры, естественные насаждения), требующие кардинального регулирования состава и густоты. Как правило, хвойные породы в таких насаждениях находятся во втором ярусе и в сильной степени угнетены лиственными породами. Применяющиеся различные способы лесоводственных уходов, основанные на механическом устранении нежелательной растительности (срезание, рубка), не в полной мере соответствуют лесоводственным требованиям, предъявляемым к ним. Основные причины – недостаточная эффективность, короткий период защитного действия, высокая трудоемкость при ручных способах и низкая избирательность при механических. В частности, при удалении древесных пород в кулисах механизированным способом практически невозможно оставление отдельных экземпляров как хвойных, так и лиственных пород, отобранных по лесоводственным показателям. Хорошей альтернативой механическим уходам является химический метод. Одним из способов устранения нежелательной растительности является инъекция химических веществ в стволы деревьев. Способ инъекции в стволы деревьев основан на введении раствора химического препарата в ствол дерева в специально сделанные зарубки (насечки) у основания ствола. Цель настоящей работы – оценка возможности снижения доз гербицидов при инъекциях в стволы деревьев осины в стадии жердняка для предотвращения нежелательной смены хвойных пород малоценными лиственными.

В результате анализа литературных данных перспективными для экспериментального изучения были признаны следующие гербициды, зарегистрированные для применения в Российской Федерации в 2022 году: Торнадо, ВР (360 г/л глифосата в виде изопропиламинной соли), Арбонал, ВК (250 г/л имазапира), а также их смеси, эффективность действия которых в настоящее время остается неизученной.

Полевые опыты выполнялись в Гатчинском районе (Гатчинское районное лесничество) Ленинградской области, который входит в Балтийско-Белозерский таежный район. При закладке опытов руководствовались «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве, раздел – Испытания гербицидов на землях несельскохозяйственного назначения». Диаметр деревьев составлял 8–12 см. В каждую насечку вводили по 1 мл раствора гербицида. Во всех вариантах каждого из опытов было обработано по 25 деревьев. При учетах эффективности обработки способом инъекции определяли долю хлорированных и отмерших листьев в процентах от их общего количества у деревьев, сохранивших жизнеспособность, а также количество полностью отмерших деревьев в процентах от числа обработанных.

Заключительный учет эффективности действия гербицидов в опыте 1, проведенный через 88 дней после обработки, показал, что наиболее эффективным было применение Торнадо, 0,55 мл/дерево и смеси Торнадо, 0,25 мл/дерево + Арбонал, 0,06 мл/дерево (таблица 1). Доля отмерших листьев составляла 99,1 и 98,3% соответственно и, кроме того, полностью отмерло более 90% деревьев. Высокая эффективность также наблюдалась в вариантах Торнадо, 0,20 мл/дерево – 91,2% и Торнадо, 0,20 мл/дерево + Арбонал, 0,08 мл/дерево – 87,1%. При этом доля отмерших

деревьев оказалась выше в варианте с применением одного гербицида Торнадо (64%), чем в варианте со смесью (50%). В варианте с применением Арбонала, 0,16 мл/дереву эффективность повысилась практически в 2,5 раза по сравнению с показателями, отмеченными в августе, но была по-прежнему значительно ниже, чем в наиболее эффективных вариантах. Полностью отмерло 20% деревьев.

Таблица 1 – Действие гербицидов на осину в опыте 1 (обработка 16.06. 2022)

Вариант опыта	Дата учета	Отмирание листьев, %	Отмирание деревьев, %
1. Торнадо, 0,55 мл/дереву	13.07.2022	75,7	8
	17.08.2022	97,4	76
	12.09.2022	99,1	92
2. Торнадо, 0,20 мл/дереву	13.07.2022	15,7	0
	17.08.2022	81,3	36
	12.09.2022	91,2	64
3. Арбонал, 0,16 мл/дереву	13.07.2022	3,4	0
	17.08.2022	27,0	0
	12.09.2022	67,0	20
4. Арбонал, 0,08 мл/дереву	13.07.2022	0,7	0
	17.08.2022	12,6	0
	12.09.2022	29,8	0
5. Торнадо, 0,20 мл/дереву + + Арбонал, 0,08 мл/дереву	13.07.2022	21,5	0
	17.08.2022	69,6	28
	12.09.2022	87,1	50
6. Торнадо, 0,25 мл/дереву + + Арбонал, 0,06 мл/дереву	13.07.2022	46,6	4
	17.08.2022	90,0	52
	12.09.2022	98,3	96

По результатам заключительного учета в опыте 2 (через 52 дня после проведения обработки) отмечено значительное увеличение эффективности во всех вариантах опыта (таблица 2). Самая высокая – 64,7% отмерших листьев и 28% отмерших деревьев наблюдалась в варианте 3, где применялась смесь гербицидов Торнадо 0,12 мл/дереву + Арбонал 0,08 мл/дереву. В вариантах 1 (Торнадо, 0,12 мл/дереву) и 4 (Торнадо 0,1 мл/дереву + Арбонал 0,06 мл/дереву) эффективность была значительно ниже – 29,3 и 23,8% отмерших листьев соответственно. Самая низкая эффективность в год обработки (16,8% отмерших листьев) была отмечена в варианте с Арбоналом, 0,08 мл/дереву.

Таблица 2 – Действие гербицидов на осину в опыте 2 (обработка 22.07.2022)

Вариант опыта	Дата учета	Отмирание листьев, %	Отмирание деревьев, %
1. Торнадо, 0,12 мл/дереву	17.08.2022	4,5	0
	12.09.2022	29,3	4
2. Арбонал 0,08 мл/дереву	17.08.2022	0,7	0
	12.09.2022	16,8	4
3. Торнадо 0,12 мл/дереву + + Арбонал 0,08 мл/дереву	17.08.2022	12,5	0
	12.09.2022	64,7	28
4. Торнадо 0,12 мл/дереву + + Арбонал 0,06 мл/дереву	17.08.2022	8,4	0
	12.09.2022	23,8	0

Таким образом, в опытах была установлена высокая эффективность и скорость действия на осину гербицида Торнадо в дозе 0,55 мл/дерево. Через три месяца после обработки отмирали практически все обработанные деревья. Торнадо в дозе 0,20 мл/дерево также эффективно подавлял осину.

Арбонал значительно медленнее Торнадо и смесей этих гербицидов начал проявлять токсическое действие. С учетом того, что Арбонал, являясь препаратом на основе имазапира, который, как известно, обладает более медленным действием на растения, чем глифосат, следует рассчитывать на значительное повышение эффективности в следующем вегетационном сезоне.

Также отмечена высокая эффективность действия смеси Торнадо, 0,20 мл/дерево + Арбонал, 0,08 мл/дерево на осину через три месяца после обработки. Кроме того, установлено более быстрое проявление токсического эффекта в вариантах со смесями с большим содержанием в них Торнадо.

Результаты полевых исследований показали, что вполне возможно снижение дозировки гербицидов Торнадо и Арбонал по сравнению с приведенными в государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов при сохранении высокой эффективности подавления осины. Кроме того, применение смесей этих гербицидов позволяет еще более снизить дозы гербицидов при инъекции в стволы деревьев.

Финансирование исследований осуществлялось Федеральным агентством лесного хозяйства по государственному заданию ФБУ «СПбНИИЛХ».

Придача В.Б., Сазонова Т.А., Тарелкина Т.В., Семин Д.Е., Туманик Н.В.

УГЛЕРОДНЫЙ И ВОДНЫЙ ОБМЕН ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СРЕДНЕТАЕЖНОГО СОСНЯКА ЧЕРНИЧНОГО

Институт леса – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск, Российская Федерация, pridacha@krc.karelia.ru

The paper presents the results of studies of the effects of plant growth conditions (habitat) and climatic factors (temperature and total precipitation in the growing season) on the structural and functional traits of coniferous and deciduous plants in a clear-cut site and under the canopy of an undisturbed bilberry-type pine forest in southern Karelia during four growing seasons. The estimations of intraspecific features of hydraulic structure coordination, photosynthetic capacity, and water use efficiency can be useful for revealing the mechanisms underlying the stability of forest ecosystems and restoration of their structure and species composition in a changing natural environment and climate.

Оценка устойчивости лесных сообществ и отдельных видов к внешним воздействиям требует проведения исследований возможных ответных реакций видов, сообществ и экосистем в разных регионах на прогнозируемые изменения природной среды и климата. Особенно актуальной эта проблема представляется в условиях Европейского Севера в связи с изменением частоты, характера и интенсивности экстремальных и неблагоприятных условий окружающей среды в последние десятилетия. Помимо меняющегося климата, существенное влияние на природные экосистемы оказывают и антропогенные факторы. В настоящее время рубка леса

является определяющим фактором трансформации лесных сообществ на большей части таежных территорий. Согласно международным оценкам общей площади лесов [1], с 1990 г. в результате вырубок во всем мире потеряно 420 млн га леса. Однако в последнее десятилетие (2010–2018 гг.) отмечено снижение темпов глобального обезлесения на 30% (до 7,8 млн га в год) по сравнению с предыдущим десятилетием (2000–2010 гг.).

На Северо-Западе России, в частности на территории Республики Карелия, за последние 60 лет (1956–2014 гг.) в результате широкомасштабных сплошных рубок коренных лесов площадь спелых и перестойных сосновых насаждений уменьшилась на 51% [2] на фоне роста доли лиственных насаждений. В настоящее время насаждения с преобладанием хвойных пород в Карелии составляют 87,5% от лесопокрытых площадей [3], в том числе с преобладанием сосны (64,3%) и ели (23,2%). Динамичность процессов, происходящих на вырубках в основном под влиянием естественных факторов, делает их хорошим модельным объектом для изучения реакции растений на изменения внешней среды. В этой связи целью нашей работы была оценка динамики показателей углеродного и водного обмена хвойных (*Pinus sylvestris* L.) и лиственных видов (*Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., *Alnus incana* (L.) Moench) древесных растений в ходе естественного лесовосстановления на сплошной вырубке среднетаежного сосняка черничного в условиях Южной Карелии.

Полевые данные по $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмену листа растений получены в июле в период с 2016 по 2019 гг. для одновозрастного подростка сосны, березы, осины и ольхи, произрастающих на сплошной вырубке 2009 г. сосняка черничного ($62^\circ 10' 28.1''$ С.ш., $33^\circ 59' 58.8''$ В.д.) и под пологом ненарушенного 95-летнего сосняка черничного ($62^\circ 10' 10.8''$ с.ш., $34^\circ 00' 05.4''$ в.д.). Измерения устьичной проводимости, интенсивности фотосинтеза и транспирации листа (хвои) древесных растений на вырубке и под пологом сосняка проводили на неотделенных листьях в средней части кроны с помощью портативной фотосинтетической системы LI-6400XT (LI-COR Inc., США) по единой методике в стандартной листовой камере с источником света LI-6400-02B LED (LI-COR Inc.) при освещенности $1600 \text{ мкмоль/м}^2 \text{ с}$, концентрации CO_2 400 мкмоль/моль , температуре воздуха 23°C и интенсивности потока воздуха 400 мкмоль/с [4]. Измерения водного потенциала проводили на отделенном облиственном побеге с помощью камеры давления Plant Moisture Vessel SKPM 1400 (Skye Instruments Ltd., United Kingdom) одновременно с измерением газообмена. Для определения гидравлических характеристик ксилемы с модельных деревьев каждого вида на обоих экспериментальных участках в последней декаде августа отбирали образцы древесины ствола. Поперечные срезы древесины толщиной 30 мкм изготавливали на замораживающем микротоме Frigomobil 1205 (Leica, Германия). Срезы окрашивали 1% водным раствором сафранина и помещали в глицерин. Микрофотографии срезов древесины получали на световом микроскопе AxioImager A1 (Karl Zeiss, Германия) с помощью фотокамеры ADF PRO03 и программного обеспечения ADF Image Capture (ADF Optics, Китай). На микрофотографиях с помощью программы ImageJ v. 1.50 (НИН, США) на сериях из 4-х полных годичных колец за период 2016–2019 гг. измеряли приросты ксилемы, толщину стенок и радиальный диаметр люмена сосудов (трахеид), подсчитывали их число на единицу площади древесины. Потенциальную гидравлическую проводимость рассчитывали с учетом плотности и гидравлического диаметра сосудов (трахеид) согласно закону Хагена-Пуазейля [5].

В результате проведенного исследования у разных видов в градиенте микроклиматических и фитоценологических условий выявлены однонаправленные изменения устьичной проводимости, интенсивности фотосинтеза и транспирации,

емкости биологического поглощения макроэлементов. Видоспецифичность реакции в меняющихся условиях установлена для фотосинтетической эффективности использования воды и азота, соотношений биогенных элементов. На основании вариабельности эколого-физиологических показателей сосны и лиственных видов в условиях гетерогенной среды сделан вывод о разном адаптационном потенциале исследуемых видов растений. Межвидовая оценка гидравлических характеристик ксилемы и их согласованности с показателями $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена хвойного и лиственных растений в градиенте экологических условий также выявила видоспецифические изменения координации гидравлических характеристик, устьичной проводимости, интенсивности фотосинтеза и транспирации, что указывает на разные стратегии гидравлического поведения (isohydric/anisohydric) у березы, осины и сосны. Выявленные закономерности позволяют предположить, что увеличение повторяемости аномальных погодных явлений в высоких широтах, в частности периодов сильной жары и засухи, может усилить конкурентоспособность сосны и осины, формирующих более эффективную и безопасную гидравлическую структуру, относительно березы, ксилема которой более уязвима к кавитации при засухе, посредством роста CO_2 -газообмена и продуктивности в засушливых условиях. Результаты исследования важны для понимания ключевых механизмов влияния условий внешней среды на $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмен древесных растений при изменяющихся климатических условиях в лесных экосистемах с разной степенью антропогенной нарушенности, а также для прогнозных оценок популяционных стратегий древесных растений в условиях изменения природной среды и климата.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).

ЛИТЕРАТУРА

1. FAO. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. – Rome, 16 p. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>
2. Ананьев В.А., Мошников С.А. Структура и динамика лесного фонда Республики Карелия // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 4. – С. 19–29. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2016.4.19>
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2020 г. – Петрозаводск, 2021. – 277 с.
4. Pridacha V.B., Sazonova T.A., Novichonok E.V., Semin D.E., Tkachenko Yu.N., Pekkoev A.N., Timofeeva V.V., Bakhmet O.N., Olchev A.V. Clear-cutting impacts nutrient, carbon and water exchange parameters in woody plants in an east Fennoscandian pine forest // Plant Soil. – 2021. – V. 466. – P. 317–336. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-05058-w>
5. Sterck F.J., Zweifel R., Sass-Klaassen U., Chowdhury Q. Persisting soil drought reduces leaf specific conductivity in Scots pine (*Pinus sylvestris*) and pubescent oak (*Quercus pubescens*) // Tree Physiol. – 2008. – V. 28(4). – P. 529–36. <https://doi.org/10.1093/treephys/28.4.529>

Рябов Н.С., Исаева Л.Г.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЕЛОВОГО ФИТОЦЕНОЗА В СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ПО ДАННЫМ ДВУХ ПЕРИОДОВ НАБЛЮДЕНИЙ

*Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение
ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр
Российской академии наук», г. Апатиты, Российская Федерация, n.ryabov@ksc.ru, l.isaeva@ksc.ru*

Based on monitoring data made of two observation periods (2009 and 2019) the characteristics of the spruce stand were compared. We detected a slight decrease in the state of the forest community. The deterioration is due to an increase in the number of dying trees.

Для индустриально развитых регионов Крайнего Севера, к которым относится Мурманская область, крайне актуальна проблема негативного воздействия промышленности на природные комплексы. Комбинат «Североникель» АО «Кольская ГМК» – причиняет значительный урон окружающей среде. В связи с этим, отличающиеся повышенной уязвимостью северотаежные леса, нуждаются в особом внимании.

В 90-х гг. Институтом проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН создана мониторинговая сеть площадок постоянного наблюдения (ППН), расположенная в фоновых еловых и сосновых лесах и лесах разной степени нарушенности [2].

Целью настоящего исследования является оценка состояния елового фитоценоза, расположенного в фоновых условиях на основе данных двух периодов наблюдений. Объектом наблюдения является ельник лишайниково-кустарничково-зеленомошный, который расположен в фоновых условиях на расстоянии 167 км от источника загрязнения в юго-западном направлении.

Для исследования были заложены 4 круговые площадки, имеющие площадь 100 м². На площадках был проведен полный пересчет количества деревьев и подроста с измерением диаметра и высоты. Категории состояний деревьев были определены по 6-бальной шкале [4]. Показатель состояния был определен как среднее взвешенное значение из 6 категорий состояния, с учетом Правил санитарной безопасности в лесах (2020). Деревья диаметром менее 5 см относили к подросту.

В таблице 1 указаны данные распределения деревьев по категориям жизненного состояния, средние значения высоты и диаметра по результатам учета 2009 и 2019 гг.

Таблица 1 – Распределение деревьев по категориям жизненного состояния по результатам наблюдений в 2009 и 2019 гг.

Год учета	Порода	Средние живых деревьев		Категория состояния						Валеж, бурелом	Всего живых / усохших деревьев на ППН
		h, м	d, см	1	2	3	4	5	6		
2009	Ель	13,9	17,7	42	11	4	0	0	0	0	57/0
	Береза	9,9	12,4	26	9	3	1	0	4	1	39/5
2019	Ель	12,4	18,8	30	25	4	1	0	3	0	60/3
	Береза	8,1	11,5	32	14	10	1	0	14	1	57/15

Примечание: h – средняя высота, d – средний диаметр

В 2009 г. в древостое отмечены ель и береза, количество ели в шт/га – 1425 (всего деревьев 2525). Высота ели варьируется от 3,8 до 19 м, среднее значение высоты – 14±3,7 м. Более 80% деревьев выше 10 м. Максимальный диаметр елей – 29,8 см, а среднее значение – 17,7±5,8 см. В составе древостоя 56% составляет ель, 44% – береза. По санитарному состоянию насаждение относится к ослабленному (1,57).

На ППН в подросте присутствуют ель, береза, сосна. Количество подроста равно 1850 шт/га, в частности елового подроста – 775 шт/га, березового – 900 шт/га. Высота подроста ели варьирует от 0,15 до 1,75 м, среднее значение – 0,72±0,3. Более 80% елового подроста приходится на высоту до 1 м. Доля ели в составе подроста – 41,9%, березы – 48,6%. В подлеске отмечена ива.

В 2019 г. по результатам учета количество ели составляет 1575 шт/га (всего деревьев 3450 шт/га). Крайние значения высоты ели соответственно 3,5 и 19 м, при средней высоте – 12,4±4,1 м. Около 71% елей выше 10 м. В диаметре ель достигала – 33,6 см (средний диаметр – 18,8±7,2 см). По данным модельных деревьев максимальное увеличение диаметра составило 5 см, минимальное 0,45, в среднем прирост диаметра модельных деревьев составлял 2 см. Из 24 модельных деревьев жизненное состояние улучшилось у 1 дерева, у 10-ти деревьев ухудшилось, 13 – остались без изменений.

В составе древостоя 47% приходится на ель, 53% на березовые насаждения. Индекс санитарного состояния – 2,16, лесное насаждение ослабленное.

На ППН в подросте – ель, береза и сосна. Количество подроста равно 1125 шт/га, из них елового подроста – 775 шт/га, березового – 300 шт/га. Высота подроста ели варьируется от 0,22 до 3,5 м, на высоту до 1 м приходится 71% елового подроста. В составе подроста доля ели составляет 68,9%, березы – 26,7%.

Индекс санитарного состояния древостоя за десять лет повысился с 1,57 до 2,16, согласно [3] фитоценоз относится к ослабленному, количество берез в подросте уменьшилось.

По категориям состояния в 2009 г. 74% елей относились к 1 категории состояния (рисунок 1а), в 2019 г.: доля деревьев 1 категории снизилась до 48%, доля деревьев 2 категории увеличилась на 40% (в 2009 г. – 19,3%), также отмечены деревья ели 4 и 6 категорий состояния.

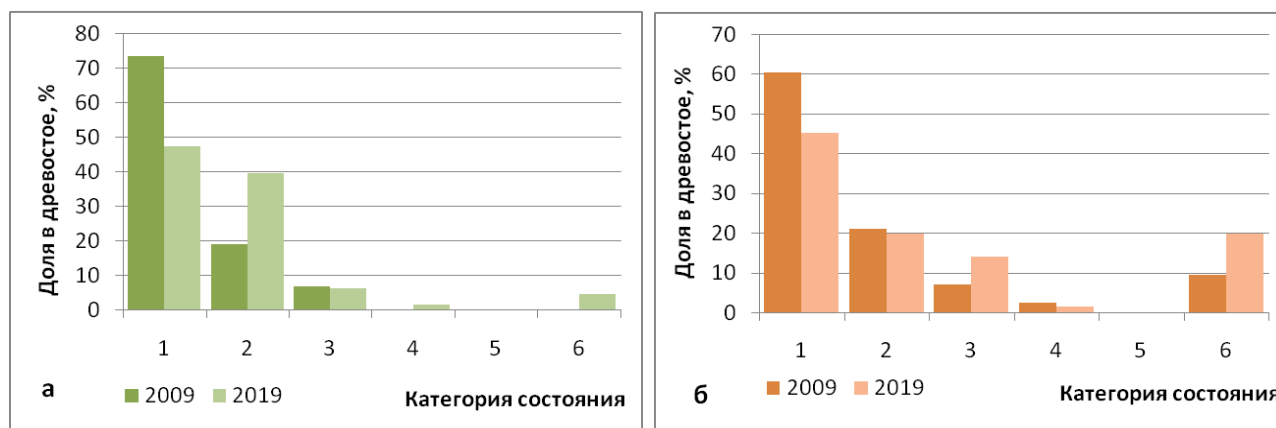


Рисунок 1 – Распределение деревьев по категориям состояния в 2009 и 2019 гг.: а – ель; б – береза

Процент берез 1 категории состояния на ППН (рисунок 1б) сократился с 60% до 45%, увеличился процент берез 3 категории состояния (с 7% в 2009 г. до 14% в 2019 г.). Почти в два раза увеличилось количество деревьев 6 категории состояния (с 9,3% до 19,7%). В связи с этим увеличивается процент усыхания и отпада деревьев в насаждении (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики насаждения по породам за 2 периода

Порода	Год	Шт/га	Доля, %	Усыхание, %	Отпад, %
Ель	2009	1425	56,44	0	0
	2019	1575	45,65	6	5
Береза	2009	1100	44,55	11	9
	2019	1800	52,17	21	19

Таким образом, на ППН за 10 лет произошли изменения, отразившиеся в ухудшении жизненного состояния ельника кустарничково-зеленомошного, связанного с увеличением количества сухостоя и отпада. Насаждение находится в ослабленном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. 304 с.
2. Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов северной тайги. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН. 1998. 316 с.
3. Правила санитарной безопасности в лесах. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 г. № 2047.
4. Ярмишко В.Т. Состояние сосновых древостоев // Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова / Под ред. Б.Н. Норина и В.Т. Ярмишко. Л.: 1990. С. 104–109.

Сиземская М.Л., Сапанов М.К.

МОНИТОРИНГ СОХРАННОСТИ И СПОНТАННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ПОЛУПУСТЫНЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

*ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»,
n/o Успенское, Российская Федерация, sizem@mail.ru*

The current state and species composition of woody and shrubby plants in the arboretums of the Dzhanybek Research Station of the Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences in the semi-desert of the Northern Caspian region was studied. An assessment of their adaptive potential and spontaneous dispersal outside the objects is given. It was revealed that the possibilities of naturalization and/or invasions in these semi-desert conditions of introduced woody and shrubby plants are sharply limited or short-term, and the feasibility of creating functional forest plantations significantly exceeds their negative impact on the environment.

Создание искусственных лесных экосистем в аридных регионах исторически стало неотъемлемой частью стратегических задач улучшения условий труда и жизни людей в неблагоприятном климате. Еще со времен В.В. Докучаева, а затем при выполнении грандиозного Плана преобразования природы в середине XX столетия лесные насаждения стали важным элементом природообустройства. В полупустыне Северного Прикаспия в междуречье Волги и Урала, в частности, были созданы десятки тысяч гектаров защитных лесных насаждений. По прошествии более 70 лет на основе длительного мониторинга необходимо оценить не только их влияние на окружающую территорию, но и некоторые последствия этого эксперимента. Это касается сохранности, долговечности, адаптивного потенциала лесных насаждений.

На Джаныбекском стационаре Института лесоведения РАН (на границе Волгоградской и Западно-Казахстанской областей) были изучены видовой состав сохранившихся старовозрастных дендрариев (70 и 50 лет), созданных, соответственно, как в понижениях мезорельефа с лугово-каштановыми почвами, так и на почвах солонцового комплекса с включением солончаковых солонцов до 50%. Эти насаждения составляют основу агролесомелиоративного комплекса, которому в 1997 году присвоен

статус Памятника природы федерального значения РФ. Также был изучен видовой состав растений, спонтанно заселивших неиспользуемый 40 лет хозяйственный пруд и заброшенное 30 лет назад пахотное угодье на лугово-каштановых почвах в 300 метрах от насаждений. Это позволило оценить не только возможность древесных растений осваивать новые экологические ниши и закрепляться в них, но и также судить об их адаптивном потенциале с точки зрения перспективности их натурализации и/или инвазионной опасности. Мониторинговые исследования с разной периодичностью авторы проводили в течение 40 лет, были использованы и архивные материалы.

Было выявлено, что по прошествии 70 лет интродукционного эксперимента сохранившаяся коллекция древесных и кустарниковых растений в дендрарии на лугово-каштановых почвах мезопонижения рельефа насчитывает 75 видов, большая часть которых представлена семейством *Rosaceae*, многочисленны виды семейств *Caprifoliaceae*, *Elaeagnaceae*, *Fagaceae*, *Leguminosae*, *Oleaceae*, *Salicaceae*, *Sapindaceae*, *Ulmaceae*. Часть экземпляров в возрасте 70 лет имеет хорошее состояние и полноценный жизнеспособный самосев. В целом, современное состояние интродуцентов определяется комплексом факторов: предельным возрастом, ухудшением почвенно-гидрологических условий мест произрастания, негативным климатогенным воздействием, отсутствием уходов, возрастающей межвидовой конкуренцией. Тем не менее, современный видовой состав интродуцентов позволяет выделить их как основное «ядро», которое на основании столь продолжительного эксперимента может быть рекомендовано к широкому внедрению в практику озеленения этого региона и создания устойчивых насаждений на лугово-каштановых почвах. Их устойчивость как таксонов во времени определяется способностью к активному семенному возобновлению за счет широкого анемо- и зоохорного распространения.

Именно последнее привело к удивительному феномену спонтанного появления древесной и кустарниковой растительности в неиспользуемом пруду, где за 40 лет сформировался своеобразный интразональный ивово-лохово-тополевый древостой квазитугайного типа с сорнотравно-влажно-луговым травяным покровом (Сиземская и др., 2020). К началу 2000-х годов здесь насчитывалось около 30 видов древесных и кустарниковых растений, среди которых преобладали лох, тополя белый и черный, ива каспийская, на склонах пруда – смородина золотая, барбарис обыкновенный, жимолость татарская, шиповник, боярышники, ирга, крушина.

Старая залежь с лугово-каштановыми почвами также оказалась подвержена воздействию близкорасположенного небольшого дендрария на почвах солонцового комплекса (где сохранилось около 30 видов). На залежи выявлено 17 видов, которые также формируют своеобразный саванноподобный ландшафт за счет одиночно стоящих представителей, в основном, семейства *Rosaceae*. Очевидно, жизненная стратегия этих видов способствует успешному внедрению в антропогеннонарушенные условия местопроизрастания и, в ряде случаев, проявлению черт натурализации и/или инвазионности.

Но, учитывая, что для инвазий необходимо сочетание ряда факторов: близость источника жизнеспособных семян деревьев, дополнительное увлажнение, нарушенность почвенного и растительного покровов, отсутствие конкуренции с естественной растительностью, ограничение пастьбы, – в условиях полупустыни это представляется нам малозначимым. В то же время, эти же виды, при условии грамотного ведения лесного хозяйства, могут применяться при создании устойчивых и долговечных самовозобновляющихся насаждений разного функционального назначения. В целом,

ЭТОТ многолетний научный эксперимент позволил также выявить потенциальную возможность собственного долголетия и возобновительной способности интродуцентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного Фонда. Проект 23-24-00164.

Старикова Л.И., Хозяшева Ю.Д.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ПОВИЛОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, liliya.star18@gmail.com, jhozyasheva@gmail.com

*The features of the stands dynamics, the structure of undergrowth and understory in high-aged birch forests on the territory of the Belovezhskaya Pushcha are discussed. The main period of the birch stands breakdown under natural conditions going on the age around 120–130 years, and if there is a large amount of aspen in the composition – at the age of about 100 years. In the high-age birch forests at the second stage of succession, birch forests are changed immediately to broadleaved forests, or to broadleaved forests through the stage of spruce forests (in the *Betuletum oxalidosum* forest types), or to spruce forests (in the *B. pteridiosum* forest types).*

Постоянные пробные площади для наблюдения за динамикой березовых фитоценозов в Беловежской пуще были заложены в 1970-х гг. специалистами научного отдела национального парка, т.е. период наблюдений составляет 45–50 лет.

Для выявления закономерностей динамики фитоценозов повислоберезовых лесов нами проанализированы изменения в структуре и состоянии древостоев, подроста и подлеска, видового разнообразия и структуры живого напочвенного покрова за весь период наблюдений. Полевые исследования 2022–2023 гг. проведены непосредственно нами.

Беловежская пуща расположена в подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов. Поэтому в фитоценозах на минеральных почвах в составе ярусов древостоя и подроста наряду с елью постоянно присутствует граб (*Carpinus betulus*), который в значительной степени определяет направление сукцессий в высоковозрастных повислоберезняках.

На момент закладки пробных площадей в 1970-х годах исследуемые насаждения были отнесены к трем типам леса: березняк черничный (ППП 08), орляковый (ППП 01, 04), кисличный (ППП 02, 03, 09). Сравнительный анализ описаний живого напочвенного покрова 1970-х и 2020-х гг. показал, что пять из шести фитоценозов относятся к кисличной серии типов леса. Только фитоценоз на ППП 08 можно отнести к березняку орляковому. Это же подтверждает распределение фитоценозов по экологическим шкалам Элленберга. Балл по шкале влажности находится в пределах 4,9–5,2, по шкале богатства почвы азотом – 4,9–5,6, а по кислотности почвы – 3,8–4,5. Различия во многом связаны с густотой яруса древостоя и его составом, и вследствие этого, с освещенностью.

Если проанализировать смещение фитоценозов по экологическим шкалам, начиная с момента закладки пробных площадей и до современности, то можно увидеть, что все фитоценозы либо остались на месте, либо сместились в сторону более богатых по шкале богатства почвы азотом. При этом по шкале влажности различия незначительны. Это смещение связано в первую очередь с обогащением верхних горизонтов почвы за счет опада березы, а также граба, клена, дуба. Однако для достоверного подтверждения

увеличения богатства почвы необходимо проведение специальных почвенных исследований. По шкале света можно увидеть, что на ППП 04 и 09 произошло значительное смещение в сторону уменьшения. Это связано с появлением сомкнутого полога ели, дуба и граба.

Видовой состав живого напочвенного покрова претерпел существенные изменения. Практически во всех насаждениях в 1970-е гг. доминировали светолюбивые виды. За 40–50-летний период количество видов резко уменьшилось – на некоторых пробных площадях более, чем в два раза (на ППП 03 и 04 с 59 до 21–23 видов). Связано это с увеличением густоты нижних ярусов древостоя из ели и граба. Об этом свидетельствует и низкое проективное покрытие живого напочвенного покрова – в среднем 23,5%.

Сукцессионные процессы в березовых насаждениях на территории Беловежской пуши идут в разных направлениях, несмотря на, казалось бы, схожие условия произрастания. Прежде всего, направление сукцессии зависит от первоначального состава древостоя, который зависит от наличия семенных деревьев различных пород в стене леса, прилегающей к вырубке, а также периодичности плодоношения той или иной древесной породы. Проанализировав шесть постоянных пробных площадей, мы можем сгруппировать их по направлениям сукцессий.

На ППП 02, 03 и 09 сукцессионные процессы идут в схожем направлении. Здесь отмечается достаточно высокая доля осины (3–4 единицы в возрасте 50–70 лет), которая появилась одновременно с березой, опередила ее по скорости роста и вышла в первый ярус. Это привело к угнетению и более ранней гибели (в возрасте около 100 лет) светолюбивой березы. Поэтому на короткий период в 80–90-летнем возрасте березняк трансформируется в осинник, а к 110 годам береза и осина исчезают из состава древостоя. Фитоценоз на ППП 09 сейчас находится на начале стадии трансформации березняка в осинник (возраст древостоя 83 года), на ППП 02 – на стадии осинника (95 лет), а на ППП 03 – на стадии, когда сохранились только единичные деревья осины и березы. Далее сукцессии идут в двух направлениях в зависимости от состава второго яруса древостоя: трансформация в смешанное грабово-дубово-кленовое (ППП 02) либо еловое (ППП 03, ППП 09) насаждение. В последнем случае, учитывая наличие в нижних ярусах древостоев и подроста клена и дуба, можно ожидать восстановление широколиственных фитоценозов через стадию ельника.

В фитоценозах на ППП 01 и 04 доля осины незначительна в составе древостоя, поэтому доминирование березы в первом ярусе сохраняется до возраста ее естественной смерти в возрасте старше 120 лет (вероятно до 130–140 лет). Доля березы в первом ярусе составляет 9 единиц в возрасте 70–80 лет (ППП 01 в 1982 г. и ППП 04 в 2022 г.), в возрасте 110 лет – 6 единиц (ППП 01 в 2022 г.). В нижних ярусах древостоев доминирует ель с участием граба и дуба, а также единичными деревьями других пород. Трансформация в ельники здесь будет происходить на 20–30 лет позже, чем в березняках с высокой долей осины. Соответственно и восстановление широколиственных фитоценозов через стадию ельников здесь вероятно растягивается на больший срок.

Фитоценоз на ППП 08 относится к орляковой серии типов леса. В отличие от фитоценозов на других пробных площадях большая часть ели появилась здесь не одновременно с березой, а под ее пологом. В 40 лет в составе второго яруса ее доля составляла только 20%. Только к 80 годам здесь четко выделяется два яруса, в первом из которых доминирует береза, во втором ель. Низкая доля широколиственных пород в нижних ярусах и подросте говорит о том, что в здесь в дальнейшем возможно формирование елового фитоценоза, а широколиственные породы будут и дальше участвовать в составе древостоев в небольшой примеси.

Таким образом, в высоковозрастных повислоберезовых лесах на территории национального парка «Беловежская пушча», на втором этапе сукцессии происходит смена березняков сразу на широколиственные леса, либо на широколиственные через стадию ельников (в кисличной серии типов леса), либо на ельники (в орляковой серии типов леса). В березовых насаждениях с высокой долей осины эти изменения происходят на 20–30 лет раньше, чем в изначально чистых березняках.

Хлебников В.Ф., Смулова Над.В., Смулова Нат.В.

ВЛИЯНИЕ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. НА СТРУКТУРУ ДУБРАВ ПРИДНЕСТРОВЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ДРЕВОСТОЕВ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРОЧИЩА ПОПОВО ГРИГОРИОПОЛЬСКОГО РАЙОНА)

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,
г. Тирасполь, Республика Молдова – Приднестровье, v-khl@yandex.ru

The influence of ergaziofigophyte Robinia pseudoacacia L. on the representatives of oak woods of the tract of Popova of the Grigoriopol district of Pridnestrovie is analyzed. Different between reserve and industrial quarter in representative of woods, species occurrence are detected. It is shown that the expansion activity of Robinia pseudoacacia is determined by the kenotic significance, first of all, of the Quercus robur. An inverse relationship was not between the occurrence of Quercus robur and Robinia pseudoacacia in forest phytocenoses.

В Северное Причерноморье первые растения *Robinia pseudoacacia* были завезены из Испании в 1795 г. и посажены в Одессе для сада вице-адмирала Дерибаса. Впоследствии она распространилась по всей степной и лесостепной зоне (Ивченко, 1973).

На сегодняшний день в Приднестровье площадь белоакациевых насаждений составляет 23%, дубравы – 29%, белотопольевые – 9% от общей площади лесонасаждений. Основной лесообразующей породой Приднестровья является дуб черешчатый. Возраст этих насаждений сегодня 80–120 лет, при оптимальном возрасте рубки 81–90 лет. Спелые и перестойные насаждения уже находятся в стадии распада. Это создало условие для возможного вторжения в дубравы чужеродных видов, в первую очередь, для эргазифитофита *R. pseudoacacia*.

Познание причинно-следственных связей, механизмов и последствий изменений в дубравах с участием *R. pseudoacacia*. является далеко не полным. Выяснение природных и антропогенных механизмов поддержания устойчивости дубрав невозможно без изучения сукцессионных состояний древостоев. Данные о сукцессионных состояниях древостоя необходимы при разработке программы сохранения и восстановления дубрав региона.

Исследования проведены в лесных насаждениях урочища Попово Григориопольского лесничества Приднестровья. На территории лесных насаждений выделены 4 квартала: три из них – кварталы 14–16 имеют статус лесохозяйственных участков, квартал 17-заповедного лесного участка. Общая площадь лесных насаждений урочища составляет 245 га.

По геоботаническому районированию территория заповедника относится к округу сухих дубрав левобережного Приднестровья европейской широколиственной лесной области средневропейской провинции, Подольско-Молдавской подпровинции (Андреев, 1957).

В работе использован метод оценки разнообразия лесной растительности по лесотаксационным данным (Бобровский, Ханина, 2004). При исследовании данных лесной таксации за единицу анализа определен лесотаксационный выдел. Количество выделов по годам в квартале изменялось от 19 до 21–22.

О характере сукцессионных процессов можно судить по результатам анализа данных видового состава древостоев. Общее количество видов древостоя в лесных насаждениях урочища составило 30, которые относятся к 13 семействам. Наибольшее видовое богатство имели 3 семейства: *Aceraceae* – 6 видов, *Rosaceae* – 5 видов, *Fabaceae* – 4 вида. Семейства: *Ulmaceae* представлены 3 видами, *Salicaceae* и *Cornaceae* – по 2 вида. Остальные 7 семейств были представлены по одному виду.

В начале исследований в 1985 году количество видов на лесных участках было минимальным и изменялось от 6 до 9 шт. на квартал. В результате сукцессии на всех кварталах в 1995 году общее количество видов и семейств возросло в 1,2–1,5 раза по сравнению с 1985 годом. Учеты, проведенные в 2005, году не выявили значительных количественных изменений таксонов по сравнению с 1995 годом.

Оценка флористической общности сообществ с использованием коэффициента Жаккара указывает на наличие среднего соответствия древостоев лесохозяйственных кварталов (14, 15, 16) и малого их соответствия с древостоем заповедного участка (кв. 17) по состоянию на 1985 год.

При последующих учетах (в 1995 и 2005 гг.) флористическое соответствие между древостоями лесохозяйственных кварталов изменяется до среднего и большого соответствия: $K_{ж}$ достиг значений 0,54–0,90. Флористическое соответствие древостоев заповедного и лесохозяйственных кварталов значительно не изменилось.

Важной мерой оценки выравненности разнообразия является показатель доминирования, который свидетельствует о том, что чем он больше, тем доминирование оказывается более концентрированным, т.е. меньшее число родов является доминантным.

На заповедном участке показатель доминирования был наибольшим в 1985 году и на последующих стадиях сукцессионных изменений снизился.

Экспансия чужеродных видов часто ведет к существенным потерям биологического разнообразия и экономической значимости экосистем. Устойчивость фитоценозов к экспансии чужеродных видов зависит от их ценотической роли, то есть их способности к совместному произрастанию и ценотической значимости. Важнейшим показателем ценотической значимости вида в фитоценозе является коэффициент участия, который отражает встречаемость и доленое участие вида в сообществе (Тиходеева, Лебедева, 2016).

Виды по встречаемости и ее изменчивости были разделены на три группы.

Первая группа (1) – группа часто встречающихся видов во все годы учетов: *Quercus robur* L. и *Robinia pseudoacacia* L. Однако наиболее часто встречался вид *R. pseudoacacia*. Встречаемости *Q. robur* и *R. pseudoacacia* 1985 году были на одном уровне 53 и 47% соответственно. При последующих учетах в 1995 и 2005 годы встречаемость *R. pseudoacacia* значительно возросла и превысила ее по сравнению с *Q. Robur*, соответственно, на 6 и 15%.

Вторая группа (2) – группа умеренно часто и редко встречающихся видов, которые можно объединить в две подгруппы:

– первая подгруппа (2.1) – виды, увеличивающие встречаемость во времени: *Fraxinus excelsior* L., *Acer platanoides* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Crataegus* L., *Ulmus pumila* L.;

– вторая подгруппа (2.2) – виды, увеличивающие встречаемость на ранних этапах и уменьшающих встречаемость на поздних сукцессионных стадиях: *Acer tataricum* L., *Prunus spinosa* L., *Swida sanguinea* Opiz;

Третья группа (3) – группа очень редко встречающихся видов: *Viburnum lantana* L., *Prunus mahaleb* L., *Pyrus communis* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Hippophae rhamnoides* L.

Показатели встречаемости таксонов на лесном заповедном участке изменялись в зависимости от вида и года учета.

Характер экспансионной активности *R. pseudoacacia* в лесных сообществах определяется ценотической значимостью остальных видов и, в первую очередь, состоянием доминантного вида *Q. robur* на разных кварталах. Встречаемость *Q. robur* изменялась по годам от 39 до 65%. Наблюдается обратная зависимость между встречаемостью *Q. robur* и *R. pseudoacacia* в лесных сообществах.

На лесных участках урочища Попово было выделено следующие типы древесных сообществ:

– в древостой коренного вида *Q. robur* (тип древостоя I) проникают поздне-сукцессионные виды, формируя смешанный лес с *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Ulmus pumila*, *Prunus mahaleb*, *Robinia pseudoacacia*;

– в древостое дуба черешчатого II типа тенденции, отмеченные для I типа древостоя, усиливаются;

– в древостоях III–IV типов наблюдалось возрастание участия *Robinia pseudoacacia* и других поздне-сукцессионных видов: *Acer tataricum*, *Gleditsia triacanthos*, *Swida sanguinea*, *Crataegus rhipidophylla*.

Выявленные тренды позволяют использовать эколого-ценотические зависимости при прогнозе изменений типов древостоя при изменении условий местообитания, происходящих в ходе сукцессий и в результате лесохозяйственной деятельности.

Цвирко Р.В., Русецкий С.Г., Жилинский Д.Ю.

ВЛИЯНИЕ ВИЛЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ЛЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, r.tsvirko@tut.by

The dynamics of the forests composition and structure on stationary objects (formed in 1973-1989 near the Vileika reservoir) has studied. Based on the identified changes, three influence zones of the reservoir on forest vegetation were established. The greatest changes occurred at a distance of no more than 1050 m from the coastline.

Вилейское водохранилище является самым крупным искусственным водоемом Беларуси, его площадь составляет около 77 км², средний объем воды – около 260 млн. м³.

С целью изучения его влияния на прилегающую лесную растительность в период с 1973 по 1991 годы под руководством Д.С. Голода была заложена сеть стационарных научных объектов в виде экологических профилей (далее – ЭПР) и постоянных пробных площадей (далее – ППП). Впоследствии, с разной периодичностью на них проводились повторные исследования, но результаты работ опубликованы не были.

В 2017–2018 гг. при поддержке гранта БРФФИ № Б17М-038 «Структурные особенности и динамика растительного покрова в условиях влияния крупного искусственного водоема (на примере Вилейского водохранилища)» на 5 ЭПР удалось восстановить 28 ППП. Повторные исследования на них включали таксацию древостоя, учет подроста и подлеска, описание напочвенного покрова на площадках 1*1 м и общее описание фитоценоза. В дополнение, проводились геоботанические исследования и на произвольных маршрутах.

Для установления возможных зон влияния Вилейского водохранилища использованы также методы фито- и дендроиндикации, данные дистанционного зондирования. Фитоиндикацию выполняли с использованием шкал Элленберга, точки отбора кернов расположены вдоль экологических профилей, временной ряд космических снимков подобран за период 1985–2017 гг.

Изучение многолетней динамики лесной растительности позволило выявить следующее. Наиболее существенные изменения, связанные с влиянием водохранилища и которые нам удалось зафиксировать, произошли на расстоянии от не более 1050 м от береговой линии. В лесах на сухих и свежих почвах (сосняки вересково-лишайниковые и бруснично-зеленомошные) это расстояние достигала 150 м. Наиболее чувствительными оказались леса на полугидроморфных почвах (сосняки черничные).

На многих объектах изменения в составе и структуре фитоценозов произошли, на наш взгляд, в результате естественных сукцессионных процессов: появление второго яруса *Picea abies* в сосняках при подстилании мореных суглинков; увеличение обилия кустарничков и зеленых мхов в лишайниково-вересковых сосняках, на формирование которых оказывало значительное влияние частые пожары и интенсивное использование лесных земель в прошлом.

Так, например, на пробной площади, заложенной в 1973 г. на зандровом холме на расстоянии 220 м от береговой линии, за период наблюдений увеличилась продуктивность древостоя, а в напочвенном покрове возросло обилие кустарничков (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*) и зеленых мхов (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*) на фоне сокращения проективного покрытия лишайников. Произошло увеличение среднего годового прироста древостоя с 3,4 до 5 м³/га, проективного покрытия *Vaccinium vitis-idaea* – с 1,2 до 17,5%, мхов – с 50 до 85%, обилие лишайников снизилось с 30% до единичных экземпляров. Методом фитоиндикации установлены следующие качественные изменения экологических условий местообитания: произошло снижение освещенности и температурного режима местообитания и увеличились показатели кислотности, влажности и богатства почв. На момент закладки ППП сообщество было представлено сосняком лишайниково-вересковым, в 2017 г. фитоценоз был определен как сосняк брусничный.

На ППП, заложенной в сосняке брусничном (тип леса указан по исходным материалам) в 160 м от уреза воды, в 1989 г. отмечалось осязаемое влияние водохранилища, которое выражается в увеличении прироста деревьев последних лет и появлении обильного подроста дуба. По данным 2017 г. ежегодный прирост древостоя увеличился с 4,3 до 4,9 м³/га. В напочвенном покрове значительно сократилось обилие *Vaccinium vitis-idaea* (с 24 до 5%) и *Dicranum polysetum* (46 до 12%), но увеличилось покрытие черники (с 19 до 37%) и *Hylocomium splendens* (с 4 до 46%).

Для оценки возможной зоны влияния Вилейского водохранилища выполнен временной анализ характеристик растительности, полученных по данным дистанционного зондирования земли за период 1985–2017 гг. С этой целью была рассчитана скорость динамики вегетационных индексов (NDVI, NDWI). Дистанция

предполагаемого влияния определялась по наивысшему значению коэффициента корреляции между показателем изменчивости фотосинтетической продуктивности и расстоянием от береговой линии водохранилища. Для группы лесов на бедных автоморфных почвах установлена наименьшая дистанция воздействия – 150 м. Другие леса характеризуются умеренным коэффициентом корреляции продуктивности и расстояния и более обширными зонами предполагаемого влияния – до 1050 м. С увеличением расстояния видимый тренд не наблюдался.

По градиенту расстояния от береговой линии в сосновых лесах проведен анализ радиального прироста. После ввода водохранилища в эксплуатацию (1975 г.) в сосняках черничных отмечается увеличение радиального прироста в ближней зоне (до 450 м.). В сосняках бруснично-зеленомошных тенденции к изменению прироста с расстоянием в этот же период не отмечено. Однако установлено увеличение прироста на ПП, непосредственно примыкающих к водохранилищу.

На основании анализа выявленных закономерностей нами установлено три зоны влияния водохранилища на прилегающую к нему растительность.

1. *Зона прямого влияния* – территория, в которой происходят процессы подтопления и затопления, часто сопровождающиеся заболачиванием территории; характеризуется прерывистостью и спорадичностью. Пределы данной зоны устанавливались исходя из данных полевых наблюдений и анализа рельефа. Для таких участков по данным цифровой модели рельефа устанавливался критический уровень высоты в рельефе, выше которого заболачивание в прибрежной зоне не отмечается – 159,5 м (по Балтийской системе высот). Зоны прямого влияния должны находиться во внимании как обслуживающих водохранилище организаций, так и других предприятий, ведущих хозяйственную или иную деятельность, включая аренду участков лесного фонда. Например, необходимо ограничить в пределах данной зоны размещение кемпингов и зон отдыха, т.к. из-за нестабильного гидрологического режима корневые системы деревьев могут быть ослаблены, что небезопасно при ветрах даже средней силы.

2. *Зона опосредованного влияния* установлена на основании фиксируемых изменений в растительном покрове и ограничивается радиусом от береговой линии в 450–1050 м.

3. *Зона потенциального влияния* включает участки, расположенные в рельефе не выше 1 м над уровнем зоны опосредованного влияния (рисунок).

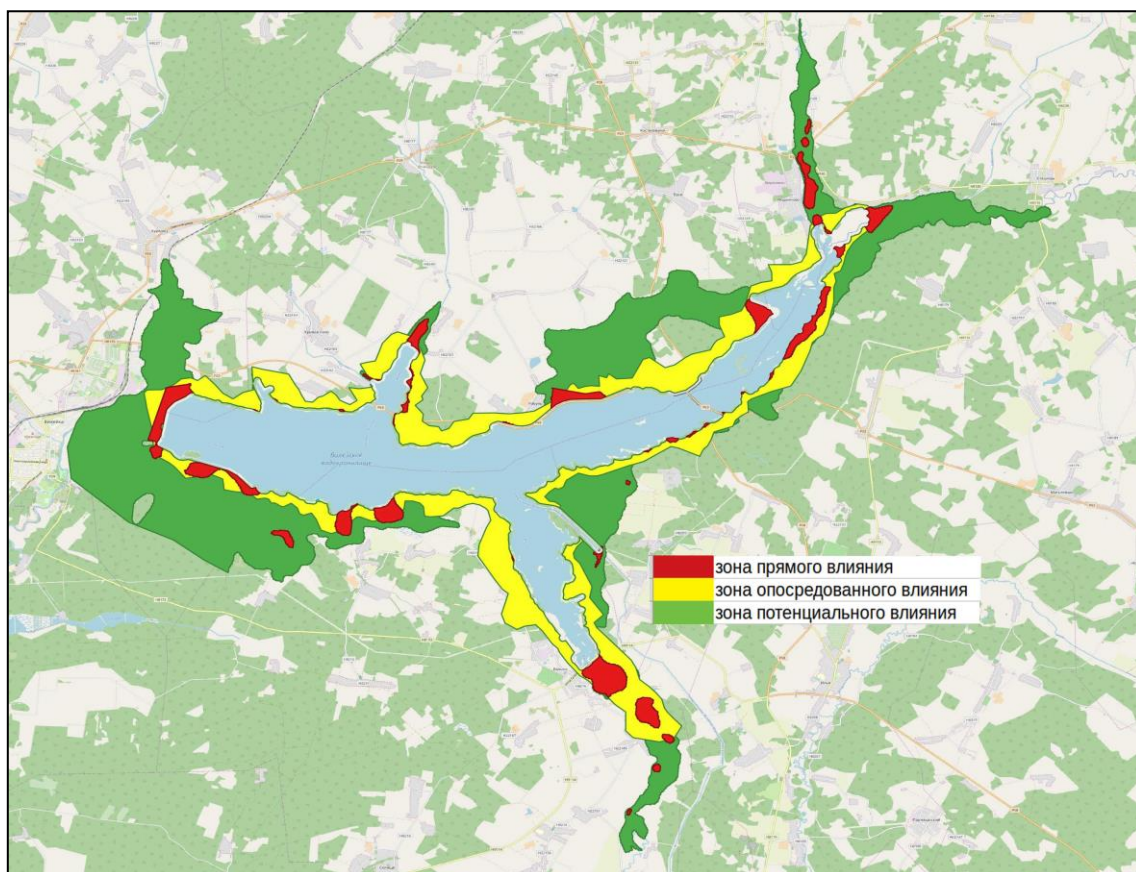


Рисунок – Зоны влияния Вилейского водохранилища на растительность прилегающих территорий

Приведенные результаты могут являться промежуточным итогом работ по организации сети постоянных пунктов наблюдений для дальнейшего, более детального изучения сукцессионных процессов растительности в зоне влияния Вилейского водохранилища. Кроме этого, они могут быть использованы для оценки воздействия других водных объектов на прилегающую растительность.

МОНИТОРИНГ ЛУГОВОЙ, БОЛОТНОЙ И ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ И ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ

Аверинова Е.А.

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ТРАВЯНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УРОЧИЩА «ОСТРАСЬЕВЫ ЯРЫ» (ЗАПОВЕДНИК «БЕЛОГОРЬЕ») И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

ФГБУ «Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени
профессора В.В. Алехина», п/о Заповедное, Российская Федерация, elena_averi@mail.ru

The article describes the grass vegetation of the «Ostrasyevy yary» area (Belogorye Nature Reserve) and its surroundings. Two rankless communities are established. One of them is assigned to the class Trifolio–Geranietea sanguinei, and the other to the class Festuco–Brometea.

Урочище «Острасьевы яры» является одним из участков заповедника «Белогорье» (Борисовский район Белгородской области). Оно представляет собой разветвленную балку протяженностью около 3 км, склоны которой в верховьях и средней части заняты байрачными лесами и зарослями кустарников, чередующимися с опушечными травяными сообществами. Для нижней части урочища характерны безлесные склоны со степной растительностью.

В 2013 г. нами проводилось геоботаническое обследование травяной растительности склонов урочища «Острасьевы яры» и соседних балок без охранного статуса. Геоботанические описания выполнялись на пробной площади 100 м² или в естественных границах фитоценозов. Обработка материала проведена по методу Браун-Бланке [5] с использованием программ TURBOVEG [3] и JUICE [4]. Названия видов сосудистых растений приведены по сводке С.К. Черепанова (1995) [2].

Выявлены остепненные опушки класса *Trifolio–Geranietea sanguinei*, объединенные в ассоциацию *Campanulo persicifoliae–Agrostietum tenuis* Averinova 2015 пров. [1], и степные сообщества класса *Festuco–Brometea*, представляющие новую ассоциацию (работа готовится к печати). Фитоценозы, не включенные в состав этих двух ассоциаций, получили статус безранговых сообществ. Именно они рассматриваются в настоящей статье.

Продромус установленных синтаксонов

Класс *Trifolio–Geranietea sanguinei* T. Müller 1962

Порядок *Origanetalia vulgaris* T. Müller 1962

Союз *Trifolion medii* T. Müller 1962

Сообщество *Bromopsis inermis*

Класс *Festuco–Brometea* Вг.-Вл. et Тх. ex Соó 1947

Порядок *Festucetalia valesiacaе* Соó 1947

Союз *Festucion valesiacaе* Klika 1931 nom. cons. propos.

Сообщество *Elytrigia intermedia*

Характеристика установленных синтаксонов. Сообщество *Bromopsis inermis* (таблица, опис. 1, 2) носит опушечный характер и отнесено к классу *Trifolio–Geranietea sanguinei*. Диагностические виды: *Bromopsis inermis* (dom.), *Trifolium medium*. При высоком обилии второго вида фитоценозы заметны издали как темно-зеленые «пятна» на склонах. Иногда содоминантом является *Poa angustifolia*, и при этом выражен подъярус из *Fragaria viridis*. Сообщество встречается на очень пологих западных или северо-западных прибалочных склонах урочища «Острасьевы яры», где граничит с зарослями кустарников и байрачными дубравами.

Сообщество *Elytrigia intermedia* (таблица, опис. 3, 4) носит степной характер и отнесено к классу *Festuco–Brometea*. Диагностические виды: *Elytrigia intermedia* (dom.), *Salvia pratensis* (dom.), *Vicia tenuifolia*. Сообщество отмечено в верхней части восточного склона «Острасьевых яров» и юго-западного склона соседней балки без охранный статуса. Фитоценозы граничат либо с лесополосой, либо с полем.

Таблица – Характеризующая таблица установленных синтаксонов

Начало таблицы					Продолжение таблицы				
Синтаксон ¹	Bi		Ei		Синтаксон	Bi		Ei	
Табличный № описания	1	2	3	4	Табличный № описания	1	2	3	4
Высота н.у.м. ²	189	212	177	182	<i>Festuca valesiaca</i>	.	r	.	+
Экспозиция склона	з	сз	в	юз	<i>Medicago falcata</i>	r	.	r	.
Крутизна склона, °	2	2	3	20	<i>Seseli annuum</i>	r	+	.	.
ОПП ³ кустарник. яруса, %	-	-	2	-	<i>Bromopsis riparia</i>	.	+	.	.
ОПП травяного яруса, %	100	70	90	60	<i>Koeleria cristata</i>	.	r	.	.
Сред. высота кустарник., м	-	-	0.9	-	<i>Artemisia austriaca</i>	.	r	.	.
Сред. высота травостоя, см	40	20	50	10	<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	r	+
Макс. высота травостоя, м	-	1	1	1.2	<i>Filipendula vulgaris</i>	.	.	.	1
Часть склона ⁴	пр	пр	в	в	<i>Viola ambigua</i>	.	.	.	r
Местонахождение ⁵	оя	оя	оя	ооя	<i>Galium octonarum</i>	.	.	r	.
Число видов	26	49	26	35	<i>Stachys recta</i>	.	.	.	+
Д. в. ⁶ сообщества <i>Bromopsis inermis</i>					Прочие виды				
<i>Bromopsis inermis</i>	5	2	+	.	<i>Picris hieracioides</i>	.	1	r	+
Д. в. союза <i>Trifolion medii</i>					<i>Achillea millefolium</i>	+	+	+	.
<i>Trifolium medium</i>	2	+	.	.	<i>Euphorbia virgata</i>	r	+	r	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	1	+	+	<i>Verbascum lychnitis</i>	.	r	r	+
<i>Knautia arvensis</i>	+	+	.	+	<i>Falcaria vulgaris</i>	r	+	r	.
<i>Phleum pratense</i>	.	+	.	.	<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+	+	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	r	.	.	<i>Eryngium planum</i>	r	.	r	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	r	.	.	<i>Plantago media</i>	r	.	.	+
<i>Galium mollugo</i>	r	.	.	.	<i>Carex praecox</i>	.	+	.	1
Д. в. порядка <i>Ov</i> ⁷ и класса <i>TG</i> ⁸					<i>Amoria montana</i>	.	+	.	r
<i>Hypericum perforatum</i>	+	r	.	+	<i>Ranunculus polyanthemos</i>	+	r	.	.
<i>Stachys officinalis</i>	r	r	.	.	<i>Elytrigia repens</i>	+	+	.	.
<i>Vicia tenuifolia</i>	.	r	3	r	<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	r	r
<i>Xanthoselinum alsaticum</i>	.	+	.	.	<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	r
<i>Campanula bononiensis</i>	r	.	.	.	<i>Gypsophila paniculata</i>	.	.	r	.
<i>Veronica teucrium</i>	.	r	.	.	<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	r
<i>Inula salicina</i>	r	.	.	.	<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	+
<i>Securigera varia</i>	.	r	.	.	<i>Campanula glomerata</i>	.	.	.	+
<i>Lithospermum officinale</i>	.	r	.	.	<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	r
<i>Origanum vulgare</i>	.	+	.	.	<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	r
<i>Vicia pisiformis</i>	.	r	.	.	<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	.	r
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	+	<i>Centaurea pseudomaculosa</i>	.	.	r	.

<i>Campanula persicifolia</i>	.	.	.	r	<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	.	.	1	.
Д. в. сообщества <i>Elytrigia intermedia</i>					<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	r
<i>Elytrigia intermedia</i>	.	.	3	2	<i>Artemisia absinthium</i>	.	.	r	.
Д. в. союза <i>Festucion valesiacae</i>					<i>Prunus spinosa</i>	.	r	.	.
<i>Thymus marschallianus</i>	r	r	.	.	<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	.	.	.
<i>Achillea setacea</i>	.	+	.	.	<i>Plantago lanceolata</i>	.	r	.	.
<i>Salvia nutans</i>	.	.	+	+	<i>Allium oleraceum</i>	.	+	.	.
<i>Astragalus onobrychis</i>	.	.	.	r	<i>Linaria vulgaris</i>	.	r	.	.
<i>Veronica spicata</i>	.	.	.	r	<i>Cichorium intybus</i>	.	r	.	.
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	.	.	r	.	<i>Crataegus sp.</i>	.	r	.	.
Д. в. класса <i>Festuco-Brometea</i>					<i>Senecio jacobaea</i>	.	r	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	+	2	+	+	<i>Cirsium arvense</i>	.	r	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	+	2	1	+	<i>Quercus robur</i> (1.6 м)	.	r	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	+	+	1	2	<i>Tanacetum vulgare</i>	.	r	.	.
<i>Galium verum</i>	+	1	+	1	<i>Tragopogon orientalis</i>	r	.	.	.
<i>Phlomis tuberosa</i>	.	+	.	r	<i>Clematis integrifolia</i>	.	+	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i>	.	.	.	r	<i>Salvia verticillata</i>	.	.	r	.

Примечания. Синтаксон¹: *Bi* – сообщество *Bromopsis inermis*, *Ei* – сообщество *Elytrigia intermedia*; Высота н.у.м.² – высота над уровнем моря; ОПП³ – общее проективное покрытие; Часть склона⁴: пр – прибалочная, в – верхняя; Местонахождение⁵: оя – урочище «Острасьевы яры», ооя – окрестности урочища «Острасьевы яры» (соседняя балка без охранного статуса); Д. в.⁶ – диагностические виды; *Ov*⁷ – порядок *Origanetalia vulgaris*; *TG*⁸ – класс *Trifolio-Geranietea sanguinei*. Дата описаний: 1 – 16.08.2013 г.; 2 – 19.08.2013 г.; 3 – 17.08.2013 г.; 4 – 21.08.2013 г. Автор описаний Е.А. Аверина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверина Е.А. Опушечные сообщества урочища Острасьевы яры (заповедник Белогорье) // Вестник Брянского государственного университета. 2015. № 3 (2015). С. 338–340.
2. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья – 95, 1995. 992 с.
3. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. Lancaster: Wageningen et University of Lancaster, 1995. 70 p.
4. Tichý L., Holt J., Nejezchlebová M. JUICE. Program for management, analysis and classification of ecological data. 2nd edition. Brno, 2011. 61 p.
5. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. The Hague: Junk, 1978. P. 287–399.

Адамович Б.В., Жукова А.А.

БУФЕРНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЛУПОГРУЖЕННЫХ МАКРОФИТОВ В ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

УО «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, belaqalab@gmail.com

The belt of emergent macrophytes is an essential component of the lake's ecosystem that determines the availability of external nutrient load for planktonic autotrophs. We found that the belt of emergent macrophytes in Lake Naroch during the vegetation season intercepts almost all nitrogen and phosphorus entering the lake with tributaries and from 29% to 77% of the total phosphorus inflow into the lake.

Функционирование озерной экосистемы определяется взаимовлиянием ее структурных элементов, одним из которых является сообщество макрофитов – высших сосудистых растений и харовых водорослей. Сообщество макрофитов, наряду с

планктонными, перифитонными и бентическими водорослями, обеспечивает новообразование органического вещества. Однако роль макрофитов в экосистеме далеко не исчерпывается их вкладом в первичную продукцию водоемов. Полупогруженные макрофиты создают буферный пояс, который перехватывает и аккумулирует на относительно длительное время поступающие с водосбора питательные вещества, что особенно актуально для основных биогенных элементов, лимитирующих развитие фитопланктона в пресных водах – азота и фосфора. Аккумуляция азота и фосфора в биомассе макрофитов ограничивает поступление этих биогенных элементов в толщу воды, и соответственно их усвоение фитопланктоном. Аккумуляция питательных веществ при отмирании макрофитов не минерализуются в полной мере в доступную для фитопланктона форму и могут изыматься из озера с биомассой макрофитов или поступать в донные отложения в виде труднорастворимых форм.

На примере самого крупного в Беларуси озера Нарочь нами рассчитан вклад полупогруженных макрофитов в аккумуляцию биогенных элементов, поступающих с водосборной территории. Оценка внешней биогенной нагрузки водоемов возможна как на основании натурных наблюдений за количеством и химическим составом приходящей составляющей водного баланса, так и на основании структуры водосборной территории и типов природопользования на ней с учетом эмпирических коэффициентов выноса фосфора из различных источников [1].

В рамках исследований была проведена оценка сезонной динамики роста тростника в прибрежной зоне оз. Нарочь, составляющего около 95% биомассы полупогруженных макрофитов. Для оценки биомассы полупогруженных макрофитов при разной плотности зарастания использованы данные полевых наблюдений («метод укосов» на пробных площадках). Площадь зарастания на участках с разной плотностью оценивали с помощью аэроснимков высокого разрешения. Содержание общего азота в тканях растений было измерено с помощью анализатора элементов CNS (EuroEA, Eurovector). Общий фосфор был измерен после озоления и экстрагирования соляной кислотой с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES). Поступление азота и фосфора с притоками в оз. Нарочь рассчитаны на основании средних многолетних расходов воды в ручьях, впадающих в озеро, и среднем за период наших наблюдений содержания в них биогенных элементов.

Наиболее активный прирост тростника наблюдался в июне (более 40% от максимальной биомассы), в мае и июле скорость роста была примерно одинакова (прирост составлял около 30% от максимальной биомассы). К августу рост тростника практически прекращался.

В оз. Нарочь с притоками в год поступает 19,44 т азота, из которых 7,13 т представлены в минеральной форме, и 1,99 т фосфора, из которых 0,82 – в минеральной форме. Общая внешняя фосфорная нагрузка на оз. Нарочь на основании последней рассчитанной оценки [1] составила 2,59–6,65 т фосфора в год.

Содержание биогенных элементов в тканях макрофитов существенно варьировало в зависимости от локации станции отбора проб и времени исследования на протяжении годового цикла. Содержание азота изменялось от 0,3 до 1,3% в сухой массе растений, максимальные значения были приурочены к середине лета. Содержание фосфора изменялось от 0,02 до 0,14% сухой массы в исследованных образцах тканей макрофитов (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание азота и фосфора в сухом веществе макрофитов (%) в разные сезоны на литоральных станциях оз. Нарочь и на станциях, расположенных в водосборе Нарочанских озер (2021–2022 гг.)

Сезон года	N, т/год	P, т/год
Водосбор		
Зима	0,71±0,31	0,06±0,03
Лето	1,26±0,40	0,11±0,04
Осень	0,49±0,39	0,04±0,04
Озеро		
Зима	0,53±0,33	0,03±0,02
Лето	0,75±0,43	0,08±0,04
Осень	0,51±0,35	0,03±0,04

По данным о современном состоянии сообщества макрофитов оз. Нарочь биомасса воздушно-водных макрофитов составляет 2680 т абсолютно сухой массы. Таким образом, в зависимости от сезона года полупогруженные макрофиты в озере аккумулируют в своей биомассе от 13,54 до 20,14 т азота и 0,77–2,21 т фосфора (таблица 2).

Таблица 2 – Аккумуляция азота и фосфора в полупогруженных макрофитах оз. Нарочь в разные сезоны (2021–2022 гг.)

Сезон года	N, т/год	P, т/год
Зима	14,25	0,77
Лето	20,14	2,21
Осень	13,54	0,77

Учитывая, что к концу сезона вегетации значительная часть биогенных элементов растения аккумулируется в корневой системе, и таким образом, выводится из активного круговорота, в качестве расчетной величины можно принять максимальное содержание биогенных элементов в течение сезона, т. е. летние величины. Из расчета видно, что пояс полупогруженных макрофитов озера Нарочь в течение сезона перехватывает практически весь азот и фосфор, попадающий в водоем с притоками. Что касается общей внешней фосфорной нагрузки, то макрофиты усваивают от 29,9% до 76,8% годового притока фосфора в водоем.

Таким образом, пояс полупогруженных макрофитов служит существенным звеном, определяющим доступность внешней биогенной нагрузки для планктонных автотрофов модельного озера. Часть биогенных элементов затем поступает в толщу воды при разложении органического вещества макрофитов, становясь доступной для фитопланктона, часть выпадает из круговорота на длительный срок, аккумулируясь в донных отложениях и корнях макрофитов. Изучение соотношения этих двух пулов биогенных элементов после отмирания сезонной продукции макрофитов должно стать частью дальнейших исследований.

Исследования выполнены при поддержке БРФФИ в сотрудничестве с Институтом ботаники Университета Грайфсвальда (Германия). Авторы благодарят за помощь в отборе проб сотрудников НИЛ гидроэкологии и УНЦ «Нарочанская биологическая станции им. Г.Г. Винберга» БГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жукова Т.В., Остапеня А.П. Оценка эффективности природоохранных мероприятий на водосборе Нарочанских озер // Природные ресурсы. – 2000. – № 3. – С. 68–73.

Батуев В.И., Калюжный И.Л.

МИКРОРЕЛЬЕФ МЕЗООЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

ФГБУ «Государственный гидрологический институт»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, batuevggi@mail.ru, hfl@mail.ru

Surveys of vertical section profile for the zone of microrelief structure of some bog microlandscapes over the Kola Peninsula were made using the method of linear taxation. It was obtained differential and integral distribution of microrelief heights, location of mean bog surface, degree of the surface roughness as standard deviation of profile ordinates (S), coefficients of variation (C_v) and asymmetry (C_s). Maximal zone of microrelief development is fixed for bog microlandscapes of a complex type with oriented microrelief, and minimal zone - for moss-and-grass microlandscapes associated with a bog edge.

Поверхность болотных микроландшафтов представлена различным количеством положительных (кочки, гряды, подушки) и отрицательных (мочажины, понижения, западины) форм микрорельефа. Совокупность этих простейших форм определяет верхнюю границу зоны развития микрорельефа деятельного слоя болота. В ее пределах произрастает растительность, происходит тепло-массообмен с атмосферой и другие процессы. Поэтому знание количественных характеристик строения поверхности болотных микроландшафтов имеет практическое значение.

Впервые П.К. Воробьевым был разработан метод линейной таксации для изучения строения зоны развития микрорельефа болот [1]. В дальнейшем, он был усовершенствован и внедрен на сеть болотных станций Росгидромета [2]. Суть метода заключается в том, что в пределах микроландшафта, по направлению стока болотных вод, снимаются ординаты профиля высот (через каждые 10 см) от закрепленной на определенной высоте линии, параллельной уровню болотных вод. Длина линии таксации зависит от степени расчлененности поверхности болота. Для различных микроландшафтов она изменяется от 90 до 300 м. В дальнейшем, результаты таксации подвергаются статистической обработке.

Ниже приведен краткий анализ результатов проведенных линейных таксаций на мезоолиготрофном болоте Пулозерское (Кольский п-ов) [3].

Для оценок строения поверхности болота построены дифференциальные и интегральные кривые распределения ординат высот микрорельефа (рисунок). В таблице приведены статистические характеристики микроландшафтов с неориентированным микрорельефом. Установлено, что микроландшафты с неориентированным микрорельефом (и обширными сфагново-пушицевыми понижениями и повышениями, занятыми кустарничком и лишайником), имеют значительную зону развития, до $56 \div 69$ см, среднее арифметическое – наименьшее среди всех болотных микроландшафтов ($12,8 \div 13,8$ см) и, наибольшее среднеквадратическое отклонение высот ($10,1 \div 11,9$ см). Хорошо выражено асимметрическое строение микрорельефа, определяемое коэффициентом асимметрии

в диапазоне от 0,72 до 2,46. Асимметрия создается за счет высоких, но редких повышений, на которых произрастают кустарнички и низкорослая сосна.

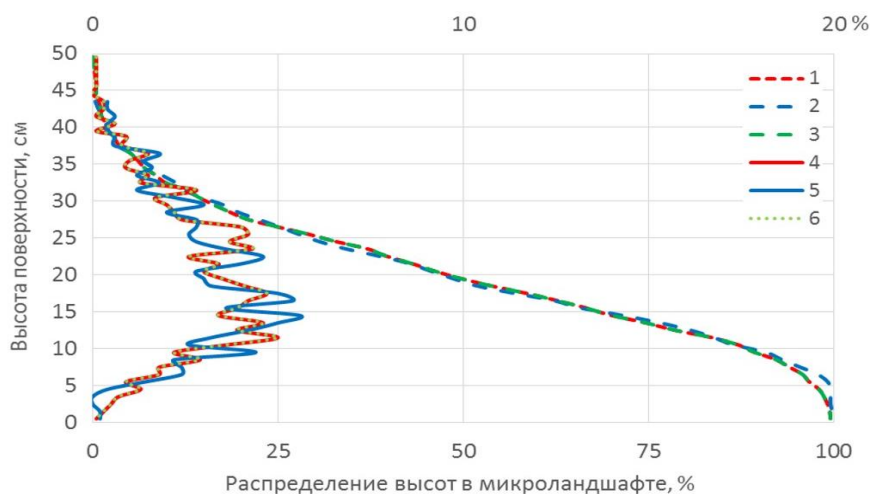


Рисунок – Интегральные (1–3) и дифференциальные (4–6) кривые распределения высот поверхности сфагново-кустарничкового микроландшафта

Наименьшую зону развития микрорельефа имеют микроландшафты мохово-травяного типа, приуроченные к окрайкам болот. Осоково-сфагново-пушицевый, с редкими сфагново-кустарничковыми грядами, микроландшафт имеет слабо выраженную зону развития микрорельефа и среднее арифметическое значение ординат высот равное 3 см, что в 3–4 раза меньше, чем в кустарничково-лишайниковом микроландшафте с обширными сфагново-пушицевыми понижениями. Коэффициент асимметрии близок по величине к коэффициенту вариации. Большинство микроландшафтов обладают умеренной асимметрией распределения высот в микрорельефе.

Таблица – Статистические характеристики профиля вертикального сечения болотных микроландшафтов неориентированного микрорельефа

Тип микроландшафта	Длина промерной линии, м	Статистические характеристики				А, см
		X_{CP} , см	C_v	C_s	S, см	
Сфагново-кустарничковый, редко облесенный сосной с обширными сфагново-пушицевыми понижениями. Центральная часть.	260	13,8	0,86	0,72	11,9	56
	75	19,5	0,54	0,00	10,5	51
Сфагново-кустарничковый с обширными сфагново-осоковыми понижениями. Пологий склон.	150	17,1	0,49	0,44	8,4	49
	150	19,9	0,44	0,46	8,8	43
Сфагново-кустарничковый с обширными мочажинами. Окрайка.	150	11,9	0,77	0,68	9,2	41
	150	16,0	0,52	0,68	8,3	46
Кустарничково-лишайниковый с обширными сфагново-пушицевыми понижениями.	80	14,7	0,69	1,96	10,1	62
	250	12,8	0,79	2,46	10,1	69

Примечание: X_{CP} – положение средней поверхности болота; S – среднеквадратическое отклонение ординат профиля, коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s ; А – амплитуда изменения высот поверхности.

Кривая дифференциального распределения для грядово-мочажинных комплексов при ленточно-грядовой структуре имеет сложную форму, с двумя максимумами. Особенностью характерной для таких поверхностей является уменьшение на 30%

среднего арифметического значения высот на мочажинах, а также степени расчлененности поверхности болота, при котором среднее квадратическое отклонение на мочажинах меньше на 20% по отношению к грядам. Амплитуда высот на грядах, больше в среднем на 20%, чем на мочажинах. Поэтому комплексные микроландшафты характеризуются значительной асимметрией в строении микрорельефа.

Статистические параметры поверхности болотного микроландшафта, установленные методом линейной таксации, могут быть привязаны к определенным растительным ассоциациям, которые, собственно, и характеризуют данный микроландшафт. Заметное изменение параметров свидетельствует о смене микроландшафта, что позволяет более объективно устанавливать его границы. Применение данного метода наиболее востребовано для лесной группы болотных микроландшафтов, когда кроны деревьев не позволяют с необходимой точностью установить границы при дешифрировании материалов дистанционной съемки поверхности. Регулярная таксация микрорельефа поверхности, через каждые 5–10 лет, позволяет исследовать изменения растительного покрова под влиянием климатических факторов или антропогенного воздействия на болото. Результаты линейной таксации так же используются для уточнения характеристик режима уровня болотных вод, испарения с болотных массивов, структуры снежного покрова, промерзания торфяной залежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев П.К. Методика изучения горизонта формирования микрорельефа болот на основании использования вероятностно-статистических приемов анализа. – Л.: Труды ГГИ, 1974. Вып.222. С. 58–68.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. Вып. 8. 296 с.
3. Калюжный И.Л. Микрорельеф болотных микроландшафтов Кольского полуострова – Тверь. Труды Инсторфа, 2021. № 23(76). С. 3–10.

Бордок И.В., Маховик И.В., Волкова Н.В.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, takhavik@gmail.com*

The dynamics of the average yield of lingonberries in the context of the administrative regions of Belarus for the period from 2006 to 2022 is considered. The data obtained in the course of monitoring studies indicate a long-term steady trend of shifting the fruiting peak of the berry to the central and northern regions of the country.

Основой непрерывного и неистощительного лесопользования служит актуальная и объективная качественная и количественная оценка состояния лесных ресурсов, прежде всего ключевых ресурсообразующих видов. В этом контексте ключевое значение приобретают многолетние мониторинговые исследования.

Одним из важных ягодных растений живого напочвенного покрова лесов Беларуси как в экономическом, так и в ценотическом аспекте является брусника обыкновенная – *Vaccinium vitis-idaea* L. Благодаря богатому биохимическому составу

практически вся надземная фитомасса растений брусники находит применение как пищевой и лекарственный ресурс, поэтому ее запасам постоянно уделяется большое внимание. При этом несмотря на то, что площади ее произрастания довольно хорошо документированы, оценки, например, эксплуатационного запаса ягод у разных авторов существенно расходятся. Так, В.В. Гримашевич с соавторами, площадь произрастания брусники в Беларуси оценили в 40211 га, с общим эксплуатационным запасом в 1235 т [1]. Оценка Государственного кадастра растительного мира Республики Беларусь на 2017 г. [2] более чем в 4 раза превосходит эту цифру. При этом с учетом большого количества факторов, как внешних, например, климатических, так и внутренних (динамика параметров лесного фонда) о каких-либо цифровых значениях запаса брусники можно говорить лишь как о среднемноголетней.

Оценка урожайности, как одного из показателей состояния брусники, выполнена в рамках мониторинга ресурсообразующих видов ягодных растений в Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС). В соответствии с Методикой проведения мониторинга растительного мира в составе НСМОС Республики Беларусь [3] основной базой для наблюдений за состоянием ягодных растений является сеть постоянных пунктов наблюдений (далее – ППН), регулярно дополняемая временными пробными площадями (далее – ВПП). На протяжении периода наблюдений (с 2006 г. по настоящий момент) сеть объектов постоянно расширяется: с 6 ППН в 2006 г. (в том числе одна с участием брусники) до 23 ППН и 295 ВПП (11 и 85 – с участием брусники, соответственно) в 2022 г.

На рисунке представлена средняя урожайность брусники обыкновенной по административным областям Беларуси по данным мониторинговых исследований за период с 2006 по 2022 год. Анализ всей совокупности данных показывает, что средняя урожайность за весь период наблюдений составила около 78 кг/га. В разрезе административных областей минимальные среднемноголетние урожайности 55,9 и 56,3 кг/га отмечены в Гомельской Брестской областях, наиболее высокие 95,7 и 103,8 кг/га – в Могилевской и Витебской. При этом многолетние колебания урожайности брусники, как в более, так и в менее благополучных областях, могут достигать значений на порядок выше.

Низкоурожайными, со средней урожайностью по Беларуси от 32 до 60 кг/га оказались 2006, 2007, 2010, 2014, 2016, 2019 и 2020 годы. Наиболее частой причиной снижения урожайности служили низкие температуры в период цветения (май) и продолжительное отсутствие осадков в период созревания. Так, например, в 2006 г. сохранность цветков/завязей составила 16–42%, а урожайность по югу колебалась от 18 до 65 кг/га. Сильный отпад цветковых почек произошел и в 2007 г. В 2014 г. урожайность брусники оказалась невысокой из-за низкой интенсивности цветения (в среднем 77 шт./м² цветков) и образования завязей (не более 50%). При этом в отдельные в целом низкоурожайные годы (например, 2019 и 2020) в центральной и северной части Минской и по всей Витебской области наблюдалась значительно более высокая урожайность брусники, а в некоторых выделах более 200 кг/га.

Даже в наиболее урожайные за период наблюдений годы – 2008, 2009, 2022, урожайность брусники в целом по стране достигла лишь средних значений 121, 172, и 101 кг/га, соответственно. При общем сохранении более высокой урожайности в центральных и северных областях в благоприятные годы этот показатель существенно повышается и на юге республики.

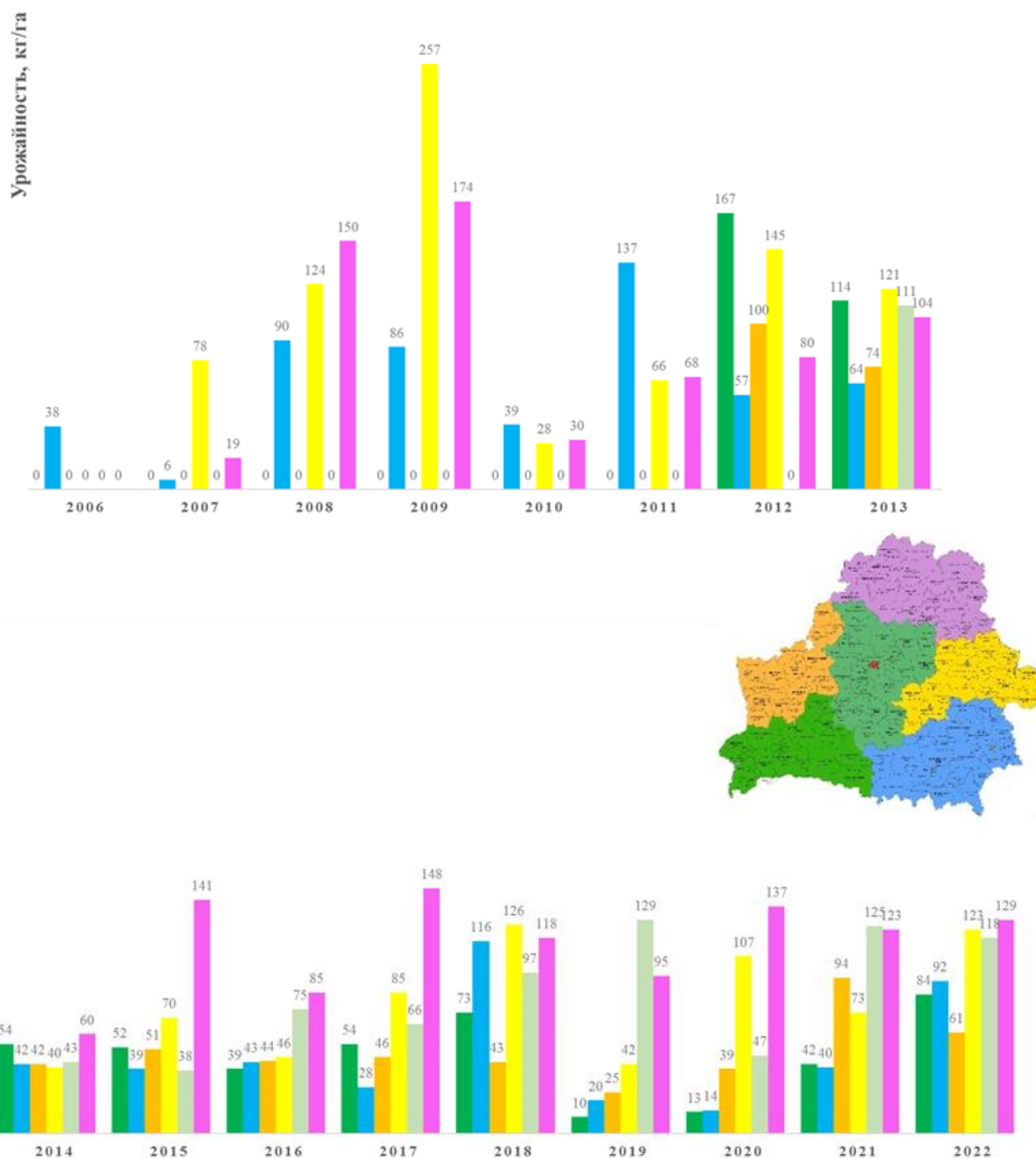


Рисунок – Средняя урожайность брусники обыкновенной в разрезе административных областей Беларуси

Таким образом, полученные в ходе мониторинговых исследований данные свидетельствуют о наличии многолетней устойчивой тенденции смещения пика плодоношения брусники в более северные регионы Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гримашевич В.В., Маховик И.В., Бабич Е.М. Ресурсы основных видов лесных ягодных растений и съедобных грибов Беларуси // Природные ресурсы. – 2005. – № 3. – С. 86–94.
2. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. / О.М. Масловский [и др.]; науч. ред. А.В. Пугачевский. – Минск: Беларуская навука, 2019. – С. 159–160.
3. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / под ред. А.В. Пугачевского. – Институт

Высоцкий Ю.И., Мерзвинский Л.М., Морозов И.М., Торбенко А.Б.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В ГЛУБОКСКОМ РАЙОНЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

*УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»,
г. Витебск, Республика Беларусь, yura-v@tut.by*

*The article analyzes the distribution of the infection of *Heracleum sosnowskyi* in the territory of the Gluboksky district of the Vitebsk region. The effectiveness of measures to combat the spread of hogweed is shown. No success has been achieved in the fight against *Heracleum sosnowskyi* in the Glubokoe region over the past 10 years: the area of *Heracleum sosnowskyi* thickets has increased 50 times, the number of habitats has increased 30 times.*

В 1970–80-е годы борщевик как силосную культуру выращивали некоторые передовые колхозы и совхозы Витебской области. На рубеже 90-х годов борщевик перестали сеять вследствие отрицательных последствий в животноводстве и растениеводстве (изменение свойств молока и мяса, увеличение случаев выкидышей у коров, бесплодие, засорение полей и спонтанное саморасселение борщевика) [1].

Биологические особенности борщевика при внедрении растения в сельскохозяйственное производство обусловило возможность его неконтролируемого распространения. При способности к распространению самосевом борщевик из нового кормового растения превратился в злостный сорняк, интенсивно расселяющийся на землях сельскохозяйственных и промышленных предприятий и в зонах отчуждения дорог [2].

Это особенно актуально для Витебской области, где засоренность земель борщевиком самая высокая в республике.

В 2020 г. ВГУ имени П.М. Машерова проводил НИР по инвентаризации, мониторингу и выявлению новых мест произрастания в Глубокском районе Витебской области.

Цель исследования: с применением GPS-навигации и ГИС-технологий выявить площадь распространения инвазионных видов рода борщевик.

Задачи исследования: провести инвентаризацию мест произрастания борщевика, создать картографическую базу данных местопроизрастаний в программе OziExplorer, создать ГИС распространения борщевика на территории района, провести ГИС-анализ данных мониторинга очагов инвазии.

Материалом исследования являлись очаги инвазии борщевика на территории Глубокского района. Эколого-флористические исследования проводились детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации; обработка результатов осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования, обрисовка контуров распространения борщевика производилась на Геопортале ЗИС по материалам аэрофотосъемки.

В 2010 г. в Глубокском районе выявлено 19 мест произрастания борщевика у 6 землепользователей общей площадью 0,5 га, из них 17 мест это точечные колонии (единичные или малые группы растений). В 2011 г. в районе учтено 19 мест произрастания борщевика у 6 землепользователей, но зарегистрированная площадь зарослей составляет 27,1 га; ликвидировано 8 мест произрастания, новых не выявлено. В 2013 г. учтено 15 мест

у 8 землепользователей площадью 27,1 га; проведенные мероприятия по борьбе: механические (скошен) – 21 га, химические – 6,1 га, комбинированные – 0 га; ликвидированных мест произрастания нет, новых мест инвазии не выявлено. В 2017 г. учтено по-прежнему 15 мест произрастания у 8 землепользователей площадью 28,7 га; несмотря на ежегодное применение гербицидов и перепашки отдельных участков зарослей изменений общей площади борщевика не выявлено.

В 2018 г. ситуация резко меняется: на учете 43 места произрастания у 21 землепользователя площадью 35,4 га; выявлено 28 новых мест произрастания площадью 6,7 га; ликвидированных мест не выявлено. В 2019 г. на учете 47 мест произрастания площадью 35,4 га у 20 землепользователей; ликвидированных и новых мест не выявлено.

В 2020 г. учеными ВГУ имени П.М. Машерова проведено натурное обследование известных и выявление новых мест произрастания гигантских борщевиков. При обследовании территории Глубокского района зафиксированы GPS-координаты 563 отдельных локальных мест произрастания борщевика общей площадью 24,9 га. По результатам обработки GPS-координат создана ГИС распространения борщевика, карта мест произрастания борщевика Сосновского и картосхема расположения его колоний. Изучение ландшафтов выявило, что локальные ценопопуляции борщевика образуют 78 колоний. В местах плотного произрастания родственные колонии борщевика образуют очаги инвазии (метапопуляции). На территории Глубокского района нами выделено 11 очагов инвазии, которые группируются здесь в четыре центра.

Центр инвазии «Глубокский» расположен севернее г. Глубокое. Образован шестью очагами инвазии: Забелье, Мерецкие, Коштеляновщина, Дегтяры, Озерцы, Заборье.

Центр инвазии «Северо-восточный» находится на восток от г. Глубокое в северной части района на границе с Шарковщинским районом в окрестностях д. Бортники. Центр образован двумя очагами инвазии: Бортники и Гиньки.

Центр инвазии «Северо-западный» находится на север от г. Глубокое на границе с Шарковщинским районом в пойме р. Половица в окрестностях деревень Копыльщина, Половица, Шилово, Сороки, Барсуки. Он образован очагами инвазии Барсуки и Копыльщина, включающих в себя 6 колоний.

Центр инвазии «Южный» расположен на юг от г. Глубокое в окрестностях аг. Шуневици. Он образован 7 колониями борщевика, которые относятся к очагу инвазии «Шуневици».

В Глубокском районе основная доля зарослей борщевика приходится на луговые земли – 11,22 га или 45,12% площади района.

2 место занимают пахотные земли: 5,38 га (21,65%).

3 место – закустаренные пахотнопригодные земли: 2,62 га (10,51%).

4 место – усадебные земли (застройка, пашня): 1,8 га (7,24%).

5 место – земли под застройкой (земли вокруг зданий): 1,05 га (4,2%).

Далее идут неиспользуемые земли – 1 га (4,03%), болота – 0,81 га (3,24%), мелиоративные каналы – 0,51 га (2,07%), дороги и др. коммуникации – 0,29 га (0,78%).

Самые большие площади земель, занятых борщевиком у следующих пользователей:

1 место занимает ОАО «Черневици» 8,94 га (36%);

2 место – СХУП «За Родину» 3,91 га (15,7%);

3 место – ОАО «Сельцы» 2,08 га (8,4%);

4 место – ГП «Озерцы» 1,97 га (7,9%);

5 место – СХУП «Мерецкие» 1,24 га (5%).

В Глубокском районе заросли борщевика занимают площадь 24,9 га. Анализ мероприятий по борьбе с борщевиком на территории района показал следующее: скашиваются 15,01 га (60,33%), обрабатываются гербицидом 5,51 га (22,13%), на площади 4,37 га (17,55%) борьба не ведется.

В связи с тем, что землепользователями борьба с борщевиком ведется разными способами и не везде мероприятия выполняются в полном объеме, состояние колоний борщевика сильно различается. Из них 4,61 га (18,51%) находится в угнетенном состоянии (площади, где использовался химический метод борьбы). На площади 8,11 га (32,61%) колонии борщевика находятся в стабильном состоянии (скашивание не позволяет борщевику расселяться). На 12,16 га (48,88%) борщевик прогрессирует (обсеменяется и расширяет площадь).

По сравнению с 2010 г. отмечен многократный рост количества мест произрастания борщевика (увеличение в 30 раз: с 19 локальных популяций в 2010 г. до 563 в 2020 г.). Общая площадь зарослей борщевика, зафиксированная в ГИС, составила 24,9 га (в 2010 г. было всего 0,5 га). Это показывает взрывной рост числа мест произрастания за период с 2010 по 2019 годы, ставший следствием неоднократного обсеменения большинства участков зарослей борщевика на неудобьях, вымерших деревнях и на территории старых закрытых ферм, что привело к появлению новых молодых дочерних колоний. Подобная ситуация отмечается и в других ранее изученных районах [3].

Мероприятия по уничтожению инвазии начали проводить в 2010 г. Успехов в борьбе с борщевиком в Глубокском районе за прошедшие 10 лет не достигнуто: площадь зарослей борщевика увеличилась в 50 раз, число мест произрастания в 30 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сациперова, И.Ф., Борщевика флоры СССР – новые кормовые растения: перспективы использования в народном хозяйстве. Л.: Наука, 1984. – 218 с.
2. Медведев, И.В., Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского / И.В. Медведев, С.Л. Сметанников – Вологда. – 1981. – 40 с.
3. Высоцкий, Ю.И., Очаги инвазии борщевика в восточных районах Витебской области / Ю.И. Высоцкий // Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения: материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 29-30 ноября 2016 г. // Вит. гос. ун-т; редкол.: И.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2017. С. 56-57.

Галанина О.В.¹, Черненко П.А.²

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ ВРЕМЕННОГО ЗАТОПЛЕНИЯ (ДАРВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

1 ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

2 ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»,

п/о Успенское, Российская Федерация, ch.polina@mail.ru

This research compares dynamic processes in two key areas (“Uteshkovsky bog” and “Big moss”), which are located at different distances from the zone of temporary flooding. Maps of dynamic processes in landscapes had been made for each site.

Дарвинский государственный заповедник располагается на границе Вологодской и Ярославской областей на северо-западном побережье Рыбинского водохранилища.

Затопление значительных территорий вследствие колебания уровня воды, подъем уровня грунтовых вод, изменение микроклиматических показателей оказывают существенное влияние на растительность вблизи водохранилища [4, 5] и формируют зону временного затопления (далее – ЗВЗ), к которой относится прибрежная, мелководная часть водохранилища, занятая травянистыми и кустарниковыми сообществами. За ЗВЗ в направлении суходола следует зона подтопления, образующаяся под влиянием периодического подъема уровня грунтовых вод.

Исследования проводились в июле 2016 и 2021 гг. Для сравнения динамических процессов, протекающих в ЗВЗ, были выбраны два ключевых участка, расположенные на разном удалении от берега водохранилища.

Участок «Утешковское болото» контактирует с заливами водохранилища с трех сторон – с запада, юга и востока, и имеет обширную контактную полосу болотных и лесных фитоценозов с сообществами зоны затопления. Он включает в себя южную часть одноименного верхового болотного массива и опоясывающие его песчаные гряды. Площадь ключевого участка составляет 4,3 км².

Большую часть площади ключевого участка «Утешковское болото» занимают пушицево-кустарничково-сфагновые сообщества с низкорослой сосной, на его юго-восточной окраине располагается озеро Утешковское. Рельеф территории делают более разнообразным вдающиеся в болото залесенные песчаные гряды и возвышающиеся минеральные острова, занятые преимущественно сосняками кустарничково-зеленомошными и елово-мелколиственными редкотравными лесами. Гряды, отделяющие верховой болотный массив от ЗВЗ, имеют абсолютные высоты до 111 метров.

Участок «Большой мох» находится рядом с деревней Борок. Удаленность участка от ЗВЗ с запада составляет 564–944 м; и 1500 м с южной стороны. Исходя из этого, можно предположить, что колебания уровня воды оказывают меньшее воздействие на данную территорию.

Расстояние между ключевыми участками всего 9 км, флора и растительность здесь очень похожи. Ключевой участок «Большой мох» представляет собой кустарничково-сфагновые с низкорослой сосной и березой болота с включениями минеральных островов.

На основе ранее созданных геоботанических карт ключевых участков [1, 2] были составлены карты динамических процессов в ландшафтах. Было выявлено 9 процессов.

Из составленных карт (рисунок 1, 2) видно, что на ключевом участке «Большой мох» наблюдается 3 активных динамических процесса, тогда как на другом участке таких процессов 8 (рисунок 3). Такое разнообразие связано, в первую очередь, с близостью ЗВЗ.

На каждом из участков на большую площадную выраженность (более 50%) имеет процесс торфонакопления (№ 1, 3, 5, 7, 21–16), происходящий под разнообразными болотными фитоценозами.

Также на двух участках протекает процесс олиготрофного заболачивания (№ 2, 7, 10, 20), который характерен для низких гряд по окрайкам болотного массива. Его признаками являются ухудшение бонитета *Pinus sylvestris*, внедрение в состав сообществ видов олиготрофных болот: *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*. В микропонижениях рельефа поселяются сфагновые мхи: *Sphagnum divinum*, *Sphagnum angustifolium*, *Sphagnum fallax*.

На минеральных островах участка «Большой мох» наблюдается распад древостоя (№ 27). Из состава сообществ выпадают крупные, наиболее старые деревья, вследствие чего, древесный ярус становится разреженным.

В тоже время можно заметить, что на участке «Большой мох» не выявлены некоторые процессы, характерные для участка «Утешковское болото». Во-первых, это подъем уровня

грунтовых вод (№ 4, 9, 11, 12, 15, 16). Наиболее низкие и узкие гряды, обращенные к ЗВЗ, подвергаются сезонному подъему грунтовых вод, что отражается на составе и структуре фитоценозов – увеличивается доля видов, выдерживающих длительное затопление. В таких условиях формируются березняки кустарничково-сфагновые с участием таких видов, как *Lythrum salicaria*, *Carex nigra*, *Carex vesicaria*, *Poa palustris*, *Comarum palustre*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus filiformis*, *Potamogeton gramineus*.

Во-вторых, происходит внедрение видов с ЗВЗ (*Carex rostrata* × *Carex vesicaria*, *Calla palustris*, *Ranunculus lingua*, *Carex acuta*). Эти виды встречаются в зоне подтопления, в лесных фитоценозах, для которых они не характерны. В-третьих, здесь же активно проявляется ветровальная динамика.

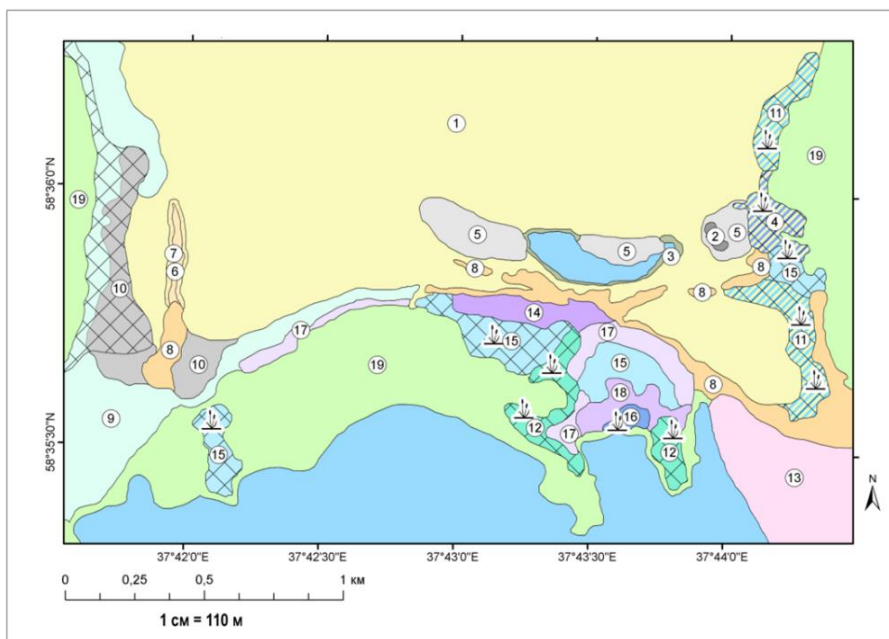


Рисунок 1 – Карта динамических процессов в ландшафтах на участке «Утешковское болото»

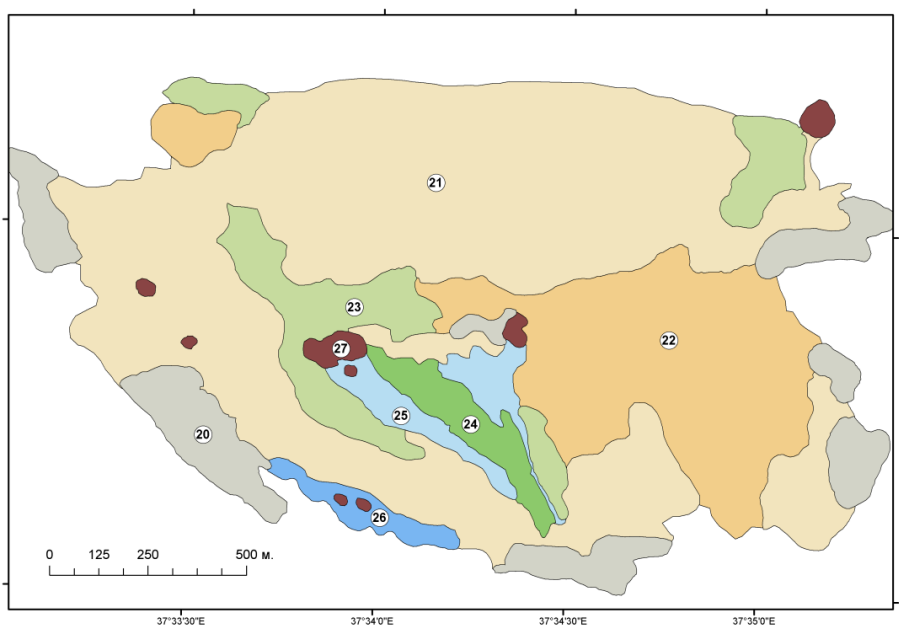


Рисунок 2 – Карта динамических процессов в ландшафтах на участке «Большой мох»



Растительное сообщество	Направление процессов						
	Стабильное состояние	Торфо-накопление	Заболачивание (олиготрофное)	Периодическое подтопление (подъём УГВ)	Восстановление ели (Picea abies)	Естественное зарастание	Распад древостоя
1.1 Пушицево-кустарничково-сфагновое с низкорослой сосной		1					
1.2 Осоково-кустарничково-сфагновое с березой			2				
1.3 Шейцериново-сфагновое		3					
1.4 Осоково-сфагновое с сосной				4			
2.1 Грядово-мочажинный комплекс		5					
3.1 Сосновое лишайниково-зеленомошное	6	7					
3.2 Сосновое кустарничково-зеленомошное	8						
3.3 Сосновое кустарничково-сфагновое				9			
3.4 Сосновое болотнокустарничково-сфагновое			10	11			
4.1 Сосново-березовое травяное				12			
4.2 Елово-березовое травяно-орляковое					13		
4.3 Березовое кустарничково-сфагновое с елью					14		
4.4 Березовое кустарничково-травяно-осоково-сфагновое				15			
5.1 Осинное осоково-вейниковое				16			
6.1 Елово-мелколиственное редкотравное					17		
6.2 Мелколиственно-еловое редкотравное					18		
7.1 Травяно-осоковое						19	
1 Березово-сосновое кустарничково-зеленомошно-сфагновое			20				
2 Осоково-кустарничково-сфагновое с низкорослой сосной и березой		21					
3 Сосновое кустарничково-зеленомошно-сфагновое		22					
4 Пушицево-сфагновое		23					
5 Осоково-пушицево-сфагновое		24					
6 Вахтово-осоково-сфагновое		25					
7 Пушицево-сфагновое с берёзой		26					
8 Минеральный остров							27
Ветровал 		Виды из ЗВЗ 					

Рисунок 3 – Легенда карт динамических процессов в ландшафтах для двух участков

Таким образом, влияние водохранилища на ключевых участках проявляется в трех основных процессах: периодическом подъеме уровня грунтовых вод, привнесении видов из ЗВЗ и ветровалах. Эти процессы формируют на участке «Утешковское болото» зону подтопления, где произрастают березняки кустарничково-травяно-осоково-сфагновые и осинники осоково-вейниковые. На участке «Большой мох» данная зона отсутствует, так как участок располагается дальше от берега водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галанина О.В., Садоков Д.О., Черненко П.А. Исследование контактной полосы лесных и болотных биогеоценозов в зоне подтопления Рыбинского водохранилища (Дарвинский заповедник) // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. Саранск, 2021. №28. С. 238–244.
2. Галанина О.В., Черненко П.А. Результаты исследования болотного массива «Большой мох» (Дарвинский государственный заповедник) // Материалы конференции «XII Галкинские чтения» – Типы болот регионов России. Санкт-Петербург, 2023. С. 24–28.
3. Денисенков В.П. Растительность и стратиграфия залежи болот Дарвинского заповедника. Диссертация канд. геогр. наук. Л., 1969. 326 с.
4. Кузнецов А.В., Рыбникова И.А. Режим уровня Рыбинского водохранилища, как фактор развития биотического комплекса зоны временного затопления и некоторые методические подходы к его анализу // Труды Дарвинского государственного природного биосферного заповедника, вып. XVII. Череповец, 2015. С. 9–37.
5. Рыбинское водохранилище и его жизнь. Ленинград, 1972. 261 с.

Гашкова Л.П.

МОНИТОРИНГ ПОСТПИРОГЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕРХОВОГО БОЛОТА

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал ФГБУН Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, г. Томск, Российская Федерация, gashkova-lp@rambler.ru

*The article presents the results of monitoring the restoration of vegetation in the drained area of the Vasyugan mire affected by the fire in 2016. We traced the process of restoration of the moss, grass-shrub and tree layers. Within six years, even in the most burnt areas, the projective cover is restored and the edificators of the raised bog *Sphagnum fuscum* and *Pinus sylvestris* appear. The greatest post-pyrogenic changes occurred in the moss layer.*

В последние 1500 лет в Западной Сибири резко возросло количество пожаров. Цель работы заключалась в изучении процесса пирогенной сукцессии при восстановлении растительности, в разной степени пострадавшей от пожара.

Исследования проводились на Большом Васюганском болоте, в бассейне р. Гавриловка. На участке осушенного болота в августе 2016 года произошел пожар, выгорело около 5,5 км². До пожара на исследованном участке преобладал сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз с примесью *Betula pubescens* и *Populus tremula* вдоль осушительных каналов. Начиная с сентября 2016 года ежегодно проводится детальное геоботаническое описание на 15 ключевых точках, расположенных на разном удалении от осушительных каналов.

По степени выгорания и особенностям восстановления растительности все ключевые участки мы разделили на три группы.

Первая группа располагается в непосредственной близости от каналов, с самым низким уровнем болотных вод, характеризуется полным выгоранием растительности. Толщина обугленного слоя на поверхности торфа составляет от 0,5 до 1,5 см.

Вторая группа располагается на расстоянии 20–70 м от канала, поверхность выгорела в понижениях на 60%, на моховых подушках на 13%. На кочках частично сохранились кустарнички и моховой покров из *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr.,

моховые подушки не обгорели, но у *S. fuscum* погибли точки роста. Древесный ярус полностью погиб. Толщина обугленного слоя составляет от 0,2 до 1,5 см.

Третья группа удалена от канала более, чем на 100 м и не пострадала от огня. В древесном ярусе преобладает *Pinus sylvestris* L. (f. *Litwinowii*) высотой до 3 м с единичным подростом *P. sibirica* Du Roi высотой до 2 м. Травяно-кустарничковый ярус представлен *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Rhododendron tomentosum* Harmaja, *Andromeda polifolia* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Eriophorum vaginatum* L. и *Rubus chamaemorus* L. В моховом ярусе доминирует *S. fuscum*, с примесью *S. balticum* (Russ.) Russ.ex C.Jens., *S. divinum* Flatberg & K. Hassel, *S. angustifolium* (Russ.ex Russ.) C.Jens., *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt, *Dicranum polysetum* Sw. и *Calypogeia sphagnicola* (Arnell et J. Perss.) Warnst. et Loeske.

Восстановление на полностью выгоревших участках (1 группа) началось уже на следующий год после пожара. От подземных побегов началось активное отрастание травяно-кустарничкового яруса: *V. uliginosum*, *C. calyculata*, *A. polifolia*, *R. tomentosum*, *R. chamaemorus* и *E. Vaginatum*. Появились единичные всходы *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. За три года после пожара кустарнички достигли проективного покрытия 40% и сохраняют такой уровень до сих пор. Моховой ярус также начал восстановление на следующий год после пожара с появления *Marchantia polymorpha* L. и *Polytrichum strictum* Brid. Дальнейшее восстановление мхов происходит через постепенное увеличение проективного покрытия *P. strictum* до 40% и появления *S. fuscum* и *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. К концу второго сезона восстановления появляются *B. pubescens* и *P. tremula*. В 2020 году в древесном ярусе преобладает подрост березы до 25 см высотой, единичный подрост осины до 35 см высотой. Кроме того, появляются всходы *P. sylvestris* (рисунок 1).

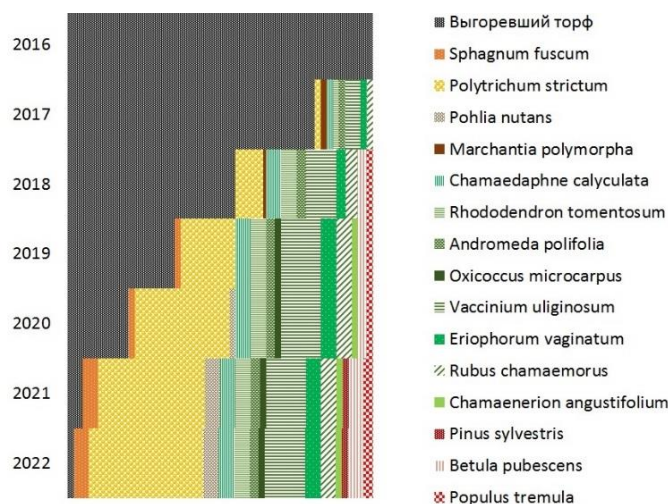


Рисунок 1 – Схема постпирогенного восстановления болота (проективное покрытие видов на участках 1-й группы)

На участках 2-й группы в выгоревших понижениях растительность восстанавливалась аналогично 1-й группе участков. На повышениях, на погибших моховых подушках в первый год после пожара начали отрастать новые куртины *S. fuscum*, *P. strictum* и *P. nutans*. На второй год после пожара на положительных формах кустарнички уже полностью восстановили проективное покрытие, характерное для естественных участков. Всходы *B. pubescens* и *P. tremula* появлялись только в понижениях, всходы *P. sylvestris* обнаружались и на моховых подушках, и в выгоревших понижениях (рисунок 2).

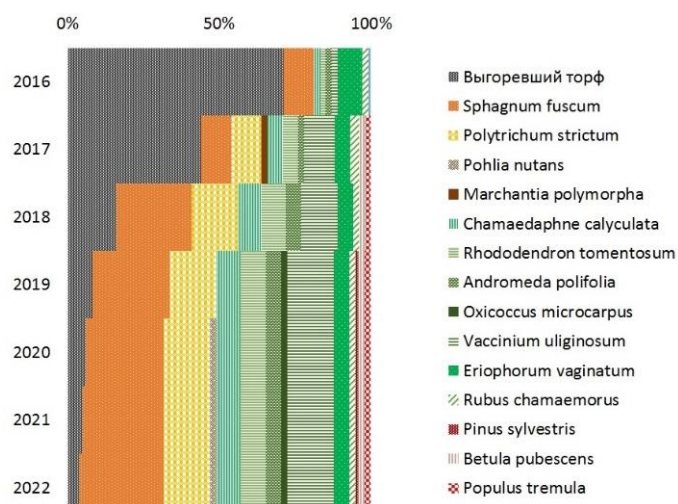


Рисунок 2 – Схема постпирогенного восстановления болота (проективное покрытие видов на участках 2-й группы)

Растительность участков 3-й группы после пожара на смежной территории почти не изменилась, незначительно увеличилось проективное покрытие зеленых мхов и *P. sylvestris* (рисунок 3).

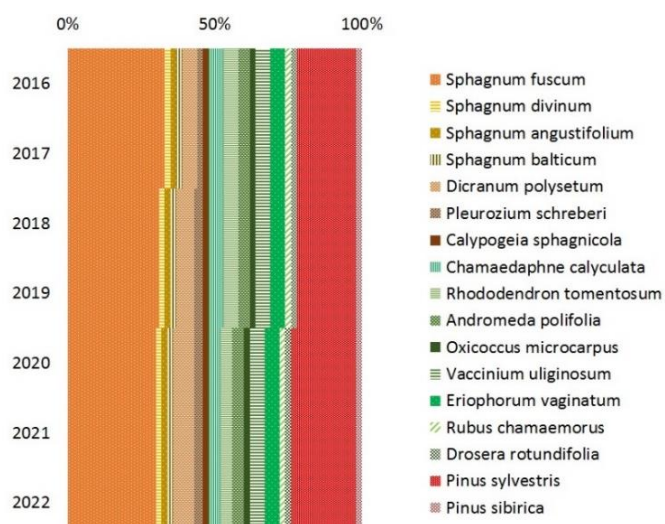


Рисунок 3 – Схема изменения проективного покрытия видов на участках 3-й группы

Таким образом, спустя 6 лет после пожара проективное покрытие растительности на выгоревших участках восстановилось на 95–98%, в видовом составе произошли следующие изменения: мхи (*S. balticum*, *S. divinum*, *S. angustifolium*, *P. schreberi*, *D. polysetum* и *C. sphagnicola*) заместились на *P. nutans* и *P. strictum*. Наиболее стойким к выгоранию и чемпионом по скорости восстановления оказался *S. fuscum*. В травяно-кустарничковом ярусе восстановились все виды, за исключением *Drosera rotundifolia* L., появился *C. angustifolium*. В древесном ярусе появились *B. pubescens* и *P. tremula*.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 22-77-10024.

Грищенко Н.Д.

МОНИТОРИНГ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, nhrysh@gmail.com*

The methodological, legal and informational aspects of the creation and functioning of the aquatic vegetation monitoring system in the Republic of Belarus, as well as the prospects for its development and improvement are outlined. The main results of monitoring observations and directions of their use are presented.

Одним из видов мониторинга растительного мира является мониторинг водной растительности (далее – МВР). Он представляет собой систему регулярных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния высших водных растений (далее – ВВР) и среды их обитания под воздействием природных и антропогенных факторов. Важнейшей функцией данного вида мониторинга является информационное обеспечение государственных органов и заинтересованных юридических лиц достоверной и своевременной информацией о состоянии ВВР, необходимой для принятия оперативных управленческих решений в области сохранения биоразнообразия, разработки научно-обоснованных рекомендаций по практической охране и рациональному использованию ресурсов ВВР.

Работы по МВР проводятся в Беларуси с 1998 г. Первые годы были посвящены разработке концепции и системы мониторинга, методов, критериев оценки и показателей состояния ВВР. Практические работы по развертыванию сети наблюдений и проведению полевых работ начались с 2000 г. Изначально МВР проводился Белорусским государственным университетом, а с 2021 г. – Институтом экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси. На 01.01.2023 сеть пунктов наблюдений МВР включает 98 ключевых участков: 47 на реках, 46 на озерах, 5 на водохранилищах.

Порядок проведения работ по МВР в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС), количество и места расположения пунктов наблюдений, технология работ по его организации и проведению, перечень обязательных параметров наблюдений, порядок и сроки представления мониторинговой информации устанавливаются утвержденными Инструкцией о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе НСМОС и методикой его проведения.

Создана и пополняется база данных о состоянии и разнообразии водной растительности, зарегистрированная в Государственном регистре информационных ресурсов. Основные текущие результаты мониторинговых исследований размещаются на интернет-сайте Информационно-аналитического центра мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях. Ежегодно в Главный информационно-аналитический центр (далее – ГИАЦ) НСМОС подается обобщенная экологическая информация о состоянии водной растительности на пунктах наблюдений. Результаты мониторинга ежегодно публикуются в научном обзоре «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений», размещаемом на сайте ГИАЦ НСМОС.

Проведение многолетних наблюдений за состоянием ВВР и среды ее обитания в ходе реализации целей и задач МВР в рамках НСМОС позволили выявить ряд проблемных вопросов, связанных с изменением качества, состава и количества ВВР, в том числе редких и охраняемых видов, антропогенным загрязнением и эвтрофированием водной среды.

Для ряда озер, в отношении которых имеются длительные ряды наблюдений, зафиксированы изменения в зарастании, обусловленные воздействием главным образом естественных природно-климатических факторов. Ведущая роль в природно-климатической составляющей принадлежит кратко- и долгосрочным изменениям климата – температуры воздуха и количества осадков. В свете актуальной проблемы глобального изменения климата следует отметить, что увеличение среднегодовой температуры воздуха приведет к увеличению теплозапаса озер и проявится в увеличении продолжительности периода вегетации макрофитов за счет смещения сроков весенней и осенней циркуляции, увеличении прогрева водной массы в безледный период.

К числу возможных последствий также относятся изменения в видовом составе и количественном развитии ВВР: появление широко распространенных, монодоминантных и толерантных к изменению условий среды видов в сообществе макрофитов, сокращение площади зарастания и биомассы водных растений в результате конкуренции первичных продуцентов (фитопланктона). Изменения свойственные в последние годы многим озерам северной части Беларуси, а именно: смещение видового разнообразия в сторону α -мезосапробных видов, массовое развитие фитопланктона, практически полное исчезновение видов-индикаторов олиготрофных вод, чувствительных к повышению концентрации биогенных элементов, свидетельствуют об увеличении трофности озер, и подтверждают влияние климатического фактора.

Наиболее распространенными причинами антропогенного изменения растительного мира озер и рек Беларуси являются воздействие гидротехнического строительства, осушительной мелиорации, объектов промышленного и сельскохозяйственного производства, селитебных территорий и рекреации, изъятие ресурсов. Большой вред приносит поступление загрязненного стока от локальных и диффузных источников на водосборе. Последнее связано главным образом с поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий (поймы многих рек интенсивно используются для выпаса скота) или селитебных территорий. С бытовыми сточными водами либо в результате плоскостного смыва с побережья в водоемы и водотоки попадают загрязняющие и эвтрофирующие вещества.

Антропогенное воздействие ведет к изменениям в видовом составе и развитии ВВР: появление монодоминантных сообществ из толерантных к изменению условий среды видов растений, увеличение биомассы низших водных растений, сокращение площади распространения и биомассы высших водных растений, видов-индикаторов чистых вод, чувствительных к повышению концентрации биогенных элементов.

Трансформация водной растительности водохранилищ определяется антропогенными факторами – изменение и создание искусственных берегов, мостов, изменение качества воды, периодические чистки ложа – препятствуют формированию устойчивых фитоценозов гидрофитной растительности.

Определена степень загрязнения водной растительности тяжелыми металлами. Озерные макрофиты в среднем отличаются повышенным содержанием цинка, циркония и ванадия, речные – содержат больше титана, хрома, меди и никеля, а растения водохранилищ выделяются самыми низкими концентрациями всех элементов. Водным

растениям свойственна избирательность в накоплении солей тяжелых металлов – наилучшими индикаторами загрязнения являются погруженные растения.

Результаты МВР использованы:

- при разработке предложений по регулированию и минимизации негативной антропогенной нагрузки на водные экосистемы;
- для прогноза развития, организации охраны и рационального использования водоемов и водотоков;
- при разработке методики оценки ресурсной значимости водной растительности Беларуси;
- при оценке кормовой базы растительноядных рыб для РУП «Институт рыбного хозяйства»;
- в учебном процессе при чтении лекционных курсов, проведении практических занятий, руководстве курсовыми и дипломными работами.

К основным проблемам, решение которых определяет перспективы развития МВР, можно отнести:

- оптимизацию сети пунктов наблюдений с расширением ее географического охвата в связи с необходимостью контроля воздействия глобального изменения климата на развитие растительности внутренних вод и оценки тенденций проявления процессов трансформации и загрязнения под влиянием новых видов воздействия вновь созданных объектов;
- совершенствование методов наблюдений и анализа данных (использование ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли, телеметрических и более совершенных аналитических методов).

В перспективе развития МВР: оптимизация сети пунктов наблюдений с расширением ее географического охвата; развитие методов прогнозирования на основе данных мониторинга; организация более тесного взаимодействия с потребителями мониторинговой информации; вовлечение в международный информационный обмен и гармонизация направлений и методик с применяемыми в других странах; расширение технических возможностей и привлечение приборов и оборудования нового поколения, а также дистанционных методов для оценки состояния растительности.

Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ УРОЖАЙНОСТИ ЛУГОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ПОЙМЫ РЕКИ СОЖ

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь, dajneko@gsu.by, sertimo@mail.ru*

For 13 years during 8 growing seasons, the values of the SCC were 1.13–1.60. For 3 periods 0.99–1.09. The differences between the maximum and minimum values of the productivity of herbage of plant associations ranged from 7 to 9 c/ha of air-dry mass. The greatest variation in yield was found for the Phalaridetum arundinaceae community, the smallest for Poo-Festucetum pratensis. The productivity of the herbage may be related to the specific composition of plant communities.

Наибольшие площади пойменных лугов сосредоточены в Гомельской области [1].

Погодные условия оказывают влияние на растительность пойменного луга и его динамику [2].

Оценка увлажнения территории Гомельской и Брестской областей за период активной вегетации с суммами температур выше 10°C и месяцам летнего периода показала уменьшение гидротермического коэффициента (далее – ГТК) за период активной вегетации с суммами температур выше 10°C за период потепления (1989–2018 гг.) по сравнению с периодом до потепления (1958–1988 гг.) [3].

Объектами исследований являлись луговые ассоциации пойменного луга р. Сож Ветковского района Гомельской области, где в течении 13 лет (2010–2022 гг.) проводилось изучение урожайности луговых ассоциаций. Ниже приводятся их названия.

Объект 1. Ассоциация *Deschampsietum cespitosae*, субассоциация *Poetosum palustris*, вариант *Leontodon autumnalis*, союз *Cynosurion*, порядок *Arrhenatheretalia* Pawl.1928, классу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 2. Ассоциация *Caricetum gracilis*, союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926, порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953, классу *Phragmiti – Magnocaricetea*.

Объект 3. Ассоциация *Junco-Dechampsietum cespitosae* Bulokhov 1990, союз *Agropyro-Rumicion crispi* Nordn. 1940, порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967, класс *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 4. Ассоциация *Poo-Festucetum pratensis* Sapegin 1986, союз *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985, порядок *Arrhenatheretalia* Pawl.1928, класс *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 em R. Tx. 1970.

Объект 5. Ассоциация *Phalaroidetum arundinaceae* Libb. 1931 союз *Phalaroidaion arundinaceae* Kopecky 1961, порядок *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класс *Phragmita – Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Анализ таблицы показал, что количество осадков и температуры воздуха в период за вегетационные периоды исследований 2010–2022 гг. варьировало в пределах от 285 до 442 мм при среднем многолетнем значении 388 мм. Сумма температур воздуха выше 10°C составляла от 2726 до 3249 °C (таблица).

Таблица – Динамика количества осадков и температуры воздуха по годам исследований 2010–2022 гг.

Месяц	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2016 г.	2018 г.	2020 г.	2022 г.	Средне многолетние
Апрель	<u>9,8</u> 14,7	<u>10,0</u> 35,1	<u>10,2</u> 16,0	<u>10,0</u> 53,3	<u>11,0</u> 19,1	<u>8,1</u> 7,8	<u>7,0</u> 112,7	<u>6,6</u> 45,0
Май	<u>17,5</u> 90,3	<u>16,9</u> 57,9	<u>16,1</u> 116,0	<u>15,4</u> 88,2	<u>18,4</u> 20,6	<u>11,9</u> 141,0	<u>12,0</u> 56,9	<u>13,9</u> 55,0
Июнь	<u>21,1</u> 35,9	<u>17,6</u> 114,7	<u>17,0</u> 74,0	<u>19,4</u> 46,2	<u>19,2</u> 67,6	<u>21,5</u> 54,8	<u>20,6</u> 52	<u>17,0</u> 79,0
Июль	<u>24,5</u> 125,3	<u>22,2</u> 111,7	<u>21,7</u> 65,0	<u>21,2</u> 54,6	<u>20,3</u> 186,0	<u>20,2</u> 53,1	<u>19,3</u> 76,7	<u>19,8</u> 90,0
Август	<u>23,5</u> 24,0	<u>19,1</u> 82,7	<u>19,9</u> 89,0	<u>19,8</u> 73,6	<u>20,9</u> 67,7	<u>20,0</u> 52,5	<u>22,0</u> 23	<u>18,7</u> 61,0
Сентябрь	<u>13,6</u> 60,0	<u>14,4</u> 40,2	<u>14,4</u> 14,0	<u>14,0</u> 18,4	<u>16,5</u> 68,5	<u>16,2</u> 34,7	<u>11,0</u> 28,8	<u>13,0</u> 58,0
Сумма осадков	350,2	442,3	374,0	334,3	399,5	343,9	350,1	370,6
ГТК	1,14	1,60	1,23	1,22	1,23	1,25	1,13	

Для более детальной оценки соотношения количества осадков и температуры воздуха произвели расчет гидротермического коэффициента. Значения данного параметра составляли от 0,99 до 1,6.

В течение 5-ти вегетационных периодов из проанализированных 13-ти величины ГТК составляли 1,22–1,25. В течение 3-х периодов ГТК оказалось 0,99–1,09. Среднее значение ГТК за годы исследований составило 1,19. Это означает преобладание более влажных периодов вегетации растений относительно трех засушливых периодов. Наличие такой вариабельности ГТК позволяет более корректно оценить такие параметры как продуктивность и качество травостоя.

В среднем за 13 лет исследований наиболее продуктивными оказались ассоциации *Caricetum gracilis* и *Phalaridetum arundinaceae* – 33 и 34 ц/га (рисунок).

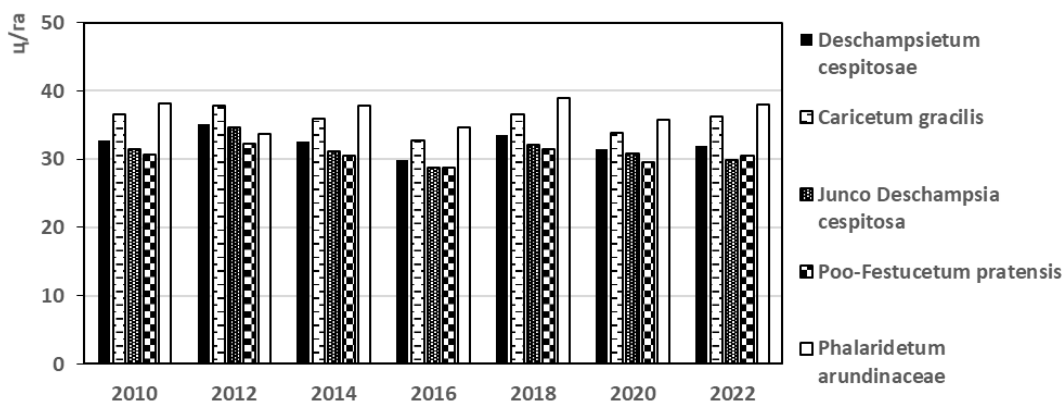


Рисунок – Динамика урожайности луговых ассоциаций в пойме реки Сож Ветковского района Гомельской области за 2010–2022 гг. (ц/га сухой массы)

В остальных трех ассоциациях продуктивность составляла от 28 до 30 ц/га и существенных различий между ними не выявлено.

Во всех изучаемых ассоциациях имели место значительные колебания по продуктивности по годам исследований. Различия между максимальными и минимальными значениями продуктивности составляли от 7 до 9 ц/га. Наибольшее варьирование выявлено для сообщества *Phalaridetum arundinaceae*, наименьшее для *Poo-Festucetum pratensis*.

Установлено, что минимальная продуктивность была у ассоциаций *Deschampsietum cespitosae*, *Poo-Festucetum pratensis*, *Phalaridetum arundinaceae* в 2015 г. при значении ГТК около 1,02. В исследованиях не выявлено существенной зависимости продуктивности изучаемых сообществ от величин ГТК. Тем не менее можно отметить, что максимальная средняя продуктивность травостоя была получена при значениях ГТК более 1,14.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермакова, И.М., Сугоркина, Н.С. Результаты 48-летнего мониторинга растительности пойменных лугов в монографиях. Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия С.93–97. БИОРАЗНООБРАЗИЕ: ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ И СОХРАНЕНИЮ: материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета (г. Тверь, 8–11 ноября 2017 г.) / отв. ред. А.А. Нотов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – 438 с.

2. Состояние окружающей среды Республики Беларусь : Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск:Бел НИЦ «Экология», 2015. – 102 с.

3. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата. Минск, 2019.– 56 с.

Егошин А.В.

МОНИТОРИНГ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Сочи, Российская Федерация, avegoshin@gmail.com

The results of modeling the spatial distribution of the most aggressive alien plant species in Sochi National Park are presented. The factors that play the most crucial role in the distribution of invasive species have been identified. Cases of the formation of transformed ecosystems in protected areas are described.

Сочинский национальный парк, географически располагающийся на западных отрогах Кавказа и административно – на юге Краснодарского края характеризуется высоким уровнем климатического и геоморфологического разнообразия, что способствовало формированию здесь богатого уникального видового и экосистемного разнообразия. Тем не менее экосистемы западного Кавказа, вероятно, сложно назвать полночленными. Это связано с тем, что последнее оледенение позднего плейстоцена привело к исчезновению многих теплолюбивых видов растений, транслокации которых в более южные широты препятствовала горная цепь Кавказа. Такие палеоклиматические изменения при преимущественно широтном простираии главного Кавказского хребта не могли не повлиять на полночленность экосистем Кавказа, что в условиях богатого климатического и геоморфологического разнообразия делает их особенно уязвимыми к внедрению чужеродных видов.

Кроме того, в последнее время побережье Краснодарского края является одним из самых популярных направлений туристского отдыха и внутренней миграции в стране, что неизбежно ведет к росту антропогенной нагрузки, ускоряя процессы трансформации экосистем. Это приводит к тому, что регион, включая Сочинский национальный парк и другие особо охраняемые природные территории региона, становятся все более уязвимыми в отношении натурализации, как преднамеренно, так и непреднамеренно интродуцированных чужеродных видов. Поэтому своевременное выявление чужеродных видов, а также изучение различных аспектов их распространения, включая прогнозирование и их роль в трансформации экосистем имеют важное значение в сохранении уникального биоразнообразия региона. Интенсивное развитие информационных технологий вкупе с ростом объемов пространственных данных о распространении биологических объектов открывает большие возможности в моделировании пространственного распределения чужеродных видов и оценке последствий климатических изменений на пространственное распределение этих видов в будущем.

Общее количество преднамеренно и непреднамеренно интродуцированных видов на юге Российского Причерноморья превышает 2200 [2, 3]. Из них обладает четко-

выраженной способностью внедряться в экосистемы различной степени нарушенности не более 200.

Результаты моделирования пространственного распределения чужеродных видов, распространенных в регионе исследований с использованием различных биоклиматических и эколого-географических переменных (Bioclim, EarthEnv, Envirem) в среде MaxEnt (Version 3.4.4) свидетельствует о том, что наиболее благоприятными для проникновения чужеродных видов являются долины рек, особенно таких крупных, как Мзымта и Шахе (рисунок 1). Биоклиматические и эколого-географические условия в долинах этих рек удовлетворяют биологическим требованиям большинства рассматриваемых чужеродных видов вплоть до высот 700 метров (р. Шахе) и 800 метров (р. Мзымта) над уровнем моря. При этом площадь территории Большого Сочи, наиболее уязвимой к внедрению анализируемых чужеродных видов составляет 1222,2 км², большая часть этой территории приходится на Сочинский национальный парк.

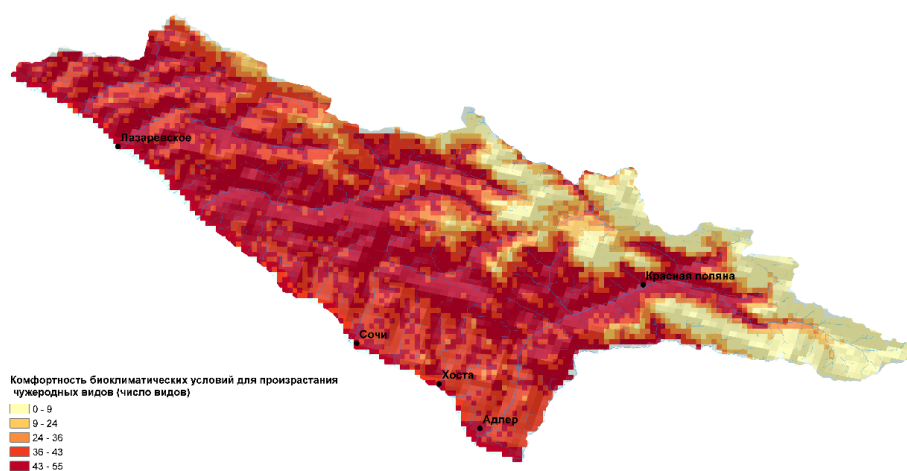


Рисунок 1 – Пригодность биоклиматических условий для произрастания наиболее агрессивных чужеродных видов

Несмотря на высокое разнообразие чужеродного компонента флоры региона, подавляющее число пришлых видов способно внедряться в экосистемы лишь в случае антропогенного воздействия [1]. Способностью проникать в естественно-нарушенные экосистемы региона (водотоки, вывалы деревьев) обладают не более 30 видов, из них наиболее агрессивными древесно-кустарниковыми видами являются *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud, *Catalpa ovata* D. Don., *Buddleja davidii* Franch. Тем не менее, не смотря на незначительное число таких агрессивных чужеродных древесно-кустарниковых видов их роль в трансформации видового состава экосистем региона значительна. Так появление, *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud в незатронутых антропогенной деятельностью лесных экосистемах пойм горных рек может приводить к локальной трансформации видового состава таких экосистем, сопровождающейся появлением в том числе и значительного числа травянистых чужеродных видов (рисунок 2).

На отдельных участках водотоков *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud конкурирует с *Catalpa ovata* D. Don за жизненное пространство. Представляет научный интерес: какие факторы среды играют ключевую роль в пространственном распределении экземпляров этих видов-трансформеров.

Результаты моделирования пространственного распределения свидетельствуют о том, что во многом оба вида приурочены к местам произрастания, обладающим схожими биоклиматическими и физико-географическими условиями. При этом большая часть

антропогенно- и естественно нарушенных экосистем изучаемого региона практически в равной степени уязвима к внедрению обоих древесных чужеродных видов (рисунок 3).



Рисунок 2 – Трансформированная лесная экосистема с доминированием *Paulownia tomentosa* в древесном ярусе и *Paspalum dilatatum* Poig – в травяном



Рисунок 3 – Карта пригодности мест произрастания *Paulownia tomentosa* и *Catalpa ovata* на юге Российского Причерноморья, построенная с помощью моделирования методом максимальной энтропии

Из всех переменных среды, годовая сумма осадков и солнечная радиация внесли наибольший вклад в результаты моделирования пространственного распределения как *Paulownia tomentosa*, так и *Catalpa ovata*. Тем не менее, *Catalpa ovata* предпочитает несколько менее увлажненные места произрастания (переменная – сумма годовых осадков) нежели *Paulownia tomentosa*, при этом сохраняя аналогичные требования к

освещенности, которая в том числе тесно связана и с различными ландшафтными характеристиками территории.

Климатические изменения оказывают заметное влияние на пространственное распределение многих чужеродных видов в регионе. Результаты моделирования свидетельствуют о том, что климатические условия 2050 и 2070 гг. приведут к сокращению территории комфортной для произрастания многих чужеродных видов, широко распространенных в настоящее время на территории изучаемого района. При этом климатические условия самого экстремального сценария климатических изменений (RCP8.5) будут негативно влиять на распространение всех чужеродных видов, широко представленных в регионе. По-видимому, процесс климатических изменений будет сопровождаться появлением новых чужеродных видов растений, более приспособленных к изменившимся условиям среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егошин А. В. Структура, состав и пространственное распределение чужеродного компонента флоры юга Черноморского побережья Краснодарского края // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2021. Vol. 6 (1). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2021-1-2>
2. Зернов А.С. 2013. Иллюстрированная флора юга Российского Причерноморья. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 588 с.
3. Tuniyev B.S., Timukhin I.N. 2017. Species composition and comparative-historical aspects of expansion of alien species of vascular plants on the Sochi Black Sea Coast (Russia). Nature Conservation Research. Заповедная наука, 2(4). P. 2–25.

Заров Е.А., Дмитриченко А.А., Каверин А.А., Лапшина Е.Д.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ДОЛГОСРОЧНОГО МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА НАУЧНО-ПОЛЕВОЙ СТАНЦИИ МУХРИНО (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)

*ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»,
г. Ханты-Мансийск, Российская Федерация, zarov.evgen@yandex.ru*

In this paper, we share our knowledge about continuous monitoring system organization aimed to cover the environmental dynamic and global climate changes. Mukhrino field station is located at the central part of West Siberia and provides an opportunity to study pristine peatland and forest ecosystems.

Площадь Западной Сибири заболочена на 22% [1], что связано с равнинностью рельефа, обширным распространением ледниковых отложений, низкими годовыми температурами и превышением годового количества осадков над испарением. Болота здесь занимают не только понижения рельефа, но и локальные водоразделы, а также поймы рек. Болота имеют выраженную зональность с юга на север, следуя градиенту температур [2]. Наиболее обширной зоной является таежная зона, которая подразделяется на три подзоны – южная, средняя и северная тайга.

В центре таежной зоны в 25 км на юго-запад от г. Ханты-Мансийск, на левобережной террасе реки Иртыш расположена международная полевая станция Мухрино. Объектами исследования являются типичный смешанный среднетаежный лес и верховое болото; основной научной задачей является изучение динамики

растительности, оценка состояния окружающей среды и взаимосвязь данных процессов с глобальным изменением климата.

Для организации долгосрочного мониторинга и проведения стационарных научных исследований в 2008 году были начаты подготовительные работы [3]. На данный момент научно-полевая станция Мухрино оснащена современной автоматизированной системой наблюдения за состоянием окружающей среды, потоками парниковых газов и динамикой растительности [4].

В 2013 г. на территории научно-полевой станции Мухрино был инициирован эксперимент по манипуляции климатом (рисунок 1). Двенадцать камер из оргстекла с открытым верхом (далее – ОТС) и двенадцать контрольных участков были заложены на безлесных участках болота, на которых преобладают сфагновые мхи и кустарничковая растительность. ОТС локально повышают температуру воздуха и, таким образом, моделируют условия потепления, в которых растительность предположительно будет находиться через несколько десятилетий. Ожидается, что в таких условиях должен начать проявляться эффект адаптации экосистем к меняющимся условиям, в частности, изменение видового и химического состава растительности.



Рисунок 1 – Эксперимент по локальному изменению климата (камеры с открытым верхом)

С 2015 года на территории Мухрино функционирует система наблюдения за потоками парниковых газов методами вихревых пульсаций «Eddy Covariance» (рисунок 2). Измерительный комплекс включает в себя ультразвуковой анемометр и сенсоры определения концентрации углекислого газа и метана. Установлены данные комплексы на трех вышках высотой 8 и 14 м на площади болота, и 40 м – в лесу, что позволяет проводить наблюдение за потоками углерода на экосистемном уровне.

Современным методом мониторинга динамики растительности и состояния окружающей среды является съемка при помощи беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (рисунок 3). В научной структуре научно-полевой станции Мухрино открыта Лаборатория изучения пространственно-временной изменчивости углеродного баланса лесных и болотных экосистем средней тайги Западной Сибири. Целью создания лаборатории является создание распределенной по времени геоинформационной системы (ГИС), позволяющей проводить оценку величины

компонентов углеродного баланса в типичных лесных и болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири.



Рисунок 2 – Система мониторинга парниковых газов методом Eddy Covariance

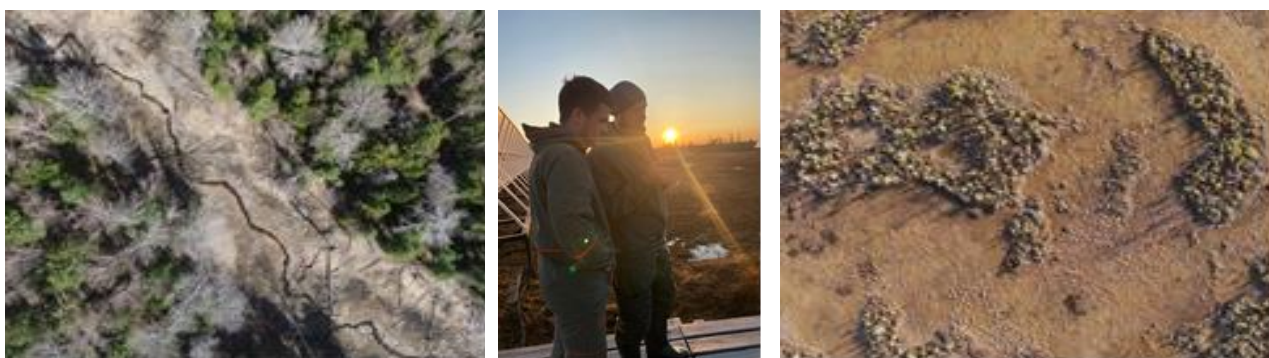


Рисунок 3 – Проведение мониторинга состояния растительности при помощи БПЛА

Для фиксации изменений состояний окружающей среды на площади исследовательской станции развернута система гидрометеорологического мониторинга, включающая в себя автоматическую метеостанцию (Campbell), атмосферно-почвенный измерительный комплекс (АПИК), датчики фиксации рН, электропроводности и уровня болотных вод, осадкомеры (рисунок 4).



Рисунок 4 – Комплекс автоматических измерений на болоте Мухрино

ЛИТЕРАТУРА

1. Sheng, Y., Smith, L.C., MacDonald, G.M., Kremenetski, K.V., Frey, K.E., Velichko, A.A., Lee M., Beilman, D. and Dubinin, P. A high resolution GIS based inventory of the west Siberian peat carbon pool. *Global Biogeochemical Cycles*, 18(3), 1–14, 2004.
2. Романова, Е. А., Быбина, Р. Т., Голицина, Е. Ф., Иванова, Г. М., Усова, Л. И., & Трушников, Л. Г. (1977). Типологическая карта болот Западно-Сибирской равнины. Масштаб, 1(2), 500.
3. Dyukarev, E., Filippova, N., Karpov, D., Shnyrev, N., Zarov, E., Filippov, I., Voropay N., Avilov V., Artamonov A., & Lapshina, E. (2021). Hydrometeorological dataset of West Siberian boreal peatland: a 10-year record from the Mukhrino field station. *Earth System Science Data*, 13(6), 2595–2605.
4. Dyukarev, E., Zarov, E., Alekseychik, P., Nijp, J., Filippova, N., Mammarella, I., Filippov I., Bleuten W., Khoroshavin V., Ganasevich G., Mescheryakova A., Vesala T., & Lapshina, E. (2021). The Multiscale Monitoring of Peatland Ecosystem Carbon Cycling in the Middle Taiga Zone of Western Siberia: The Mukhrino Bog Case Study. *Land*, 10(8), 824.

**Зеленкевич Н.А., Жилинский Д.Ю., Груммо Д.Г.,
Мойсейчик Е.В., Петров В.Н., Роговский Н.М.**

ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТА «СЕРЖИЦКИЙ МОХ»

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, zeliankevich_nat@mail.ru, mojsejchik@mail.ru

The main components biological diversity of the "Serzhitsky Mokh" mire vegetation cover in the Beshenkovichi district Vitebsk region studied. The growth of 162 vascular plants species and 20 bryophytes species noted; two species included in the national Red Book. Natural vegetation represented by bog (41.3%) and forest (20.8%), disturbed peatlands vegetation of occupies 37.5%, other lands – 0.4%. According to the national TCP, 75.8% of the bog area belongs to typical biotopes.

Болото «Сержицкий мох», площадью 818,7 га располагается на территории Соржицкого сельского совета Бешенковичского района Витебской области, географические координаты центра болота 55°01'42"с.ш., 29°40'45"в.д. Непосредственно на территории болота «Сержицкий мох» располагается заказник местного значения «Соржицкий мох» площадью 853,5 га (2019 г.).

Торфяное месторождение Сержицкий мох (реестровый номер 1187 согласно кадастровому справочнику «Торфяной фонд Белорусской ССР») представляет собой типичное верховое болото водораздельного залегания. Основной тип залежи – верховой. Средняя глубина торфа составляет 3,4 м. Запасы торфа оцениваются в 26,1 млн. м³ или в 3,8 млн. т.

Болото «Сержицкий мох» входило в перечень 23 болот торфяного фонда БССР, нуждающихся в охране, составленной в 1970-х гг. в СССР группой «Телма». Несмотря на это, в 1970-х гг. в северной части территории болота была начата торфоразработка.

Естественная гидрографическая сеть в пределах исследуемой территории на данный момент довольно бедна и представлена несколькими ручьями, относящихся к бассейну реки Западная Двина. В северной части болота существует плотная сеть мелиоративных каналов, оставшаяся от торфоразработок. Также в пределах границ объекта имеется небольшое количество мелких озер.

Согласно проведенному в 2022 г. анализу на территории болота «Сержицкий мох» отмечено 162 вида сосудистых растений из 110 родов, 46 семейств, 6 классов и 5 отделов (2 вида плауновидных, 2 вида хвощеобразных, 5 видов папоротникообразных,

3 вида голосеменных и 148 видов покрытосеменных, из них в класс двудольные входит 100 видов, в класс однодольные – 48 видов).

Список мохообразных, отмеченных на верховом болоте, насчитывает 20 видов из 11 родов, 10 семейств, 8 порядков: сфагновые (на их долю приходится 45% состава бриофлоры исследуемого объекта), гипновые, юнгерманниевые, политриховые, бриевые, дикрановые, леукобриевые.

Из группы редких и исчезающих видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь (2015 г.), в границах болота «Сержицкий мох» отмечены 2 вида высших сосудистых растений *Oxycoccus microcarpus* Turcz ex Rupr. – Клюква мелкоплодная, IV категория охраны (NT) и *Listera ovata* (L.) R.Br. – Тайник яйцевидный, IV категория охраны (NT). Кроме того, на территории заказника выявлено 2 вида (*Drosera anglica* Huds. – росянка английская и *Empetrum nigrum* L. – водяника черная (категория охраны – LC), включенных в список дикорастущих декоративных, лекарственных, пищевых и других хозяйственно-полезных видов растений, нуждающихся в профилактической охране и рациональном использовании на территории республики. Предполагается местонахождение еще 4 редких видов растений – морошки приземистой, ив черничной и лапландской, березы приземистой, однако их обнаружение требует проведения дополнительных исследований.

Поскольку вся территория болота находится в пределах депрессии, занятой болотным массивом, для нее характерна своеобразная растительность, которая значительно отличается от фоновой растительности Суражско-Лучесского геоботанического района. В результате анализа фондовых материалов и полевого исследования территории по авторской методике, составлена крупномасштабная карта растительного покрова территории болота «Сержицкий мох» которая включает в себя 16 картируемых единиц (рисунок).

В современной структуре наземного растительного покрова болота «Сержицкий мох» естественная и слабонарушенная растительность болот и заболоченных земель составляет 62,1%, антропогенно-производная растительность нарушенных торфяников – 37,5%, прочие земли занимают 0,4%.

Естественная растительность представлена болотной (41,3% или 338,1 га), включающей различные сообщества верховых (олиготрофных) болот и лесной растительностью (20,8% или 196,5 га), из которой на хвойные (сосновые) и пушистоберезово-сосновые болотные леса приходится 18,0% или 146,9 га, лиственные болотные (пушистоберезовые) леса занимают 2,8% (22,6 га).

В настоящее время растительный покров болота в северной части в значительной степени нарушен проведенной мелиорацией. Антропогенно-производная растительность нарушенных торфяников занимает 308,0 га или 37,5%. Представлена она антропогенно-производными лесами (98,8 га или 12,0%), мелколесьем и кустарниками (в основном ивняками, которые занимают окрайки болота практически повсеместно), а также прочей растительностью на осушенных торфяниках (148,2 га или 18,1%): голым торфом либо ранними стадиями формирования растительности на бывших участках торфодобычи.

Растительность на минеральных островах (отнесенная нами к прочей растительности) представлена 1 картируемым таксоном – березовые с сосной злаково-орляковые сообщества, которые не имеют широкого распространения на территории болота и занимают 3,1 га или 0,4%, локализуясь на минеральных островах, разбросанных по территории болота.

В рамках национального законодательства (ТКП 17.12-06-2021 (33140) охраняются типичные биотопы на 621,1 га или 75,8% территории: 5.1 – Верховые болота (338,1 га или 41,3%) и 5.2 – Нарушенные верховые болота, способные к восстановлению (283,0 га, или 34,5%); к типичным природным ландшафтам отнесена категория 2.6.1 – Плосковолнистые, местами грядово-мочажинные с минеральными останцами озерно-болотные ландшафты с верховыми болотами на торфяно-болотных почвах подгруппы озерно-болотных ландшафтов.

**Климович А. А., Игнатовец О. С., Феськова Е. В.,
Адамцевич Н.Ю., Совастей О.Г.**

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПУПАВКИ БЛАГОРОДНОЙ (*CHAMAEMELUM NOBILE* (L.) ALL) НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА БЕЛАРУСИ

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, anechkaf027@gmail.com*

Anthemis nobilis (Chamaemelum nobile (L.) All.) is a valuable medicinal plant with a high production potential. This article presents the results of a study of the component composition of the water-alcohol extract of the anthemis nobilis. Using thin-layer and high performance liquid chromatography, 9 components were identified. With the use of gas chromatography, the fatty-acid composition of the seeds of the anthemis nobilis was established.

На сегодняшний день современная профилактика и лечение большинства заболеваний не представляются без использования лекарственных растений. Порядка 40% фармацевтической продукции в мире изготавливается из лекарственных растений.

Поскольку многие потенциально ценные лекарственные растения мало изучены и пока не получили промышленного признания мероприятия по их культивированию отсутствуют, а также отсутствуют подробные наблюдения за влиянием нестабильных климатических условий на рост, развитие и урожайность данных растений. Таким образом, расширение исследований в данной области является очень важным направлением для развития медицинской практики.

К таким малоизученным растениям относится пупавка благородная (*Chamaemelum nobile*) – многолетнее лекарственное растение семейства Астровые. Пупавка благородная обладает схожей биологической активностью с ромашкой аптечной, однако, согласно литературным данным, обладает более выраженными лекарственными свойствами [1], поэтому имеет большой производственный потенциал и, как следствие, может использоваться в фармацевтической промышленности в качестве основного компонента биологически активных добавок и фитопрепаратов.

Биологически активные вещества, входящие в состав растительного сырья, определяют их терапевтическую ценность. В пупавке благородной присутствуют различные классы биологически активных компонентов, в частности – флавоноиды. Они оказывают антиоксидантное, спазмолитическое, бактерицидное и противоопухолевые действия, а также усиливают действие других лекарственных веществ. Одним из важнейших свойств флавоноидов является способность повышать прочность стенок капилляров за счет антиоксидантного действия.

Согласно литературным данным цветочная масса пупавки благородной содержит флавоноиды в основном в гликозидной форме, такие как антемозид, космосиин, апигенин, хамамелозид, лютеолин 7-О-β-D-глюкозид, кверцетин 3-О-α-L-рамнозид и кемпферол [2].

Экспериментально состав фенольных соединений в образце водно-спиртового экстракта пупавки определяли методами тонкослойной (ТСХ) и высокоэффективной жидкостной (ВЭЖХ) хроматографии.

Первоначальный анализ экстрактов проводили методом ТСХ, в результате которого при проявлении пластин в УФ-свете в экстракте цветочной массы пупавки благородной наблюдались зоны с желтой и желто-зеленой окраской, характерной для флаванолов, голубой и фиолетовой – для фенольных кислот. Для качественного определения флавоноидов в экстрактах лекарственных растений использовали стандартные растворы флавоноидов. Идентификацию веществ на хроматограммах осуществляли по характерному цвету зон и величинам коэффициента подвижности (R_f).

По совпадению окраски и величины R_f со стандартными образцами в экстрактах цветочной массы пупавки благородной были идентифицированы геспиридин, кверцетин, феруловая кислота.

Экспериментально методом ВЭЖХ в образце водно-спиртового экстракта пупавки благородной были идентифицированы малонилированный апигенин О-глюкозид, космосиин (апигенин 7-О-глюкозид), кверцетин 3-О-глюкозид, лютеолин-7-О-глюкозид, апигенин, кверцетрин, лютеолин и феруловая кислота.

Согласно литературным данным [3] кверцетин помогает снижать риск развития хронических заболеваний сосудов, нормализует их проницаемость, а также является мощным антиоксидантом. Апигенин – природный антиоксидант, обладающий противовоспалительными и антиканцерогенными свойствами. Лютеолин проявляет различную фармакологическую активность, он обладает противовоспалительным, противоаллергическим, противоопухолевым, антибактериальным, противовирусным действием, а также способностью понижать уровень мочевой кислоты.

Известно, что большинство агликонов флавоноидов и их гликозиды обладают мощным антиоксидантным эффектом.

Поскольку в литературе нет данных о жирно-кислотном составе семян *Chamaemelum nobile* (L.) All., представляется важным установить его. Количественное определение жирно-кислотного состава липидов в семенах пупавки благородной проводили по модифицированному методу Welch [4].

Идентификацию метиловых эфиров жирных кислот проводили по времени удерживания при разделении стандартных смесей этих веществ (AccuStandart, США) и оценивали в процентах от весового суммарного содержания по отношению к внутреннему стандарту.

Состав и количественное содержание жирных кислот липидов семян пупавки благородной (*Chamaemelum nobile* (L.) All.) представлены в таблице.

Из полученных данных видно, что жирно-кислотный состав семян *Chamaemelum nobile* (L.) All. характеризуется высоким содержанием линолевой кислот (37,99%) и олеиновой (37,11%) кислот.

В настоящее время культивирование пупавки благородной на территории Республики Беларусь не производится. На основании проведенных исследований рекомендовать пупавку благородную к выращиванию в промышленных масштабах.

Таблица – Жирно-кислотный состав липидов семян пупавки благородной (*Chamaemelum nobile* (L.) All.)

Название кислоты	Время удерживания, мин	Содержание, %
Миристиновая (C14:0)	7,909	0,59
Пальмитиновая (C16:0)	12,128	13,01
Пальмитолеиновая (C16:1)	12,730	0,55
Стеариновая (C18:0)	17,004	2,68
Олеиновая (C18:1 cis)	17,559	37,11
Элаидиновая (C18:1 trans)	17,689	1,75
Линолевая (C18:2)	18,738	37,99
γ-линоленовая (C18:3 gamma)	19,535	0,62
α-линоленовая (C18:3 alfa)	20,328	2,13
Арахидиновая (C20:0)	22,068	0,63

ЛИТЕРАТУРА

1. Землинский, С.Е. Лекарственные растения СССР / С.Е. Землинский // Государственное издательство медицинской литературы МЕДГИЗ – Москва, 1958. – 524 с.
2. Assessment report on *Chamaemelum nobile* (L.) All., flos / Dezső Csopor // European Medicines Agency, НМРС, 2010.
3. Кверцетин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BD> – Дата доступа: 13.05.2023.
4. Welch, R. W. A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops / R. W. Welch // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1977. – Vol. 28, № 4. – P. 635–638.

Кузнецов О.Л.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ БОТАНИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРФОВ В РЕКОНСТРУКЦИИ ДИНАМИКИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Институт биологии – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»,
г. Петрозаводск, Российская Федерация, kuznetsov@krc.karelia.ru*

The dynamics of mire ecosystems includes several succession stages presented by palaeocommunities which can be reconstructed after the plant remainings in peat analysis. Wide ecological amplitude of most peat forming species does not allow to evaluate the nutrient level accurately but the use of peat chemical composition gives us more complete picture. Peat deposits are good indicators of atmospheric pollutions, especially the ones from Sphagna bogs.

Болотные экосистемы являются высоко динамичными и процессы эндогенеза на многих из них сопровождаются рядом сукцессий растительного покрова и изменениями состава отлагающихся торфов. Смены палеосообществ в процессе динамики конкретных массивов обусловлены различными факторами, как глобальными климатическими, так и локальными гидрологическими и геоморфологическими, и происходят как резко, так и постепенно. Так, на верховых болотах Карелии в различных ландшафтах установлено от 2–3 стадий (палеосообществ) до 6–8, при этом низинная фаза на многих из них отсутствует в связи с бедностью подстилающих и окружающих пород, а также установлен озерный генезис

многих из них с отложениями сапропеля до нескольких метров Низинные и переходные торфяные залежи Карелии имеют глубины от 1–2 до 6–9 метров, многим из них присуща многослойность, свидетельствующая о ряде сукцессий в процессе их накопления [1]. Следует отметить и устойчивость некоторых стадий развития, так на дистрофных болотах Прибеломорья встречаются слои фускум торфа, мощностью до 5 метров, отлагавшиеся в течение нескольких тысячелетий, а на аапа болотах имеются и 4–5 метровые пласты осокового торфа, что свидетельствует о незначительных изменениях гидрологических условий в ходе их развития.

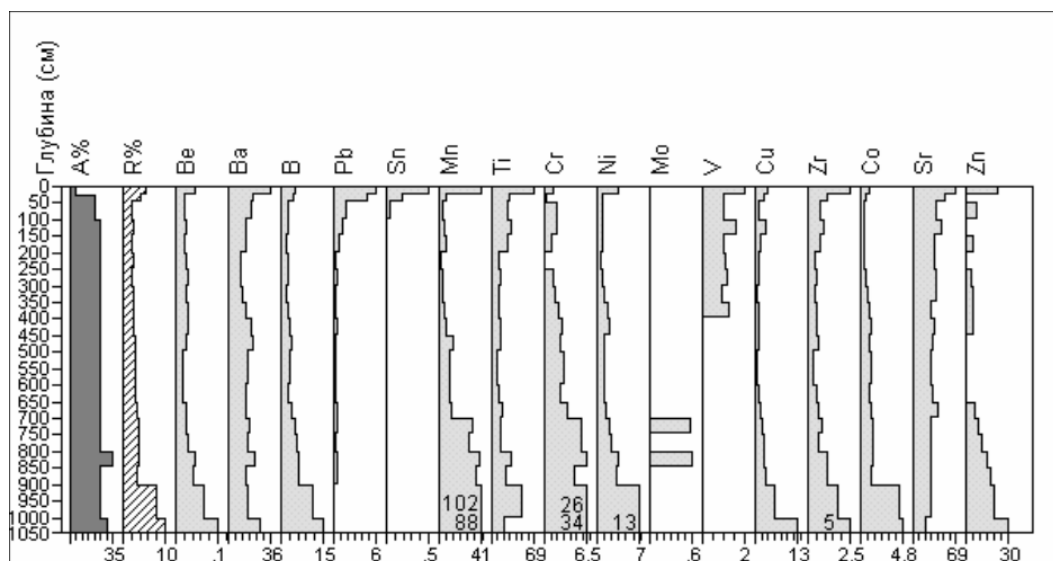
Основой реконструкций динамики болот является подробный ботанический состав торфов, по соотношению основных растительных остатков выделяются виды торфа, а также палеосообщества, их отложившие. Торфа низинного типа выделяются при отсутствии в образцах остатков верховых сфагновых мхов (*Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. balticum*, *S. majus*). Во многих низинных торфах основными являются остатки *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. limosa*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium*, *Sphagnum subsecundum*, которые имеют широкие экологические амплитуды и не являются четкими индикаторами эвтрофных условий. Продолжительное существование топяных осоковых сообществ с устойчивым видовым составом обуславливается проточным режимом, однако условия минерального питания часто не являются эвтрофными в течение всего периода их развития. Так, в осоковых залежах ряда аапа болот химический состав верхних слоев значительно беднее, чем придонных, особенно четко это проявляется с начала субатлантического периода [6] в связи с обеднением грунтов на окружающих суходолах. Осоковые низинные торфа Карелии имеют зольность 2,5–11,3%, СаО – 0,2–4,6% на а.с.в., рН 3,6–6,3, ГК – 9,0–103 мг/экв., V – 11–95% [3], что необходимо учитывать при планировании использования таких торфов и болот.

Химические свойства торфов достаточно хорошо отражают экологические условия их формирования и должны учитываться при реконструкции динамики болотных экосистем. Это четко проявляется при резких сменах развития болот, особенно при переходе с минеротрофной фазы в омбротрофную, в первую очередь по содержанию обменных оснований [2]. Зольность далеко не всегда отражает богатство минерального питания. Так, в мочажинах аапа болот в верхних слоях осокового торфа зольность часто достигает 15–20%, однако в ее составе преобладают кремнезем и окислы железа, а содержание СаО низкое.

При постепенных сукцессиях в минеротрофных условиях наблюдается выпадение из состава сообществ отдельных видов и внедрение других с иными экологическими характеристиками. При этом часто не наблюдается значительных изменений химического состава отлагающихся торфов, но имеется общая тенденция обеднения залежи минеральными элементами. Только на болотах с ключевым напорным питанием в районах карбонатных пород наблюдаются близкие химические свойства торфов по всей толще залежи.

Торфяные отложения являются прекрасными индикаторами загрязнений окружающей среды, в том числе и тяжелыми металлами. В верхних слоях торфяных залежей Карелии, отложившихся в последнем тысячелетии, удаленных на сотни километров от предприятий-загрязнителей, выявлено значительное повышение содержания ряда тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Sn), что свидетельствует об их сверхдальнем переносе из Западной Европы уже с начала второго тысячелетия [4]. На рисунке приведено содержание микроэлементов в низинной травяной залежи аапа болота

в северной Карелии, возраст придонного торфа по C^{14} – 8980 лет. Наиболее верными индикаторами воздушных загрязнений являются сфагновые торфа верховых болот [5].



A – степень разложения торфа, R – зольность.

Рисунок – Содержание микроэлементов в торфяной залежи аапа болота Узкое, мг/дм³

Сочетание результатов ботанического анализа и химических показателей торфов позволяют более полно и объективно реконструировать динамику болотных экосистем и экологических условий их формирования.

Работа выполнена в рамках Гос. задания ИБ КарНЦ РАН FMEN-2022-0008.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов О.Л. Классификация торфяных залежей Карелии // Болотные экосистемы Европейского Севера. Петрозаводск, 1988. С. 143–163.
2. Кузнецов О.Л. Особенности торфонакопления и динамики некоторых типов болотных массивов Карелии // Направления исследований в современном болотоведении России. С.-Петербург, 2010. С. 96–112.
3. Максимов А.И. Агрохимическая характеристика видов торфа Карелии // Болотные экосистемы Европейского Севера. Петрозаводск, 1988. С. 163–179.
4. Максимов А.И., Егорова Г.Ф., Степаненкова В.А., Ширяева Т.А. Геохимическая характеристика торфяных залежей // Методы исследований болотных экосистем таежной зоны. Л.: Наука, 1991. С. 97–110.
5. Шевченко В.П., Кузнецов О.Л., Политова Н.В., Зарецкая Н.Е., Кутенков С.А., Лисицын А.П., Покровский О.С. Поступление тяжелых металлов из атмосферы, зарегистрированное в природном архиве (на примере Иласского верхового болота, водосбор Белого моря) // Доклады Академии наук, 2015. Т. 465. № 5. С. 587–592.
6. Kuznetsov O. Stratigraphy and properties of peat deposits in karelian aapa mires // Studies of mire ecosystems of Fennoscandia. Petrozavodsk, 1991. P. 35–51.

Куликова Е.Я., Русецкий С.Г., Ермоленкова Г.В., Добыш К.В., Попко О.В.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, kulikova22@mail.ru*

A technology has been developed to assess the current condition of the Vitebsk region grasslands based on satellite imagery materials. This technology will reduce the material and human costs of carrying out an inventory of meadow and pasture lands in comparison with traditional methods of ground control, will increase the ecological and economic efficiency of their use and significantly reduce the time for making managerial decisions.

Луговые фитоценозы в лесной зоне являются вторичными сообществами, сменяющие леса, поэтому сохраняются при постоянном использовании их человеком. В последние десятилетия в связи с изменением структуры землепользования происходит постепенная деградация лугов, в результате которой на их месте формируется древесно-кустарниковая растительность. Происходит потеря не только природных кормовых угодьев, но и редких биотопов, отличающихся уникальным биоразнообразием [1].

Современное культуртехническое состояние преобладающей части земель с природной луговой растительностью неудовлетворительное. В этой связи для повышения эффективности использования луговых ресурсов необходимо иметь актуальную информацию о современном состоянии и продуктивности луговой растительности. В выполнении этой задачи весьма важную роль играют дистанционные методы зондирования земной поверхности. Современные виды космической съемки и технологии их обработки позволяют выполнять глубокий анализ структуры и пространственных взаимосвязей объектов растительного мира, что позволяет извлекать детальную информацию о характеристиках растительности в пространственном и временном аспектах [2].

Цель исследования – разработать технологию оценки современного состояния луговой растительности Витебской области (на примере 4 административных районов: Витебский, Полоцкий, Россонский и Ушачский) на основе материалов космической съемки.

Для разработки технологии обнаружения сельскохозяйственной деятельности (сенокосение и выпас крупного рогатого скота) на луговых землях использовали данные Sentinel-2 и Sentinel-1 за период апрель–октябрь 2018–2019 гг. С применением данных наземного обследования в качестве обучающих, была построена и обучена многоуровневая модель, включающая стадии: повышения разрешения исходных космоснимков [4], контурной сегментации [3], выявления аномалий во временных рядах и классификации [5, 6]. Общая итоговая точность модели на тестовой выборке достигла 0,81.

Для оценки практической значимости разработанной технологии был проведен сопоставительный анализ результатов нашей модели (м) и данных земельно-информационной службы (базовая модель – бм). Для этого результаты оценки этих двух моделей были сгруппированы в 2 класса: «чистые луговые угодья» (1) и «закустаренные луговые угодья» (2) и объединены в один векторный слой. Далее, в пределах объектов векторного слоя для категорий м1–бм2 и м2–бм1 была сгенерирована выборка случайных точек объемом 400 единиц, для каждой из которых

путем визуального дешифрирования по данным сверхвысокого разрешения, предоставленных сервисами *dzz.by* [7] и *esri-satellite* [8], была установлена «реальная» категория. Сравнение в одноименных категориях обеих моделей не проводилось, поскольку их точность в данных категориях эквивалентна.

Результаты сравнения показали, что для категории м1–бм2 точность обеих моделей является сопоставимой (48% и 52% соответственно), а для категории м2–бм1 точность разработанной нами модели оказалась значительно выше (90% и 10% соответственно).

Исследованные рудерализированные луга представлены фитоценозами с высоким обилием таких крупнотравных рудеральных растений как *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Chaerophyllum aromaticum* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Urtica dioica* L., *Angelica archangelica* L., *Angelica sylvestris* L., *Heraclеum sosnowskyi* Manden. Среди деревьев и кустарников наибольшей встречаемостью на зарастающих лугах выделяются *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula pendula* Roth, *Salix caprea* L., *Salix cinerea* L., *Salix fragilis* L., *Salix purpurea* L., *Salix pentandra* L., *Salix triandra* L., *Salix viminalis* L. (рисунок).



Рисунок – Деградирующие луга, формирующиеся на мелиорированных землях

Анализ почвенной структуры исследуемых угодий показал, что наибольшему закустариванию подвержены луговые сообщества, формирующиеся на дерново-подзолистых временно-избыточно увлажненных супесчаных и суглинистых почвах и дерново-подзолистых глееватых почвах различного гранулометрического состава.

Таким образом, разработанная технология позволит уменьшить материальные и людские затраты на проведение инвентаризации лугово-пастбищных угодий по сравнению с традиционными методами наземного контроля, повысит эколого-экономическую эффективность их использования и значительно сократит время на принятие управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликова, Е.Я. Фитоценотическая структура и качественная оценка пойменных лугов урочищ «Туровский луг» и «Погост» (р. Припять, Республика Беларусь) / Е.Я. Куликова, К.В. Добыш, Г.В. Ермоленкова // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты : материалы IV

междунар. науч.-практ. конференции, приуроченной к 100-летию кафедры ботаники, Республика Беларусь, Минск, 31 мая 2021 г. / БГУ, Биологический фак., Каф. ботаники ; [редкол.: В. Н. Тихомиров (гл. ред.) и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – с. 104–108.

2. Комарова А.Ф., Журавлева И.В., Яблоков В.М. Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова // Принципы экологии. 2016. № 1. – С. 40–71.

3. Convolutional Oriented Boundaries / K.K. Maninis, J. Pont-Tuset, P. Arbeláez, and L. Van Gool // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI). Vol. 40. 2018. No. 4. – P. 819–833. doi:10.1109/TPAMI.2017.2700300.

4. Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network // C. Ledig, L. Theis, F. Huszár, J. Caballero, A. Cunningham, A. Acosta, A. Aitken, A. Tejani, J. Totz, Z. Wang, W. Shi // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. P. 4681–4690. doi:10.1109/CVPR.2017.19.

5. Random Forests / Breiman, Leo // Machine Learning. Vol. 45. 2001. P. 5–32. doi:10.1023/A:1010933404324.

6. Visualizing Data Using t-SNE / van der Maaten, L.J.P., Hinton, G.E. // Journal of Machine Learning Research. Vol. 9. 2008. P. 2579–2605.

7. Сведения о данных дистанционного зондирования Земли на территорию Республики Беларусь – <https://www.dzz.by/izuchdzz> . Дата обращения: 1 июня 2023.

8. <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>. Дата обращения: 1 июня 2023.

Лавриненко И.А., Лавриненко О.В.

ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И МЕСТООБИТАНИЙ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, lavrinenkoi@mail.ru*

The main approaches to monitoring of the vegetation cover and habitats in the East European tundra based on field and remote sensing methods are presented.

Территория Российской Арктики испытывает значительную антропогенную нагрузку в связи с разработкой месторождений углеводородов, строительством промышленных объектов и элементов инфраструктуры. Высокая чувствительность арктических экосистем к влиянию техногенных и климатических факторов предопределяет необходимость организации мониторинга растительного покрова, отражающего состояние природных местообитаний – основы существования биоты высоких широт.

В рамках наших работ на территории восточноевропейских тундр использованы подходы, основанные на применении как полевых, так и дистанционных методов.

1. Дистанционный мониторинг растительного покрова ключевых участков на основе анализа спектральных индексов серий многозональных спутниковых снимков.

Работы по анализу динамики вегетационного индекса (NDVI) спутниковых снимков Landsat выполнены на ключевых участках арктических островов, а также на приморских маршах Малоземельского побережья Баренцева моря. Сравнительный анализ динамики максимальных значений NDVI для растительных сообществ островов Вайгач и Колгуев за последние 30 лет позволил установить его повышение на 30 и 15%, соответственно [2, 5]. Возрастание накопления зеленой фитомассы (прежде всего трав, листьев кустарников и кустарничков, в меньшей степени зеленых мхов) тесно

коррелировало с ростом средних летних температур, удлинением периода вегетации (в начале и в конце) и количеством накопленного за этот период тепла. Изменения температуры воздуха и ответная реакция растительности были более слабыми на Колгуеве по сравнению с Вайгачом.

Динамика растительности приморских маршей побережья Колоколковой губы описана за период с 1973 по 2019 гг. [1, 3, 4]. С использованием спутниковых снимков и повторных полевых исследований показано, что площадь покрытых растительностью маршей не является постоянной. До 2010 г. она варьировала в пределах 357–636 га, а после сильнейшего шторма 24–25 июля 2010 г., сопровождавшегося нагоном воды, сократилась до 43–50 га. Масштабная гибель растительности маршей была обусловлена механическим повреждением растений волнобоем, погребением их под слоем ила с последующим образованием обширных зон сульфидизации (накоплением в почвах токсичных для растений сероводорода и серной кислоты). Точная регистрация времени этого явления дала хорошие возможности для мониторинга восстановления приморских экосистем Российской Арктики. В настоящее время медленными темпами идет процесс постепенного восстановления растительности.

2. Дистанционный мониторинг общего состояния растительного покрова и степени нарушенности территорий в пределах участков землепользователей.

Подход основан на регистрации физиономических характеристик объектов в видимой части спектра спутниковых снимков. Для этого проведен сравнительный анализ пары снимков по территории участков, полученных в разные годы, в период максимума вегетации. Выделены объекты разных категорий: новообразованные элементы инфраструктуры (дороги, площадки, строения и др.), участки обнаженного субстрата, зарастающие вторичной растительностью и др. Метод широко использовался нами в Большеземельской тундре для выявления зон интенсивного нарушения растительного покрова.

3. Мониторинг границ нарушенных территорий.

Оконтуривание нарушенных участков на площадках буровых скважин выполняли при обходе границ, разделяющих промышленную зону (наибольшая трансформация рельефа, максимальная доля обнаженного субстрата, почти полное отсутствие растительного покрова) и буферную зону (слабонарушенная растительность с проективным покрытием не менее 70%). По ходу маршрута, используя GPS-навигатор и трассировку трека, закладывали мониторинговые точки (МТ), снимали их координаты и проводили фотографирование фоновой (Ф) и буферной (А) зон. Для каждой точки проводили балльную оценку показателей для А и Ф: характер границы А/Ф, степень трансформации рельефа, проективное покрытие растительности, наличие загрязнения, техногенная нарушенность растительного покрова, угнетение растительности под влиянием выбросов, стоков, атмосферного загрязнения. Для каждого участка формировали проект ArcGIS, в который переносили данные (треки и МТ). Для получения общей характеристики воздействия объекта на прилегающую территорию, по каждому показателю рассчитывали среднее значение по всем МТ для А и Ф, приводили фотографии нарушенных и буферных участков. Результаты сведены в таблицу, которая хорошо демонстрирует воздействие промышленного объекта на прилегающий растительный покров.

4. Мониторинг растительности на долговременных закрепленных на местности площадках.

На мысе Болванский Нос в 1999 г. заложено 12 мониторинговых площадок, полностью обследованных 3 раза, последний – в 2020 г. В растительном покрове отмечены заметные изменения, усилившиеся за последние 6 лет мониторинга [6]:

утратила место четкая структура «пятно – валик – ложбинка» в зональных тундрах в результате зарастания пятен и частичного опускания валиков (местами они слились с заросшими кустарничково-лишайниковым покровом пятнами и стали восприниматься как ровная дернина); активное зарастание пятен грунта криптогамными корочками, мелкими травами, кустарничками, зелеными мхами или подушками кустистых кладоний привело к увеличению общего проективного покрытия растительности в кустарничково-лишайниковых и редкоивовых осоково-кустарничково-моховых тундрах; увеличилось проективное покрытие трав, особенно заметное у хвоща в зональных тундрах; высота кустарниковых ив, составляющая в 1999 г. преимущественно 10–15 см, увеличилась в 1.5–2.5 раза. В последние годы мы внедрили опыт использования БПЛА, который совместно с программным обеспечением ArcGIS и Patch Analyst позволяет более точно картировать растительный покров на площадках и количественно оценивать площади контуров, и в итоге – скорость изменений пространственной структуры растительных сообществ.

5. Наблюдения за состоянием растительности при повторных геоботанических обследованиях.

Точное географическое позиционирование сообществ с помощью GPS навигаторов в центральной части фитоценозов, описываемых в традициях школы Браун-Бланке на площадках 5×5 м, позволяет выполнять повторные геоботанические описания и сравнивать состав и структуру сообществ с первоначальными. На примере о-ва Долгий в Баренцевом море показано, что за 16–17-летний период (с 2003–2004 гг. по 2019 г.) растительность побережья испытала катастрофическое воздействие со стороны моря, штормовая деятельность которого в последние десятилетия усилилась, в том числе в связи с изменениями климата. Разрушение берегов привело к физическому уничтожению многих сообществ, расположенных на краю морской террасы. Особенно губительными шторма и нагоны воды оказались для растительности маршей. На самых низких их уровнях сообщества уничтожены штормами и нагонами морской воды полностью и их восстановление находится на начальной стадии – это водорослевые группировки. На маршах более высоких уровней сообщества сильно трансформированы. В них почти полностью съедена основная кормовая осока *Carex subspathacea*, а над всеми прочими галофитными травами преобладает *Plantago schrenkii* – непоедаемый травоядными птицами и в то же время отзывчивый на азот, привносимый с пометом.

6. Мониторинг растительного покрова на основе фотофиксации изменений с точек, имеющих географическую привязку.

Использование этого подхода основано на сериях кратких маркерных описаний площадок, имеющих координатную привязку, при выполнении полевых маршрутов. Одновременно с описаниями проводится фотографирование прилегающей растительности по кругу с перекрытием снимков, что дает возможность в последующие годы найти одни и те же объекты или одинаковый ракурс съемки и оценить изменения. Даже если в прошлом мы делали хотя бы единичные фотографии прилегающей растительности, в большинстве случаев удастся найти аналогичный ракурс для сравнения и оценки изменений. При описании и фотофиксации десятков или сотен таких площадок исследователь получает общее представление об основных тенденциях изменений растительных сообществ, приуроченных к разным экотопам в пределах ключевого участка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова К.В. 2019. Восстановление растительности маршей Колоколкиной губы Баренцева моря в 2013-2020 гг. на основе анализа спутниковых снимков Landsat-8 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов). –Т. 18. № 3. С. 207–213. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2021-18-3-207-213>
2. Лавриненко И.А. 2011. Динамика растительного покрова острова Вайгач под влиянием климатических изменений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов). Институт космических исследований РАН. Т. 8. № 1. С. 183–189.
3. Лавриненко И.А. 2012. Дистанционный мониторинг маршей побережья Баренцева моря // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов). Институт космических исследований РАН. Т. 9. № 2. С. 67–72.
4. Лавриненко И.А., Лавриненко О.В. 2012. Многолетняя динамика и гибель растительности маршей Колоколкиной губы Баренцева моря // Растительность России. № 21. С. 117–128.
5. Лавриненко И.А., Лавриненко О.В. 2013. Влияние климатических изменений на растительный покров островов Баренцева моря // Тр. Карельского НЦ РАН. № 6. С. 4–16.
6. Lavrinenko O.V., Lavrinenko I.A. 2022. Twenty-one year dynamics of vegetation from long-term plots in East European tundra // Environmental dynamics and global climate change. V. 13. N 2. P. 1–34.

**Москаленко Н.В., Потапенко А.М., Толкачёва Н.В.,
Машков И.А., Серенкова В.А.**

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И СПОСОБЫ ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, formelior@tut.by*

In the submissions shows the problematic aspects of reclaimed land of the forest fund of the republic and proposes methods and ways of their rehabilitation. It is established, that the meliorative network is in unsatisfactory condition, the reason of which is the exceeding of the established term of their operation and the termination of technical maintenance of the network. After the termination of its service over moistening of soils is noted not only on previously drained, but also on the adjacent territories, which leads to decrease of biological stability, productivity and death of plantations. To make a decision on methods and ways of rehabilitating anthropogenic disturbed land an individual approach to each site is required from both ecological and economic points of view.

Значительную роль в экологии и биоразнообразии Беларуси играют болота и другие избыточно увлажненные земли, в том числе и покрытые лесом. Около 20% территории страны заболочено и почти 12,5% покрыто торфяниками. В лесном фонде 2,5 млн га ($\frac{1}{3}$ всех земель) имеют различную степень избыточного увлажнения, что непосредственно сказывается на продуктивности лесов и их устойчивости [1]. Изменение климата, интенсивное сельскохозяйственное и промышленное использование торфяных почв, осушенных в 60–80-е годы прошлого века, а также сокращение технических уходов за существующей гидроресомелиоративной системой привело к возникновению ряда экологических проблем.

В Беларуси для сельскохозяйственного производства было осушено около 1 млн га торфяных почв ($\frac{1}{3}$ всех мелиорированных земель), для промышленной добычи торфа – около 300 тыс. га. Осушение торфяных болот сопровождается полным

изменением естественной среды, что проявляется в прекращении процессов торфонакопления и перехода их в фазу обратного процесса окисления (медленного сгорания), т.е. ускоренного разложения накопленных органических веществ. Нарушение водного режима мелиорированных территорий привело к трансформации режима и химического состава поверхностных и подземных вод, начались процессы минерализации торфяного слоя, ускорилась деградация почв, увеличился период засух и заморозков [2]. Около 70% общей территории осушенных торфяных почв имеют толщину торфяного слоя менее 1 м. Более 90% мелиорированных торфяников подстилаются песками, а оставшиеся – супесями и суглинками. В настоящее время 17,8–20,6% всех мелиорированных торфяных почв деградировали в низкоплодородные минеральные участки из-за разрушения торфяного слоя [2].

Деградировавшие осушенные торфяные почвы после сельскохозяйственного использования и выработанные торфяные месторождения периодически передаются в лесной фонд. Основная часть этих земель (74,1%) была принята лесхозами после разработки и выборки торфяных месторождений. В настоящее время 95,4 тыс. га мелиорированных земель находится в стадии заболачивания, 79,3 тыс. га неработающих мелиоративных систем списано. При этом передача этих земель в лесной фонд не гарантирует их защиту от дальнейшей деградации. Нарушенные процессы болотообразования, вследствие мелиораций и климатических изменений, являются причинами, повышающими как пожароопасность данных территорий (мелиоративная сеть продолжает отводить воду с участка и в жаркое время года верхний слой торфа пересыхает), так и к зарастанию низинных болот древесно-кустарниковой растительностью, в основном ивняками, что влечет за собой нерациональное лесопользование принятых территорий.

Не менее сложная ситуация складывается и с ранее мелиорированными лесными насаждениями. По данным Государственного земельного кадастра Республики Беларусь на 1 января 2023 г. на территории Беларуси мелиорировано 188,4 тыс. га лесных земель [3]. Протяженность мелиоративной осушительной сети в лесном фонде составляет 10,1 тыс. км, из них 95,4% находится в неудовлетворительном состоянии [4], причиной которого является превышение установленного срока их эксплуатации (30 лет) [5] и прекращение технических уходов.

В настоящее время состояние гидроресурсомелиоративных систем не позволяет поддерживать оптимальный уровень грунтовых вод, так как основная часть сети не функционирует, при этом средний возраст рубки мелиорированных насаждений практически в 3 раза превышает нормативный срок эксплуатации мелиоративной сети. После прекращения ее обслуживания начинаются болотообразовательные процессы со снижением биологической устойчивости насаждений и их продуктивности, а также гибелью лесов.

В настоящее время при лесоустройстве не проводится анализ происходящих в мелиорированных насаждениях изменений и не учитывается фактическая структура и состав лесов на конкретной территории (и ряд других факторов), не проектируются мероприятия, необходимые для поддержания лесов в биологически устойчивом состоянии.

В Беларуси, несмотря на актуальность проблемы, недостаточно данных о влиянии различных видов хозяйственной деятельности на процесс формирования биосистем, подвергшихся антропогенной нагрузке. Также практически отсутствуют рекомендации или методики по выбору мероприятий для реабилитаций этих земель или определения методов восстановления экосистем.

В мире существуют различные способы реабилитации антропогенно нарушенных торфяников. Одним из направлений экологической реабилитации осушенных торфяных земель и промышленно выработанных торфяных месторождений является их повторное заболачивание. Гидрологический режим формируется путем перекрытия всех искусственно созданных осушительных каналов, через которые вода уходит в водоприемник (реку, озеро, водохранилище), что минимизирует вероятность возникновения пожаров на восстанавливаемых территориях и создает условия для возобновления болото- и торфообразовательных процессов.

В настоящее время сформировалось несколько методов восстановления болот. На землях после промышленной добычи торфа наиболее распространенным является Западноевропейский метод [6]. При этом методе после торфовойработки остается приблизительно метровый слой торфяной залежи и производится подъем грунтовых вод на уровень почвы. В течение последующих 5–10 лет болотная растительность (осока, тростник и др.) осваивает территорию болота и начинает поглощать из атмосферы CO₂, таким образом включаясь в биосферный цикл.

Однако, в Беларуси ³/₄ территории осушенных торфяных почв имеют толщину торфяного слоя менее 1 метра и после полной выборки торфа повторное заболачивание территории способствует, в основном, произрастанию не болотной, а сорной растительности. Поэтому в нашей стране для восстановления болот рекомендуется использовать Североамериканский метод, при использовании которого процесс торфонакопления осуществляется не только путем регулирования гидрологического режима, но и посадки болотных растений, создания сфагновых ковров [6]. Высадка болотной растительности значительно ускоряет естественные процессы болотообразования и позволяет в кратчайшие сроки восстановить природные функции реабилитируемой болотной экосистеме.

На выведенных из сельскохозяйственного пользования землях болотная растительность начинает произрастать только после очищения почвы от минеральных удобрений, внесенных за время эксплуатаций земель, что является довольно сложным и долговременным процессом. Данные территории целесообразно использовать для посева и выращивания многолетних луговых трав, что значительно снизит выделение в атмосферу парниковых газов с деградированных торфяников.

Также эффективным методом реабилитации осушенных торфяников является создание лесных культур из пород, устойчивых к высокому уровню грунтовых вод и неприхотливых к почвенному плодородию. Для реабилитации антропогенно нарушенных торфяников и снижения пожароопасной обстановки рекомендуется создание плантаций голубики, клюквы и брусники.

Таким образом, для принятия решения о методах и способах реабилитации нарушенных торфяников, повторном заболачивании ранее мелиорированных территорий или реконструкции (ремонте) осушительных систем и их дальнейшей эксплуатации, либо применение других методов, необходим индивидуальный подход к каждому участку как с экологической, так и с экономической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников / утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 30.12.2015, № 1111. – Минск. – 11 с.
2. Болота Беларуси на пути к устойчивому использованию / А.В. Козулин, Н.И. Тановицкая, Н.Н. Бамбалов. – Минск: Издательство, 2017. – 105 с.
3. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2023 г.) – Режим доступа: http://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/. – Дата доступа: 25.04.2023.

4. Москаленко, Н.В. К вопросу о состоянии мелиоративных земель, находящихся в составе лесного фонда / Москаленко Н.В., Н.И. Булко, Н.В. Толкачева, И.А. Машков, В.А. Серенкова // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. Том 10, № 1, 2020. – С. 125-132.

5. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск, 2006. – 106 с.

6. Восстановление торфяных болот: учебный курс. / В.В. Панов. – Тверь–Москва: ООО «Издательство “Триада”», 2021. – 184 с.

Новаковский А.Б., Панюков А.Н.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТУНДРОВОГО ФИТОЦЕНОЗА ПОСЛЕ АГРОИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар, Российская Федерация,
novakovsky@i.komisc.ru, panjukov@ib.komisc.ru*

We analyze the functional and phylogenetic diversity of the subarctic tundra during its restoration after active agricultural use. The observed changes of plant traits show a transition from species with the r strategy (colonization) to the K strategy (exploitation). Also, the found changes of plant traits demonstrate the shift from the “acquisitive” plants with a high construction cost to “conservative” slowly growing plants. An analysis of the standard effect size for functional and phylogenetic diversity shows the decisive influence of the regular mowing (external filtering) to the vegetation. After mowing canceling the intraspecific interaction (internal filtering) began to prevail.

В середине XX века для обеспечения кормами животноводческого комплекса проводилось активное залужение тундр. Залужение включало в себя распашку естественных тундр и высев адаптированных к северным условиям злаков [4]. В республике Коми подобные исследования проводились в окрестностях г. Воркуты под руководством И.С. Хантимера (1974) [5]. Опыт был начат в 1958 году, в 1990–2000 годах вследствие экономических проблем, искусственный луг был заброшен и перешел в стадию вторичного зарастания. Это позволило нам получить долговременные (более 60 лет) ряды наблюдений за растительным сообществом как в ходе его агроиспользования, так и в ходе естественного восстановления.

Всего было выделено пять этапов существования модельного луга: I (1958–1974) – становление лугового фитоценоза, II (1975–1990) – устойчивое функционирование, III (1991–2000) – нарушение агрорежима, IV (2001–2008) – снятие агрорежима и V (2009–2017) – адаптация [3]. Для сравнения была выбрана ивняково-ерниковая кустарничково-моховая (фоновая) тундра – широко распространенный тип тундр, характерный для ландшафтов, аналогичных преобразованным.

В качестве инструмента анализа мы использовали методы анализа функционального и филогенетического разнообразия. Функциональное разнообразие оценивали на основе морфологических и физиологических признаков растений, которые тесно связаны с процессами фотосинтеза, продуцирования биомассы, конкуренции за ресурсы и балансом элементов минерального питания. Были изучены: высота растений, площадь и сухая масса листьев, доля сухой массы листа и его относительная площадь, содержание в листе общего азота и углерода, масса диаспор. Расчеты проводили при помощи функции «functcomp» пакета «FD» [2]. Филогенетическое разнообразие

оценивали на основе положения видов в мегадереве при помощи пакета «V.PhyloMaker» [1]. Расчеты проводили в программе R версии 4.2.2.

Сравнение функциональных показателей растений показало ряд четко выраженных. Так после отмены регулярного сенокоса (этапы IV и V) среднее значение высоты растений увеличилась с 450–500 до 650–700 мм, площадь листьев увеличилась с 1000–1100 до 1500–1600 мм², а доля сухого вещества с 25 до 30%. Средние значения относительной площади листьев снизилась с 25–26 до 22 мм²/мг, а содержание общего азота в листьях уменьшилось с 27 до 24 мг/г (рисунок 1). Для тундр характерны низкие значения высоты растений (500 мм), минимальные значения площади листьев (1000 мм²), относительной площади листьев (18 мм²/мг), содержания азота (25 мг/г). Показатель доли сухой массы в тундровых сообществах был максимальным и составлял 33–34%. Наиболее сильные различия отмечены для содержания общего углерода в листьях 430–435 мг/г для модельного луга, относительно 460–470 мг/г для фоновых тундр.

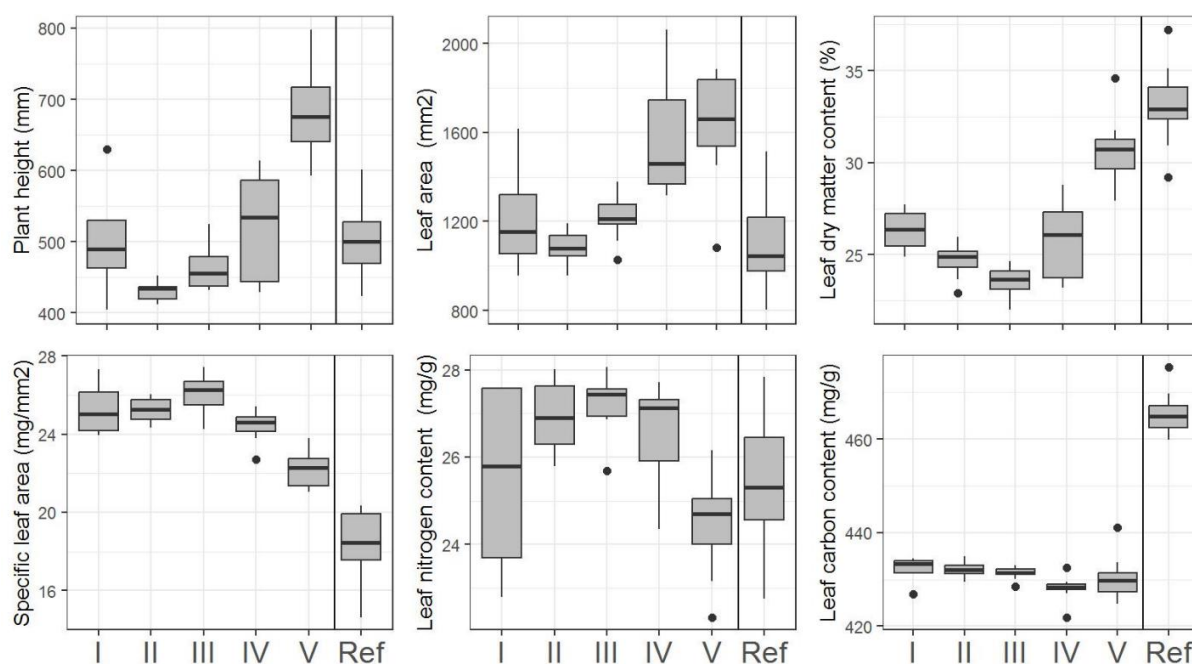


Рисунок 1 – Изменение усредненных значений показателей растений для разных сукцессионных этапов модельного луга (I–V) в сравнении с фоновой тундрой (Ref)

Оценка стандартизованных эффектов на основании евклидовой матрицы сходств между всеми функциональными показателями растений показало отрицательные значения (кластеризация) для первых этапов существования модельного луга. В дальнейшем, при снятии агрорежима значения стандартного эффекта увеличивается до положительных значений (рассредоточение) и становится лишь незначительно меньше фоновых территорий (рисунок 2А). Другими словами, регулярное сенокосение оказывало определяющее влияние на функциональные показатели растений и выступало в роли внешнего фильтра для сообщества. На последних этапах существования модельного луга стандартный эффект стал положительным, что указывает на преобладание конкурентных взаимодействий между видами. Оценка стандартного эффекта, построенного на филогенетической близости между видами (рисунок 2Б) дает достаточно схожую с функциональными параметрами картину, хотя и менее выраженную.

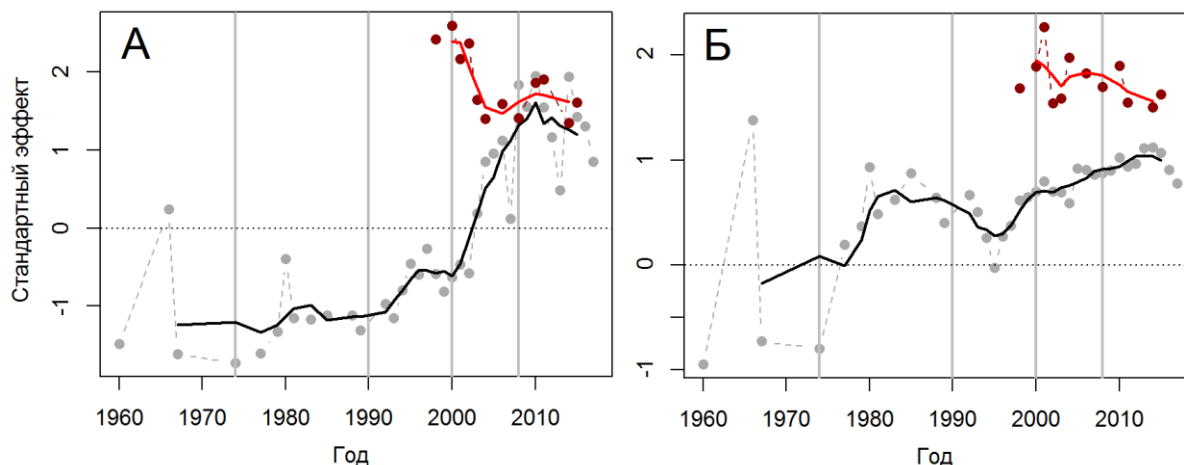


Рисунок 2 – Величина стандартного эффекта для функциональных характеристик растений (А), и филогенетического положения видов (Б). Черная линия – модельный луг, красная линия – фоновая тундра. Вертикальными линиями выделены условные этапы существования луга

ЛИТЕРАТУРА

1. Jin, Y. Qian H. V. PhylMaker: an R package that can generate very large phylogenies for vascular plants // *Ecography*. – 2019. – Vol. 42, No 8. – P. 1353–1359.
2. Laliberté, E. Legendre P. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits // *Ecology*. – 2010. – Vol. 91, No 1. – P. 299–305.
3. Новаковский А. Б. Панюков А. Н. Анализ сукцессионной динамики сеяного луга при помощи системы жизненных стратегий Раменского-Грайма // *Экология*. – 2018. – № 2. – С. 110–118.
4. Прянишников А. В. Залужение тундры // *Бот. журн.* 1954. Т. 39. № 1. С. 48–57.
5. Хантимер И. С. Сельскохозяйственное освоение тундры. – Л.: Наука, 1974. – 227 с.

Нотов А.А., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛЕМОХОРОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК КОМПОНЕНТ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИОННОЙ ФРАКЦИИ ФЛОРЫ

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»,
г. Тверь, Российская Федерация, anotov@mail.ru*

A program of comprehensive study of polemochores is being implemented in the Tver Region. In areas associated with key strategic wartime sites the plant community role of polemochores species may be significant. We have started monitoring research in such areas.

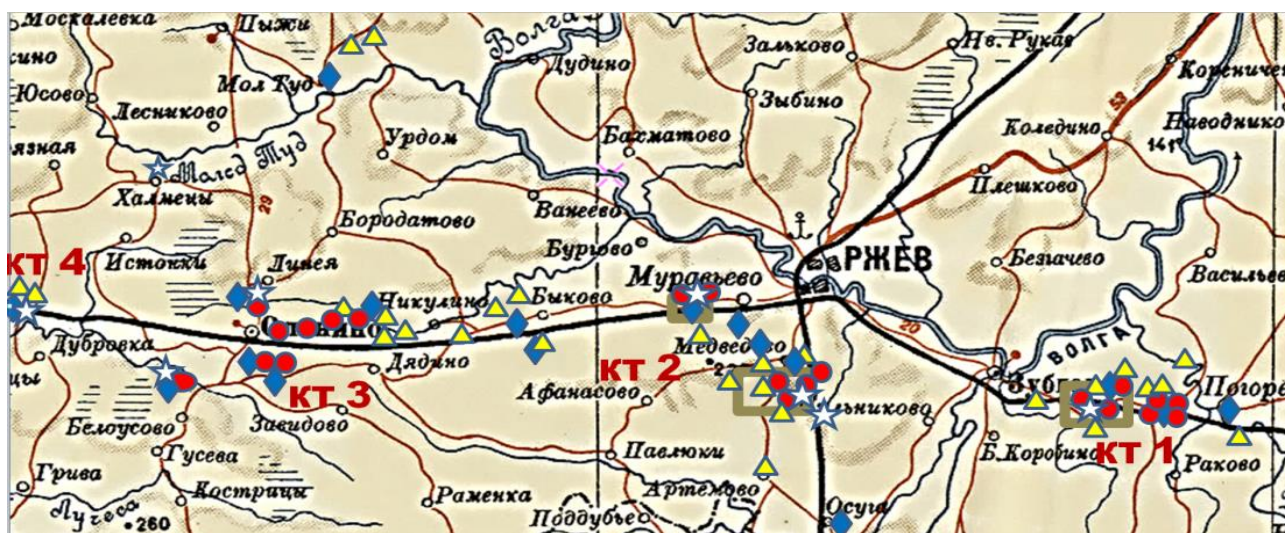
В 2018 г. в регионах Центральной России начато специальное изучение полемохоров [4]. Эта группа чужеродных видов весьма специфична и представляет особый интерес для инвазионной биологии.

Приуроченные к Тверской области районы боевых действий Ржевской битвы (1942–1943 гг.) были ключевой стратегической частью Ржевско-Вяземского плацдарма. Они являются уникальной модельной территорией для анализа полемохоров. Длительная оккупация, концентрация огромных сил немецкой армии и активные боевые действия способствовали их массовому заносу. Некоторые виды сохранились до настоящего времени и имеют значительный инвазионный потенциал [1, 2].

В этой связи традиционные для инвазионной фракции флоры варианты мониторинга были дополнены комплексными исследованиями [2, 3]. С 2019 г. нами реализуется программа комплексного анализа полемохоров. Флористическое изучение сочетается с точным картированием. Создана база данных с координатами всех находок и ценопопуляционных локусов полемохоров. Реализуются фитоценотические, популяционные и биоморфологические исследования [1, 3 и др.]. Все это дает возможность изучать динамику натурализации видов с учетом основных тенденций сукцессионных изменений растительности. Высокая численность популяций позволяет анализировать жизненные формы, поливариантность онтогенеза, разнообразие экотопов и фитоценозов с полемохорами.

Особое внимание уделено районам боевых действий Ржевской битвы. Общая площадь около 6,5 тыс. км². Нами выделено 4 ключевые территории (далее – КТ) со значительным обилием полемохоров (рисунок). Широкий спектр сообществ, мозаичность ландшафтов КТ дали возможность охарактеризовать эколого-фитоценотические амплитуды видов во вторичном ареале [1, 2]. Они сопоставлены с данными о встречаемости этих видов в среднеевропейских сообществах (таблица 1) [5–7]. У потенциально инвазионных полемохоров соответствующий их экологическим особенностям спектр типов сообществ был в Центральной России реализован достаточно полно (таблица).

Благодаря анализу ценоценотических позиций и характера распространения разработаны подход к оценке степени натурализации полемохоров и шкала для определения интегральной фитоценотической активности (далее – ИФА) [1]. Виды с ИФА, соответствующей III-му баллу благодаря высокой численности становятся ценоценотически значимыми. Они могут доминировать в незональных фитоценозах, устойчивы в сообществах аборигенных высококонкурентных видов и при сукцессионных сменах, способны к активному расселению, включая фрагменты зональных сообществ. Среди них *Arrhenatherum elatius*, *Pimpinella major*, *Primula elatior*, *Ptarmica vulgaris*. Инвазионный потенциал трех последних видов проявился пока только в районе сражений Ржевской битвы. Их мониторинг имеет особое значение.



КТ – ключевая территория; КТ 4 – Мостовая; КТ 3 – Оленино – Чертолино; КТ 2 – Рождествено – Мончалово; КТ 1 – пл. 208 км – Ревякино; ромб – *Heracleum sphondylium*; круг – *Pimpinella major*; звезда – *Primula elatior*; треугольник – *Ptarmica vulgaris*; контур – значительное разнообразие видов полемохоров

Рисунок – Местонахождения некоторых полемохоров в районах боевых действий Ржевской битвы (1942–1943 гг.)

Таблица – Фитоценотические особенности наиболее распространенных полемохоров в Тверской области и в Центральной Европе

Р	Л	О	Вид	FAG	PUB	GER	MOL	MUL	FES	POP	PUR	EPI
4	4	+	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl			GER, 01B, 05D	MOL*, 01A**, [01F, 03A]***		01A			02C
	2	1	<i>Colchicum autumnale</i> L.	03A			MOL, 01A, 03A [01A, 03A]		01A	02A, 02C	01B	
1	1	+	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	02B			MOL, 01A, 03A, 08C, [01F, 03A]	MUL 01A	01A	02A	01B	02B, 02C, 03A, 05A
+	2	1	<i>Phyteuma nigrum</i> F. W. Schmidt				03A, [03A]					
3	3	1	<i>Pimpinella major</i> (L.) Huds.		01B		MOL, 01, 01A, 03A, 03B, [03A]	01A		02A		01A
+	2	2	<i>Primula elatior</i> (L.) Hill	03A	01B		MOL, 03A, 03B [03A]	03A		02A, 02C		
+	1	+	<i>Ptarmica vulgaris</i> Hill.				MOL, 05A, 05C, 05F					
2	2	1	<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.				MOL, 01, 01A, 01E, 03A [03A]					

Примечание. Сообщества в Тверской обл.: Р – рудеральные, Л – луговые, О – опушечные, указано максимальное обилие по Браун-Бланке. Классы растительности Европы: FAG – *Carpino-Fagetetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968; PUB – *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959; GER – *Trifolio-Geranietea sanguinei* T. Muller 1962; MOL – *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937; MUL – *Mulgedio-Aconitetea* Hadac et Klika in Klika et Hadac 1944; FES – *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947; POP – *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanic 1968; PUR – *Salicetea purpureae* Moor 1958; EPI – *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951 [incl. *Galio-Urticetea* Passarge ex Корецкы 1969]. Указаны синтаксономические коды (по: [6]): * – классов, ** – союзов (только цифровая часть кода), для которых вид является диагностическим, *** – союзов, включающих ассоциации, в которых вид имеет диагностическое значение.

Таким образом, в ходе реализации программы комплексного изучения полемохоров получены разноплановые данные об их встречаемости, экологии, фитоценологии, биоморфологии, популяционной биологии. Это позволяет осуществлять многоуровневый мониторинг и прогнозировать перспективы реализации инвазионного потенциала. Актуально развитие данного подхода в регионах с широким распространением полемохоров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нотов А.А., Нотов В.А., Зуева Л.В., Петухова Л.В., Иванова С.А., Андреева Е.А. 2022а. Особенности натурализации некоторых полемохоров в Тверской обл. // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 1(65). С. 141–163.
2. Нотов А.А., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А. Полемохоры в экосистемах района боевых действий Погорело-Городищенской операции // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2023. № 1(69). С. 250–275.
3. Нотов А.А., Петухова Л.В., Степанова Е.Н., Мейсурова А.Ф., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В. Биоморфологические исследования как элемент комплексного анализа полемохоров Тверской обл. // Биоморфология растений: традиции и современность. Киров, 2022б. С. 261–266.
4. Решетникова Н.М., Нотов А.А., Майоров С.Р., Щербakov А.В. 2021. Великая Отечественная война как фактор флорогенеза: результаты поиска полемохоров в Центральной России // Журн. общ. биол. Т. 82. № 4. С. 297–317.
5. Mucina L. 1997. Conspectus of classes of the European vegetation // Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. V. 32. № 2. P. 117–172.
6. Mucina L., Bueltmann H., Dierssen K. et al. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. V. 19. Supp. 1. P. 3–264.
7. Velev N. 2018. *Arrhenatheretalia elatioris* uncritical checklist of Europe // Phytologia Balcanica. V. 24. № 1. P. 99–147.

Олешук Е.Н., Сак М.М., Гриц А.Н., Бабков А.В., Усик А.В.

ОЦЕНКА ПРИЧИН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ г. МИНСКА

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, oleshen@mail.ru

*Monitoring was carried out and populations of invasive plant species (*Heracleum sosnovsky* M. and *Solidago canadensis* L.) were identified in the city of Minsk. It is shown that one of the main reasons for the expansion of *H. Sosnovsky* and *S. canadensis* is the presence of ownerless and economically alienated territories. Control measures are described and recommendations are given to curb the expansion of the most aggressive invasive species, *Solidago canadensis*.*

Важнейшим условием сдерживания и успешной борьбы с инвазионными видами является тщательный мониторинг зараженных территорий [1]. Так с целью выявления и ликвидации популяций одного из наиболее агрессивных инвазионных видов борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnovsky*) отслеживается его распространение при строительстве жилых и производственных объектов, при устройстве и реконструкции придорожных территорий, проводится контроль за утилизацией грунта с места проведения строительных работ. Вследствие принятых мер в Беларуси достигнуты определенные успехи в борьбе с борщевиком, в первую очередь в г. Минске и пригороде, где практически полностью искоренены популяции опасного вида в жилищной застройке. Вместе с тем, в отдельных регионах города еще сохраняются очаги *H. Sosnovsky* (выявлены в районе Минского городского зоопарка, ул. Ташкентская, на территории промзоны Шабаны и очистных сооружений г. Минска), которые являются одной из существенных причин дальнейшей инвазии.

Согласно законодательству Республики Беларусь, субъекты хозяйственной деятельности обязаны проводить мероприятия по уничтожению борщевика Сосновского и др. видов [2, 3]. Несмотря на принимаемые меры, растительные инвазии ширятся как в природных, так и в антропогенных биоценозах. Выявлено, что инвазионные виды активно заселяются на отдельных участках земли вдоль придорожных территорий, около инженерных коммуникаций (трубопроводы, теплотрассы), в т.ч. на закрытых территориях различных подведомственных объектов (трансформаторные подстанции, ул. Ташкентская), вследствие чего данные участки становятся идеальным местом для сохранения популяций борщевика (таблица). Следует отметить, что прилегающие к отдельным промышленным предприятиям и другим объектам хозяйствования территории выпадают из зоны ответственности отдельных руководителей, вследствие чего экспансия *H. sosnovsky* нарастает, происходит увеличение численности популяций борщевика с сопутствующим угнетением других видов. Вследствие того, что не принимаются меры противодействия, в конце сезона созревают семена, а это приводит к созданию их резервного фонда. Таким образом, бесхозные и временно отчужденные участки земли являются резерватом для сохранения и накопления семян не только борщевика, но и других агрессивных инвазионных видов. В таблице отмечены отдельные наиболее типичные участки городской территории, в разной степени заселенные *H. Sosnovsky*, *S. canadensis* и другими чужеродными видами.

По мнению ученых, одним из самых опасных инвазионных видов растений является золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.) [2–4]. Одиночные растения,

группы кустов (клоны), а порой и целые плантации красивоцветущих растений стали привычным осенним пейзажем в городской черте (Музей валунов, ул. Руссиянова; ЛЭП, ул. Филимонова и т.п.). По данным Мингоркомприроды на 2019 г. в Минске более 180 га земель общего пользования были заняты этим агрессивным инвазионным видом, и земельные участки под ним неуклонно растут. В связи с этим на проблеме инвазии золотарника необходимо остановиться подробнее.

На территории Беларуси распространение золотарников началось с ограниченных территорий (палисадники, кладбища). В настоящее время популяции *S. canadensis* ежегодно увеличиваются как численно (количество выявленных очагов), так и по занимаемым площадям. Его распространению способствует активное разрастание корневой системы и неприхотливость к условиям обитания. Золотарник обладает высокой приспособляемостью к засухе, малоплодородным почвам. Отсутствие естественных врагов делает его высокоинвазионным видом. Раннее начало вегетации, быстрый рост, экологическая пластичность способствуют тому, что *S. canadensis* становится чрезвычайно агрессивным в отношении аборигенных видов растений, представляет угрозу биологическому разнообразию [2, 3].

В городской черте и ближайших окрестностях наиболее значительные популяции *S. canadensis* выявлены также в районе ул. Инженерная (вдоль теплотрассы), вдоль железнодорожного полотна у гаражей и за оградой ТЭЦ 3 (в районе ул. Радиальная). Особо следует отметить мусорные свалки (Уручье, ул. Героев 120-й Дивизии), временно заброшенные территории бывших складов, отдельные городские кладбища (Козыревское, Восточное).

Таблица – Места локализации инвазионных видов на территории г. Минска

Инвазионный вид	Место локализации, площадь	Объект хозяйствования	Примечание
<i>Heraclium Sosnovsky</i>	ул. Ташкентская, 380 м ²	Минский городской зоопарк	Вокруг ограды, справа в направлении к р. Свислочь
	ул. Ташкентская, 960 м ²	Трансформаторная подстанция (ТП), внутр. территория	ТП находится на временной реконструкции
	пер. Софьи Ковалевской, 3600 м ²	Склады различных субъектов хозяйствования	На прилегающей территории, за оградой и в лесу
<i>Solidago canadensis</i>	ул. Руссиянова, 86000 м ²	Музей валунов с прилегающей территорией	Очаги заражения на территории и в соседнем подлеске
	ул. Героев 120-й Дивизии, 1200 м ²	Пункт приема стеклотары, м ²	На прилегающей территории и частной застройке
	ул. Филимонова, 42000 м ²	от ул. Филимонова вдоль Слепянской водной системы	Под линией ЛЭП и в соседнем подлеске
<i>Impatiens glandulifera</i>	пр-т Победителей, 240 м ²	Заказник «Лебяжий», охранный территория	Локализовано преимущественно со стороны МКАД
<i>Echinocystis lobata</i>	ул. Инженерная, 180 м ²	В отдельных местах поймы р. Свислочь	Прогулочная зона в парковой зоне реки

Заброшенные и бесхозные земли, отчужденные из хозяйственной деятельности территории, становятся своего рода резерватом инвазионных видов, создавая их

значительный семенной фонд. Техногенно нарушенные ландшафты (линии ЛЭП) без соответствующего контроля могут выступать своего рода плацдармами для дальнейшего бесконтрольного распространения *S. canadensis*, других инвазионных видов растений (рисунок).



Рисунок – Инвазия *S. canadensis* на территории ЛЭП, ул Филимонова

Борьба с золотарником в городе ведется преимущественно механическим способом (подкашивание, дискование территории), но такие подходы, как показывает практика, недостаточно эффективны, поскольку не учитываются биологические особенности вида. Значительно лучшие результаты на участках заражения золотарником дает использование гербицидов. Однако, следует при этом учитывать, что гербициды запрещены на землях природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения, в границах заказников и памятников природы [4, 5]. В сдерживании инвазионных видов более рационально применять комбинированный способ: скашивание до начала бутонизации плюс последующая обработка гербицидами избирательного действия.

Основная проблема в борьбе с инвазионными видами – отсутствие системного подхода. Опыт различных стран мира (США, Канада, Германия, Россия и др.) показывает, что только вовлечение в хозяйственный оборот отчужденных территорий является реальной возможностью сдержать дальнейшую экспансию чужеродных видов и обеспечить сохранение биологического разнообразия экосистем.

Выводы и рекомендации. Для предотвращения экспансии инвазионных видов необходимы серьезные продуманные меры противодействия. Во-первых, требуется организовать тщательный мониторинг по выявлению растительных инвазий, с особым контролем бесхозных и временно отчужденных территорий.

Во-вторых, следует ужесточить контроль со стороны природоохранных организаций за распространением чужеродных видов растений, подвести соответствующую законодательную базу.

В-третьих, необходимо проводить широкую информационную и разъяснительную работу, как среди населения, так и среди руководителей предприятий и организаций.

Кроме того, следует предусмотреть меры по привлечению бесхозных и временно отчужденных земель на территории антропогенных ландшафтов в различные виды хозяйственной деятельности (лесное хозяйство, питомники декоративных растений), что обеспечит дополнительные возможности в сдерживании распространения инвазионных видов и в борьбе с ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буга, С.В. Чужеродные виды в фауне Беларуси: краткий конспект лекций / С. В. Буга, Ф. В. Сауткин. – Минск: БГУ, 2019.
2. Гусев, А.П. Вторжение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в антропогенные ландшафты Беларуси // Российский Журнал Биологических Инвазий, 2017, № 4. – С.28–35.
3. Прохоров, В.Н. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения / В.Н. Прохоров, Н.А. Ламан, // Ботаника (исследования), 2018, вып.47. – С.150–168.
4. Мотыль, М. М. Разнообразие золотарника в Беларуси и биорациональные способы ограничения его инвазионного распространения / М.М. Мотыль, И. Гаранович // Наука и инновации. – 2014. – № 4 (134). – С. 65–67.
5. Постановление Совета министров РБ 1002 07.12.2016 «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов растений». Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.12.2016, 5/43038. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21601002&p1=1>

Пушкин А.А.¹, Судник А.В.², Севрук П.В.¹

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОС ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

1 УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, аа pushkin@belstu.by

2 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

The publication deals with the use of remote sensing materials and geoinformation technologies for monitoring of protective tree plantations on agricultural lands. The method for assessing of state of protective tree plantations involves using of both spectral vegetation index, in the case of presence of spectrozonal aerospace survey materials, and visual method, in the case of using color survey materials.

Как показывает мировой опыт, защитные древесные насаждения (далее – ЗДН), создаваемые в виде отдельных полос на землях сельскохозяйственного назначения, являются наиболее эффективным инструментом по предотвращению ветровой, водной и почвенной эрозии, сохранению почвенного плодородия, повышения продуктивности выращиваемых сельскохозяйственных культур. В настоящее время значительная часть ЗДН, созданных на сельскохозяйственных землях, находится в неудовлетворительном состоянии и достоверной статистической информации по ним не имеется. В связи с этим использование данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДДЗЗ) и геоинформационных технологий их обработки открывает новые возможности по инвентаризации данных насаждений и оценке их текущего состояния.

Линейная, сильно вытянутая форма ЗДН – наиболее важный дешифровочный признак, позволяющий провести их инвентаризацию, оценить состояние и эффективность выполнения защитных функций дистанционными методами. В зависимости от пространственного разрешения информативность материалов съемки, а, следовательно, и методы обработки будут разные. На материалах сверхвысокого пространственного разрешения достаточно хорошо визуально видны как сохранившиеся части полосы, так и разрывы в ней (рисунок 1А), в то время как данные Sentinel-2

визуализируют полосу защитного древесного насаждения в виде линии пикселей, отличающихся от соседних более темным тоном (рисунок 1Б). Исходя из этих особенностей при использовании данных сверхвысокого разрешения целесообразны методы визуального дешифрирования, а использование мультиспектральных данных среднего разрешения предусматривает технологии автоматизированного дешифрирования с использованием методов классификации изображений.



Рисунок 1 – Отображение полосы ЗДН на снимках ДДЗЗ разного пространственного разрешения: а) материалы сверхвысокого пространственного разрешения геосервиса BingAreal (0,5 м); б) – материалы космической съемки Sentinel–2 (10 м)

Технология визуального дешифрирования предполагает выделение по дистанционному снимку сохранившихся частей полосы ЗДН и разрывов, их векторизацию средствами геоинформационной системы. При этом в атрибутивную таблицу картографического слоя заносится категория участка: здоровая растительность, разрывы и окна отпада. Средствами ГИС рассчитываются и сохраняются площади каждого векторного объекта. Также при векторизации в таблицу атрибутивных данных для каждого создаваемого полигона вносится идентификационный номер, по которому устанавливается его принадлежность к той или иной полосе.

Общее состояние полосы полезного защитного древесного насаждения определяется коэффициентом сохранности:

$$K_s = \frac{S_1}{S_2}$$

где K_s – коэффициент сохранности полосы ЗДН;

S_1 – площадь дешифрированных участков здоровой растительности полосы ЗДН;
 S_2 – общая площадь полосы ЗДН.

Использование визуального метода оценки состояния древесно-кустарниковой растительности ЗДН по данным аэрокосмической съемки сверхвысокого разрешения является более точным, но и более трудозатратным методом оценки. Вместе с тем наличие в свободном доступе данных материалов аэрокосмической съемки на различных геосервисах делает этот метод наиболее доступным.

Автоматизированное дешифрирование состояния полос ЗДН предполагает использование материалов мультиспектральной космической съемки, наиболее доступными из которых являются Sentinel-2, пространственное разрешение которых позволяет идентифицировать крупные разрывы в лесополосе. В процессе проведения опытных работ для территории Калинковичского района Гомельской области выполнялась оценка возможностей алгоритмов неконтролируемой классификации и разностного вегетационного индекса NDVI. С целью автоматизации расчетов на платформе QGIS разработаны специализированные программные средства. При этом используемые алгоритмы вычислительной обработки предусматривают последовательное выполнение следующих основных этапов:

– загрузка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения (Sentinel-2), а также векторного полигонального слоя границ полос ЗДН, используемых в качестве исходных данных;

– расчет охвата (определение экстенда) векторного полигонального слоя границ полос ЗДН;

– вырезка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения в границах определенного охвата с увеличением пространственного разрешения (до 1 м.);

– вырезка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения в границах векторного полигонального слоя полос ЗДН;

– расчет спектрального вегетационного индекса NDVI с формированием соответствующего тематического растра;

– проведение неконтролируемой тематической классификации по алгоритму K-средних;

– автоматическая векторизация тематического растра NDVI с формированием векторного слоя в формате шейп-файла;

– классификация векторного слоя NDVI с определением категорий насаждений согласно используемой шкалы оценки.

В результате обработки формируется векторный тематический слой в границах полос ЗДН включающий три категории полигональных объектов: здоровая растительность, ослабленная растительность и отпад. Проведенные полевые работы по выборочной верификации полученных результатов классификации, показывают, что крупные разрывы в строении полос ЗДН (более 10 м) выделяются достаточно достоверно.

Проведенные экспериментальные работы установили, что полосы ЗДН позволяют эффективно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в зоне до 140 м. В целом же влияние лесополос простирается до 400 м.

Таким образом, использование разновременных данных дистанционного зондирования позволяет проводить оценку динамики спектрально-яркостных показателей (NDVI) полос защитных древесных насаждений и на данной основе проводить дистанционный мониторинг их состояния.

Романова М.Л.¹, Понтус А.Р.¹, Ермоленкова Г.В.¹, Червань А.Н.²

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ

*1 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, Ajuga2018@list.ru.
2 УО «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, Chervanalex@mail.ru*

The use of a geosystem approach to the structure of the soil cover of the territory of the Pripjat Polesie and the updating of data using remote sensing methods provides a methodological and informational basis for sustainable nature management at a high level.

В настоящее время в распоряжении лаборатории геоботаники и картографии растительности имеются архивные снимки, датированные 1950-ми годами (бывший архив НП РУП «Космоаэрогеология» Минприроды), по которым выделены сочетания ареалов почвенных разновидностей и растительных ассоциаций, образующие хорошо различимые на космоснимках, повторяющиеся в пространстве «узоры» (ансамбли), отражающие целый комплекс физико-географических показателей, что позволяет отнести такие сочетания (комбинации) к категории закономерно организованных природных систем – «геосистем» или «типов земель». Таким образом, на территории Припятского Полесья выделено около двух десятков геосистем, которые дифференцирует территорию в соответствии с наиболее характерными ее геоморфологическими, почвенно-гидрологическими и другими особенностями, что позволяет осуществлять системно-детализированный подход при организации сельскохозяйственной, природоохранной и туристической деятельности, обусловленных соответствующими экономико-технологическими укладами. Ядро нового технологического уклада составляют компьютерная техника, мобильные информационные услуги, системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети, что связано с ростом кумулятивного опыта и технологий, их интегральными проявлениями в генерировании инноваций и быстрым внедрением. Ранее разработанная параметризация основных характеристик почвенных комбинаций, с перспективой полуавтоматического и автоматического учета и мониторинга для обоснования стратегии целесообразного землепользования в условиях интенсификации сельского хозяйства, позволила оценить состояние структуры почвенного покрова пилотных агроландшафтов в Пинском районе Брестской области Беларуси: ОАО «Ласицкое», ОАО «Лопатино» и ОАО «Ставокское».

База аэрокосмических разновременных снимков и соответствующая им наземная (эталонная) информация, полученная на системе пилотных агроландшафтов, послужат основой для экологического и хозяйственно-функционального зонирования исследуемой территории, организации долговременного мониторинга, и в целом, могут определять на геосистемном уровне в Полесском регионе долгосрочную динамику растительного компонента геосистем. Также будет использоваться библиотека (архив), из которого можно выбирать вегетационные индексы (далее – ВИ) для нескольких сезонов и генерировать временные ряды, отслеживая тенденции роста, что требует высококачественных измерений коэффициента отражения с помощью мультиспектральных или гиперспектральных датчиков. Сравнивая показатели ВИ, и соотнося их с измеренными в поле, можно оценить, какие индексы в конкретной

категории лучше всего моделируют данную сцену. Из почти 150 разработанных ВИ, следует подбирать те, что наилучшим образом коррелируют с данными, полученными в полевых условиях для нескольких измерений, что значительно повысит качество дальнейшей обработки.

Таким образом, ВИ помогут для сельскохозяйственных угодий измерять биомассу и оценить состояние культур, прогнозировать будущий урожай, наблюдать за динамикой в течении сезона вегетации, выявить очаги болезней, пересохшие и вымокшие участки на полях, наличие засоренности сорняками. Следовательно, можно подсчитать урожай и убытки от экстремальных погодных условий. А на основе исторических снимков получить информацию о состоянии геосистем на протяжении периода 40 и более лет, что поможет выявить основные долговременные климатические тренды. В 1960-80-е годы, когда переувлажненная территория была «краем болот и лесов», мелиораторы прокладывали каналы открытого типа, но поскольку глубина торфяной залежи оказалась очень неравномерной, то в одних местах происходит застой воды, в других быстрое пересыхание каналов, что видно на исторических снимках, в настоящее время этот процесс идет очень быстро.

Все Полесские метеостанции уже давно фиксируют почвенную засуху, что наблюдается и в текущем 2023 году. Поэтому если не адаптировать сельское хозяйство к складывающимся экологическим условиям, то неизбежно наступление катастрофических явлений, способных нанести непоправимый урон экономике страны. Оперативное принятие управленческих решений, как в сельском хозяйстве, так и в природопользовании, в целом, требует надежной и постоянно действующей системы регулирования землепользованием, что целесообразно реализовывать с использованием современных геоинформационных технологий, а актуализация данных дистанционных методов зондирования обеспечивает методическую и информационную основу устойчивого природопользования.

Савина Н.В., Кубрак С.В., Милько Л.В., Кильчевский А.В.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ МАРКИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛОРУССКОЙ ФЛОРЫ

*ГНУ «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, N.Savina@igc.by*

DNA identification of medicinal plants is one of the methods for studying biological diversity and assessing the gene pool of economically valuable species. The paper presents the results of sequencing of four markers ITS2, rbcL, psbA-trnH and matK in 11 rare plant species of the Belarusian flora with identified medicinal properties.

Лекарственные растения, как важная часть ресурсообразующих видов, являются обязательным объектом мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды. Концепция мониторинга лекарственных растений базируется на проведении регулярных наблюдений за состоянием популяций с целью их сохранения, рационального использования и воспроизводства. Важной характеристикой популяций лекарственных растений является описание их генетических особенностей, позволяющее оценить генофонд хозяйственно-значимых видов. Кроме того, лекарственные растения представляют собой ценные генетические

ресурсы, доступ к которым регулируется Нагойским протоколом Конвенции о биологическом разнообразии, вступившим в силу в Беларуси в 2014 г. Важным этапом выполнения протокола является применение современных молекулярно-генетических методов ДНК-идентификации для изучения биологического разнообразия.

В Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь включено 83 вида лекарственных растений, из них 75 разрешено Государственной фармакопеей. Существует два пути получения лекарственного растительного сырья – выращивание растений с фармакологическими свойствами в промышленных масштабах, таким способом в стране культивируется около 50 видов лекарственных растений; и сбор дикорастущих растений в естественных биоценозах, что позволяет получить более широкий спектр растительного сырья – несколько сот видов лекарственных растений.

Лекарственные растения произрастают в каждой из шести областей страны, при этом центрами концентрации являются Брестская и Минская области, где сосредоточено до 80 видов. По данным кадастра большая часть природных популяций лекарственных растений (75%) находится в хорошем и очень хорошем состоянии, 22% видов – в плохом и неудовлетворительном. Отдельные виды лекарственных растений включены в Красную книгу Республики Беларусь как редкие охраняемые. Кроме того, многие редкие растения, не имея признания в аллопатической медицине, представляют интерес для народной (этномедицины) и в будущем могут стать потенциальным источником новых лекарственных или биологически активных веществ, расширив тем самым генофонд лекарственных растений нашей страны.

Поиск полезных биологических веществ, содержащихся в природном сырье, их дальнейшая разработка и коммерциализация составляют суть так называемой биоразведки, или поиска биоразнообразия. Объектами биоразведки становятся, как правило, представители местной флоры с особыми полезными свойствами и не включенные в официальную фармакопею. Этап сбора и идентификации исходного биологического материала обязательно должен сопровождаться сдачей ваучерного образца в гербарий или коллекцию биоматериала для последующих генетических исследований и контроля за природными популяциями. В связи с этим, генетическое маркирование представляется актуальным подходом при изучении лекарственных растений, особенно из категории охраняемых видов, так как позволяет проводить скрининг видового разнообразия флоры, не снижая численности отдельных экземпляров, идентифицируя вид по небольшому фрагменту ткани, на самой ранней стадии развития растения, по семенам или гербарному материалу.

Среди лекарственных растений Беларуси, как аборигенных, так и интродуцированных, 24% составляют представители семейства Яснотковые (*Lamiaceae* Lindl.), 21% – Астровые (*Asteraceae* Dumort) и 9% – Розоцветные (*Rosaceae* Juss.). В коллекции «Редкие и исчезающие виды растений» Республиканского банка ДНК человека, растений, животных и микроорганизмов к настоящему времени депонирован биологический материал 11 видов Красной книги Республики Беларусь, которые являются объектами народной медицины. Для каждого вида методом ДНК-штрихкодирования проведено двух-четырёх локусное генотипирование по маркерам *ITS2*, *rbcL*, *psbA-trnH* и *matK*; получены видовые маркерные последовательности, сходство которых с аналоговыми последовательностями из NCBI и BOLD составило, как правило, 98–100% (таблица).

Полученная информация включена в региональную библиотеку ДНК-штрихкодов дикорастущих растений белорусской флоры, создаваемую в Республиканском банке ДНК Института генетики и цитологии НАН Беларуси.

Таблица – Результаты ДНК-штрихкодирования 11 редких и охраняемых видов семейства Яснотковые, Астровые и Розоцветные

Вид	ДНК-штрихкод							
	ITS2		rbcL		psbA-trnH		matK	
	п.н.*	%**	п.н.	%	п.н.	%	п.н.	%
Арника горная	228	100	539	99	460	100	859	100
Грудница обыкновенная	214	100	507	100	217	100	719	99
Змееголовник Руйша	232 ***		582	99	–		625	99
Кадило сарматское	222	98	519	100	454	94	684	82
Кизильник черноплодный	–		549	100	278	98	560	100
Козелец голый	224	96	556	99	–		676	99
Лапчатка белая	210	99	547	100	335	100	595	100
Слива колючая	212	99	538	100	348	97	803	100
Солонечник русский	–		446	98	273 ***		585 ***	
Черноголовка крупноцветковая	231	99	–		–		770 ***	
Шалфей луговой	221	100	546	100	–		847	99

Примечание. *п.н. – длина маркерной последовательности; ** % – эффективность видо-идентификации; *** – последовательность отсутствует в базах данных NCBI и BOLD, но авторами получена; «–» – последовательность отсутствует в базах данных NCBI и BOLD

Данные по генетическому маркированию дикорастущих растений с фармакологической активностью и имеющих потенциальную экономическую значимость могут быть использованы для сертификации фитопрепаратов, оценки состояния природных популяций при регулировании заготовительной деятельности, для решения вопросов экспорта сырья, для таможенных и карантинных служб.

Савицкая К.Л.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, karina_savv@mail.ru

The results of monitoring of meadow and meadow-marsh vegetation on 20 permanent sample plots of 5 key sites in Grodno and Minsk Regions and in Minsk are presented. A reduction in areas, phytocenotic diversity and productivity of meadows in Belarus, a decrease in the conservation value of meadow phytocenoses, a predominance of anthropotolerant widespread and invasive plant species in them have been established. A short-term forecast of the dynamics of meadow phytocenoses of the republic has been developed.

В Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь объектами мониторинга луговой и лугово-болотной растительности являются фитоценозы лугов, болот и среда их произрастания. Сеть пунктов мониторинга данной категории растительности состоит из 112 ключевых участков (далее – КУ) с 526 постоянными пробными площадями (далее – ППП). Наблюдения за состоянием растительности осуществляются в период с 15 мая по 15 сентября с периодичностью раз в 1, 3 и 5 лет в соответствии с методическими установками (Сцепанович, 2013).

В 2022 г. наблюдения проводились в центральном и западном регионах республики на 20 ППП 5 КУ мониторинга в Гродненской (КУ-91 «Минойты» – Лидский район, 5 км восточнее деревни (д.) Минойты, вблизи озера Лебединое; КУ-

101 «Залесье» – Сморгонский район, 1,4 км северо-восточнее д. Залесье, пойма реки Вилия) и Минской (КУ-48 «Рыбцы» – Пуховичский район, 2,4 км восточнее д. Рыбцы, пойма реки Свислочь) областях, а также в городе (г.) Минске (КУ-112 «Чижовка» – 7,4 км юго-восточнее центра г. Минск, правобережная пойма реки Свислочь; КУ-74 «Веселовка» – 5,0 км северо-западнее центра г. Минск, берег реки Свислочь).

В результате установлены основные направления и особенности динамики луговой и лугово-болотной растительности с учетом данных мониторинга на репрезентативных КУ.

1. Продолжается сокращение площадей лугов и болот. За последний год кормовых угодий в республике стало меньше на 66,4 тыс. га или 2,6 %, болот – на 29,1 тыс. га или 3,7 % (Реестр ..., 2022). Тенденция прослеживается на 4 из 5 обследованных КУ. Причины различны – урбанизация и другие техногенные процессы (КУ-74, КУ-112), прогрессирующее развитие древесно-кустарниковой растительности и иные природные сукцессии (КУ-91, КУ-101), неиспользование либо нерациональное использование луговых сообществ, целенаправленная замена фрагментов лугов в городах посадками древесных растений (КУ-112, КУ-74).

2. Наблюдается снижение природоохранного и ресурсного значения луговых фитоценозов – насыщение их антропопотолерантными фоновыми видами злаков и разнотравья, снижение видового и фитоценотического разнообразия, продуктивности травостоев на большинстве КУ. Среди агроботанических групп растений наиболее уязвимы бобовые – на многих ППП в 2022 г. они не фиксировались (КУ-48 и др.). Данная тенденция является частным случаем потери биоразнообразия природных экосистем Беларуси (Сцепанович, 2017, 2020).

3. Формирование и развитие подавляющего большинства луговых фитоценозов осуществляется при участии инвазионных видов, занесенных в Черную книгу флоры Беларуси (айр обыкновенный, эхиноцистис лопастной, золотарник канадский, люпин многолистный и др.) (Черная ..., 2020). В некоторых случаях прослеживается начальный этап их вселения в сообщества (КУ-74, КУ-48), в других – скачкообразный прирост их проективного покрытия (КУ-112), реже – их полное замещение аборигенными видами трав (КУ-101).

С учетом последних наблюдений за состоянием и развитием луговых фитоценозов на перечисленных выше ключевых участках разработан прогноз изменения луговой и лугово-болотной растительности страны. В ближайшие 5 лет ожидается:

– окончательное преобразование болотных или луговых сообществ, приуроченных к повышениям в рельефе территорий (по причине падения уровня грунтовых вод и естественной динамики растительного покрова), в лесные (сосняки, осинники, черноольшаники) (на ППП-1 КУ-91, ППП-2 и 3 КУ-101, ППП-4 и 5 КУ-112 и др.) (таблица);

– отсутствие значимых изменений в видовом составе и структуре растительности на пробных площадях, расположенных в центре слабо нарушенных приозерных лесо-болотных комплексов – например, ППП-3 КУ-91, или в аллювиальных местообитаниях прирусловых участков крупных рек – ППП-1 КУ-101, ППП-1 КУ-48, которые мало посещаются людьми и не используются.

В аналогичных условиях, но при наличии рекреационного воздействия, особенно в случае его усиления, возможно прогрессирующее старение лугов (задернение, повышение проективного покрытия зеленых мхов (ППП-3 КУ-74)) или смена доминантов в фитоценозах: замещение злаков более конкурентоспособными и

устойчивыми к антропогенному воздействию аналогами (например, развитие овсяницы красной вместо мятлика лугового на ППП-4 КУ-74 и т. п.);

Таблица – Динамика общего проективного покрытия древесно-кустарниковой растительности, трав, мхов и опада на КУ-101 «Залесье»

Год наблюдений	2007				2012				2017				2022			
Проективное покрытие, %	деревьев и кустарников	трав	мхов	опада	деревьев и кустарников	трав	мхов	опада	деревьев и кустарников	трав	мхов	опада	деревьев и кустарников	трав	мхов	опада
ППП-1	0	98	10	5	3	97	0	15	10	95	0	25	16	99	0	15
ППП-2	5	98	8	10	15	95	5	20	25	95	10	45	65	80	35	30
ППП-3	7	98	15	5	10	97	20	10	20	92	25	20	45	92	7	13
На КУ в целом	4,0				9,3				18,3				42,0			

– возрастание фитоценотической значимости инвазионных видов (золотарника канадского, люпина многолистного и др.) в ежегодно не скашиваемых луговых сообществах, сопряженное с ростом продуктивности травостоев (например, в г. Минске на ППП-3, 6 КУ-112);

– трансформация полидоминантных луговых сообществ бывших пастбищ в бедные видами агрофитоценозы (ППП-2, 3 КУ-48) (рисунок);

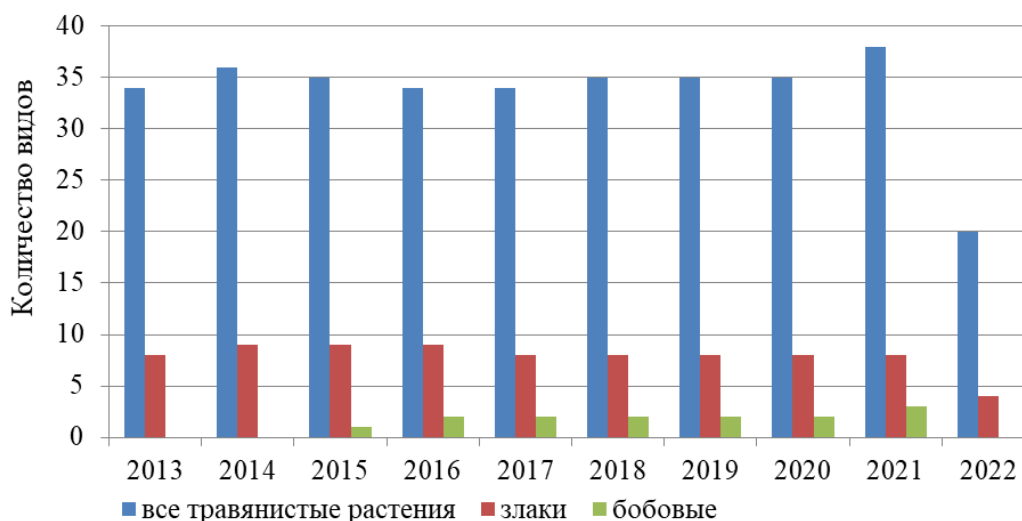


Рисунок – Динамика видового богатства растений различных агроботанических групп на ППП-2 КУ-48 «Рыбцы»

– сохранение и устойчивое воспроизводство фрагментов лугов на богатых почвах в благоприятном режиме освещения и увлажнения в городской черте Минска, образованных почти исключительно антропогенными видами злаков, бобовых и разнотравья со средней продуктивностью и высокой кормовой ценностью (ППП-5 КУ-74) при условии грамотного и регулярного ухода за этими сообществами.

Результаты мониторинга важны для оценки состояния кормовых угодий, продуктивности и качества травостоев, планирования мероприятий по рациональному использованию луговой и лугово-болотной растительности Беларуси.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ПОБЕГОВ *VACCINIUM VITIS-IDAEA* L. НА ВОЗРАСТНОМ ГРАДИЕНТЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЯКА МШИСТОГО (PINETUM PLEUROZIOSUM)

*УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь, annet.sadkovskaya@mail.ru, ledum@list.ru*

*The results of resource studies of *Vaccinium vitis-idaea* in the demutation series of the pine forest with mosses culture (from I to V classes of stand age) have been carried out. The maximum yield of Cormi *Vitis idaeae* $51,68 \pm 15,62$ g/m² was noted in young growth aged 5 years (culture after clear felling).*

Большинство исследований в области ресурсоведения посвящены изучению ресурсозначимых видов в оптимальных условиях их произрастания. Для устойчивого побочного лесопользования важна также оценка ценных лекарственных и ресурсозначимых видов в разных экологических условиях на всей территории лесного фонда.

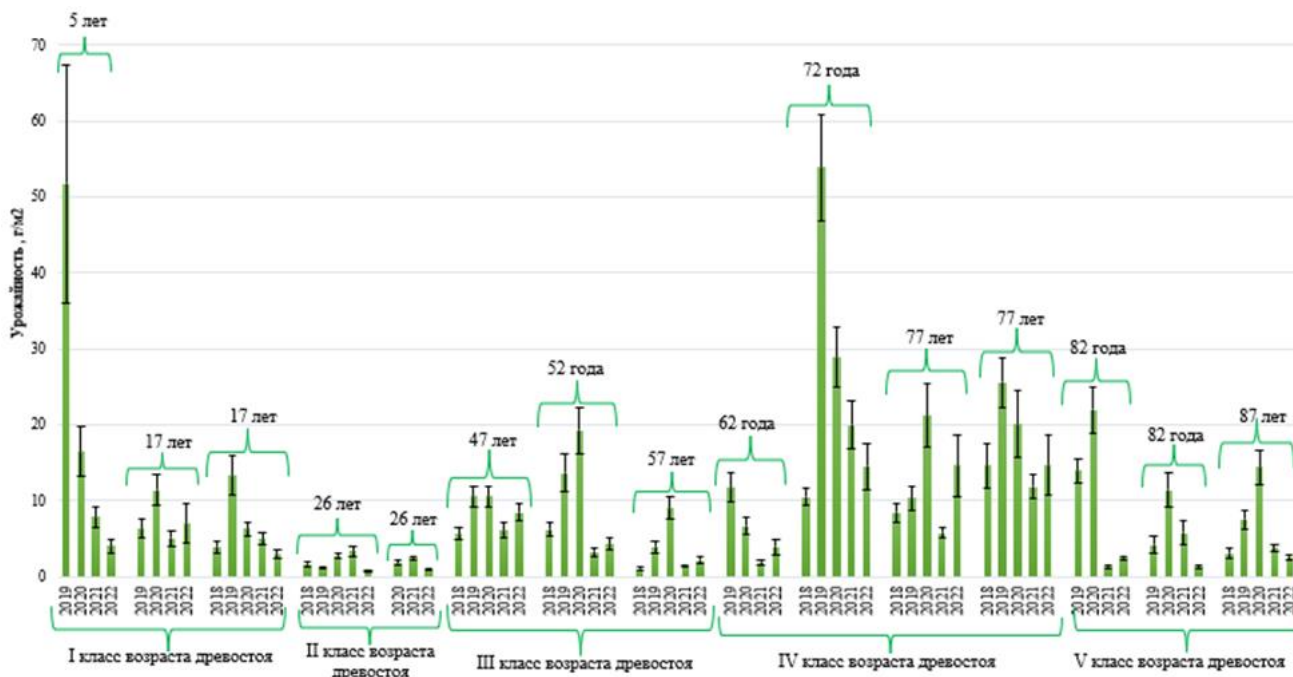
Исследования проводили на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Гродненская Пуша» (Беларусь, Гродненская обл., Гродненский р-н) с 10–15 августа 2018–2022 гг. в течение 10–14 дней. В период исследований нами проведены мониторинговые ресурсоведческие описания в сукцессионном ряду культуры сосняка мшистого I – V класса возраста древостоя на 8 пробных площадях (400 м²) в 2018 году, 14 – в 2019 году и по 15 пробных площадей каждый год с 2020 по 2022 года. Урожайность (г/м²) побегов *V. vitis-idaea* определяли методом проективного покрытия. В учетных площадках определяли проективное покрытие *V. vitis-idaea*, а также в 1 дм² (наиболее заполненном в пределах 1 м²) срезали сырье (Cormi *Vitis idaeae* (побеги *V. vitis-idaea*). Далее сырье сушили воздушно-теневым способом и определяли воздушно-сухую фитомассу на лабораторных весах НТ-220 СЕ с $\pm 0,01$.

В каждой пробной площади определяли сквозистость методом конверта и абсолютную освещенность с помощью люксметра «Ю –116», с погрешностью измерений $\pm 10\%$, в 5-кратной повторности контрольные значения (в начале и конце на максимально освещенном участке, n=2) и оценивали относительную освещенность в %.

В результате анализа полученных данных с 2018 по 2022 год исследований искусственных сосняков мшистых, нами выявлено, что максимальная урожайность Cormi *Vitis idaeae* ($51,68 \pm 15,62$ г/м², возд.-сух.) характерна молодняку (культура) в возрасте 5 лет после сплошной рубки 2016 года, в следствие чего данному биотопу характерна высокая относительная освещенность – 100% и сквозистость – 99,69%. Также высокие значения урожайности характерны приспевающим сообществам (от $8,46 \pm 1,25$ до $53,82 \pm 6,92$ г/м²) за пять лет исследований, кроме сосняка возраста 62 года. Относительно невысокие значения урожайности характерны жерднякам (от $0,80 \pm 0,14$ до $2,44 \pm 0,26$ г/м²), что обусловлено изменением светового режима – снижением относительной освещенности до 10,30% и сквозистости до 23%, за счет смыкания крон древесного яруса (рисунок).

Достоверные различия между урожайностью Cormi *Vitis idaeae* в искусственных сосняках мшистых выявлены между всеми популяциями, находящимися в сообществах с древостоем III и IV классов возраста в период с 2019 по 2022 гг.

исследований, в V классе – 2020–2022 гг. и в I классе в 2019 и 2020 гг. Достоверные различия по урожайности побегов *V. vitis-idaea* не выявлены в I (2021 и 2022 гг.), II (2020–2022 гг.), IV (2018 г.), V (2019 г.) классе возраста древостоя.



Примечание: 5 лет – возраст древостоя на изученной пробной площади; возраст древостоя указан на момент первого года исследований

Рисунок – Изменчивость урожайности Cormi *Vitis idaeae* в классах возраста культуры сосняков мшистых

Таким образом, урожайность Cormi *Vitis idaeae* в искусственных сосняках мшистых на разных стадиях возрастного ряда варьирует от $0,80 \pm 0,14$ до $51,68 \pm 15,62$ г/м² с формированием максимальной урожайности на первых стадиях формирования сообщества при щадящем режиме лесозаготовки, либо в спелых и перестойных сообществах фитоценозах при полном восстановлении популяций *V. vitis-idaea* после нарушения (или уничтожения) живого напочвенного покрова.

Сапанов М.К.¹, Елекешева М.М.²

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯСЕНЯ ПЕНСИЛЬВАНСКОГО В ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РЕКИ УРАЛ

1 ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»,
п/о Успенское, Российская Федерация, sapanovm@mail.ru

2 Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

Potentially invasive species Fraxinus pennsylvanica Marsh. widely used in Eurasia when creating cultures in the valleys of river floodplains. The features of its spontaneous appearance in natural forest ecosystems, on native meadows and wet slopes of floodplain water ponds in the Ural River valley were studied. Initially, ash tree appears near forest plantations. Then its seed specimens, having reached maturity, disseminate the seeds to new territories. This «nomadic» survival strategy indicates the impossibility of a natural outcome for the ash tree. Moreover, at the present stage, there

are no effective methods to combat the undesirable appearance of this species in hydromorphic forest conditions.

Ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) широко используется в лесокультурных технологиях, в том числе, в долинах пойм рек. Это обусловлено его хорошей приживаемостью на гидроморфных типах почв, устойчивостью к кратковременным затоплениям и засухам. Однако в последние десятилетия в этих условиях отмечается его спонтанное распространение за пределы посаженных культур, что дает основание причислять его к потенциально инвазионным видам. При этом, до сих пор недостаточно ясны его экотопические механизмы натурализации (внедрения, выживания и дальнейшего распространения), слабо изучены особенности динамики возрастной структуры и экологическая конфигурация его пространственного распространения (Виноградова и др., 2010; Стародубцева, 2011; Григорьевская и др., 2013; Дудкин, Иванов, 2014; Drescher, Prots, 2016; Mayer et al., 2017; Campagnaro et al., 2018; Холенко и др., 2019; Юферев, Таранов, 2020; Сапанов, Елекешева, 2023).

Цель работы – на примере зарастания адвентивным ясенем пенсильванским поймы р. Урал показать некоторые особенности захвата им новых территорий, специфику расселения и перспективы борьбы.

Объекты расположены в аридной сухостепной природной зоне в пойме р. Урал (51.09760 °с.ш., 51.21490 °в.д.). Климат резкоконтинентальный с сухим жарким летом и малоснежной, холодной зимой, нередко с сильными ветрами. Среднегодовая температура воздуха +6.2°C, среднегодовое количество атмосферных осадков 348 мм.

Исследования проводились в пойме, которая сложена слоистыми аллювиальными отложениями пестрого механического состава. Долина прорезана сетью узких протоков и испещрена старицами и небольшими озерами. Древесная растительность располагается узкой полосой вдоль русла и стариц. Среди лесных видов преобладают ивово-тополевые леса. На безлесных прирусловых полянах, центральных и притеррасных пространствах поймы развиты травяные экосистемы, видовое разнообразие которых (от луговых до болотистых сообществ) зависит, в первую очередь, от степени доступности грунтовых вод (Никитин, 1957; Дарбаева и др., 2020, 2021).

Изучались архивы по лесоустройству для определения общей площади, возраста и таксационных параметров посаженных культур ясеня пенсильванского (Янайкинское лесничество Уральского лесхоза Западно-Казахстанской области). На местности были выбраны типичные ключевые участки естественных лесов и пойменных лугов с самосевом этого вида. Была проведена GPS фиксация и картирование изучаемых древостоев, описаны особенности размещения ясеня на единице площади (количество, возраст, плодоношение).

Лесные культуры из ясеня создавались и продолжают создаваться здесь на безлесных площадях луговых неудобий, бывших сенокосах и пастбищах. В Янайкинском лесничестве, по данным лесоустройства 2016 г., было посажено всего 9,9 га на 14 участках чистых и смешанных культур ясеня, их возраст колеблется от 2 лет до 51 года. Посадки ясеня проводятся и в настоящее время. Культуры в 33–51-летнем возрасте представляют собой низкополнотные мертвопокровные древостои со средней высотой 9–10 м при среднем диаметре 8–12 см. Посаженные культуры находятся в удовлетворительном состоянии. Тем не менее, самосевные экземпляры распространились повсеместно, особенно вблизи этих насаждений.

В естественных лесах ясень первоначально внедряется в опушечные ряды, на осветленные поляны, вдоль тропинок и дорог. Основной особенностью является то, что

внутри лесного участка, представленного тополями белым и черным, ивой белой и другими видами, приживаются и долговременно сохраняются до возраста плодоношения лишь отдельные экземпляры ясеня, которые могут достигать высоты 5–7 м. Именно вблизи этих плодоносящих экземпляров появляется массовый самосев, который впоследствии может образовать пологий подлесок высокой сомкнутости. К сожалению, дальнейшая судьба такого подлеска нам не известна, ввиду отсутствия аналогов. Однако не вызывает сомнения то, что ясень будет впоследствии оказывать существенное влияние на функционирование естественных лесов, так как встречаемость отдельных плодоносящих деревьев этого вида на лесных участках достаточно велика, и многие из них как бы «ждут своего часа».

На исконно безлесных территориях, занятых пойменной луговой растительностью, ясень появляется в понижениях мезорельефа вскоре после начала плодоношения деревьев вблизи созданных культур на расстоянии до 60–70 м. Площадь каждой обособленной куртины ограничивается площадью занятой ею низины в виде естественных замкнутых блюдцеобразных западин, искусственных траншей, рытвин или является частью открытых пологих депрессий гидрографической сети (ложбин, лощин). При этом, образовавшиеся куртины могут быть одновозрастными, что свидетельствует об одновременном заселении ясенем этих мезопонижений рельефа. Однако в куртинах могут встречаться единичные экземпляры более старшего возраста, что указывает на механизм его поэтапного заселения. Общее количество куртин на каждом лугу может быть достаточно большим в зависимости от близости культур и количества мезопонижений в рельефе. Вследствие этого луга приобретают саванноподобный вид. Основной особенностью распространения ясеня на таких исконно безлесных пойменных территориях является возможность его дальнейшего распространения уже от этих куртин. Такая поэтапная экспансия не оставляет надежд на возможность обособления ясеня на конкретной территории. Эта кочующая стратегия распространения указывает на значительное экологическое соответствие пойменных условий местопроизрастания этому виду. По-видимому, скорость заселения ясеня на новых участках будет лимитироваться лишь достижением репродуктивного возраста первоначально внедрившихся семенных экземпляров. Поэтапное заселение все новых и новых мезопонижений легко прослеживается по возрасту куртин.

В пойменных условиях достаточно часто наблюдается появление самосева ясеня на мокрых откосах стариц и озер на уровне меженного стояния воды. Такое вселение ясеня вполне ожидаемо и может иметь предсказуемые последствия в виде сплошного зарастания берега вследствие переноса семян по поверхности воды или льда. Более того, водные системы становятся переносчиком семян на дальние расстояния. При этом, деревья, достигшие репродуктивного возраста, также распространяют семена вблизи себя на прилегающие территории.

Как видим, ясень пенсильванский в пойменных условиях легко натурализуется в естественных лесах и лугах, при этом его поэтапная экспансия не оставляет надежд на его исход, даже при прекращении в будущем проведения лесопосадочных работ.

Создание лесных культур из ясеня пенсильванского в пойменных гидроморфных условиях долин рек может привести и приводит к спонтанному неконтролируемому его семенному внедрению в естественные лесные экосистемы, в исконные безлесные луга и мокрые откосы водоемов. Дальнейшее его распространение происходит после достижения отдельными экземплярами репродуктивного возраста. Такая ступенчатая, кочующая стратегия выживания ясеня позволяет ему постепенно занимать все новые и

новые местообитания. На современном этапе не существует методов локализации ясеня на определенной территории, также не существует методов искусственной борьбы с ним.

Исследование выполнено частично за счет гранта Российского научного фонда № 23-24-00164 и частично за счет гранта Министерства науки и высшего образования РК, конкурса 135/ЖФ-1-22-24, № АР13268730.

Смирнова М.А.

ПОЙМЕННЫЕ ЛУГОВЫЕ СООБЩЕСТВА РЕКИ МЕЗЕНЬ (НА ОТРЕЗКЕ ДЕР. ЧУЧЕПАЛА – Г. МЕЗЕНЬ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, medvedetz@gmail.com*

*The study of the floodplain meadows of the Mezen River was conducted in the summer of 2022. Depending on the alluvial deposits, communities were identified: with *Petasites radiatus* on pebble shores, with *Petasites spurius* on sandy shores. Several transient types of meadow communities of river terraces of different water levels have been identified.*

Мезень относится к бассейну Белого моря, является одной из крупнейших рек европейского Севера России. Длина реки составляет 966 км, площадь водосборного бассейна – 78000 км². Для реки Мезень характерен смешанный тип питания с преобладанием снегового. Половодье наступает в мае-июне, летом и осенью бывают дождевые паводки, приводящие к значительному, но кратковременному подъему уровня воды. Период ледостава длится с конца октября–начала ноября по конец апреля–начало мая [2].

Долина реки Мезень сложена коренными породами – мергелями, песчаниками, глинами пермского, триассового и юрского периодов [1]. Коренные породы местами перекрыты четвертичными отложениями. Мезень протекает через три природные подзоны: среднюю, северную тайгу, лесотундру.

Первые данные о древнем человеке на берегах Мезени относятся к 10 тысячам лет назад. Предки угро-финских племен заселили территории около 5 тысяч лет назад. С IX по XIII в. происходило постепенное заселение территории русским населением. Первые крупные русские поселения на реке появились в XIV в. [3]. Долина реки была постепенно освоена под сельскохозяйственные угодья: сенокосы, пастбища, пашни. Последние 30 лет воздействие на пойменные луга свелось к минимуму и сообщества стали менять свой облик. В местах с отсутствием сенокосения идет процесс ухудшения качества лугов, уменьшается видовое разнообразие, появляются и увеличивают свое покрытие таволга (*Filipendula ulmaria*) и сорнотравные виды (*Chaerophyllum bulbosum*, *Urtica dioica*, *Taraxacum officinale*, *Cirsium cetosum*).

Пойменные луга реки Мезень были обследованы в составе экспедиции по исследованию флоры и растительности севера Европейской России под руководством П.Г. Ефимова в 2022 году. Работы проходили в Архангельской области и республики Коми. В пределах Архангельской области пойменная растительность была исследована протяженностью около 250 км в нижнем течении реки. На отрезке между г. Мезень и дер. Чучепала максимальная ширина русла реки составляет 1,7 км, минимальная – 150

м; наиболее широкая часть поймы располагается около старинной дер. Лампожня и составляет – 4,2–4,4 км. Было сделано 33 описания пойменных луговых сообществ. На протяжении пути следования речные отложения были представлены аллювиальными песками, галечниками, выходами дочетвертичных красноцветных мергелей.

Луга в долине реки Мезень вытянуты вдоль русла реки и образуют экологические ряды сообществ.

Сообщества низкого уровня поймы:

На песчаных отмелях и косах сначала появляются сообщества из белокопытника ложного (*Petasites spurius*), выше по отмели они сменяются на белокопытниково-разнотравные (*Equisetum arvense*, *Bromopsis inermis*, *Cenolophium denudatum*, *Hieracium umbellatum*, *Potentilla ancerina*, *Tanacetum vulgare*, *Petasites spurius*), часто с подростом *Salix viminalis*, *S. acutifolia*.

На галечниках на мелководье и вдоль русла периодически встречаются сообщества из белокопытника лучистого (*Petasites radiatus*), с участием *Equisetum fluviatile*, *Agrostis stolonifera*, *Elecharis* sp., затем они сменяются на калужницево-осоковые (*Carex aquatilis*, *Caltha palustris*, *Petasites radiatus*) сообщества. Выше по профилю отмечаются кострецово-травяные луга (*Heracleum sibiricum*, *Galium boreale*, *Polygonum viviparum*, *Sanguisorba officinalis*, *Bromopsis inermis*).

Сообщества среднего уровня поймы:

На первой террасе на небольших гривах встречаются кострецовые (*Bromopsis inermis*) и кострецово-лисохвостовые луга (*Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis*), местами с участием видов сорнотравья (*Chaerophyllum bulbosum*, *Urtica dioica*, *Cirsium cetosum*).

Между гривами отмечаются лисохвостовые (*Alopecurus pratensis*, *Galium boreale*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Deschampsia cespitosa*), кострецово-лисохвостово-таволговые (*Filipendula ulmaria*, *Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis*), кострецово-крупнотравные (*Geranium pratense*, *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sibiricum*, *Lathyrus pratensis*, *Bromopsis inermis*), лисохвостово-травяно-таволговые (*Filipendula ulmaria*, *Veronica longifolia*, *Vicia sepium*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Veratrum lobelianum*, *Alopecurus pratensis*) и таволговые луга.

Сообщества высокого уровня поймы:

На второй террасе были описаны красноовсянницево-травяные (*Geranium pratense*, *Ranunculus acris*, *Heracleum sibiricum*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*), тысячелистниково-разнотравно-злаковые (*Agrostis tenuis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Astragalus danicus*, *Gentianella* sp., *Pimpinella saxifraga*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acris*, *Rumex thyrsiflorum*, *Achillea millefolium*).

В устье Мезени встречаются приморские луга – лайды [4], но из-за отсутствия времени и дорог нам не удалось до них добраться. К северу от г. Мезень, где река Мезень (ближе к своему устью) уже начинает подвергаться приливно-отливному воздействию Белого моря, были описаны монодоминантные сообщества с тростянкой овсянцевидной (*Scolochloe festucaceae*), вытянутые полосой вдоль русла реки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Архангельской области. М.: ГУГК, 1976. С. 14–15.
2. Все реки. Информационный сайт о реках России. <http://vsereki.ru/severnoy-ledovityj-ocean/bassejn-belogo-morya/mezen>
3. Дранников В. И. История Мезенского края. <http://www.mezen.ru/istoriya.html>
4. Шмидт В.М. Флора Архангельской области. СПб. Изд-во СПбГУ. 2005. 346 с.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, mastibrotskaya@gmail.com

Long-term observations of populations of medicinal plants on permanent trial plots make it possible to dynamics of their development, all production indicators, which serve as the basis for calculating the reserves of raw materials and their subsequent economic assessment. The implementation of the interaction between monitoring systems and the Belarus Plant State Cadastre will make it possible to reasonably create managerial decisions in the field of sustainable use of the wild plant resources, will help increase the export potential and effectively involve plant resources in the economic of the country.

Принятие решений в области сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, управления объектами растительного мира, вовлечения их в хозяйственный оборот невозможно без количественной и стоимостной оценки их запасов сырья и состояния.

Важным инструментом для реализации мер по устойчивому использованию растительных ресурсов является Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь и развертывание системы мониторинга видов хозяйственно полезных растений. На основании проведения полевого обследования на постоянных пунктах наблюдения за популяциями лекарственных растений можно отследить динамику их развития, все производственные показатели, которые послужат основой при расчетах запасов сырья и последующей их экономической оценки. Результаты позволят также сделать прогноз долгосрочных изменений состояния, ресурсов данных видов растений на территории административных районов и республики в целом.

Данные, полученные при реализации мониторинга лекарственных растений, интегрируются в систему Государственного кадастра растительного мира Республики Беларусь, с помощью которого государственные органы управления и заготовительные организации получают доступ к материалам о состоянии, запасах сырья, нормах его изъятия, экономической оценки, необходимые для принятия оперативных управленческих решений в области сохранения, организации рационального использования и воспроизводства лекарственных растений.

Работы по оценке состояния и запасов сырья в натуральном и стоимостном выражении делятся на три этапа:

1) Подготовительный – проводится сбор всех существующих материалов об объектах исследования; подготавливается необходимый картографический материал, планы и маршруты полевых исследований.

2) Полевые исследования – самый насыщенный и основной этап, который позволяет заложить фундамент для всех последующих необходимых расчетов. На данном этапе проводится мониторинг лекарственных растений отдельно по каждому виду на постоянных пробных площадях. При этом определяются следующие параметры: площадь заросли; численность особей; высота побегов; годичный прирост; встречаемость вида; проективное покрытие; обилие; фенологическая фаза развития; жизненность; поврежденность растений; оценка характера и степени проявления негативного воздействия на состояние популяции; наличие проведенных

хозяйственных мероприятий и способов заготовки сырья; видовой состав фитоценоза; урожайность [1].

Расчет урожайности дикорастущих растений осуществляется непосредственным определением величины их сырьевой фитомассы на учетных площадках в исследуемых экосистемах. При использовании плотности оцениваемой популяции вида дикорастущих растений (количество экземпляров (побегов) на единицу площади) урожайность определяется путем произведения плотности на массу одного экземпляра (побега). Если определяется проективное покрытие вида дикорастущих растений, то урожайность рассчитывается как произведение его среднего проективного покрытия на «цену» 1% (величина сырьевой фитомассы с 1 дм²) [1, 2]. На постоянных пробных площадках также оценивается динамика всех исследуемых показателей по годам и восстановление популяций после заготовок сырья. В качестве примера приведено восстановление популяционных показателей сабельника болотного (*Comarum palustre*) после 100%-го изъятия корневищ и укоренившихся стеблей на учетных площадках (рисунок).

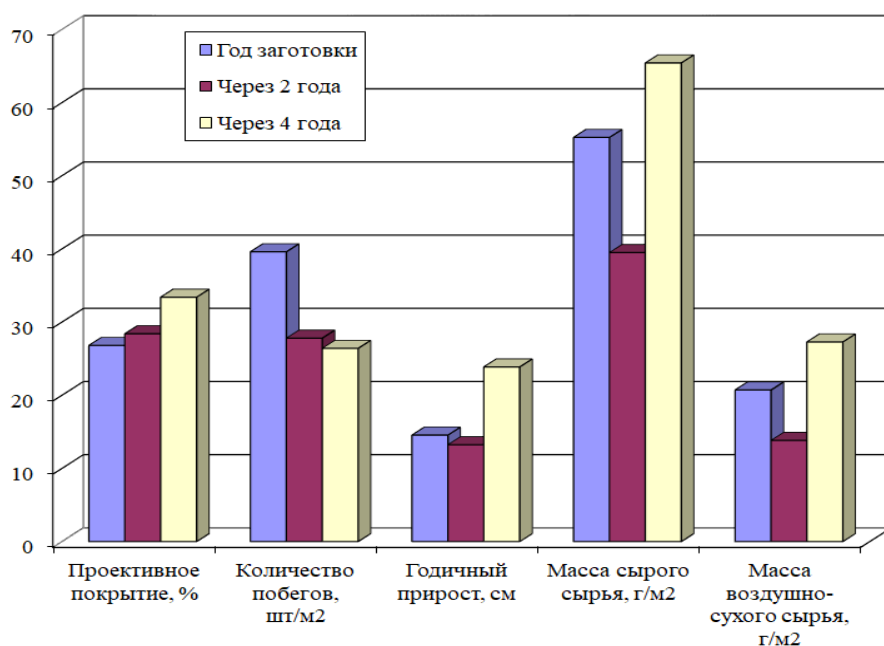


Рисунок – Динамика популяционных показателей *Comarum palustre*

3) Камеральные работы – при обработке материалов важным является определение запасов сырья и их экономическая оценка.

Эксплуатационный запас сырья рассчитывается по формуле 1 [3]:

$$Z_i = \sum_{ij} Y_{ij} \times S_{ij} \times K_{эд} \quad (1)$$

где Z_i – эксплуатационный запас i -го вида дикорастущих растений, кг; i – вид дикорастущих растений; Y_{ij} – урожайность i -го вида дикорастущих растений в экосистеме j -го типа, кг/га; S_{ij} – площадь оцениваемой экосистемы j -го типа, где произрастает i -й вид дикорастущих растений, га; $K_{эд}$ – конверсионные коэффициенты экономической доступности. В среднем для видов дикорастущих хозяйственно полезных растений $K_{эд}$ принимается равным 0,5 [2].

Стоимостная оценка растительных ресурсов основана на оценке величины запаса для разных видов и определяется по формуле 2 [3]:

$$C_i = Z_i \times \frac{P_i}{100} \times K_c \times B \times \frac{q_{эк}}{q_э} \quad (2)$$

где C_i – стоимостная оценка i -го вида, руб.; Z_i – эксплуатационный запас i -го вида дикорастущих растений, кг; P_i – рекомендуемый объем ежегодного использования запаса i -го вида (не должен превышать процент его прироста) в процентах; K_c – коэффициент, учитывающий ресурсную стоимость i -го вида, эквивалентную стоимости возмещения вреда при утрате ресурса в базовых величинах, б.в./кг [4]; B – размер базовой величины, установленный законодательством на дату оценки запасов растительных ресурсов, руб.; $q_{эк}$ – капитализатор (норма дисконта) экологической сферы, значение которого обратно пропорционально сроку воспроизводства потребляемого природного вещества, составляющего основу естественной экологической системы определенного типа [5]; $q_э$ – капитализатор (норма дисконта) экономической сферы, принимается на уровне 0,05 [5].

Мониторинговые наблюдения за популяциями видов лекарственных растений позволят изучить и учесть в дальнейшем изменения стоимости сырья, которые не связаны с экономическими операциями и с изменениями цен: изъятие сырья; естественные и экстраординарные потери запасов сырья (усыхание растений, повреждения и т.п.); естественный прирост растений и другие.

Результаты мониторинга лекарственных растений послужили основой при обновлении кадастровых данных по ресурсным характеристикам видов лекарственных и пищевых растений по состоянию на начало 2023 года. Так, эксплуатационный запас сырья лекарственных растений составил 385608 т, а пищевых – 51497 т. Также рассчитаны нормы изъятия по каждому виду растительных ресурсов, в общем по стране они составляют 184835 т ежегодно (148035 т лекарственного сырья и 36800 т пищевого сырья).

В 2023 году начаты работы по экономической оценке ресурсов растительного происхождения по разработанным методическим рекомендациям. Например, стоимостная оценка запасов сырья багульника болотного (*Ledum palustre*) составляет 683386 белорусских рублей в год.

Таким образом, реализация взаимодействия систем мониторинга и Государственного кадастра растительного мира Республики Беларусь позволит обоснованно принимать управленческие решения в сфере устойчивого использования растительного мира, разработки эффективной системы охраны его объектов и сохранения биологического разнообразия; будет способствовать повышению экспортного потенциала и эффективному вовлечению растительных ресурсов в экономический оборот республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / под ред. А.В. Пугачевского. – Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2011. – 165 с.
2. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Порядок проведения планового обследования территории Республики Беларусь для кадастрового учета объектов растительного мира : ТКП 17.12-09-2015 (33140). – Введ. 01.09.2015. – Минск : БелНИЦ Экология, 2015. – 32 с.
3. Неверов, А.В. К вопросу о методике комплексной экономической оценки растительных ресурсов Беларуси как элемента Национального богатства / А.В. Неверов, И.П. Сысой, О.М. Масловский, А.А. Сидорович, А.В. Равино, Н.А. Масилевич // Ботаника (исследования): Сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2022. – Вып. 51. – С. 95–102.

4. О таксах для определения размера возмещения вреда, причиненного окружающей среде, и порядке его исчисления : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 апр. 2022 г., № 219 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2022. – 5/50127.

5. Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок проведения работ по стоимостной оценке экосистемных услуг и определения стоимостной ценности биологического разнообразия : ТКП 17.02-10-2013 (02120). – Введ. 01.06.2013. – Минск : БелНИЦ Экология, 2013. – 23 с.

Турчин Л.М.

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВРЕДНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО- ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь, lara.turchin@bk.ru

Summarizes information on the most malicious alien vascular plants spread in the ecosystems of the Polesye State Radiation-Ecological Reserve. A list of 43 taxa whose locations have been confirmed by literature sources, herbarium material and proprietary floristic research is presented.

Глобальный характер проблемы биологического загрязнения в настоящее время признан мировым сообществом. Инвазии чужеродных видов считаются одной из основных угроз биоразнообразию, естественным аборигенным экосистемам, устойчивости биологических ресурсов и здоровью людей [1, 2]. Эта проблема является актуальной и для охраняемых природных территорий.

Объектом исследований явились наиболее опасные чужеродные вредоносные сосудистые растения, распространившиеся в природных и нарушенных экосистемах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (заповедник) и включенные в первое издание Черной книги флоры Беларуси [3]. Перечень видов приведен в алфавитном порядке латинских названий. Латинские и русские наименования их приняты, главным образом, по С. К. Черепанову [4].

Изучен видовой состав сосудистых растений различных естественных и антропогенных сообществ: бывшие населенные пункты, обочины шоссейных и железных дорог, бывший полигон твердых бытовых отходов. Материалы собственных исследований дополнены литературными данными и материалами гербарной коллекции заповедника. Чужеродные вредоносные растения во флоре заповедника представлены 43 таксонами: *Acer negundo* L., *Acorus calamus* L., *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Asclepias syriaca* L., *Aster novi-belgii* L. (*Symphotrichum novi-belgii* (L.) G. L. Nesom), *A. x salignus* Willd. (*A. lanceolatus* x *A. novi-belgii*, *S. salignum* (Willd.) G. L. Nesom), *A. x versicolor* Willd. (*A. laevis* L. x *A. novi-belgii* L., *S. x versicolor* (Willd.) G. L. Nesom), *Bidens connata* Muhl. ex Willd., *B. frondosa* L., *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Echynocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray, *Elodea canadensis* Michx., *E. nuttallii* (Planch.) H. St. John, *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *Erechtites hieracifolius* (L.) Raf. ex DC., *Erigeron annuus* (L.) Pers. s. l. (*Phalacrologium annuum* (L.) Dumort.), *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina, *Galinsoga ciliata* (Rafin.) Blake., *G. parviflora* Cav., *Helianthus tuberosus* L., *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Hippophae rhamnoides* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *I. parviflora* DC., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Oenothera biennis* L., *O. rubricaulis* Klebahn, *Padus serotina* (Ehrh.) Borkh., *Parthenocissus quinquefolia* L. Planch., *Populus alba* L. s. l. (incl. *P. canescens* Smith), *Quercus rubra* L.,

Reynoutria x bohemica Chrtek et Chrtkova, *R. sachalinensis* (Fr. Schmidt.) Nakai, *Robinia pseudoacacia* L., *Rumex confertus* Willd., *Sambucus nigra* L., *S. racemosa* L., *Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort. nom conserv. (*Festuca arundinacea* Schreb.), *Solidago canadensis* L., *S. gigantea* Ait., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, *Sorbaronia x mitschurinii* (A. Skvorts. et Maitul.) Sennikov, *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz et Sukopp. Большинство из них (23 вида) своим происхождением связано с Северной Америкой, для двух видов родиной является Южная Америка, для девяти – Европа, для шести – Азия, один вид из Кавказа. Первичный ареал *Sambucus nigra* L. в связи с широким культивированием установить сложно, а *Sorbaronia x mitschurinii* (A. Skvorts. et Maitul.) Sennikov выведена в селекционном питомнике. По времени заноса все рассматриваемые виды могут быть отнесены к неофитам (виды, занесенные после XV века). По способу заноса 25 видов являются эргазиофитами (виды, введенные в культуру в данной местности и расселившиеся за пределы зон культивирования). Остальные виды относятся к ксенофитам (непреднамеренно занесенные виды). По степени натурализации представлены эпекофитами 14 видов (заносные растения, распространившиеся по одному или нескольким типам антропогенных местообитаний) и агриофитами – 29 (растения, внедрившиеся в естественные ценозы).

Некоторые виды удерживаются в местах заноса продолжительное время. Не все они наносят ощутимый экологический ущерб, существуют на ограниченных территориях, не наращивая существенно численность и занимаемые площади (*Aster x salignus* Willd., *Helianthus tuberosus* L., *Parthenocissus quinquefolia* L. Planch. и др.). Другие выступают в качестве доминантов, часто образуя одновидовые заросли, вытесняют или препятствуют возобновлению природной флоры (*Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus alba* L. и др.). Все эти виды заслуживают особого внимания, так как некоторые из них, пройдя натурализацию, смогут стать постоянным компонентом флоры данной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. A Global Strategy on Invasive Alien Species / J. A. McNeely [et al.]. – Gland, and Cambridge : IUCN, 2001. – 50 p.
2. Виноградова, Ю. К. Черная книга Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова, С. Р. Майоров, Л. В. Хорун. – М. : ГЕОС, 2010. – 502 с.
3. Черная книга флоры Беларуси : чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.
4. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств = Plantae Vasculares Rossicae et Civitatum Collimitaneorum: (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб. : Мир и семья, 1995. – 990 с.

**Чумаков Л.С., Масловский О.М., Сысой И.П., Лазарь М.А.,
Христюк-Макарова Я.А., Шиманович Р.В., Рыбко Н.Г.**

ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, dianthus2013@gmail.com

The information on the history of the formation of a monitoring network of invasive plant species on the territory of the Republic of Belarus is given. The number of monitoring points and the number of controlled invasive plant species in the administrative regions of the country are shown, as well as the dynamics of the development of this monitoring network in the period 2011–2022. The results of observations on some of the most dangerous types of invasive plants are presented.

С целью контроля распространения инвазивных видов растений, а также для обеспечения государственных органов и заинтересованных юридических лиц достоверной и своевременной информацией о состоянии их популяций, необходимой для принятия оперативных управленческих решений в области снижения опасности данных видов для населения и природных комплексов, разработки научно-обоснованных мероприятий, препятствующих их распространению в стране выполняется программа мониторинга инвазивных видов растений.

В Беларуси первые пункты мониторинга инвазивных видов растений были заложены в 2008 г. А уже с 2011 г. на территории страны ведется активное формирование сети мониторинга.

В период 2006–2010 годов основное внимание уделялось наблюдением за гигантскими борщевиками. На долю пунктов мониторинга данных растений в эти годы приходилось 70,6 % сети. В этот же период начато создание пунктов мониторинга эхиноцистиса лопастного. В следующие 5 лет на территории страны были заложены 63 пункта мониторинга инвазивных видов растений (рисунок 1).

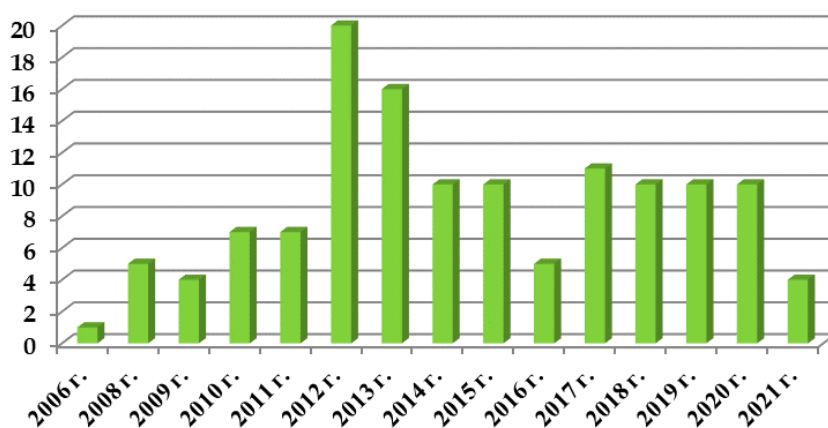


Рисунок 1 – Развитие сети мониторинга инвазивных видов растений в Беларуси

Активными наблюдениями были охвачены 13 видов растений на территории 4 областей: Витебской, Гомельской, Гродненской и Минской. При этом следует заметить, что число закладываемых пунктов мониторинга по областям различалось незначительно. Наибольшее количество пунктов мониторинга отведено в эти годы борщевнику (16) и эхиноцистису лопастному (12). С целью мониторинга клена ясенелистного было создано 10 новых пунктов мониторинга, золотарника канадского – 9. В целом на эти 4 вида приходилось 74,6% пунктов сети.

В период 2016–2021 гг. заложены пункты мониторинга 20 видов растений, среди которых как наиболее опасные инвазивные виды, так и ряд потенциально инвазивных, а также видов, которые могут стать угрожаемыми в перспективе (рисунок 2).

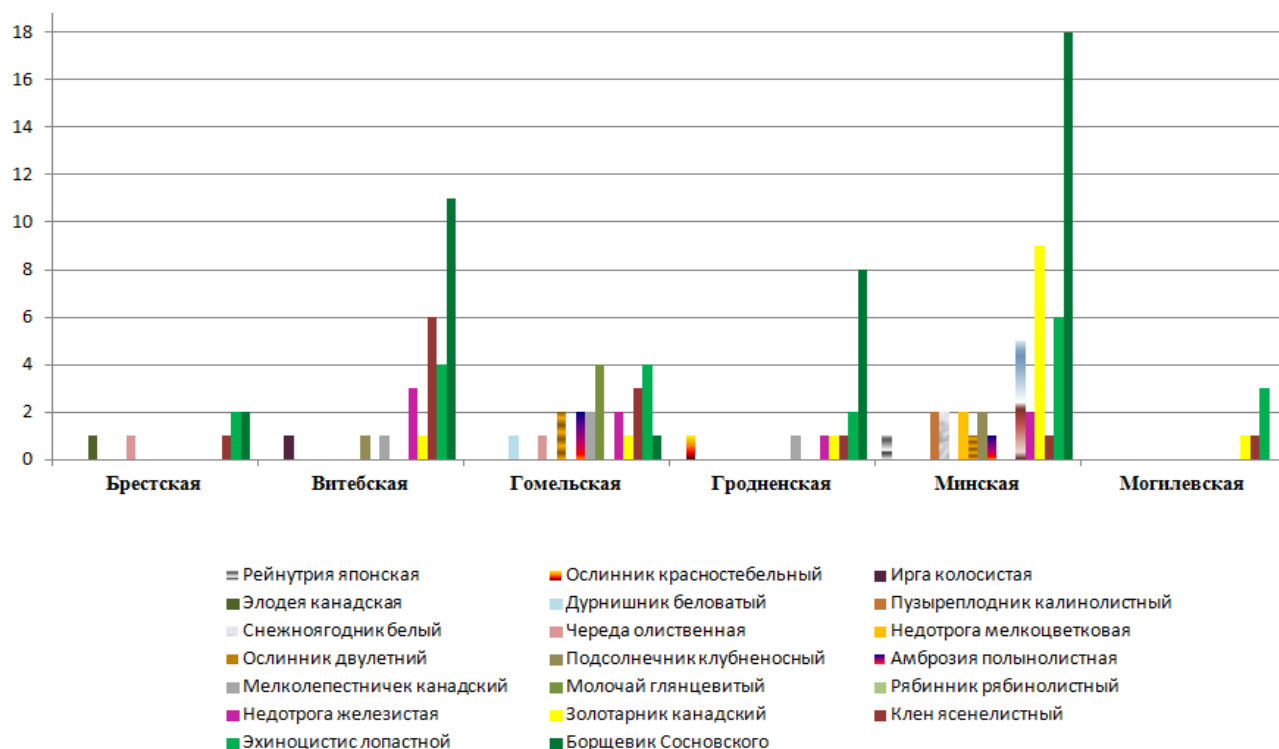


Рисунок 2 – Общее распределение числа пунктов мониторинга 20 видов инвазивных растений по областям Беларуси, заложенных в период 2016–2021 гг.

При этом внимание уделено как травянистым растениям, так и ряду видов кустарников, распространение которых на территории Беларуси в последнее время уже оказывает негативное влияние на биоразнообразие растительного мира. Комплекс кустарников включает рябинник рябинолистный, пузыреплодник калинолистный и снежнаягодник белый (приречный).

Из новых видов травянистых растений внимание уделено дурнишнику беловатому, рейннутрии японской, а также опасному карантинному виду – амброзии полыннолистной.

Для мониторинга амброзии полыннолистной, активная экспансия которой началась лишь в последние годы, созданы 3 пункта, из которых два расположены в Гомельской области, а один на территории столицы, где этот опасный вид был выявлен в 2019 г. на пустошных землях в западной части города.

Таким образом, в целом на территории Беларуси к 2022 г. созданы 130 пунктов мониторинга инвазивных видов растений (рисунок 3).

Наибольшее количество пунктов мониторинга инвазивных видов растений в настоящее время приходится на Минскую область – 52 пункта. В Витебской области заложено 28 пунктов, 23 – в Гомельской области. В то же время данная сеть мониторинга в Брестской и Могилевской областях крайне бедна (рисунок 4), что вызывает необходимость создания здесь новых пунктов мониторинга с целью контроля распространения как особо опасных инвазивных видов растений, так и ряда потенциально инвазивных, развитие и распространение которых может представлять угрозу в дальнейшем.

Наибольшее количество пунктов мониторинга в этой сети приходится на гигантские борщевики – 40 (30,8%). Заложены эти пункты в 5 административных областях страны. По 13 пунктов – для клена ясенелистного и инвазивных золотарников.

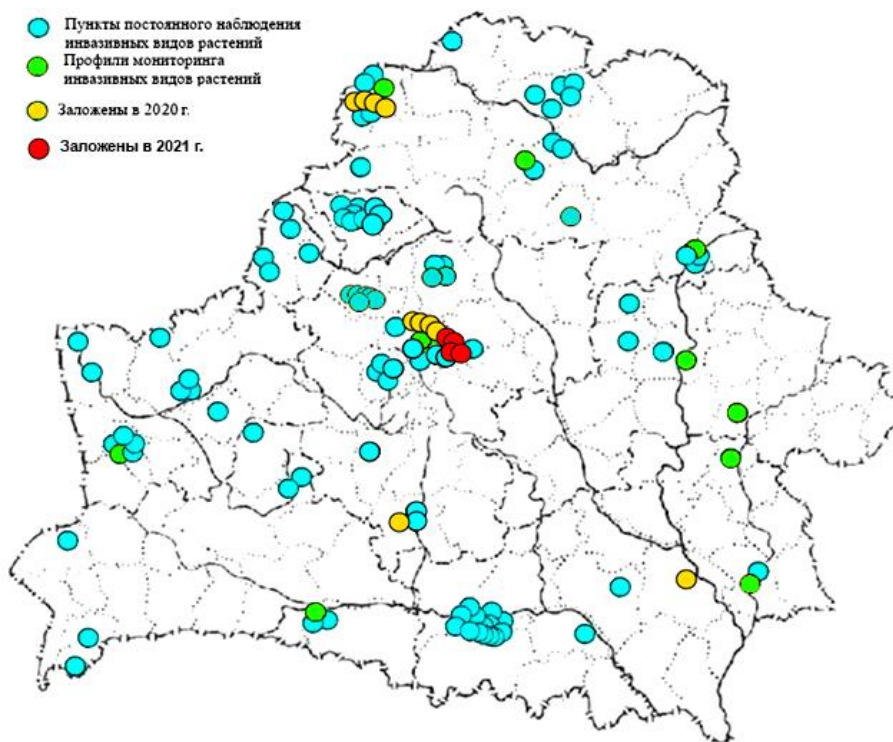


Рисунок 3 – Расположение пунктов мониторинга инвазивных видов растений на территории Беларуси

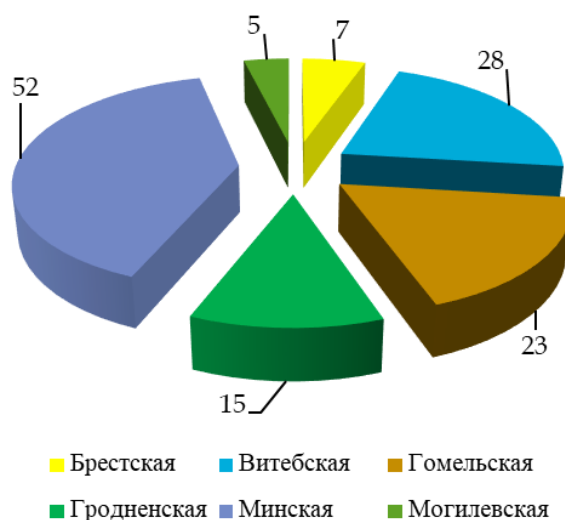


Рисунок 4 – Количество пунктов мониторинга инвазивных видов растений по областям Беларуси (2021 г.)

Проведенные исследования позволили выявить направления и скорость экспансии наиболее опасных инвазивных видов и прежде всего ее нелинейный характер (прежде всего борщевика Сосновского, эхиноцистиса лопастного, амброзии полынолистной), а также оценить эффективность проводимых мероприятий. В последние годы повышенное внимание уделялось повторным наблюдениям, а также потенциальным кандидатам в перечень видов, подлежащих ограничению их распространения.

Следует отметить, что перечень видов, для мониторинга распространения которых закладывали данные пункты, обусловлен широким спектром условий. Наиболее распространенной среди контролируемых видов явилась недотрога железистая, расселяющаяся преимущественно по черноольховым лесам на ручьях и

небольших речках, а также лесным опушкам. Для мониторинга недотроги в 2016–2020 гг. пункты наблюдений были заложены в Витебской, Гомельской и Минской областях, что позволило охватить в целом центральную и восточную части страны. Для более полного мониторинга необходимо уделить внимание недотроге железистой в местах ее произрастания в западной части страны.

В свою очередь юго-восточный регион в настоящее время характеризуется началом экспансии и уже некоторым ее расширением у таких видов, как дурнишник беловатый и череда олиственная. Активное распространение череды в Полесье, а также ее продвижение в центральные районы страны требует расширения сети мониторинга этого вида в Беларуси.

В дальнейшем необходимо также значительное расширение сети мониторинга рейнутрии японской, рябинника рябинолистного, пузыреплодника калинолистного и снежноягодника белого, широко используемых в качестве растений озеленения и выходящих за пределы культивирования, представляя при этом довольно серьезную угрозу биологическому разнообразию растительного мира.

В связи с расширением экспансии амброзии полыннолистной, активно распространяющейся в ряде районов Гомельской области, в ближайшие годы следует существенно расширить сеть мониторинга этого опасного вида растений.

Davidovich Y.S.

THE USE OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN STUDYING SOIL AND VEGETATION COVER PROPERTIES ACCORDING TO THE DATA OF REMOTE SENSING OF THE EARTH IN THE THERMAL WAVELENGTH RANGE

Belarusian State University, Minsk, Belarus, seg98001@gmail.com

В работе показаны возможности использования инфракрасных тепловых снимков пространственного разрешения 100 м, полученных съемочной системой Landsat 8, для изучения почвенно-растительного покрова. Рассмотрены основные области применения тепловой съемки в географических исследованиях. На примере ключевых участков пахотных, лесных и луговых земель продемонстрировано влияние на формирование теплового поля почв различных видов земель их гранулометрического состава, степени увлажненности, содержания органического вещества, типа растительности и ее проективного покрытия.

At present, there is a wide variety of imaging systems that make it possible to obtain aerospace images in various ranges of the electromagnetic spectrum. The most widely used in geographical research are satellite images of the visible range, which have high visual and informational properties.

Thermal images are most widely used at the global level to study atmospheric phenomena, surface temperatures of the World Ocean and lands. At the regional level, thermal imaging is an effective tool for studying volcanoes. A less studied issue is the use of thermal images in the study of natural and anthropogenic objects on a large and medium scale.

Materials and methods. The purpose of our research was to study the influence of the properties of natural and anthropogenic objects on their thermal field. For the study, thermal satellite images of various survey intervals obtained by the Landsat 8 survey system with a spatial resolution of 100 m, panchromatic images of the Belarusian spacecraft with a

resolution of 2.1 m, infrared and synthesized satellite images, as well as maps of soils and vegetation were used. Thermal images were converted using the ENVI software product.

The studies were carried out on key areas of various types of land: arable, forest and meadow.

The essential difference between the formation of the display of objects in images obtained in the optical range and thermal ones is that in photographic images the picture is formed as a result of recording by the shooting system of the reflected electromagnetic radiation by objects. In a thermal picture, objects are represented in image brightness as a combination of areas with different intensities of thermal radiation. The formation of the thermal field of the area is greatly influenced by the intensity of solar radiation, which can vary both during the day and by the seasons of the year. The second important factor is the properties of geographical objects, which react differently to changes in the intensity of solar radiation.

A comparative analysis of the visual properties of thermal images and images of the optical range, for the same territory, showed that thermal images are significantly inferior in this criterion. This required the transformation of the image of thermal images using resampling, clustering and quantization in order to increase their decipherability.

Results and its discussion. Interpretation of multi-season thermal images of the territory with arable land showed that the thermal field of these territories is formed by areas covered with agricultural vegetation and the images of which are in sharp contrast with each other. The temperature of plowed areas is 4°C higher than under vegetation, which is reflected in the brightness of the image in the image. A decrease in the temperature of plowed areas with an increase in soil moisture content was revealed. The areas occupied by rural settlements and country roads are also deciphered. However, it is difficult to establish whether these areas belong to settlements without using optical range images.

When deciphering the territory occupied by forest and meadow vegetation, along with thermal satellite images, infrared and synthesized ones were used, as well as maps of forest vegetation, which made it possible to verify it on thermal images. Analysis of the materials used showed that the spatial distribution of the thermal field of territories occupied by forest vegetation depends on its species composition and projective cover. The intensity of thermal radiation in pine forest types ranges from 16.5°C in pine forests of moss to 22.9°C in lichen and mossy pine forests. In deciduous forest types, the temperature ranges from 9.5 to 16.5°C. It should be noted that the intensity of thermal radiation increases with a decrease in the projective vegetation cover. Clearings (34,3°C) stand out in contrast against the general background of forest vegetation, forming a spotted image pattern.

The obtained results on the research of the use of thermal images for the study of geographical objects showed that the variability of the thermal field depends on the type of objects and their properties. The intensity of thermal radiation in deciduous forest types is lower than in pine forests. The contrast in the image of the thermal field of arable land on thermal images is formed by colder areas occupied by agricultural crops, and higher temperature – plowed areas. The intensity of thermal radiation of plowed areas changes downward with an increase in the degree of soil moisture. Thermal images of medium and relatively high spatial resolution can be used in medium-scale studies of natural objects. Large-scale studies require high- and ultra-high-resolution thermal images.

МОНИТОРИНГ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ТЕХНОГЕННО НАГРУЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Арепьева Л.А., Невечёра В.С.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ACER NEGUNDO L. В АНТРОПОГЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ГОРОДА КУРСКА

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»,
г. Курск, Российская Федерация, ludmilla-m@mail.ru, nevechioravi@mail.ru

The paper analyzes the occurrence of Acer negundo in anthropogenic plant communities on the territory of the city of Kursk. This species is found in communities of all classes of anthropogenic vegetation. The low occurrence of Acer negundo is characteristic of phytocenoses of courtyards, playgrounds and sports grounds subject to trampling, as well as communities of initial successional stages formed in xerothermic conditions. In habitats with a high content of moisture and mineral nitrogen, its occurrence increases.

Цель исследования – провести анализ встречаемости *Acer negundo* L. в антропогенных растительных сообществах на территории города Курска. *A. negundo* – инвазионное растение североамериканского происхождения, входящее в число наиболее опасных инвазионных видов России, контроль расселения которого является важной задачей [4].

Курск – административный центр Курской области (координаты центра 51°45' с.ш., 36°15' в.д.). Площадь города 230 км², население 450 тыс. чел., по территории протекает р. Сейм с притоками Тускарь, Кривец и Кур, высота поверхности над уровнем моря 150–250 м, средняя годовая температура 5.4°C, среднегодовое количество осадков 615 мм. Почвы – темно-серые лесные и типичные среднетяжелые среднегумусные черноземы.

Для выявления встречаемости *Acer negundo* было проанализировано 674 геоботанических описания синантропной растительности г. Курска, исследование которой проводится с 2003 г. [1, неопубликованные данные Л.А. Арепьевой]. В настоящее время на территории города выявлены фитоценозы из 7 классов антропогенной растительности, представленные в таблице (ввиду ограниченного объема материалов авторство классов не приводится). Номенклатура классов приводятся по «Vegetation of Europe...» [5]. В таблице показано: 1) общее число включенных в анализ описаний фитоценозов из каждого класса, 2) число описаний, в которых присутствует *Acer negundo*, 3) доля описаний с *Acer negundo*.

В результате проведения анализа получены следующие данные. Наименьшее участие клена американского выявлено в растительных сообществах класса *Polygono-Poetea annuae* – 12%, что закономерно, т.к. они формируются в местообитаниях, подверженных вытаптыванию, и распространены во дворах, на детских и спортивных площадках, обочинах дорог и тротуаров. Растения в данных местообитаниях подвергаются частому и интенсивному механическому воздействию, при котором

происходит их постоянное повреждение, в связи с чем адаптирована к таким экстремальным условиям сравнительно небольшая группа видов. *Acer negundo* изредка встречается в сообществах класса ***Polygono-Poetea annuae*** в виде проростков, но долго существовать в них не может и быстро выпадает из травостоя.

Таблица – Число и доля геоботанических описаний с *Acer negundo* в антропогенной растительности г. Курска

Класс	Общее число описаний	Число описаний с <i>A. negundo</i>	Доля описаний с <i>A. negundo</i> , %
<i>Polygono-Poetea annuae</i>	50	6	12
<i>Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris</i>	45	9	20
<i>Sisymbrietea</i>	93	28	30
<i>Artemisietea vulgaris</i>	259	99	38
<i>Bidentetea</i>	51	23	45
<i>Epilobietea angustifolii</i>	133	71	53
<i>Robinietea</i>	43	43	100

Невысокая доля сообществ с кленом американским характерна для класса ***Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*** (20%), объединяющего фитоценозы начальных сукцессионных стадий на щебнистых и песчаных субстратах. Примером сообществ данного класса могут служить фитоценозы, формирующиеся на железнодорожных насыпях между рельсами и шпалами. Условия данных местообитаний (сухость, бедность питательными веществами, регулярные нарушения в результате ремонта полотна, использование гербицидов) не позволяют клену массово внедряться в данные сообщества и закрепляться в них. Несколько большая доля описаний с *Acer negundo* (30%) выявлена в растительности класса ***Sisymbrietea***. Этот класс так же, как и предыдущий, объединяет фитоценозы начальных сукцессионных стадий, но формирующиеся на почвах, богатых минеральным азотом, что позволяет прорасти большему количеству семян клена.

В сообществах класса ***Artemisietea vulgaris***, представляющего более поздние сукцессионные стадии с преобладанием ксеро-мезофильных двулетников и многолетников, выявлено 38% описаний с участием *Acer negundo*. Сообщества данного класса широко распространены в городе и встречаются у дорог, на пустырях, рудерализованных газонах, около построек. Они подвергаются умеренному антропогенному воздействию и периодически выкашиваются. Клен американский присутствует в них как в виде проростков, так и в виде поросли.

Встречаемость *Acer negundo* возрастает в сообществах с преобладанием однолетних гидрофитов класса ***Bidentetea*** (45% описаний), формирующихся вблизи водоемов. Особенно обильно он поселяется на песчаных участках. При отсутствии нарушений клен закрепляется в таких сообществах и образует сплошные многоярусные заросли, часто встречающиеся по берегам рек в Средней России [2].

Среди сообществ антропогенной травяной растительности максимальное число описаний с *Acer negundo* обнаружено в классе ***Epilobietea angustifolii*** (53%), объединяющего высокорослые нитрофитные сообщества берегов водоемов, лесопарков, скверов, затененных рудеральных участков. Данные местообитания характеризуются высоким содержанием минерального азота в почве и редкими нарушениями вследствие их расположения в неудобных для посещения местах, поэтому клен легко внедряется в них и активно развивается. Если такие сообщества не выкашиваются, то со временем на их месте формируется спонтанная древесно-

кустарниковая растительность класса *Robinietaea* с преобладанием преимущественно чужеродных видов.

В настоящее время на территории г. Курска в составе класса *Robinietaea* описаны сообщества с доминированием *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia*: ассоциация *Chelidonio–Aceretum negundi* L. Ishbirdina in L. Ishbirdina et al. 1989 и базальное сообщество *Acer negundo+Robinia pseudoacacia*. Они встречаются по берегам водоемов, пустырям, откосам дорог, свалкам. Как видно из таблицы, клен присутствует во всех описаниях класса *Robinietaea*.

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлено, что инвазионный вид *Acer negundo* обнаружен в сообществах семи классов антропогенной растительности г. Курска. По-видимому, он может заселять все вторичные местообитания, т.к. во всех типах антропогенной растительности встречается его семенное возобновление [3].

Относительно невысокая встречаемость клена американского характерна для растительных сообществ дворов, детских и спортивных площадок, подверженных вытаптыванию, а также сообществ начальных сукцессионных стадий, формирующихся в ксеротермных условиях. В местообитаниях с повышенным содержанием влаги и минерального азота его встречаемость возрастает. Общим условием для формирования сообществ с его доминированием на различных местообитаниях является их редкая нарушаемость [3]. Чрезвычайно широкий диапазон занимаемых им местообитаний – результат высокой толерантности к дефициту почвенной влаги и нехватке питательных веществ в почве [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Арепьева Л. А. Синантропная растительность города Курска. Курск, 2015. 203 с.
2. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М., 2009. 494 с.
3. Ишбирдина Л. М., Ишбирдин А. Р. Синантропные древесные сообщества г. Уфы // Бот. журн. 1991. Т. 76. № 4. С. 548–555.
4. Морозова О. В., Виноградова Ю. К. *Acer negundo* – Клен ясенесистный // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Ред. Дгебуадзе Ю. Ю., Петросян В. Г., Хляп Л. А. М., 2018. С. 190–193.
5. Mucina et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. 19. Suppl. 1. P. 3–264. DOI: 10.1111/avsc.12257

Ашихмина Т.Я.^{1,2}, Домнина Е.А.^{1,2}, Тимонов А.С.^{1,2}, Адамович Т.А.¹

О МОНИТОРИНГЕ ЗАРАСТАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

1 ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,
г. Киров, Российская Федерация, edomnina68@gmail.com

2 ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук», г. Сыктывкар, Российская Федерация, astimonov@mail.ru

The results of monitoring the overgrowth of abandoned agricultural lands (deposits) with woody and shrubby vegetation from ultra-high-resolution satellite images taken at different

phenophases are presented. The analysis of the images made it possible to assess the structural parameters of the tree and shrub vegetation formed on the deposits. The results obtained made it possible to trace the dynamics of the development of natural tree and shrub cover on abandoned agricultural lands, to assess the condition and importance of forest plantations.

Социально-экономический кризис, поразивший сельское хозяйство России в начале 1990-х годов, привел к тому, что многие пастбища, пашни и сенокосы перестали использоваться. Такие участки начали зарастать древесно-кустарниковой растительностью. При этом за 25–30 лет во многих местах сформировались полноценные лесные насаждения. Однако последствия постагрогенной сукцессии на сельскохозяйственных землях не получили должной оценки не с экологической, не с хозяйственной точки зрения. Это обусловлено тем, что до сих пор не установлены реальные масштабы зарастания сельскохозяйственных земель и характеристики формирующихся на этих землях лесных насаждений [1]. Одним из основных направлений развития государственной системы мониторинга сельского хозяйства является определение нарушенных земель, которое может осуществляться с помощью данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) [2].

Цель работы – оценка динамики зарастания древесно-кустарниковой растительностью заброшенных земель сельскохозяйственного назначения на одном из участков в Кировской области (РФ) в подзоне южной тайги с использованием разновременных спутниковых снимков сверхвысокого разрешения, а также полевого обследования.

Для изучения пространственно-временных особенностей зарастания залежи выбран участок, расположенный на небольшом увале, вытянутом в северо-восточном направлении, ось которого погружается на северо-восток, где увал практически заканчивается (рисунок 1). Площадь залежи – 78,5 га.



ось увала

Рисунок 1 – Исследуемая залежь после прекращения сельскохозяйственного использования (снимок 13.05.2010)

Стена ближайшего леса, ограничивающая залежь с юго-востока, извилистая, в основном почти параллельна оси увала и четко отделяется от залежи. При полевом

обследовании в 2022 г. установлено, что данный фитоценоз – сосново-еловый лес с примесью пихты и березы, и имеет возраст более 70 лет.

В качестве данных ДЗЗ были использованы спутниковые снимки с аппарата WorldView-2 сверхвысокого пространственного разрешения (0,5–1,0 м), находящихся в открытом доступе на интернет ресурсе Google Earth. На этот участок имеется 17 спутниковых снимков, охватывающих временной интервал от мая 2010 г. по август 2021 г., сделанных в различные сезоны года.

Дешифрирование снимков с выявлением на залежи типов растительности осуществляли по прямым дешифровочным признакам: фототон, цвет, геометрия (форма, тень, размер), структурно-текстурный тип рисунка.

Анализ последовательных разновременных спутниковых снимков показал, что в течение 2–3 лет после прекращения сельскохозяйственного использования данного участка зарастание залежи древесной растительностью началось от стены леса, где сформировалось несколько кластеров с очень высокой плотностью ивового и березового подроста. Через 4–5 лет после прекращения сельскохозяйственного использования земель кроны деревьев здесь сомкнулись (рисунок 2а).



а) снимок 30.05.2015

б) снимок 12.10.2020

Рисунок 2 – Исследуемая залежь спустя 7–8 лет (а) и 12–13 лет (б) после прекращения сельскохозяйственного использования

Сильная загущенность ивняка не позволила достичь верхнего яруса сосне и ели, которые, как было установлено при полевом обследовании, находятся под его пологом в виде угнетенных растений.

Дальнейшее зарастание древесной растительностью происходило от стены леса к центральной части залежи, а фронт зарастания в общем виде параллелен извилистой стене леса на юго-восточной границе участка (рисунки 1, 2). Следовательно, поставщиком семенного материала является этот лес. Установленное при полевых наблюдениях постепенное сокращение возраста сосен с 10–12 лет до 7–8 лет и высоты хвойных деревьев по мере удаления от стены леса свидетельствует о том, что процесс распространения древесной растительности на залежи продолжается в настоящее время с некоторым замедлением.

Видовой состав деревьев на участке и интенсивность (скорость) его зарастания определяется: видовым составом коренного леса, относительной увлажненностью, экспозицией склона (северо-западный склон менее заросший), удаленностью от стены леса.

Спутниковые снимки, сделанные в разные сезоны и в разные фенофазы, как было показано нами ранее [3, 4], позволяют отличать по цветовой гамме лиственные деревья

от хвойных, а также отдельные виды лиственных деревьев, поскольку их фенофазы не совпадают. На рисунке 2б ивово-березовый лес отчетливо выделяется светло-желтым цветом, а хвойный – зеленым различных оттенков.

Таким образом, зарастание древесно-кустарниковой растительностью начинается уже через 2–3 года с момента прекращения сельскохозяйственного использования земель и происходит от стены леса. При этом преобладание лиственных деревьев у стены леса сменяется преобладанием хвойных по мере удаления от нее.

Полученные результаты показали, что анализ разновременных спутниковых снимков, сделанных в разные фенофазы, в сочетании с полевыми наблюдениями позволяет проследить динамику развития естественного древесно-кустарникового покрова, формирующегося на ранее обрабатываемых, но заброшенных сельскохозяйственных угодьях, оценить состояние и значение произрастающих на залежи лесных насаждений.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по теме: «Структура и состояние компонентов техногенных экосистем подзоны южной тайги», номер государственной регистрации в ЕГИСУ № 1220401000325.

ЛИТЕРАТУРА

1. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.А. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 426 с.
2. Буданов К.А., Денисов П.В., Лупян Е.А., Мартьянов А.С., Середа И.И., Трошко К.А., Толпин В.А., Барталев С.А., Хвостиков С.А. Блок работы с данными дистанционного зондирования Земли Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. № 3. С. 171–182. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-171-182
3. Домнина Е.А., Адамович Т.А., Тимонов А.С., Ашихмина Т.Я. Изучение лесовосстановления на основе спутниковых снимков высокого разрешения // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 3. С. 38–43. doi: 10.25750/1995-4301-2021-3-038-043.
4. Домнина Е.А., Тимонов А.С., Кантор Г.Я. Опыт использования беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесов // Маніторинг і ацэнка стану расліннага свету / Матэрыялы V Міжнароднай навуковай канферэнцыі. Мінск - Белавежская пушча, 8 – 12 кастрычніка 2018 г. – Мінск: «Колорград», 2018. С. 31–33.

Бревдо Е.Ю., Мейсунова А.Ф.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МХОВ И ЛИШАЙНИКОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»,
г. Тверь, Российская Федерация, Brevdo.EY@tversu.ru, Meysurova.AF@tversu.ru*

It was found that the studied species of mosses and lichens have similar indicator capabilities. Analysis of changes in Chl a content showed increased concentrations of Chl a in samples of indicator species of mosses and lichens collected along major highways and industrial enterprises. Most often, such samples are found within the city of Tver and the village. Redkino. An analysis of changes in the

content of Chl b in the samples showed that within the cities of Rzhev and Konakovo, microclimatic conditions are most stable.

В настоящее время пигментный анализ эпифитных видов мхов и лишайников активно применяют в мониторинговых исследованиях состояния воздушной среды крупных индустриально-развитых городов [2]. В свою очередь, малые города России, где проживает значительная часть населения, частично охвачены мониторинговыми исследованиями. Актуальны биомониторинговые исследования территорий малых городов с использованием разных видов мхов и лишайников, целесообразна оценка их индикаторных возможностей. Малые города Тверской области, где сосредоточено 42% населения от всего региона, имеются промышленные зоны и крупные рекреационные зоны, являются удобной модельной территорией. Цель работы – провести сравнительный анализ уровня содержания фотосинтетических пигментов (Хл *a*, Хл *b*) у индикаторных видов эпифитных мхов (*Leskea polycarpa* Hedw.) и лишайников (*Parmelia sulcata* Taylor.) некоторых городов и крупных населенных пунктов Тверской области. В задачи работы входило: 1) определение сети пунктов отбора (далее – ПО) материала в пределах малых городов и населенных пунктов; 2) сбор материала и проведение пигментного анализа; 3) оценка уровня загрязнения воздушной среды на основе пигментного анализа; 4) сравнительный анализ индикаторных возможностей изученных видов в биомониторинге.

Объектом исследования служили образцы *P. sulcata* и *L. polycarpa*, которые имеют широкое распространение, способны расти в условиях сильного атмосферного загрязнения. Сбор образцов провели летом 2022 г. на территории трех городов (Тверь, Конаково, Ржев) и одного поселка городского типа (Редкино). При выборе ПО учли хозяйственно-промышленную инфраструктуру городов, природные условия, а также ранее проведенные мониторинговые исследования [2, 3]. Общее число ПО составило 24.

Пигментный анализ собранных образцов по стандартной методике проводили в лаборатории ЦКП Тверского государственного университета: определили содержание хлорофиллов *a* и *b* (Хл *a*, Хл *b*) [1, 2]. Повторность измерений параметров была трехкратной. Общее число обработанных образцов составило свыше 160.

Пигментный анализ собранных образцов индикаторных видов *P. sulcata* и *L. polycarpa* из разных городов Тверской области показал сходные значения среднего суммарного содержания пигментов (Хл *a+b*). Средние величины Хл *a+b* у изученных видов в пределах нормативных значений, принятых для Тверской области [2] (таблица). Наибольшие средние величины Хл *a+b* выявлены в образцах обоих видов из пгт. Редкино (*P. sulcata* – 0,21 мг/г, *L. polycarpa* – 0,15 мг/г), наименьшие – из г. Конаково (*L. polycarpa* – 0,1 мг/г) и г. Ржев (*P. Sulcata* – 0,08 мг/г). Значения соотношения средних концентраций хлорофиллов *a/b* (Хл *a/b*) в образцах лишайника выше, чем у мха. Максимальные значения соотношения Хл *a/b* в образцах лишайника *P. sulcata* из городов Конаково (5,52) и Тверь (4,12); в образцах *L. polycarpa* – из пгт. Редкино (2,53) и г. Твери (2,44). Минимальные величины соотношений Хл *a/b* у обоих индикаторных видов обнаружены в г. Ржев: *P. sulcata* – 1,84; *L. polycarpa* – 1,59. Отметим, что в норме показатель соответствует значениям 2,2–3, что косвенно указывает на стабильную работу фотосинтетического аппарата изученных образцов [4].

В пределах изученных городов в образцах обоих видов отмечена значительная вариабельность значений валовых концентраций Хл *a* (таблица). Наибольшая вариабельность у изученных индикаторных видов зарегистрирована у лишайника в пгт. Редкино (таблица). Максимальные значения концентраций Хл *a* обнаружены в

образцах, собранных с древесных насаждений лесозащитной полосы вдоль автострады с интенсивным движением транспорта и производственными предприятиями в пгт. Редкино. Вариабельность значений валовых концентраций Хл *b* меньше, чем у Хл *a*. По сравнению с *L. polycarpa*, амплитуда варьирования валовых концентраций Хл *b* у *P. sulcata* больше в пгт. Редкино. В образцах *P. sulcata* из пгт. Редкино значения концентраций Хл *b* меняется в большей степени (от 0,03 до 0,1 мг/г), что указывает на нестабильные микроклиматические условия в местах произрастания. Анализ значений валовых концентраций Хл *b* в образцах *L. polycarpa* показал наибольшие изменения значений в городах Твери и Ржеве (таблица). Максимальные значения концентраций Хл *b* в образцах зарегистрированы в местах с бедным уровнем видового разнообразия (скверах на набережной А. Никитина и Южном парке), где отмечен высокий уровень освещения. Вероятно, повышенный уровень освещения способствуют проявлению адаптивной роли Хл *b*. В образцах из естественных сообществ, например в пределах города Конаково, значения валовых концентраций Хл *b* практически не меняются, что указывает на стабильные микроклиматические условия в местах обитания.

Таблица – Средние значения содержания пигментов в образцах эпифитных мхов и лишайников из изученных городов и населенных пунктов Тверской области

Параметры	г. Тверь	г. Конаково	пгт. Редкино	г. Ржев
<i>Parmelia sulcata</i>				
С _{ср} Хл <i>a</i> , мг/г	0,13±0,2	0,12±0,4	0,15±0,3	0,04±0,8
С _{ср} Хл <i>b</i> , мг/г	0,03±0,2	0,02±0,1	0,06±0,1	0,03±0,2
С _{ср} Хл <i>a/b</i>	4,12	5,52	2,74	1,84
С _{ср} Хл <i>a+b</i>	0,16	0,14	0,21	0,08
С _{вал} Хл <i>a</i> , мг/г	[0,06±0,2 – 0,23±0,2]	[0,10±0,3 – 0,14±0,2]	[0,05±0,4 – 0,25±0,2]	[0,02±0,4 – 0,09±0,2]
С _{вал} Хл <i>b</i> , мг/г	[0,02±0,1 – 0,06±0,4]	[0,01±0,3 – 0,03±0,1]	[0,03±0,2 – 0,10±0,2]	[0,01±0,2 – 0,06±0,1]
<i>Leskea polycarpa</i>				
С _{ср} Хл <i>a</i> , мг/г	0,11±0,2	0,06±0,3	0,10±0,4	0,07±0,2
С _{ср} Хл <i>b</i> , мг/г	0,05±0,3	0,04±0,2	0,04±0,9	0,05±0,3
С _{ср} Хл <i>a/b</i>	2,44	1,72	2,53	1,59
С _{ср} Хл <i>a+b</i>	0,16	0,1	0,15	0,12
С _{вал} Хл <i>a</i> , мг/г	[0,08±0,3 – 0,14±0,1]	[0,03±0,2 – 0,07±0,1]	[0,08±0,3 – 0,13±0,2]	[0,03±0,1 – 0,1±0,3]
С _{вал} Хл <i>b</i> , мг/г	[0,02±0,4 – 0,07±0,3]	[0,03±0,2 – 0,05±0,3]	[0,03±0,3 – 0,06±0,5]	[0,02±0,3 – 0,08±0,2]

Таким образом, пигментный анализ показал высокую чувствительность фотосинтетического аппарата индикаторных видов лишайников и мхов, произрастающих в малых городах Тверской области. Установлено, что в образцах в пределах г. Твери и пгт. Редкино повышенные концентрации Хл *a* можно встретить чаще, особенно вблизи крупных магистралей с интенсивным движением автотранспорта и производственными предприятиями. Анализ изменений содержания Хл *b* в образцах показала, что в пределах городов Ржев и Конаково, микроклиматические условия отличаются наибольшей стабильностью. Выяснено, что изученные виды обладают схожими индикаторными возможностями.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.1.4.02-90. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. Контроль качества воды: Сб. ГОСТов, 2010. М.: СТАНДАРТИНФОРМ.

2. Мейсунова А.Ф., Борисова Е.М., Тарасова Е.М. Содержание фотосинтетических пигментов в талломах *Parmelia sulcata* в рекреационных зонах города Твери // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология, 2021 № 4 (64). С. 153–163.

3. Смирнова М.В., Мейсунова А.Ф. Мониторинг атмосферного загрязнения на основе ИК спектрального анализа индикаторных лишайников г. Конаково. // Тв. гос. университет Физико-химия полимеров: синтез, свойства и применение. 2012. №18. С. 232-236.

4. Титова М. С., Розломий Н. Г., Динамика фотосинтезирующей активности хвои *Picea ajanensis* и *Picea Smithiana* в условиях зеленой зоны г. Уссурийска // «Живые и биокосные системы». – 2015. – № 12; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-12/article-4>

Воронецкая А.Н.

НАКОПЛЕНИЕ ^{137}Cs СЪЕДОБНЫМИ ГРИБАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

*ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь, voronetskaya2015@mail.ru*

The information is given on the accumulation of ^{137}Cs by the fruit bodies of edible mushrooms in various types of forest conditions. Interspecies specificity in the radionuclide accumulation is noted. There is an increase in the accumulation of ^{137}Cs by the mushroom fruit bodies in connection with the increase in soil moisture. With an increase in the soil richness the same tendency is observed in the mushrooms with a lamellar structure hymenophore.

Съедобные грибы являются одним из основных продуктов побочного пользования лесом, а также важным объектом радиоэкологии и биоиндикатором химического загрязнения местности, в том числе и радионуклидного. По накопительной способности ^{137}Cs они значительно превосходят все другие компоненты биогеоценоза [1, 2].

Проведенные исследования на территориях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС показали, что на уровни содержания радионуклидов в съедобных грибах влияет большое количество факторов: видовая принадлежность грибов, плотность радиоактивных выпадений и формы их нахождения, свойства почвы и особенность водного режима, погодные и другие условия произрастания [1, 3, 4].

Исследования проводились в 2017–2022 годах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Объектом исследований являлись почва и 7 видов съедобных грибов: белый гриб, подберезовик обыкновенный, польский гриб, масленок обыкновенный, сыроежка пищевая, свинушка тонкая, лисичка настоящая, произраставших в различных типах лесорастительных условий.

Отбор сопряженных проб почвы и грибов и их подготовка производились по методикам, принятым в радиоэкологических исследованиях. Пробы почвы отбирались с помощью стандартного пробоотборника диаметром 40 мм на глубину 200 мм, затем в лабораторных условиях высушивались до воздушно-сухого состояния. Пробы грибов исследовались в свежем виде [5].

Удельную активность (A_y) ^{137}Cs в пробах определяли на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре МКС-АТ1315 [6]. Для сопоставления уровней накопления ^{137}Cs плодовыми телами грибов рассчитывали коэффициенты перехода (K_n), как частное от их A_y (Бк/кг) к плотности загрязнения почвы (далее – ПЗ) (кБк/м²).

Дозиметром-радиометром МКС–АТ6130 измеряли мощность эквивалентной дозы γ -излучения (МД) (мкЗв/ч) на высоте 1 м.

Дозиметрические измерения, проведенные в местах произрастания грибов, показали, что МД составляла 0,13–9,62 мкЗв/ч, что в 1,1–80,2 раза больше естественного радиационного фона (0,12 мкЗв/ч), а ПЗ ^{137}Cs колебалась в пределах 184–11103 кБк/м² (5,0–300,1 Ки/км²) (таблица 1).

Таблица 1 – МД и ПЗ в местах произрастания съедобных грибов

Вид гриба	МД, мкЗв/ч	ПЗ ^{137}Cs , кБк/м ²
Трубчатые грибы		
Белый гриб	0,13–9,45	184–10394
Подберезовик обыкновенный	0,13–0,36	307–507
Польский гриб	0,36–9,45	307–10394
Масленок обыкновенный	0,26–2,47	254–5145
Пластинчатые грибы		
Сыроежка пищевая	0,18–1,33	198–2040
Свинушка тонкая	0,36–9,45	307–10394
Лисичка настоящая	0,36–9,62	307–11103

При одинаковых величинах ПЗ в различных типах лесорастительных условий один и тот же вид гриба накапливает ^{137}Cs с разной интенсивностью [4].

В зависимости от типа лесорастительных условий составлены следующие ранжированные ряды повышения $K_{\text{п}}^{137}\text{Cs}$ в плодовые тела (таблица 2):

Таблица 2 – Средние значения $K_{\text{п}}^{137}\text{Cs}$ в плодовые тела съедобных грибов в различных типах лесорастительных условий

Вид гриба	Тип лесорастительных условий							
	A ₁	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂	B ₃	C ₃	D ₃
$K_{\text{п}}^{137}\text{Cs}$, н*10 ⁻³ м ² /кг								
Трубчатые грибы								
Белый гриб	7,5±1,5	7,0±3,0	8,0±1,4	3,0±1,3	–	14,8±10,0	32,3	7,3±4,2
Подберезовик обыкновенный	–	0,2±0,1	–	0,1	–	21,5	39,3	–
Польский гриб	–	38,0±5,6	17,5	24,9	–	65,1	–	63,9±25,2
Масленок обыкновенный	14,8	34,2±8,7	–	–	–	20,6	–	–
Пластинчатые грибы								
Сыроежка пищевая	–	1,3±1,2	34,±3,5	–	82,2	41,1	–	115,6
Свинушка тонкая	–	41,0	–	–	192,0	100,9	–	–
Лисичка настоящая	–	6,5±1,6	–	–	–	39,4	–	–

Белый гриб: $C_2 < A_2 < D_3 < A_1 < B_2 < B_3 < C_3$;

Подберезовик обыкновенный: $C_2 < A_2 < B_3 < C_3$;

Польский гриб: $B_2 < C_2 < A_2 < B_3 < D_3$;

Масленок обыкновенный: $A_1 < B_3 < A_2$;

Свинушка тонкая: $A_2 < B_3 < D_2$;

Сыроежка пищевая: $A_2 < B_2 < B_3 < D_2 < D_3$;

Лисичка настоящая: $A_2 < B_3$;

Общий для всех видов: $A_1 < C_2 < A_2 < B_2 < C_3 < D_3 < B_3 < D_2$.

Между накоплением ^{137}Cs плодовыми телами грибов и показателями богатства и влажности почв в местах их произрастания наблюдаются некоторые зависимости (таблица 3). Выявлена высокая корреляционная связь между содержанием радионуклида в плодовых телах грибов с пластинчатым строением гименофора с показателями богатства почвы ($R=0,84$), достоверная на 95 % уровне значимости, а также отмечена заметная, но статистически незначимая зависимость между содержанием ^{137}Cs в их плодовых телах с показателями влажности почвы ($R=0,51$).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции показателей накопления ^{137}Cs съедобными грибами с богатством и влажностью почв в местах их произрастания

Тип	п, шт	Богатство почвы	Влажность почвы
Трубчатые грибы	49	0,12	0,29*
Пластинчатые грибы	14	0,84*	0,51

Примечание: * – корреляции достоверны на 95 % уровне значимости

Для съедобных грибов в зависимости от типа лесорастительных условий наблюдаются внутривидовые различия в накоплении ^{137}Cs плодовыми телами. Эти различия у грибов с трубчатым строением гименофора составили: для подберезовика обыкновенного – 393,0 раза, белого гриба – 10,8 раз, польского гриба – 3,7 раза и масленка обыкновенного – 2,4 раза, а у пластинчатых грибов: для сыроежки пищевой – 88,9 раз, лисички настоящей – 6,1 раза и свинушки тонкой – 4,7 раза. С увеличением увлажнения почвы накопление ^{137}Cs плодовыми телами грибов возрастает. Данная тенденция отмечается для грибов с пластинчатым строением гименофора при повышении богатства почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щеглов, А. И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: по материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС / А. И. Щеглов. – Москва : Наука, 2000. – 268 с.
2. Парфенов, В. И. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси / В.И. Парфенов, Б. И. Якушев, Б. С. Мартинович. – Минск : Навука і тэхніка, 1995. – 578 с.
3. Ипатьев, В. А. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В.А. Ипатьев [и др.]; под общ. ред. В. А. Ипатьева. – Гомель : Речицкая укрупненная типография, 1999. – 454 с.
4. Прикладна радіоекологія лісу / В. П. Краснов [и др.]. – Житомир : Полісся, 2007. – 680 с.
5. ТКП 251-2010 (02080). Радиационный контроль. Отбор и подготовка проб лесной продукции. Порядок проведения = Радыяцыйны маніторынг ляснога фонда. Закладка пастаяннага пункта назірання. Парадак правядзення. – Минск : Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. 2010. – 25 с.
6. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{40}K на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ1315, объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ^{137}Cs и ^{40}K на гамма-спектрометре типа ЕЛ 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. МВИ.МН 1181-2011. – Минск : Атомтех. 2011. – 31 с.

Гарбарук Д.К., Углянец А.В., Шумак С.В.

РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

*ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь, dima.garbaruk.77@mail.ru*

A brief history of the development of radiation monitoring of forests in the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant is given. Since 2014, the staff of the Polesye State Radiation-Ecological Reserve has been carrying out radiation-environmental monitoring of forest ecosystems on a typological basis. Permanent monitoring points can be considered as potential objects for inclusion in the National Environmental Monitoring System of the Republic of Belarus.

После аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), на прилегающей к ней территории сразу же была установлена зона отчуждения (далее – ЗО), а в ее границах в 1988 г. организован Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (далее – заповедник). В 1987–1996 гг. сотрудниками ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» в ЗО ЧАЭС было заложено 36 опытных объектов, преимущественно в сосновых лесах, на которых до 2006 г. осуществляли регулярные, позже – спорадические исследования, и которые, по сути, являлись началом радиационного мониторинга лесных экосистем ЗО ЧАЭС.

На основе выполненных исследований [1, 2 и др.] в Беларуси была разработана и принята в 2006 г. «Методика организации и ведения радиационного мониторинга в лесах», замененная в 2013 г. на Технический кодекс установившейся практики (далее – ТКП) 498-2013 (02080) «Радиационный мониторинг лесного фонда. Закладка постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения» и ТКП 499-2013 (02080) «Радиационный мониторинг лесного фонда. Обследование постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения», в соответствии с которыми осуществляется радиационный мониторинг лесов.

За прошедшие после катастрофы на ЧАЭС 25 лет для загрязненной радионуклидами территории ЗО накоплены многочисленные данные по их депонированию и миграции в компонентах лесных сообществ, которые, однако, имели фрагментарный характер и не охватывали все лесные экосистемы [3].

В связи с этим с 2006 г. сотрудниками заповедника начаты системные исследования по накоплению ^{137}Cs и ^{90}Sr в элементах сосновых, березовых и смешанных насаждений ЗО ЧАЭС. Была создана сеть системно-факторного радиационно-экологического мониторинга биогеоценозов, включающая 11 постоянных пробных площадей в сосновых (4), березовых (3) и смешанных (4) насаждениях с учетом типа лесорастительных условий, состава и строения фитоценозов [3]. Однако в силу объективных и субъективных причин ее создание не было завершено.

Вместе с тем, необходимость осуществления радиационного мониторинга на территории ЗО ЧАЭС является одной из главных целей организации заповедника, что прописано в «Положении о Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике».

В работе [4] указывалось на необходимость дальнейшего совершенствования системы радиоэкологического мониторинга в стране с учетом особенностей радиоактивного загрязнения элементов лесных экосистем и подготовлены

предложения по его оптимизации. Обоснованы предложения по отбору проб с периодичностью один раз в 3 года.

С 2014 г. силами отдела экологии растительных комплексов заповедника продолжен радиационный мониторинг лесных экосистем в ЗО ЧАЭС в соответствии с требованиями представленных выше ТКП. В его основу положен формационно-типологический подход, при котором в трех наиболее распространенных типах леса четырех основных лесных формаций (сосновой, березовой, черноольховой и дубовой) закладывался один или несколько постоянных пунктов наблюдения (далее – ППН) **радиационно-экологического** мониторинга с периодичностью наблюдений 5 лет. При этом помимо съема данных по мощности дозы и содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr в элементах лесных биогеоценозов и их структурных компонентах важное внимание стало уделяться оценке динамики и состояния лесных фитоценозов. В целях экологического мониторинга определяются и анализируются таксационные показатели древостоя, подроста, подлеска, живого напочвенного покрова.

При закладке ППН использовались и существовавшие в ЗО ЧАЭС объекты радиационных исследований. Однако инвентаризация сети системно-факторного радиационно-экологического мониторинга показала, что постоянные пробные площади при закладке не отграничены в натуре и не оформлены документально. По своим характеристикам они оказались непригодными для продолжения наблюдений.

Хорошо сохранились объекты радиационных исследований ГНУ «Институт леса НАН Беларуси». Шесть из них, расположенных в насаждениях сосновой формации, в 2016–2018 гг. были трансформированы в ППН в соответствии с ТКП для продолжения многолетних исследований.

Дополнительно было заложено по одному ППН в сосняках вересковом и черничном (2014 г.), березняках кисличном, черничном и папоротниковом (2017 г.), дубравах кисличной, снытевой и прируслово-пойменной (2018 г.) и черноольшаниках снытевом, папоротниковом и осоковом (2019 г.). В типологическом аспекте радиационно-экологическим мониторингом охвачено 62,6% площади лесных экосистем ЗО ЧАЭС.

ППН, а также насаждения, в которых они заложены, в настоящее время становятся научными полигонами для проведения исследований по всестороннему изучению лесных экосистем ЗО ЧАЭС в рамках текущей тематики научно-исследовательских работ заповедника, государственных и межгосударственных программ, договоров и контрактов. Для целей выполнения мероприятия Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы ППН включаются в локальную сеть комплексного мониторинга лесных экосистем на территориях с сильным уровнем радиоактивного загрязнения. Три ППН в сосняках мшистых используются с 2016 года Всероссийским научно-исследовательским институтом радиологии и агроэкологии (Обнинск, Россия) для анализа состояния природных популяций сосны обыкновенной, произрастающих в условиях хронического облучения.

Составной частью радиационного мониторинга лесных экосистем ЗО ЧАЭС является мониторинг радиоактивного загрязнения недревесной продукции леса (лекарственных и медоносных растений, меда, дикорастущих ягод, плодов и грибов).

Возобновление исследований на объектах ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» позволило оценить изменение радиационной обстановки в сосняках мшистых ЗО ЧАЭС через 30 лет после аварии, выявить особенности динамики мощности дозы гамма-излучения, плотности загрязнения почв ^{137}Cs , очищения древесины и коры

сосны от ^{137}Cs [5]. Наличие данных по радиоактивному загрязнению отдельных элементов лесных насаждений позволило установить их потенциальный вклад в общее загрязнение ^{137}Cs и ^{90}Sr лесных горючих материалов в ЗО ЧАЭС [6].

Ведение долгосрочного радиационно-экологического мониторинга лесных экосистем позволяет выявлять закономерности поведения радионуклидов в их компонентах, прогнозировать развитие радиационной обстановки в них и иметь актуальную информацию для принятия решений по управлению территорией ЗО. Результаты радиационно-экологического мониторинга лесных экосистем ЗО ЧАЭС могут стать существенным дополнением для Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыль-ской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В. А. Ипатьев [и др.]. – Гомель : Речицкая укрупненная типография, 1999. – 454 с.
2. Переволоцкий, А. Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии, 2006. – 255 с.
3. Роцин, В. Е. Системно-факторный радиационно-экологический мониторинг лесных биоценозов ПГРЭЗ / В. Е. Роцин, Г. Д. Матусов // Радиация и Чернобыль: Наука и практика : материалы междунар. науч. конф. (Гомель, 13–14 окт. 2011 г.) / редкол.: А. Д. Наумов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – С. 150–152.
4. Переволоцкий, А. Н. Обоснование ведения системы радиоэкологического мониторинга в лесных биогеоценозах на различных этапах после аварийных радиоактивных выпадений / А. Н. Переволоцкий, Т. В. Переволоцкая // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52, № 3. – С. 312–316.
5. Гарбарук, Д. К. Изменение радиационной обстановки в сосняках мшистых в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, М. В. Кудин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2021. – Т. 61, № 5. – С. 524–535. – [https://doi: 10.31857/S0869803121050064](https://doi.org/10.31857/S0869803121050064).
6. Гарбарук, Д. К. Потенциальный вклад компонентов черноольховых насаждений заповедной зоны ПГРЭЗ в биомассу лесных горючих матери-алов и содержание в них ^{137}Cs и ^{90}Sr / Д. К. Гарбарук, А. В. Углынец, С. В. Шумак // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, ИЭБ им. В.Ф. Купревича. – Минск, 2021. – Вып. 50 : Ботаника (исследования). – С. 123–139.

Исаченко Т.Е., Исаченко Г.А.

МОНИТОРИНГ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация, tatiana.isachenko@gmail.com, greg.isachenko@gmail.com*

The technique for monitoring vegetation changes under the influence of recreational loads is considered. Monitoring was carried out at a key area within the protected natural area of St. Petersburg in the period 2008–2019. The results of the monitoring are reflected on the maps of recreational disturbance of vegetation in 2008 and 2019. The final result of the study was the map showing the direction of the processes of change in the vegetation cover of the key area.

Увеличение рекреационных нагрузок на особо охраняемые природные территории, расположенные в городах или в ближайших пригородах, с каждым годом становится все более острой проблемой. Изменения затрагивают прежде всего

растительный покров. Мониторинг изменения растительности в пределах ООПТ, подверженных значительным рекреационным нагрузкам, сегодня становится особенно актуальной задачей.

Для проведения мониторинга использовалась методика картографирования рекреационной нарушенности растительности на базе ландшафтных карт. Исследования проводились в 2008–2019 гг. на тестовом полигоне, примыкающем к берегам озера Щучье (Курортный район Санкт-Петербурга). Оценка состояния растительности тестового полигона проводилась в 2008 и в 2019 гг. – до создания ООПТ и через 8 лет после ее организации.

На начальном этапе была создана карта ландшафтных местоположений, положенная в основу исследования. Оценка состояния растительности проводилась по ландшафтными контурам и включала несколько этапов: 1) выбор показателей; 2) определение фактических величин выбранных показателей; 3) разработка градаций выбранных показателей применительно к исследуемой территории; 5) расчет суммарного показателя рекреационной нарушенности растительности; 6) картографирование рекреационной дигрессии растительности.

Используемые показатели: К1 – степень вытоптанности напочвенного покрова (доля площади с обнаженной почвой или грунтом, %); К2 – доля площади (%), занятой вторичными растительными группировками с преобладанием устойчивых к вытаптыванию, преимущественно рудеральных травянистых видов; К3 – количество пней спиленных и срубленных деревьев (шт./га); К4 – поврежденность древесной растительности (% поврежденных деревьев от их общего количества). Для каждого ландшафтного выдела были определены фактические величины выбранных показателей и проведена их градация (таблица).

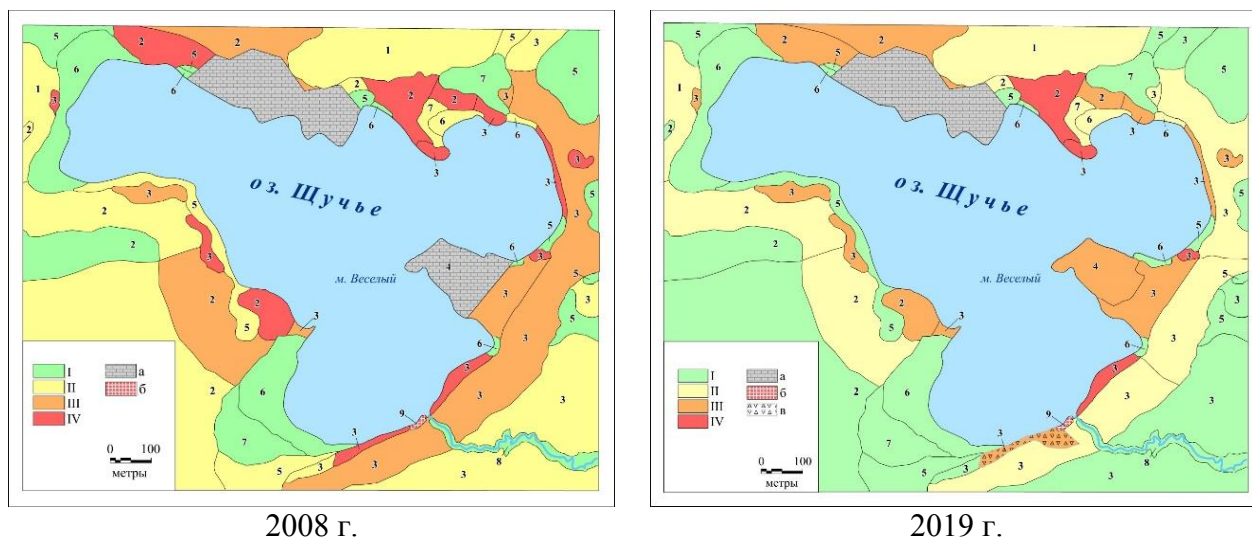
Таблица – Градации показателей рекреационной нарушенности растительности для тестового полигона «Щучье озеро»

Показатели	Градация показателей (баллы)			
	1	2	3	4
К1 – степень вытоптанности (%)	<1	1–10	11–50	51–100
К2 – площадь занятая вторичными растительными группировками (%)	<1	1–10	11–50	51–100
К3 – количество пней (шт./га)	<50	50–100	101–200	>200
К4 – поврежденность древесной растительности (%)	<10	10–50	51–90	91–100

На основе сопоставления полученных результатов с материалами исследований по изучению рекреационной дигрессии лесных сообществ был введен суммарный показатель рекреационной нарушенности растительности ($K=2K1+K2+K3+K4$). Полученные значения суммарного показателя были ранжированы по 4 градациям. 1) Малонарушенное состояние: вытоптанность не отмечается даже в виде слабовыраженной тропиной сети; вторичная растительность практически отсутствует. 2) Нарушенное состояние: имеется отчетливо выраженная тропиная сеть; на тропинках и старых кострищах присутствуют рудеральные виды растений; процент поврежденных деревьев может достигать 25%. 3) Сильнонарушенное состояние: древостой слабо сомкнут, группы деревьев ограничены тропинками, дорогами и полянами; вытоптанность площади контура до 50%; большая доля поврежденных деревьев (до 50%); вторичные группировки растений занимают заметную площадь. 4) Деградация растительного покрова: вытоптанность исходного

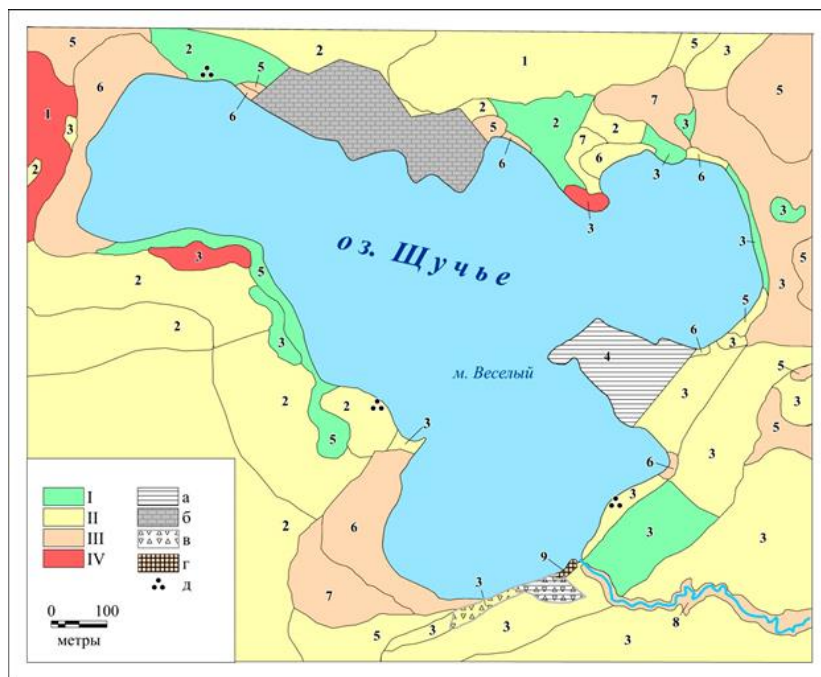
растительного напочвенного покрова до 100%; площадь вторичных растительных группировок нередко более 50%; почти полностью отсутствует подрост; подрост сохраняется в небольшом числе куртин; количество поврежденных деревьев достигает 100%, часто обнажены корни деревьев.

По данным исследования 2008 и 2019 гг. были составлены карты рекреационной нарушенности растительности тестового полигона (рисунок 1).



I – малонарушенный, II – нарушенный, III – сильнонарушенный, IV – деградация.
а – закрытые территории, б – пляж, в – обустроенная для отдыха территория.

Рисунок 1 – Рекреационная нарушенность растительности тестового полигона «Щучье озеро»



Разность показателей (К)
2008 г. и 2019 г. (баллы):
I – значительное уменьшение (4-7)
II – уменьшение (1-3)
III – стабилизация (0)
IV – увеличение (-1 – -2)

Условные обозначения:
а – нет данных;
б – закрытая база отдыха; в – обустроенная для отдыха территория;
г – пляж;
д – формирование пляжа в результате деградации напочвенного покрова.

Рисунок 2 – Изменение рекреационной нарушенности растительности тестового полигона (цифрами на карте обозначены ландшафтные местоположения)

Результаты мониторинга 2019 г. показали значительное улучшение состояния растительности тестового полигона, обусловленное установлением режима ООПТ в 2011 г. Однако в силу различных темпов развития природных процессов в разных ландшафтных контурах, качественных и количественных изменений рекреационных нагрузок смена состояний растительности идет с различной скоростью. Это отражено на карте изменения степени рекреационной нарушенности растительности за период 2008–2019 гг. (рисунок 2). Изменение рекреационной нарушенности растительности оценивалось по разности фактических величин (баллов) суммарных показателей 2008 и 2019 гг. По полученным данным, на 72% территории отмечена положительная динамика восстановительных процессов (из них на 8% – значительная положительная динамика), 19% территории находится в стабильном состоянии, и только для 3% территории зафиксировано увеличение степени антропогенной нарушенности растительности.

Мониторинг и картографирование рекреационной нарушенности растительности тестового полигона на ландшафтной основе дало возможность выявить проблемные участки территории, где восстановительные процессы замедлены либо продолжается деградация растительного покрова. На этих участках должны быть приняты первоочередные действия по обустройству территории и управленческие решения с целью снижения рекреационных нагрузок и регулирования рекреационных потоков.

Катаева М.Н., Беляева А.И.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

*ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, tkmarikat@gmail.com*

*Chemical composition of lichens (*Hypogymnia physodes*, *Bryoria fuscescens* *Pseudevernia furfuracea*, *Platismatia glauca*) was different on trunks of silver birch, pine (*Pinus sylvestris* L.), and common juniper (*Juniperus communis* L.). The most remarkable effect on the accumulation of elements in lichens was caused by the phorophyte and factors of landscape. The content of Pb, Cd, and Fe in lichens is higher than accumulation by needles.*

Фоновые концентрации в эпифитных лишайниках на северо-западе европейской части не установлены. Изучали особенности накопления тяжелых металлов в талломах лишайников, произрастающих на разных видах форофитов в сообществах сосняков кустарничково-зеленомошных средней тайги. Район исследования расположен на юге Ладожско-Онежского перешейка. Содержание Mn, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd и Pb в лишайниках и их субстратах (корке, хвое сосны и можжевельника, сухой древесине ветвей можжевельника) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре КВАНТ-АФА. Приведены данные химического состава лишайников, поселяющихся на можжевельнике. Образцы собраны в июле 2018 г., далее работа продолжена в 2019–2022 гг. Высота сбора образцов 1,3 м.

При химическом анализе во всех образцах лишайников обнаружены низкие концентрации Ni, Cu, Cd и Pb. Концентрации потенциально токсичных элементов различаются в связи с жизненной формой лишайников. В отличие от листоватого

лишайника *Hypogymnia physodes*, вид с кустистым талломом *B. fuscescens* содержит низкие концентрации (таблица 1).

Таблица 1 – Концентрации химических элементов в талломах лишайников, мг/кг сухого вещества

Субстрат	Ni	Cu	Cd	Pb	Fe	Mn	Zn
<i>Bryoria fuscescens</i>							
Ствол живого можжевельника, массив сосняка	0,70	2,2	0,162	1,5	119	170	39
Живые ветви можжевельника, берег Ладоги	0,78	2,6	0,144	1,9	112	59	26
Сухие ветви можжевельника, берег	0,85	2,1	0,140	2,6	128	39	19
<i>Hypogymnia physodes</i>							
Живые ветви можжевельника, берег	2,0	3,2	0,484	3,5	455	120	18

В сообществах древовидного и кустарникового можжевельника на побережье концентрации элементов (Pb и Fe) в талломах *B. fuscescens* в кронах на разных типах ветвей выше, по сравнению с сосняком. Под пологом сосняка в талломах лишайников выше концентрации Mn. На основаниях кустов можжевельника в талломах *H. physodes* выше накопление Fe (570 мг/кг) и Pb (8,3 мг/кг). Содержание микроэлементов в лишайниках на побережье Ладожского озера отличается от концентраций в сосновом сообществе. На химический элементный состав эпифитных лишайников влияет ландшафт – микроклимат Ладожского озера, ветровой режим, осадки.

В результате анализов получены фоновые концентрации тяжелых металлов в лишайниках – Ni (0,78–2,7 мг/кг), Cu (2,1–6,2 мг/кг), Pb (1,9–8,3 мг/кг) и Cd (0,14–0,77 мг/кг). В части образцов лишайников (на берегу Ладожского озера) определены низкие концентрации Co < 1 мг/кг (0,6–0,8 мг/кг). Накопление Cd в *H. physodes* не превышает фоновую концентрацию (0,7 мг/кг). В субстратах лишайников выявлено небольшое повышение концентраций Cd (0,352 мг/кг), Pb (13,8 мг/кг), Fe (до 850 мг/кг). В древесине сухих ветвей можжевельника концентрации самые низкие, по сравнению с коркой (таблица 2).

Таблица 2 – Концентрации химических элементов в хвое, корке и древесине можжевельника, побережье Ладожского озера, мг/кг сух. вещества

Субстрат	Ni	Cu	Cd	Pb	Fe	Mn	Zn
Корка сухие ветви, берег	2,3	2,6	0,225	13,8	460	29	12
Корка живые ветви, берег	3,8	4,3	0,352	8,0	850	81	22
Древесина сухих ветвей	0,169	0,80	0,030	0,40	7	12	2
Сухие ветви можжевельника, с коркой, пыль	1,4	5,3	0,207	5,0	193	47	13
Хвоя можжевельника, текущего года берег	1,9	1,8	0,066	<	46	397	10

Лишайники отличаются более сильным накоплением Cd, Pb, Fe, чем хвоя. В массивах малонарушенных хвойных лесов в лишайниках определены фоновые концентрации тяжелых металлов. Влияние загрязнения на лесные сообщества в юго-восточном районе побережья Ладожского озера и прилегающих районов в настоящее время остается несущественным.

Работа выполнена по госзаданию плановой темы НИР 2021–2023 гг. 121032500047-1 «Растительность европейской части России и северной Азии: разнообразие, динамика и принципы организации».

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП БИОРЕМЕДИАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА)

¹ ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, aliaksandr.kolbas@gmail.com

² ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси»,
г. Брест, Республика Беларусь

³ ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, n.kolbas@gmail.com

The environmental risk assessment is the first step for bioremediation of heavy metals contaminated areas. The paper presents both the results of physico-chemical analysis of soils and biotesting of soil solutions by plants. The issues of pollution of the territories in the Brest region (Belarus) with various functional purposes (industrial, roadside, household, landfills, etc.), as well as the structural and physiological responses of plants to ecotoxicants contained in the soil, were discussed.

Увеличение промышленной, сельскохозяйственной и особенно городской активностей приводит к широкому вовлечению металлов и металлоидов в избыточных количествах в окружающую среду, что способствует сильному и диффузному загрязнению почв и вод [1]. Многие тяжелые металлы (далее – ТМ), представленные в антропогенных выбросах, могут длительно сохраняться и накапливаться в окружающей среде. В последние десятилетия для решения этих проблем активно применяется биоремедиация – восстановление почв при помощи растений и ассоциированных с ними микроорганизмов. Этот подход за счет применения биотехнологий позволяет устранять экологические, экономические и социальные ограничения, связанные с традиционными инженерными методами, и сочетать приемлемые сроки ремедиации и относительную дешевизну [2].

Основываясь на результатах предыдущих исследований, был предложен план управления в виде полного цикла биоремедиации участков, загрязненных ТМ [3], начальным этапом которого является экологическая оценка существующего уровня загрязнения почв и соответствующих экологических рисков как физико-химическими, так и биоиндикационными методами.

При подборе потенциальных участков мы руководствовались следующими критериями: (1) уровень загрязнения ТМ, равномерность его распределения и экологические риски, (2) доступ к коммуникациям; (3) возможность закладки экспериментальных полей на длительный срок. Анализ доступной информации и предварительные исследования, показали, что для реализации стратегий биоремедиации в Брестском регионе перспективны для апробирования технологий фиторемедиации почв с полиэлементным загрязнением следующие территории:

1. ПП – территории промышленных предприятий по переработке аккумуляторных батарей и хранению отходов производства: ООО «Белинвестторг-сплав» (г. Белоозерск); территория хранения отходов данного предприятия (пос. Зеленый бор, Ивацевичский район), а также прилегающие территории, попадающие в ареалы техногенного воздействия.

2. ПД – территории полигонов депонирования остатков фильтрации сточных вод КУПП «Водоканал».

3. ПР – территории городского полигона (рекультивированного) твердых бытовых отходов.

4. ПУ – приусадебные участки в черте города Бреста.

5. ПТ – придорожные территории, прилегающие к крупным железнодорожным и автомобильным магистралям.

Таким образом, было отобрано 15 потенциальных участков, а также 2 техногенных субстрата (зола свинцовая: ПП-3 и ПП-6), способствующих полиэлементному загрязнению почв. Определение ТМ проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES). Сравнение с существующими предельно допустимыми концентрациями (далее – ПДК) (таблица) показало, что пробные площадки можно группировать по уровню загрязненности, что важно для планирования последующих биоремедиационных мероприятий.

Таблица – Содержание ТМ в почвах и субстратах относительно ПДК

№ п/п	Код	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn
1	ПП-1	7,6	3,0	0,5	1,2	0,3	0,2
2	ПП-2	0,4	0,0	0,1	0,3	0,1	0,0
3	ПП-3	1800,4	1276,4	44,6	32,8	6,0	1,5
4	ПП-4	15,8	2,1	0,3	0,4	2,1	0,1
5	ПП-5	4,8	1,3	0,8	0,3	1,8	0,1
6	ПП-6	2465,6	474,4	60,8	51,5	16,2	0,7
7	ПД-1	12,6	20,9	105,3	110,3	32,6	0,3
8	ПД-2	11,8	33,0	151,1	145,3	46,4	0,4
9	ПР-1	0,2	0,0	0,2	0,6	0,2	0,0
10	ПР-2	0,1	0,0	0,2	1,1	0,2	0,0
11	ПТ-1	0,3	0,0	0,2	0,5	0,1	0,1
12	ПТ-2	0,5	0,0	0,2	0,6	0,2	0,1
13	ПТ-3	0,5	0,6	0,5	3,3	0,2	0,1
14	ПУ-1	0,9	0,6	0,5	6,6	0,3	0,2
15	ПУ-2	1,7	0,8	0,9	3,4	0,3	0,1
16	ПУ-3	1,0	0,4	0,6	2,0	0,3	0,1
17	ПУ-4	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1
	ПДК (мг/кг)	32	0,5	33	55	20	1500

Так, к территориям с очень высокой степенью загрязнения относится полигон ПД. К территориям с высокой степенью загрязнения можно отнести участки ПП-3 и ПП-4, к территориям со средней степенью загрязнения относятся большинство участков, ранжированных в зависимости от суммарного показателя химического загрязнения (Z_c): ПП-1 (19,2) > ПУ-1(16,1) > ПУ-2 (15) > ПТ-3(9,9). К участкам с низкой степенью загрязнения, которые можно использовать в качестве условно чистого контроля, относятся территории ПП-2 (лесные насаждения), ПТ-1 ($Z_c=2,61$) (придорожные зеленые насаждения), ПУ-3 ($Z_c=1,64$) (приусадебный участок вне зоны действия транспортных эмиссий).

Из отобранных почв были получены лизиметрические вытяжки, осуществлена их оценка физико-химическими методами (ТМ, рН, флуоресценция, люминесценция, агрохимические показатели). Несмотря на экологические риски, подтверждена возможность выращивания некоторых культур (подсолнечник однолетний, сельфия

пронзеннолистная, клевер луговой, фестулолиум) на большинстве территорий при выполнении определенных агротехнических мероприятий (внесение компоста, известкование).

Проведено биотестирование почв, субстратов и вытяжек с использованием растений-индикаторов. Эффективные концентрации были выявлены с использованием метода Фэдинг (градиентное разбавление загрязнителя). Моделируемые экотоксикологические ответы продемонстрировали биохимические параметры: так при повышенных уровнях ТМ содержание хлорофилла и активность каталазы в растениях пропорционально снижаются, а антирадикальная активность – повышается, что связано с усилением синтеза метаболитов, обладающих антиоксидантным действием, как, например, каротиноиды, содержание которых в растениях на токсичных субстратах повышается.

Проведенный анализ свидетельствует о полиэлементном характере загрязнения почв на обследованных территориях, причем большинство участков, пригодных для биоремедиации, относятся к территориям со средней степенью загрязнения, единичные – с высокой и очень высокой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хомич, В.С. Городская среда: геоэкологические аспекты: монография / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик и др. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 301 с.
2. Mench, M. Successes and limitations of phytotechnologies at field scale: outcomes, assessment and outlook from COST Action 859 // Journal of Soils and Sediments. – 2010. – № 10. – P. 1039–1070.
3. Kolbas, A. Bioremediation of metal contaminated soils using phytoextraction strategies and biomass production / A. Kolbas, M. Mench, N. Kolbas // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов IV Междунар. Науч.-практ. Конф., приуроч. К 1000-летию г. Бреста : в 2 ч. / Брест : БрГУ, 2019. – Ч.1 – С. 13–16.

Колбас А.П.¹, Колбас Н.Ю.^{2,3}, Дашкевич М.М.², Качанович П.В.²

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНЫХ ГЕОЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

*1 ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, aliaksandr.kolbas@gmail.com*

*2 ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г.
Брест, Республика Беларусь*

*3 ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, n.kolbas@gmail.com*

*The content of 10 heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Co, Cr, and Mo; ICP–AEC) in the soils as well as leaves and fruits of berry fields in the Brest region (Belarus) was determined. The coefficients of biological accumulation in leaves and fruits of *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Rubus subg. Eubatus* were calculated. Most of the studied fruits contain Mn, Zn and Fe, least of all – Co, Mo, Cr and Cd. The total content of essential elements in leaves ranged from 107.97 to 575.23 mg/kg DW, in fruits ranged from 68.24 to 382.18 mg/kg DW. The trends in the accumulation of metals by the fruits of various plant species were discussed.*

Значительная часть элементов-загрязнителей в настоящее время аккумулирована в компонентах лесных экосистем: почве, лесных подстилках, а также в самих живых

растительных объектах. Растения являются важным звеном, при участии которого экотоксиканты поступают из почвы, воды и воздуха по пищевым цепям в организм животных и человека. Актуальной задачей является оценка уровня содержания тяжелых металлов (далее – ТМ) и иных токсикантов в почвах и субстратах лесных экосистем, а также растительной продукции. В целом, изучение химического состава дикорастущих растений позволяет сделать выводы о степени антропогенной трансформации биогеохимических циклов на исследуемой территории и принять своевременные меры по предотвращению развития неблагоприятных ситуаций. Поэтому важнейшим этапом комплексного мониторинга природных экосистем является установление регионального фона для различных субстратов, организмов и продукции.

Согласно Государственному кадастру растительного мира среди представителей семейства *Ericaceae* Juss. в лесах Республики Беларусь видами пищевых растений со значительными запасами и перспективными для промышленных заготовок являются черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) [1]. Среди представителей семейства *Rosaceae* Juss. видом, с обеспеченной сырьевой базой для промышленного использования и перспективным для заготовки, является малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). Запасы земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) также достаточны для заготовок, а ежевики (*Rubus* subg. *Eubatus*) – незначительны или истощены нерациональным использованием, но их можно заготавливать в небольших объемах [1].

Целью данной работы является установление актуального фонового содержания ТМ в почвах ягодников, а также в плодах и листьях *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Rubus* subg. *Eubatus* в Брестском регионе.

Материалы и методы. Всего нами были изучены 29 ягодников, среди которых 8 – черничники, 7 – ежевичники, 6 – малинники, 5 – земляничники и 3 – брусничники. Образцы почв были отобраны согласно требованиям ГОСТа 17.4.4.02–84 с глубины до 20 см. Растительные образцы отбирали и высушивали до воздушно-сухого состояния, далее измельчали до частиц менее 1 мм. Для определения валового содержания ТМ химическое разложение почвы проводили согласно ISO 11466 смесью HNO₃ (14 M) и HCl (12 M) в соотношении по объему 1:3; для экстракции подвижных форм элементов применяли ацетатно-аммонийный буферный раствор (pH = 4,8). Пробоподготовку растительного материала проводили по ГОСТу 26929–94. Определение ТМ проводили методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) согласно ГОСТу ISO 22036–2014 с использованием спектрометра iCAP 7200 DUO (производство Thermo Scientific). С учетом валового содержания в почве были рассчитаны коэффициенты биологического накопления (далее – КБН) ТМ для листьев и плодов изученных растений.

Результаты и их обсуждение. Общее валовое содержание 10-и изученных ТМ в почвах исследованных ягодников варьировало от 1071,93 до 3662,45 мг/кг, а их подвижных форм – от 45,95 до 147,68 мг/кг. ТМ по валовому содержанию (в мг/кг) в почвах можно ранжировать в последовательности: Fe (577,12–7921,07) > Mn (6,31–266,14) > Zn (3,44–44,77) > Pb (3,68–15,21) > Cr (1,09–10,14) > Cu (0,23–8,31) > Ni (0,34–7,25) > Co (0,21–2,94) > Mo (менее 0,001–0,73) > Cd (менее 0,001–0,46). По содержанию подвижных форм в почвах ТМ можно ранжировать в следующей последовательности: Fe (7,05–363,7) > Mn (0,56–79,51) > Zn (0,47–20,64) > Pb (0,08–3,48) > Cu (0,03–0,76) > Ni (0,02–0,38) > Cr (0,02–0,21) > Cd (0,01–0,21) > Co (0,03–0,12). В изученных образцах концентрация подвижных форм Мо находилась за пределами чувствительности

прибора и составила менее 0,001 мг/кг. Отношение подвижных форм ТМ к их валовому содержанию варьировало от 0,012 (Fe) до 0,75 (Cd).

Для большинства стационаров содержание изученных элементов в почвах не превышает среднее фоновое значение для почв Беларуси [2] и согласуется с ранее полученными данными [3]; значение ПДК и нижние пороговые концентрации химических соединений не превышены. Из 29 изученных стационаров только 1 территория в Ивацевичском районе по содержанию ТМ в почвах наиболее отличается от средних фоновых значений. В почвах локаций Брестского, Жабинковский, Каменецкого и Кобринского районов содержание всех исследуемых элементов не превышало средние значения для фоновых территорий Республики Беларусь.

По среднему содержанию в сухих листьях (в мг/кг) изученные ТМ можно расположить в последовательности: $Mn > Fe > Zn > Cr \geq Cu > Ni > Pb > Cd > Mo > Co$; в плодах – $Mn > Fe > Zn > Cu > Ni > Cr \geq Mo > Cd > Co > Pb$. Семь (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Cr) из 10-и выявленных нами химических элементов являются эссенциальными. Общее содержание эссенциальных элементов для сухих листьев варьировало от 107,97 до 575,23 мг/кг (по данному параметру изученные виды различались незначительно), для сухих плодов – от 68,24 до 382,18 мг/кг.

В соответствии со средним суммарным содержанием эссенциальных элементов в сухих плодах изученные виды можно ранжировать следующим образом: *F. vesca* (202,22) > *R. Eubatus* (191,78) > *R. idaeus* (188,21) > *V. vitis-idaea* (119,05) > *V. myrtillus* (115,76). Отметим, что плоды изученных видов *Rosaceae* содержат суммарно больше эссенциальных элементов, чем плоды изученных видов *Ericaceae*. Так, Co выявлен в плодах *R. Eubatus* и *F. vesca* отдельных стационаров, а его концентрация в плодах *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea* и *R. idaeus* была менее 0,001 мг/кг. В малых количествах плоды и листья изученных растений содержат Mo.

Анализ КБН показал, что плоды *V. vitis-idaea* сильно накапливают Mn и Cu, а Fe, Zn, Cr, Ni, Pb, Co, Cd по отношению к данному растительному объекту являются элементами слабого накопления и среднего захвата. Показано, что условия произрастания в большей степени влияют на содержание в плодах Mn, Fe, Cu, Ni и Cr.

Работа выполнена в рамках НИР «Оценка загрязнения тяжелыми металлами и иными экотоксикантами почв, вод, биологических объектов природных и природно-техногенных геосистем юго-запада Беларуси и научное обоснование минимизации сопутствующих экологических рисков», № ГР 20210310, подпрограмма 10.1 ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда».

ЛИТЕРАТУРА

1. Масловский О., Левкович А., Чумаков Л. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь как инструмент управления его объектами // Наука и инновации. 2022. №2. С. 70–77.
2. Технический кодекс установившейся практики ТКП 17.03–06–2019 (33140). Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы). Утвержден и введен постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 14.01.2019, № 1–Т. – 22 с.
3. Мялик, А.Н. Субрегиональный природный фон содержания тяжелых металлов и микроэлементов в дерново-подзолистых почвах северо-западной части Припятского Полесья / А.Н. Мялик, М.М. Дашкевич // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2017. – №6 (105). – С. 37–43.

Константинов А.В., Пантелеев С.В., Падутов А.В.

САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

*ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, avkonstantinof@mail.ru*

The resistance of woody plants in urban ornamental plantings is closely related to a complex of edaphic and climatic factors. Maple, ash, pine, spruce, juniper, and arborvitae trees were studied. Genetic analyzes of the microflora and species composition of insect pests on some species of deciduous and coniferous ornamental plants cultivated in urban conditions have been carried out. The causative agents of infectious diseases (Phoma, Cyclaneusma, Hymenoscyphus, Alternaria, Cladosporium, Epicoccum), as well as a number of phytophages, including the invasive species Cinara cupressi, have been identified. It is necessary to develop a system of measures to biological control of plant pathogens and pests in city green spaces

Актуальной природоохранной задачей на урбанизированных территориях является организация системного мониторинга и надзора за состоянием древесных растений, составляющих основу городского озеленения. Неоднородность условий произрастания и интенсивная антропогенная нагрузка со стороны транспортной инфраструктуры, промышленных предприятий и строительных объектов, зачастую влекут проявление широкого спектра морфологических и физиологических нарушений. Контроль состояния и уход за объектами растительного мира в городской среде на современном этапе требует применения специальных знаний и навыков в области арбористики, дендрологии и фитопатологии.

В связи с использованием для озеленения большого числа видов древесно-кустарниковых декоративных растений, являющихся интродуцентами для территории республики, необходимо расширение представлений об их устойчивости, жизнеспособности и фитопатологическом состоянии вне климатического оптимума.

Следует отметить тесную взаимосвязь степени устойчивости древесных пород в зеленых насаждениях с комплексом эдафических и климатических факторов. Недостаточная влагообеспеченность, низкое плодородие и засоление почв в сочетании с резким колебанием сезонных температур, приводят к существенному ослаблению растений, что выражается в их отставании в росте, подверженности заселению вредителями и поражению патогенной микрофлорой.

Обследование объектов озеленения (скверы, придорожные рядовые посадки) проводили маршрутным методом, отмечая характер и возможные причины выявляемых повреждений. В декоративных насаждениях города Гомеля с лиственных и хвойных древесно-кустарниковых растений в декабре-мае отбирали экспериментальный материал (фрагменты одревесневших побегов, листву, хвою) с признаками инфекционного поражения (усыхание, побурение) и наличия вредителей. Исследовали деревья клена, ясеня, сосны, ели, можжевельника и туи. Всего исследовано более ста образцов растительного материала на предмет выявления возбудителей заболеваний и 23 образца фитофагов. В ходе камеральной обработки собранный растительный материал сортировали, стерильным лабораторным инструментом выделяя ткани имеющие различные поражения (лилово-бурые пятна,

древесина ран, фрагменты усыхающих боковых веточек и сухих листьев) в отдельные образцы, отдельно отбирали особей вредителей.

Фитопатологическое исследование выполнялось на основе молекулярно-генетических методов и включало следующие этапы: выделение суммарной ДНК из растительных тканей и насекомых модифицированным СТАВ-методом; проведение полимеразной цепной реакции с использованием набора Thermo Scientific DreamTaq Green PCR Master Mix (2X) и универсальных и видоспецифических праймеров для амплификации ITS-локусов рДНК грибов, 23S рДНК-локусов бактерий и COI мтДНК-локусов насекомых; электрофоретическое фракционирование продуктов ПЦР в 1,5% агарозном геле; секвенирование по Сэнгеру на базе генетического анализатора 3500 Applied Biosystems с использованием ПЦР-праймеров.

Интерпретация результатов осуществлялась в специальном программном обеспечении Sequencing Analysis 5.1.1. Молекулярно-генетическая идентификация видов осуществлялась в базе данных международного генного банка NCBI (Национальный центр биотехнологической информации, США).

В ходе исследования в экспериментальном материале идентифицированы насекомые-вредители, болезнетворные агенты грибной природы, а также непатогенная сапрофитная микрофлора.

Визуальный осмотр деревьев клена ясенелистного на пробной площадке в линейных посадках показал формирование большого количества прикорневой поросли. Наблюдали оголенные ветви в верхних частях крон, в нижних частях стволов отмечали трещины коры, что указывало на постепенное усыхание деревьев. В пробах древесины выявлен комплекс деструкторов древесины: грибы родов *Flagelloscypha*, *Merismodes* и *Cyphellopsis*, а также грибы рода *Phoma*, вызывающие сходную с возбудителем халарового некроза ветвей симптоматику: бурые вытянутые вдавленные пятна на стволиках и ветвях. Анализ образцов высечек свежих и подсыхающих листьев показал наличие микромицетов *Vishniacozyma foliicola* Q.M.Wang & F.Y.Bai (эндофит листьев), *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A.de Vries, *Epicoccum nigrum* Link. и *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. – сапрофиты, переходящие к паразитическому питанию при ослаблении растений, и ассоциированные с отмиранием побегов и ветвей у широкого спектра растений. Инфекция сохраняется в трещинах коры и растительных остатках (хвоя и др.).

На деревьях ясеня пенсильванского выявлены молодые побеги с усыхающими апексами, деформированными листьями и пятнами на покровах, а также краях коры у трещин. Проведение видоспецифической ПЦР-реакции выявило возбудителя халарового некроза ясеня – аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* Batal et al., а также *Phoma glomerata* (Corda) Wollenw. & Hochapfel – возбудитель фомоза лесных древесных растений, ассоциирован со «смертельной болезнью ясеня» (ash dieback disease). Обнаружен гриб *Knufia cryptophialidica* Hutchison & Unter. – эндофит растений, потенциальный фитопатоген, ассоциированный с галлами и опухолевыми образованиями на стволах лесных древесных растений.

В тканях ели, можжевельника и туи в местах повреждения коры также идентифицировано присутствие *A. alternata*. На фрагментах тканей с признаками потемнения древесины и усыхающих хвоинках идентифицированы представители родов *Cladosporium* и *Teratosphaeria*, заселяющиеся на фоне поражения насекомыми и других факторов ослабления растений.

На усохшей хвое сосны диагностирован комплекс фитопатогенных грибов *Lophodermium pinastri* Hosts. и *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter., вызывающих заболевания типа «шютте» (полное усыхание и опадение хвои).

Усыхание верхушек туи вызвано патогенным грибом *Phoma macrostoma* Mont. – возбудителем фомоза. Грибы рода *Phoma* – факультативные паразиты, которые повсеместно обитают в почве. У хвойных фомоз наиболее часто вызывают виды: *Ph. pomorum* Thü., *Ph. macrostoma* Mont., *Ph. herbarum* Westend. Симптоматика болезни слабо зависит от конкретного вида гриба.

В тканях сердцевинки побегов туи отмечены сапрофитные грибы семейства *Sporormiaceae* (виды родов *Preussia* и *Rousoella*), а также видовой комплекс эндофитных бактерий *Ralstonia pickettii* (Ralston.) Yabuuchi, не вредоносных для растений.

Среди выявленных насекомых-вредителей следует отметить ложнощитовок из рода *Parthenolecanium* и щитовки *Carulaspis juniperi* Bouche. На можжевельнике обнаружены крылатые формы тлей рода *Anoecia* и туевая тля *Cinara cupressi* Buckton., способная повреждать крупные экземпляры хвойных растений. Данный вид входит в число наиболее опасных инвазивных видов Европы в соответствии с критериями, используемыми Международным союзом охраны природы (МСОП).

Проведенные исследования показали наличие ряда возбудителей инфекционных заболеваний, спектра сапротрофной и условно патогенной грибной микрофлоры на хвойных и лиственных древесно-кустарниковых растениях.

Таким образом, городские зеленые насаждения могут являться потенциальными источниками распространения как местных, так и инвазивных видов микромицетов и фитофагов, что требует разработки системы мероприятий по регуляции численности фитопатогенов и вредителей, включая мониторинг состояния насаждений, проведение ухода и использование экологически безопасных биопрепаратов. Кроме того, целесообразно создание комиссий, в том числе межведомственных, включающих специалистов в области озеленения, защиты растений и садово-паркового проектирования, для решения вышеназванных задач.

Кориняк С.И.¹, Миркина Е.В.², Прасол В.П.², Сердюкова В.Д.²

АНАМОРФНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКАНСКОМ БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗАКАЗНИКЕ «СТИКЛЕВО»

1 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича

Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, SS70@mail.ru

2 ГУО «Средняя школа № 93 г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь, mirkina_71@mail.ru

Field works on collection of herbarium specimens at the territory of reserve «Stiklevo» was done. The visual observation was conducted by collection of affected plants. Investigations to identification of pathogen fungi on plants at the laboratory of mycology of Institute experimental botany were carried out. Ten places were observed where 22 species of plants from 12 families were collected. On those plants 29 species of pathogen fungi from 13 genera were identified.

Анаморфные микромицеты являются неотъемлемой составляющей природных экосистем и, на колонизируемых ими субстратах образуют своеобразные микокомплексы. В заказнике «Стиклево» состав анаморфных микромицетов характеризуется значительным видовым разнообразием, благодаря богатству и разнообразию флоры сосудистых растений. Сбор растений с признаками поражения осуществлялся в лесных фитоценозах Республиканского биологического заказника «Стиклево». Исследования по изучению фитопатогенных грибов проводились в

лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. Нижеприведенные виды грибов согласованы с международной микологической глобальной базой данных *Index fungorum*. Для уточнения видовых названий растений использована электронная база данных (MBG's electronic databases) *Tropicos*.

Acronium charticola (Lindau) W. Gams. На листьях *Convallaria majalis* (Lind.) Gams. (*Asparagaceae*). Смешанный лес. Квартал (далее – Кв.) 39.

Alternaria alternata (Fr.) Keissl. На листьях *Fragaria vesca* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Mycelis muralis* L. (*Asteraceae*). Смешанный лес. Кв. 40. На листьях *Quercus robur* L. (*Fagaceae*). Смешанный лес. Кв. 40. На листьях *Malus domestica* (Suckow) Borkh. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 44. На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45. На листьях *Plantago major* L. (*Plantaginaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45. На листьях *Veronica chamaedrys* Desm. (*Plantaginaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Trifolium alpestre* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Astragalus glycyphyllos* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48. На листьях *Potentilla erecta* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Alternaria tenuissima (Kunze) Wiltshire. На листьях: *Dryopteris cartusiana* (vill) IT.P Fuctis. (*Dryopteridaceae*). Смешанный лес. Кв. 43. На листьях *Clinopodium vulgare* L. Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Rubus saxatilis* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47.

Ascochyta majalis C. Massal. На листьях *Convallaria majalis* L. (*Asparagaceae*). Смешанный лес. Кв. 39

Aureobasidium pullulans (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud. На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45. На листьях *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47.

Cercospora convallariae Sawada. На листьях *Convallaria majalis* L. (*Asparagaceae*). Смешанный лес. Кв. 39.

Cladosporium herbarum (Pers.) Link. На листьях *Fragaria vesca* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Quercus robur* L. (*Fagaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Hieracium sylvularum* Jord. (*Asteraceae*). Смешанный лес. Кв. 40. На листьях *Succisa pratensis* Moench. (*Caprifoliaceae*). Смешанный лес. Кв. 43. На листьях *Vaccinium myrtillus* L. (*Ericaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45. На листьях *Plantago major* L. (*Plantaginaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45. На листьях *Trifolium alpestre* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Clinopodium vulgare* L. Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48. На листьях *Convallaria majalis* L. (*Asparagaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48. На листьях *Polygonum hydropiper* L. (*Polygonaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Phyllosticta argillacea Bres. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Rubus saxatilis* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. (*Rosaceae*).

Phyllosticta briardi Sacc. На листьях *Malus domestica* (Suckow) Borkh. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 44.

Phyllosticta cruenta (Fr.) J. Kickx. На листьях *Convallaria majalis* L. (*Asparagaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48.

Phyllosticta fusco-zonata Thüm. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48.

Phyllosticta gei Thüm. На листьях *Convallaria majalis* (Lind.) Gams. (*Asparagaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47.

Phyllosticta prunicola Opiz ex Sacc. На листьях *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47.

Phyllosticta salicicola Thüm. На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 45.

Phyllosticta sorbi Westend. На листьях *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39.

Ramularia arvensis Sacc. На листьях *Potentilla erecta* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Ramularia dryopteridacearum U. Braun. На листьях *Dryopteris cartusiana* (*Aspidiaceae*). Смешанный лес. Кв. 43.

Ramularia greviliana Jørst. На листьях *Fragaria vesca* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39.

Ramularia hieiracii (Bäumler) Jaar. На листьях *Hieracium sylvularum* Jord. (*Asteraceae*). Смешанный лес. Кв. 40.

Ramularia lactucae Jaar. На листьях *Mycelis muralis* L. (*Asteraceae*). Смешанный лес. Кв. 40.

Ramularia polygoni Pandotra & Ganguly. На листьях *Polygonum hydropiper* L. (*Polygonaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Ramularia rubi (Bubák) Karak. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Ramularia sorbi Karak. На листьях *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39.

Ramularia succisae Sacc. На листьях *Succisa pratensis* Moench. (*Caprifoliaceae*). Смешанный лес. Кв. 43.

Septoria veronicae Roberge ex Desm. На листьях *Veronica chamaedrys* Desm. (*Plantaginaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46.

Sporidesmium cladosporii Corda. На листьях *Trifolium alpestre* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 46. На листьях *Rubus saxatilis* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. На листьях *Trifolium alpestre* L. (*Fabaceae*). *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 47. *Potentilla erecta* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 61.

Stemphylium botryosum Wallr. На листьях *Fragaria vesca* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Malus domestika* (Suckow) Borkh. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 44.

Triposporium elegans Corda. На листьях *Malus domestika* (Suckow) Borkh. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 44.

Ulocladium atrum Preuss. На листьях *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*). Смешанный лес. Кв. 39. На листьях *Astragalus glycyphyllos* L. (*Fabaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48. На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Сосняк чернично-мшистый. Кв. 48.

В результате проведенных исследований в лесных фитоценозах Республиканского ландшафтного заказника «Стиклево», Колодищанского лесничества

на 22 видах растений из 12 семейств идентифицировано 29 видов анаморфных грибов из 13 семейств. Краткий обзор приведенных данных показывает многообразие микромицетов, видовую специализацию фитопатогена по отношению к колонизируемому растению-хозяину, и, как следствие, необходимость мониторинга видового состава микромицетов, фитопатологической ситуации, а также разработки методов борьбы с фитопатогенами грибами.

Кравчук Л.А., Яновский А.А., Баженова Н.М.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ГОРОДАХ

*ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, kravchu-k@yandex.by, yanouski@yandex.ru*

The conjugated processing of remote sensing data and GIS projects of the functional layout of cities was used to determine their vegetation structure in the context of geotechnical systems types (GTS). The approach on the basis of the vegetation indices (NDVI, LAI, CCC) and land surface temperature has been tested with large cities of Belarus (Minsk, Mogilev, Vitebsk). The green infrastructure of urbans GTS were determined and the correlations between vegetation indices, greenery and LST were assessed.

Исследования особенностей структуры и функционирования природных, природно-антропогенных комплексов в составе различных видов городских геотехнических систем (далее – ГТС) необходимы для оптимизации и планирования их развития с целью формирования устойчивой и безопасной городской среды.

В городах «зеленая инфраструктура» (система озелененных территорий) формируется из растительности различного генезиса и формы воспроизводства, где присутствуют как специально организованные для отдыха населения территории (парки, скверы, бульвары, насаждения в составе различных городских ГТС: жилой многоквартирной, жилой усадебной, производственно-коммунальной, общественной и специальной застройки, сельскохозяйственных земель, транспортных и др. и др.), так и природные или природно-антропогенные (городские леса, луга, болота, лесо-, лугопарки резервные озелененные территории и др.).

Для выявления структуры и особенностей функционирования растительного покрова в составе различных городских ГТС был использован сопряженный анализ данных ДЗЗ и ГИС-проектов, дифференцированных в разрезе функционально-планировочных выделов по видам и типам ГТС. Подход апробирован на примере крупных городов Беларуси – Минска, Витебска и Могилева [1, 2 и др.]. Проекты ГИС синхронизированы по времени с имеющимися снимками ДЗЗ. Выделение растительности и расчет NDVI, индекса листовой поверхности (LAI), содержания в пологе хлорофилла (CCC) и температуры поверхности (LST) выполнены по спутниковым снимкам Sentinel-2 и ASTER, подробности расчетов приведены в [1, 2]. Для дифференцированной оценки степени озелененности в разрезе видов ГТС использовалось отношение числа пикселей со значениями NDVI, соответствующих растительности ($>0,4$), к общему числу пикселей в выделе. Для городов построены дифференцированные в разрезе ГТС картосхемы степени озелененности,

выявлены особенности основных вегетационных индексов (NDVI, LAI, CCC) для различных ГТС [1, 2] (для Могилева см. рисунок 1, 2).

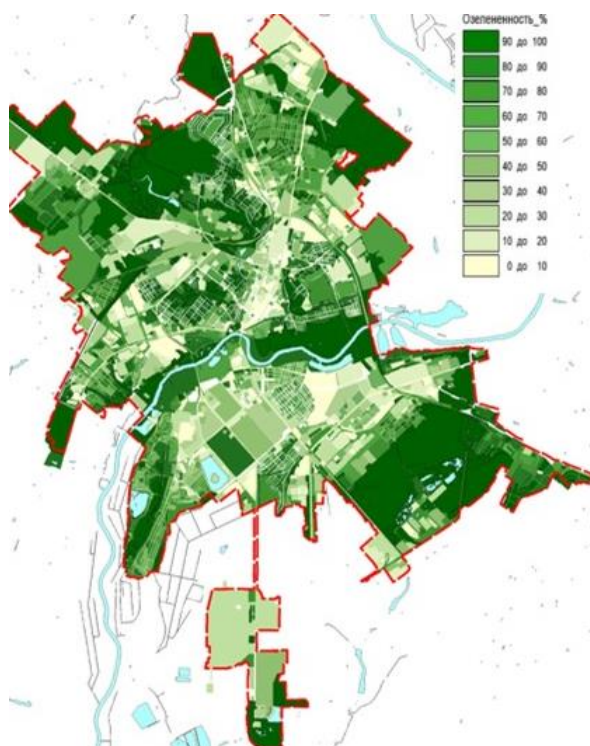
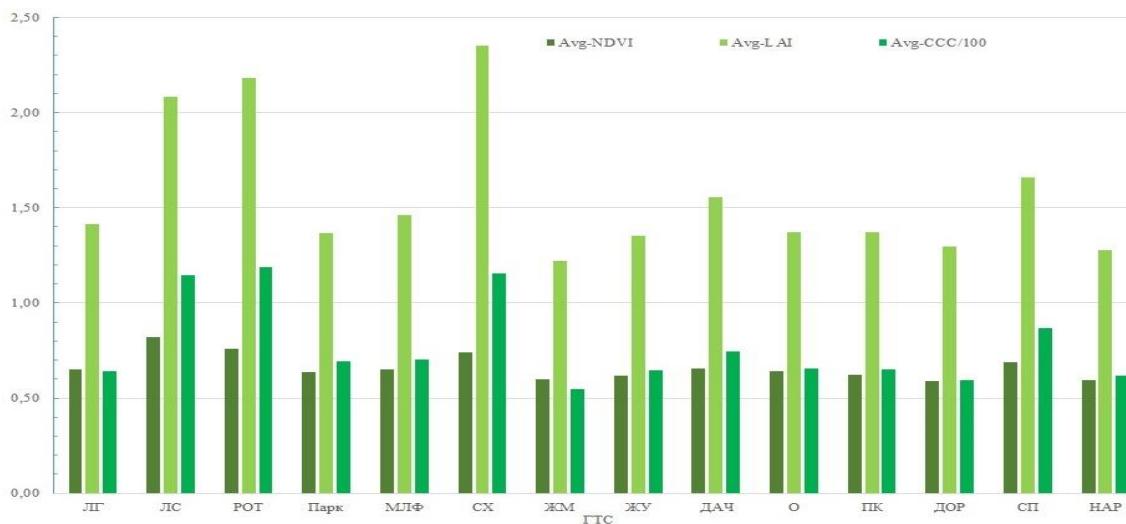


Рисунок 1 – Степень озелененности выделов различных видов ГТС в г. Могилеве (по данным Sentinel-2 с датой съемки 15.06.2019 г.)



Условные обозначения видов ГТС на рисунках 1, 2: в незастроенной части города: ЛГ – лугопарковые, ЛС – лесные, СХ – сельскохозяйственные, МЛФ – малые ландшафтные формы (скверы, бульвары и др.), РОТ – резервные озелененные территории; застройка: ЖМ – жилая многоквартирная; ЖУ – жилая усадебная; О – общественная, ПК – производственная и коммунально-складская, СП – специальная, ДАЧ – дачная; ДОР – дороги и транспортная инфраструктура; НАР – нарушенные участки (незавершенное строительство).

Рисунок 2 – Изменение вегетационных индексов (NDVI, LAI, CCC) в различных видах ГТС г. Могилева

Во всех городах выявлены высокие корреляционные связи температуры подстилающей поверхности (LST) с основными вегетационными индексами и степенью озелененности ГТС (например, для Могилева см. рисунки 3, 4).

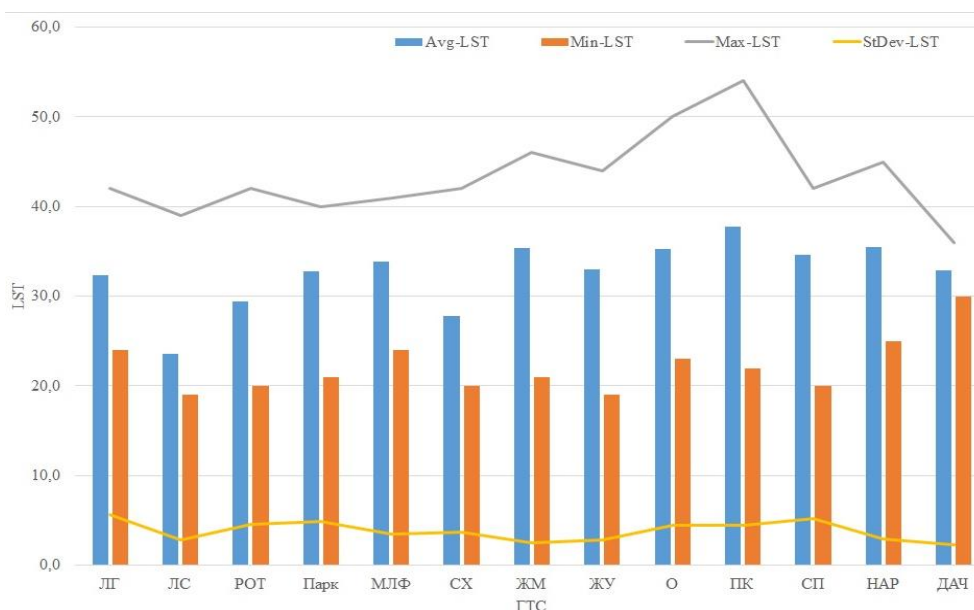


Рисунок 3 – Изменение LST в различных видах ГТС (на примере г. Могилева)

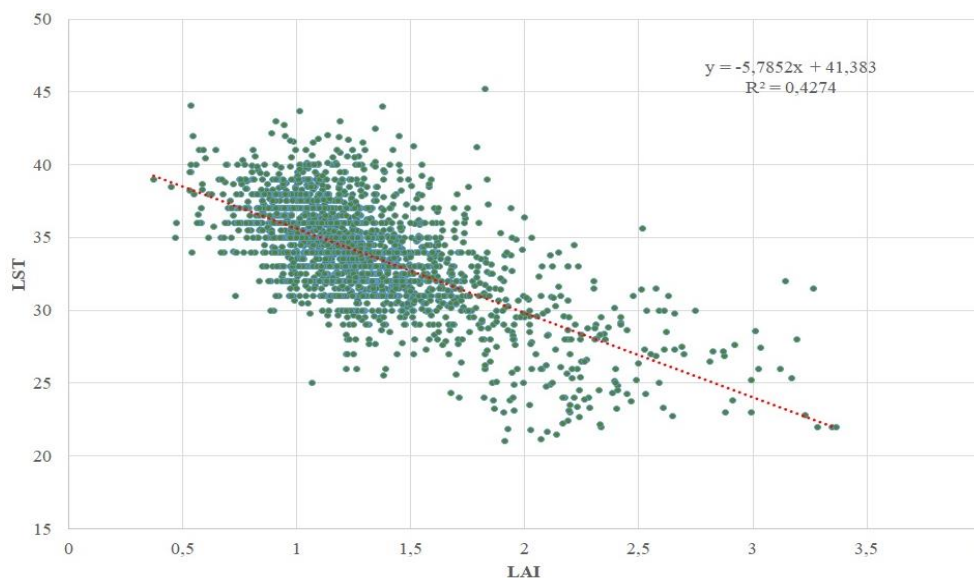


Рисунок 4 – Связь изменения LST_{avg} с LAI (на примере г. Могилева)

Использование предложенного подхода позволит выявлять в городах ослабленные и низкоэффективные насаждения, территории с высокими средоформирующими функциями (при выделении экологического каркаса, например), разрабатывать адресные мероприятия повышению экосистемных функций насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дифференцированная оценка зеленой инфраструктуры г. Минска с использованием данных дистанционного зондирования Земли / Л.А. Кравчук [и др.] // Природопользование. – 2019. – № 2. – С. 152–167.
2. Кравчук Л.А. Средоформирующие функции зеленой инфраструктуры города Витебска / Л.А. Кравчук [и др.]. // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 76–85.

Мейсунова А.Ф., Нотов А.А.

СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ИНДИКАТОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИШАЙНИКОВ

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Российская Федерация,
Meysurova.AF@tversu.ru

The full complementary analysis of physiological parameters and elemental composition enables researchers to correspond the level of species-impact tolerance to the integrity degree of its correlated system, to clearly recognise adjustment mechanisms and defense reactions. This approach is especially relevant in sorting out different tasks connected with the ecological physiology of lichens and bioindication.

В связи с интенсивным развитием экотоксикологии, биоиндикации и мониторинга усиливается интерес к анализу индикаторной способности разных видов лишайников [3, 5, 6]. Быстро формируются разделы экологической физиологии лишайников [1, 5]. Стала очевидной необходимость синтеза этих направлений, разработки подходов, позволяющих выявлять системные и функциональные факторы антропоустойчивости, учитывать их при оценке индикаторных свойств видов [4, 6, 7]. В этой связи актуально выяснение возможностей и перспектив развития сопряженного анализа физиолого-биохимических параметров и элементного состава лишайников с использованием комплекса спектральных методов [2–4].

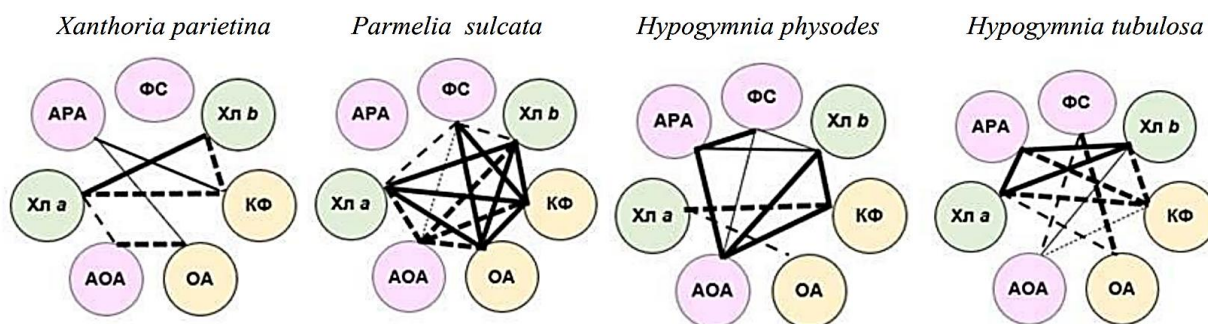
В рамках отмеченного подхода особый интерес представляет оценка уровня активности систем фотосинтеза и защиты, а также степени их сопряженности между собой и с характеристиками элементного состава. С учетом выбранных наиболее информативных физиолого-биохимических параметров нами осуществлен подбор необходимых методов спектрального анализа [2–4].

С помощью спектрофотометрического и амперометрического методов мы определяем уровни содержания хлорофиллов а и в (Хла, Хлв), фенольных соединений (ФС), коэффициенты феофетинизации (КФ), антиоксидантную (АОА) и антирадикальную активности (АРА). АЭС-ИСП-спектроскопия дает возможность полно и точно выявлять элементный состав, включая макро- и микроэлементы, тяжелые металлы и металлоиды.

Корреляционный анализ параметров позволяет выяснять специфику взаимосвязей, обуславливающую разные адаптационные и индикаторные возможности видов с различной степенью антропоустойчивости (рисунки 1, 2).

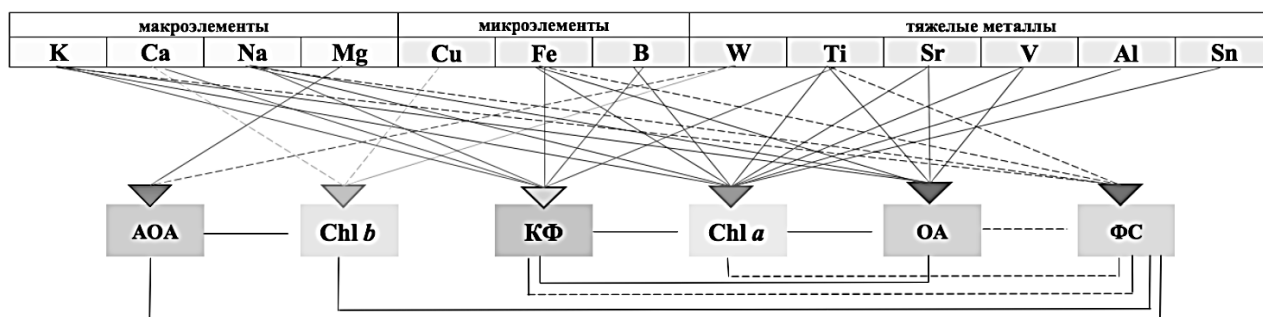
Например, при сопоставлении *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa* обнаружены существенные различия в характере и уровне взаимозависимости физиолого-биохимических показателей, их сопряженности с элементным составом, мерой поглощения металлов [3]. Отсутствие или наличие значимых взаимосвязей компонентов пигментной системы с параметрами системы защиты, прежде всего, с АРА, обуславливает разные адаптационные и индикаторные возможности. У *Parmelia sulcata* нами отмечена максимальная целостность системы корреляционных функциональных связей (рисунок 1). Однако не всегда слабая скоррелированность физиологических подсистем сочетается с невысокой антропоустойчивостью. Значительная устойчивость к загрязнению при низкой

целостности системы корреляционных связей у *X. parietina* обусловлена специфической защитой с участием антрахинонов.



прямые ($r > 0.9$ (—) и $0.8 < r < 0.9$ (—); обратные ($-1 < r < -0.9$ (- - -) и $-0.9 < r < -0.8$ (- - -)

Рисунок 1 – Корреляционные связи между физиолого-биохимическими характеристиками у разных видов лишайников



прямые $0.80 < r < 1$ (сплошные линии), обратные $-1 < r < -0.80$ (штриховые)

Рисунок 2 – Значимые корреляционные связи между физиолого-биохимическими параметрами и уровнями содержания элементов у *Hypogymnia physodes*

Сопряженный анализ физиологических параметров, элементного состава с учетом степени скоординированности разных функциональных подсистем и целостности системы корреляционных связей способствует выяснению специфики взаимодействия с экотоксикантами, механизмов адаптации и компенсаторных реакций [3]. Благодаря этому оценка индикаторных возможностей может быть основана на понимании системных и функциональных факторов его неустойчивости [4].

Этот подход позволяет существенно расширить спектр решаемых задач и возможных модельных видов лишайников. Развитие данного направления может способствовать формированию методических основ выявления новых индикаторов, детальному изучению функциональной динамики лишайников, выяснению физиологической специфики разных групп индикаторов, включая специализированные виды биологически ценных лесов (далее – БЦЛ), анализу роли вторичных метаболитов в обеспечении адаптации и устойчивости. Крайне интересно сопоставление таксономически близких, а также неродственных видов с различной антропоотолерантностью. Отдельной задачей может быть комплексное исследование индикаторов БЦЛ. Предварительные результаты свидетельствуют о том, что исключительная уязвимость сочетается у них с более низким уровнем функциональной скоординированности и невысокой целостностью системы корреляционных связей [4].

Таким образом, сопряженный анализ физиологических параметров и элементного состава с применением комплекса спектроскопических методов позволяет выявлять

роль внутренних факторов в обеспечении стабильности жизнедеятельности, механизмов адаптации. Это дает возможность оценивать индикаторное значение видов с учетом функциональной и системной обусловленности степени их чувствительности к различным вариантам воздействия. Актуально более широкое использование подхода при решении других задач экологической физиологией лишайников и биоиндикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головкин Т.К., Шелякин М.А., Пыстина Т.Н. Эколого-биологические и функциональные свойства лишайников таежной зоны Европейского Северо-Востока России // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 6–13.
2. Мейсунова А.Ф., Нотов А.А., Пунгин А.В., Скрыпник Л.Н. Комплексный физико-химический анализ лишайника *Hypogymnia physodes* в разных фитоценозах // Журн. прикл. спектр. 2020. Т. 87. № 5. С. 816–827.
3. Мейсунова А.Ф., Нотов А.А., Пунгин А.В., Скрыпник Л.Н. Применение методов оптической спектроскопии для анализа физиологических характеристик и элементного состава некоторых видов лишайников // Журн. прикл. спектр. 2021. Т. 88. № 5. С. 754–766.
4. Мейсунова А.Ф., Нотов А.А. Физиолого-биохимические характеристики некоторых пармелиевых лишайников с разной устойчивостью к антропогенному воздействию // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений. Минск: ИВЦ Минфина, 2023. С. 78–81.
5. Nash T.H. III (eds.). Lichen Biology. 2 ed. London: Cambridge University Press, 2008. IX, 486 p.
6. Port R.K., Käffer M.I., Schmitt J.L. Morphophysiological variation and metal concentration in the thallus of *Parmotrema tinctorum* (Despr. ex Nyl.) Hale between urban and forest areas in the subtropical region of Brazil // Environ. Sci. Pollut. Res. 2018. V. 25. № 33. P. 33667–33677.
7. Vannini A., Paoli L., Nicolardi V., Di Lella L.A., Loppi S. Seasonal variations in intracellular trace element content and physiological parameters in the lichen *Evernia prunastri* transplanted to an urban environment // Acta Botanica Croatica. 2017. V. 76. № 2. P. 171–176.

Пугачевский А.В.

ПРОБЛЕМНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ, ПРИВОДЯЩИХ К УНИЧТОЖЕНИЮ И/ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЮ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, teb_dir@biobel.by*

The classification of anthropogenic factors causing damage or destruction of living ground cover in natural phytocenoses is proposed. The classification is intended for use in forensic and legal practice.

Для обеспечения функционирования правовых механизмов обращения с объектами растительного мира, в частности живого напочвенного покрова, существующие классификации антропогенных факторов среды общего характера не вполне пригодны. Множественность этих классификаций затрудняет их применение, а использование разных толкований терминов может приводить к противоречивым или неадекватным правовым оценкам фактов нарушения этого специфического объекта.

Разработка проблемно ориентированной классификации антропогенных факторов, приводящих к уничтожению и/или повреждению живого напочвенного

покрова, пригодной для использования в правоприменительной практике, требует соблюдения определенных правил (принципов):

- простота для понимания широким кругом лиц, не являющихся узкими специалистами в области экологии, биологии, ботаники и т.д.;
- возможность использования с применением простых, как правило очевидных или не дорогих в определении индикаторов;
- однозначность используемого категориального аппарата, не позволяющего давать противоречивые трактовки;
- научная обоснованность, вытекающая из достоверных исследований;
- региональная специфичность, учитывающая особенности условий территории, в отношении которой классификация будет использоваться;
- предметная ориентация, т.е. включение в классификацию только целесообразных категорий, основанных на практике или вероятных правовых прецедентах.

В общем виде комплекс антропогенных факторов (воздействий на живой напочвенный покров) можно классифицировать по предмету воздействия, времени воздействия, характеру и степени повреждения объекта (живого напочвенного покрова), масштабу воздействия, источнику воздействия, ценности поврежденного (уничтоженного) объекта.

Ниже (таблица) приведен проект проблемно ориентированной классификации антропогенных факторов, приводящих к уничтожению и/или повреждению живого напочвенного покрова, включающая направления классификации, классификационные категории, а также их определения и/или комментарии к ним.

Таблица – Проблемно ориентированная классификация антропогенных факторов, приводящих к уничтожению и/или повреждению живого напочвенного покрова* (проект)

Факторы воздействия	Определения и примечания
Направление классификации – по предмету воздействия	
прямые (прямодействующие)	факторы, воздействие которых направлено непосредственно на ЖНП;
косвенные (действующие опосредованно)	факторы, воздействующие путем трансформации среды произрастания ЖНП или путем изменения силы воздействия прямодействующих факторов.
Направление классификации – по времени воздействия	
постоянные	факторы, действующие непрерывно и долговременно;
периодические	факторы, действие которых возобновляется время от времени случайным образом или по какому-либо закону (например, сезонно, по мере достижения критического уровня загрязнителя и т.п.);
единовременные	факторы, воздействующие однократно и кратковременно.
Направление классификации – по характеру и степени повреждения объекта	
частичное (повреждение)	повреждение, повлекшее частичную утрату ЖНП по площади и / или составу видов
полное (уничтожение) обратимое	полное уничтожение надземной и частично или полностью подземной части ЖНП с сохранением способности к его полному или частичному самостоятельному восстановлению к близкому к исходному состоянию в течение 1-2 сезонов вегетации
полное (уничтожение) необратимое	полное уничтожение ЖНП без сохранения способности к его самостоятельному восстановлению к близкому к исходному состоянию в течение 1-2 сезонов вегетации.
Направление классификации – по масштабу воздействия	
Несущественное	до 3 кв. м в одном фрагменте повреждения или до 10 – в нескольких;

Незначительное	до 30 кв. м в одном фрагменте повреждения или до 100 – в нескольких;
Значительное	до 1000 кв. м в одном фрагменте повреждения или до 10 га – в нескольких;
Весьма значительное	до 100 га;
Катастрофически значительное	более 100 га.
Направление классификации – по источнику антропогенного воздействия	
Агрозооогенные	– факторы, связанные с воздействием животноводства
– загрязнение	– загрязнение продуктами жизнедеятельности животных и сточными водами с животноводческих ферм
– деструкция ЖНП	– физическое воздействие на ЖНП животных при выпасе, прогоне скота, его содержании в летних лагерях
– деструкция почв	– физическое воздействие на среду произрастания ЖНП (почву) животных при выпасе, прогоне скота, его содержании в летних лагерях
Агрофитогенные	– факторы, связанные с воздействием растениеводства
– загрязнение	– воздействие при загрязнении минеральными удобрениями или средствами защиты растений
– деструкция ЖНП	– физическое воздействие на ЖНП при незаконной распашке, иных видах обработки почвы, заготовке кормов
– деструкция почв	– физическое воздействие на среду произрастания ЖНП (почву) незаконной распашке и иных видах обработки почвы
Техногенные химические	– химические воздействия, вызванные деятельностью промышленности и транспорта
– аэрогенные	– воздействие фитотоксичных веществ, поступивших с атмосферными аэрозолями, осадками, газами;
– гидрогенные	– воздействие фитотоксичных веществ, поступивших с поверхностными, сточными, паводковыми водами;
– свалка химически агрессивных отходов	– прямое механическое и химическое воздействие на ЖНП от свалочных масс
Техногенные механические	
– землеройная деструкция ЖНП	– повреждение / уничтожение ЖНП в результате незаконных земляных работ
– землеройная деструкция почв	– повреждение / уничтожение ЖНП вместе со средой его произрастания (почвой) в результате незаконных земляных работ
– строительная деструкция	– преобразование мест произрастания ЖНП в результате незаконного строительства (дорожного, гражданского, промышленного и проч.)
– свалка отходов производства	– погребение ЖНП под свалочными массами строительного мусора, отходов производства
Гидрогенные	– связанные с радикальным нарушением гидрологического режима;
– иссушение	– вызванное искусственным понижением грунтовых вод или перекрытием доступа атмосферных осадков иссушение ЖНП, ведущее к его деградации (повреждение) и гибели (уничтожение);
– затопление	– затопление ЖНП поверхностными, грунтовыми и сточными водами, ведущее к его гибели или радикальной деградации;
– подтопление	– подтопление ЖНП поверхностными, грунтовыми и сточными водами, ведущее к его гибели или радикальной деградации.
Пирогенные	– воздействия огня
– пожары лесные	– верховые пожары, низовые пожары средней и высокой интенсивности, ведущие к выгоранию ЖНП и лесной подстилки;
– пожары торфяные	– торфяные пожары с полным или частичным выгоранием торфяной залежи и ЖНП;
– сельхозпалы	– весенние палы высокой интенсивности;

– хозяйственно-пирогенные	– сжигание лесосечных и иных отходов производства, разогрев чего-либо с использованием открытого огня с нарушением норм законодательства;
– рекреационно-пирогенные	– разжигание костров в неустановленных местах.
Социально-коммунальные	
– рекреационные	– воздействие на ЖНП в процессе неурегулированной рекреационной и оздоровительной деятельности
– свалка отходов потребления	– погребение ЖНП под свалочными массами коммунальных отходов
Направление классификации – по экологической ценности поврежденного (уничтоженного) объекта воздействия – ЖНП	
Весьма ценный	Природный ЖНП с участием охраняемых растений (грибов), или произрастающий в составе редкого или типичного биотопа
Ценный	Природный (сформировавшийся без активного участия человека) ЖНП
Хозяйственно ценный	Хозяйственно трансформированный ЖНП (улучшенные сенокосы, пастбища, газоны и т.п.)
Малоценный	ЖНП с доминированием сорно-рудеральных растений
Не имеющий ценности	ЖНП с доминированием подлежащих истреблению (инвазивных, карантинных, наркотических) растений

Примечание: * ЖНП – живой напочвенный покров

Предложенная классификация нуждается в дальнейшей детализации и доработке в части определения критериев и индикаторов, которые необходимы для установления:

- самого факта повреждения или уничтожения живого напочвенного покрова;
- выявления конкретных масштабов его повреждения или уничтожения;
- точного (однозначного) установления причин, вызвавших повреждение или уничтожение живого напочвенного покрова;

- установления тяжести правонарушения в области обращения с объектами растительного мира с учетом ценности поврежденного или уничтоженного живого напочвенного покрова, возможности его самопроизвольного или искусственного восстановления;

- перехода от качественной оценки повреждения или уничтожения живого напочвенного покрова к расчету экономических (стоимостных) параметров на основе соответствующих нормативов.

Уточнения требуют также параметры, характеризующие масштабы и степень повреждения живого напочвенного покрова.

После соответствующей доработки классификация может быть использована в нормативных технических и правовых документах в сфере обращения с объектами растительного мира, в частности – живым напочвенным покровом.

Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б.

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННОЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ

*ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»,
n/o Успенское, Российская Федерация, 1986620@gmail.com, yu.b.glazunov@mail.ru*

The results of the dendrochronological analysis of the growth of forest crops of Larix decidua Mill. in the zone of influence of motor vehicle pollution of the territory near the Moscow Ring Road. The control area is located in forest crops, remote from highways. In plantations near the Moscow Ring Road, the annual growth of Larix decidua Mill. is on average 45 % of the growth in the control. With an increase in the distance from the roadbed by 1 meter, the annual growth of wood increases by 0,2 mm. The negative impact of the highway on the planting extends to a distance of about 40 m.

Влияние автомагистралей на рост и развитие лесных насаждений является многофакторным процессом и складывается из воздействия выхлопных газов автомобилей и противогололедных реагентов, содержащих широкую гамму токсических веществ. Московская кольцевая автомобильная дорога (далее – МКАД) является одной из самых загруженных магистралей, по ней передвигается около 9 тыс. автомобилей в час, в выхлопах которых насчитывается более 500 различных загрязняющих веществ.

Цель работы – оценка негативного влияния автотранспортного загрязнения МКАД на радиальные приросты древесины лесных культур лиственницы европейской, выявление зоны негативного воздействия.

Исследования проведены на четырех пробных площадях (далее – ПП). ПП 1 заложена в 8-летних многорядных лесных культурах; измерения проведены на расстоянии 15, 35 и 100 м (контроль) от МКАД. Повторный мониторинг осуществлялся через 5 и 10 лет. ПП 2 заложена в 55-летней однорядной посадке на расстоянии 18 м от МКАД, ПП 3 – в 62-летней на расстоянии 8 м. ПП 4 служит контролем и заложена в лесных культурах, удаленных от автомагистралей и населенных пунктов, созданных в конце 1850 – начале 1860 гг. известным лесоводом К.Ф. Тюрмером (Можайский р-н, Московская обл.). Возраст лиственницы европейской на ПП 4 в момент проведения работ 146 лет.

Для анализа радиальных приростов древесины отобраны дендрохронологические образцы (керны) буравом Пресслера с 6–8 деревьев на каждой ПП с максимальным и средним диаметром ствола на высоте 1,3 м. Деревья, имеющие максимальные параметры в наименьшей степени подвержены влиянию ближайших деревьев в насаждении. Изучение роста таких деревьев позволяет лучше оценить степень влияния внешних негативных факторов.

Керны сканировали с разрешением 1200 dpi. Ширину радиальных годовичных приростов ранней и поздней древесины измеряли с точностью $\pm 0,05$ мм с использованием программы Get Data Graph Digitizer 2.26.

На ПП 1 на расстоянии 15, 35 и 100 м от МКАД с интервалом 5 и 10 лет измерялись биометрические показатели лиственницы: высота и диаметр ствола, прирост верхушечного и боковых побегов, длина и вес 100 хвоинок.

Влияние МКАД негативно отразилось на всех биометрических показателях роста и развития лиственницы европейской. Выявлено, что зона влияния автомагистрали на насаждение лиственницы составляет около 40 м.

Статистический анализ показал, что различия между ежегодными радиальными приростами древесины у деревьев максимального и среднего диаметра на всех ПП составляют 20–38% и статистически достоверны в течение всего периода наблюдений (t -критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$ от 6,9 до 12,0 при $t_{0,05} = 2,01$).

Ежегодный радиальный прирост древесины лиственницы европейской на всех участках вблизи МКАД и контроле плавно снижается до возраста около 20–30 лет, затем колебания приростов незначительны.

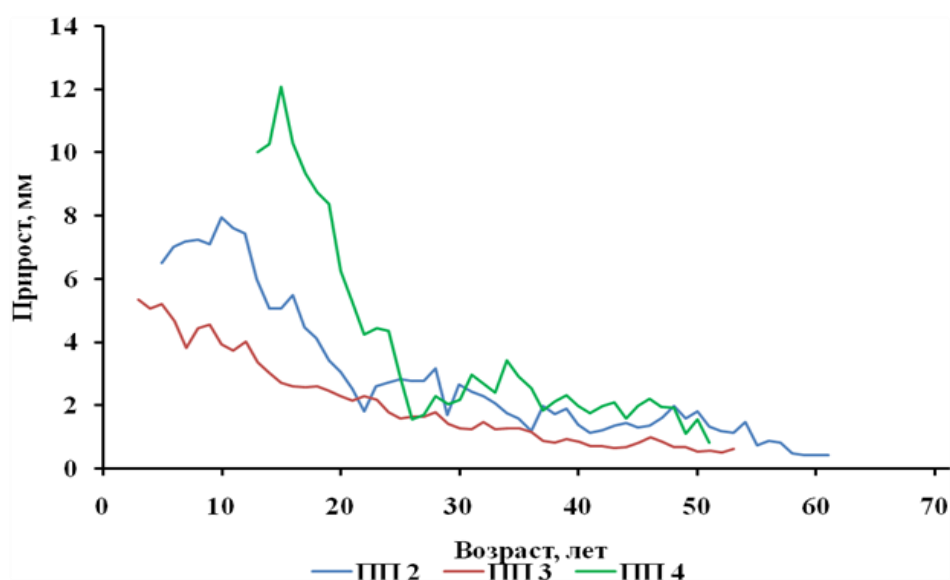


Рисунок – Радиальные приросты лиственницы европейской у деревьев с максимальным диаметром ствола

В возрасте от 20 до 55 лет средний прирост лиственницы европейской вблизи МКАД составляет 43–47% прироста на контроле.

Радиальный прирост древесины на расстоянии 8 м от полотна автотрассы на 34% ниже, чем на расстоянии 18 м. При увеличении расстояния насаждения от МКАД на 1 м происходит увеличение годового прироста лиственницы на 0,2 мм.

В лесных культурах лиственницы европейской на участках вблизи МКАД преобладают приросты ранней древесины – в среднем 68% годового прироста, на контроле – лишь 49%. Более высокие приросты ранней древесины вблизи автотрассы могут быть связаны с лучшей освещенностью насаждения, большим количеством влаги, поступающей в почву при таянии снега, накапливающегося на границе насаждения и способствующее меньшему промерзанию и более раннему оттаиванию почвы и, как результат, более раннему началу вегетации.

Проведен анализ влияния метеорологических факторов на рост лиственницы европейской в условиях Москвы. Расчеты показали слабую связь между величиной годового радиального прироста лиственницы европейской и количеством осадков за год (коэффициент корреляции $r=0,35$) и очень слабую с гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова – интегральным показателем увлажненности ($r=0,19$) и с суммарным количеством тепла более 10° ($r=0,17$).

Установлено, что приросты ранней древесины наиболее тесно связаны с количеством осадков в весенне-летний период. Коэффициент корреляции между суммарным количеством осадков в мае, июне и июле равен 0,33 и достоверен при уровне вероятности 0,05. При этом наиболее тесная связь отмечается с осадками в июле ($r=0,36$), что связано, возможно, со значимостью осадков при высоких температурах этого месяца. Связь с осадками мая и июня недостоверна ($r=0,17$). Приросты поздней древесины лиственницы в значительной степени определяются количеством тепла в августе и сентябре. Наибольший коэффициент корреляции по абсолютному значению отмечен между величиной прироста и суммой средних суточных положительных температур за эти месяцы; составляет $r=-0,44$ и достоверен при вероятности 0,01. Повышение среднемесячных температур во второй половине вегетационного периода отрицательно сказывается на приросте поздней древесины.

Сидорова О.В.¹, Чуракова Е.Ю.², Кочерина Е.В.¹

МОНИТОРИНГ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

1 ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Российская Федерация, ovsidorova@yandex.ru

2 ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук», г. Архангельск, Российская Федерация, Alex0000001@yandex.ru

During of the long-term monitoring of forest and bog ecosystems in the zone of influence of the Lomonosovsky GOK (Arkhangelsk region), dynamic changes in the ground cover were established. In pine forests of lichens and sedge-cotton grass-sphagnum communities, degradation of the moss-lichen cover was revealed.

Месторождение алмазов имени М.В. Ломоносова расположено в пределах Беломорско-Кулойского плато (Архангельская обл.), в северной подзоне тайги (полосе притундровых лесов). Преобладающие в ландшафте лесные и болотные экосистемы характеризуются высокой уязвимостью по отношению к антропогенному воздействию. Освоение месторождения сопровождается сведением лесов, изменением гидрологического режима и всех составляющих водного и теплового баланса.

На территории горно-обогатительного комбината (далее – ГОК) организована сеть мониторинга компонентов окружающей природной среды, в том числе растительности и флоры. В период с 2005 по 2022 гг. в пределах постоянных пунктов контроля проводятся ежегодные наблюдения за состоянием растительных сообществ сотрудниками и студентами кафедры ботаники и общей экологии Поморского государственного университета, ныне – кафедры биологии, экологии и биотехнологии Северного (Арктического) федерального университета.

В рамках данного исследования проанализированы результаты наблюдений изменений напочвенного покрова в сообществах лишайниковых сосняков и верховых болот в зоне воздействия комбината. Исследования экосистем проводили на серии постоянных пробных площадей, размером 0,25 га, расположенных на разном расстоянии от комбината в пределах импактной и фоновой зон. Характеристики напочвенного покрова определяли на регулярно расположенных площадках 1 м² (по 20 на каждой пробной площади).

Сосняки лишайниковые вблизи комбината приурочены к возвышенным элементам рельефа, для них характерен слабо выраженный микрорельеф, представленный валежом и небольшими приствольными повышениями. Древесный ярус образован *Pinus sylvestris* с примесью *Betula pendula* (или *B. pubescens*). Высота древостоя варьирует от 16,5 м до 22,8 м. Сомкнутость крон низкая (0,3–0,4). Подрост редкий или средней густоты, представлен преимущественно *Pinus sylvestris* с примесью *Betula*, *Populus tremula* и *Picea*. Подлесок на большинстве пробных площадей отсутствует или редкий (из *Juniperus communis*, *Salix caprea* или *Sorbus aucuparia*). По общему покрытию, составу доминантных видов травяно-кустарничковый ярус сосняков лишайниковых в фоновой и импактной зонах существенно не различается.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса варьирует на пробных площадях от 20 до 25%. Число видов, слагающих ярус – от 4 до 10. В сложении яруса

преобладают кустарнички *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum hermaphroditum*. В период с 2005 по 2022 гг. устойчивых тенденций в изменении показателей обилия отдельных видов растений травяно-кустарничкового яруса не отмечено. В то же время при анализе многолетних изменений средней высоты яруса выявлена тенденция последовательного статистически значимого снижения данного показателя на всех пробных площадях, как на фоновой, так и на импактной территории. Следует отметить, что в сообществах импактной зоны средняя высота яруса в 1,5 раза ниже, чем фоновой. Наблюдаемое снижение показателя средней высоты обусловлено статистически достоверным уменьшением высоты видов рода *Vaccinium*.

Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса составляет от 70 до 95%, количество видов – от 15 до 24. Доминируют типичные лесные виды мхов *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi* и лишайников (*Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*). Существенных изменений общего проективного покрытия мохово-лишайникового яруса не наблюдали ни на одной из пробных площадей за весь период наблюдений. Однако в последние 10 лет отмечено снижение проективного покрытия лишайников, которое наблюдается как в импактной, так и в фоновой зоне. В импактной зоне оно уменьшилось на 15–20%, в фоновой – на 10%. Соответственно те же значения характеризуют рост проективного покрытия зеленых мхов. Существенно сократилось покрытие кустистых лишайников (*Cladonia sylvatica* и *C. stellaris*), возросло покрытие мезофитных видов мхов (*Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*). На импактной территории в составе яруса появились виды мхов, которые характерны для минерализованных участков грунта (*Pohlia nutans*, *Polytrichum piliferum*, *Ceratodon purpureus*), пока их покрытие составляет менее 0,1%. Кроме того, в импактной зоне выявлена тенденция снижения высоты мохово-лишайникового яруса – в первые 5 лет наблюдений (с 2005 по 2009 гг.) она была выше, чем в последние (с 2017 по 2022 гг.) и это различие статистически значимо.

Болота являются неотъемлемым компонентом северотаежных ландшафтов, достаточно большую площадь занимают они и в исследованном районе, представляя собой важный объект экологического мониторинга. Территория месторождения относится к болотной провинции, в которой господствуют печорско-онежские грядово-мочажинные сфагновые олиготрофные (верховые) болота. Олиготрофные осоково-пушицево-сфагновые болота располагаются в основном в межгрядных понижениях и имеют небольшую площадь. Древостой редкий, из *Pinus sylvestris*. Кустарниковый ярус представлен *Betula nana*, которая распространена неравномерно, ее покрытие в пределах пробных площадей варьирует от 10 до 20%.

Травяно-кустарничковый ярус выражен хорошо, его проективное покрытие на разных площадях – от 45–50 до 50–55%, количество видов – от 9 до 14. В составе яруса доминирует *Eriophorum vaginatum*, значительное обилие имеют виды рода *Carex*. В период с 2005 по 2022 гг. в болотных фитоценозах отмечены флуктуации покрытия и высоты отдельных видов, которые были обусловлены, прежде всего, изменением степени увлажнения участков. Однако в последние пять лет отмечена тенденция статистически достоверного снижения показателя средней высоты травяно-кустарничкового яруса в импактной зоне.

Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса в начале периода наблюдений варьировало от 98 до 95%, количество видов – от 7 до 16. В составе яруса доминировал *Sphagnum fuscum*. Сфагновые мхи на всех пробных площадях значительно преобладали над зелеными мхами. Также в составе яруса на микроповышениях встречались лишайники. Анализ многолетних изменений общего проективного

покрытия мохово-лишайникового яруса показывает, что на фоновых пробных площадях оно оставалось стабильным, или изменения были статистически незначимы. В импактной зоне выявлена тенденция уменьшения покрытия, на одной из площадей, которая расположена вблизи дороги, оно снизилось с 90–95% в начале наблюдений до 20% в 2022 г. На всех пробных площадях, как в импактной, так и в фоновых зонах произошло снижение покрытия типичного вида олиготрофных болот – *Sphagnum fuscum*, при этом возросло покрытие зеленых мхов или более мезотрофных сфагнов (чаще всего *Sphagnum angustifolium*). Существенные изменения общего видового состава отмечены, лишь для одной площади в импактной зоне. Здесь произошло полное исчезновение большинства видов напочвенных лишайников (5 видов) и *Sphagnum fuscum*, покрытие которого на период начала наблюдений превышало 50%. Появились пионерные виды зеленых мхов (*Bryum caespitosum*, покрытие 10%, *B. lonchocaulon*, *Ceratodon purpureus*, *Pohlia nutans*). Изменение высоты яруса в начальный и конечный периоды наблюдений для пробных фоновых площадей незначительно и статистически незначимо. В импактной зоне высота яруса в первые 5 лет (с 2005 по 2009 гг.) была достоверно выше, чем в последние 5 лет наблюдений (с 2017 по 2022 гг.).

Таким образом, в ходе многолетних наблюдений на территории месторождения алмазов имени М.В. Ломоносова в сосняках лишайниковых и олиготрофных сфагновых болот выявлена тенденция статистически значимого снижения показателя средней высоты травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов как в импактной, так и фоновых зонах. Состав и покрытие видов травяно-кустарничкового яруса существенно не изменились. В то же время в сообществах импактной зоны отмечены существенные изменения в мохово-лишайниковом покрове, связанные с уменьшением покрытия яруса и покрытия синузии лишайников, увеличением доли мезофитных видов мхов.

Судник А.В., Вознячук И.П.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. МИНСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

Results of monitoring of green plantings on lands of settlements – one of the directions of vegetation monitoring of the National environmental monitoring system in the Republic of Belarus are presented. The results of observations indicate that state of urban plantings depends primarily on their functional category (purpose), as well as on a complex of unfavorable factors (the impact of the urban environment and extreme natural phenomena).

Современные экологические условия придают особую значимость вопросам содержания зеленых насаждений на землях населенных пунктов, которые невозможно решить без оценки текущего состояния растительности. Наиболее актуальная проблема – выявление факторов, оказывающих отрицательное влияние на состояние, и оценка степени адаптации и устойчивости зеленых насаждений к ним. Знание закономерностей развития зеленых насаждений в различных условиях и применение системы мероприятий по поддержанию их устойчивости позволят поддерживать

насаждения, способные выполнять возложенные на них функции. Рекомендации по содержанию зеленых насаждений должны учитывать особенности конкретной территории и опираться на результаты мониторинговых наблюдений, позволяющих выявить фактические и потенциальные угрозы, снижающие функциональную значимость этих насаждений, их эстетическую ценность.

В Республике Беларусь мониторинг зеленых насаждений на землях населенных пунктов (далее – МЗННП) – одно из направлений мониторинга растительного мира, который в свою очередь является одним из видов Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС) [1, 2]. Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе НСМОС (утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 12.10.2012 № 52) устанавливает порядок проведения работ по МЗННП в рамках НСМОС, количество и места расположения пунктов наблюдений, технологию работ по организации и проведению мониторинга, перечень обязательных параметров и периодичность наблюдений, определяет организации, осуществляющие мониторинг, а также порядок и сроки представления мониторинговой информации [3]. Методика проведения мониторинга МЗННП в составе НСМОС утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 № 405 [4]. МЗННП призван обеспечить контроль за состоянием зеленых насаждений как одним из условий комфортной среды жителей города и доступ заинтересованных лиц к получаемой в ходе исследований информации.

По результатам мониторинговых наблюдений в период 2007–2022 гг. проведен анализ динамики состояния зеленых насаждений и отдельных деревьев на землях различных категорий в г. Минске. Обследовано и проанализировано состояние 1463 дерева, принадлежащих 22 видам, произрастающих вдоль улиц и дорог, на бульварах, в скверах и парках. Текущее состояние зеленых насаждений на землях населенных пунктов можно признать удовлетворительным.

Различия в состоянии зеленых насаждений проявляются в первую очередь в зависимости от категории насаждений. В наибольшей степени деревья повреждены вдоль дорог и на бульварах, где эффект влияния городской среды усугубляется последствиями автодорожного и рекреационного воздействия, как прямого – загрязнители, поступающие с выхлопными газами автомобилей, так и косвенного, связанного с технологией содержания дорог (особенно в зимний период). Кроме загрязнения к основным причинам ослабления насаждений вдоль дорог можно отнести: неправильный подбор ассортимента устойчивых к загрязнению видов; неблагоприятные условия роста (аномальные тепловые поля от сетей инженерных коммуникаций, освещение в ночное время, выращивание деревьев в малогабаритных «лунках» среди асфальтобетонного или плиточного тротуарного покрытия и др.); энтомо- и фитоповреждения зеленых насаждений; несоблюдение требований по созданию и уходу (обрезка корней, повреждение коры при стрижке газонов и др.) за зелеными насаждениями.

Вдоль дорог древостои категории «здоровые» в 2022 году не выявлено. Деревья березы бородавчатой и липы мелколистной характеризуются как «здоровые с признаками ослабления». В категорию «ослабленные» перешли насаждения из клена платановидного. Состояние конского каштана обыкновенного в придорожных насаждениях практически не изменилось, индекс состояния оценивается как «ослабленный». Отмечены лишь некоторые улучшения в состоянии липы мелколистной по сравнению с данными предыдущих наблюдений. По сравнению с 2015 г. жизненное состояние зеленых насаждений вдоль дорог и на бульварах незначительно улучшилось,

вероятнее всего, за счет увеличения качества уходов за деревьями на этих территориях (удалением усыхающих и сухостойных, обрезкой сухих ветвей, обновлением насаждений) (таблица). На бульварах отмечается значительное улучшение состояния липы мелколистной и дуба черешчатого – они перешли в категорию «здоровые с признаками ослабления». К «поврежденным» на бульварах относятся деревья клена платановидного, к «здоровым» – конского каштана обыкновенного.

Индекс жизненного состояния деревьев в парках снизился до категории «здоровые с признаками ослабления» – в прошлом состоянии деревьев характеризовалось как «здоровое». Насаждения скверов в 2022 г. относятся к категории «ослабленные» (таблица). Древостой березы бородавчатой и липы мелколистной являются здоровыми с признаками ослабления. Состояние липы улучшилось по сравнению с данными предыдущих наблюдений. В категорию ослабленных перешли насаждения из клена платановидного. Состояние конского каштана обыкновенного в придорожных насаждениях практически не изменилось, индекс состояния оценивается как «ослабленный».

Таблица – Жизненное состояние деревьев различных пород в зеленых насаждениях г. Минска по результатам мониторинга

Древесная порода	Индексы состояния насаждений											
	Вдоль дорог			Бульвары			Скверы			Парки		
	2007	2015	2022	2007	2015	2022	2007	2015	2022	2007	2015	2022
Береза повислая	86	96	81	–	–	–	97	97	80	96	97	89
Конский каштан обыкновенный	67	72	73	73	89	91	93	77	90	86	81	94
Клен платановидный	68	85	78	60	82	69	85	88	80	96	100	82
Липа мелколиственная	68	77	81	50	66	85	70	92	80	91	94	81
Дуб черешчатый	–	–	–	66	70	85	–	–	–	–	–	–
Ель европейская	–	–	–	77	87	88	84	73	–	–	–	–
Сосна обыкновенная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	91	91	87
В среднем	71	78	79	65	79	82	78	87	78	92	92	82

Примечание: категории жизненного состояния насаждений в соответствии с [5]: 90–100 – здоровые; 80–89 – здоровые с признаками ослабления; 70–79 – ослабленные; 50–69 – поврежденные;

Снижение устойчивости насаждений является результатом воздействия непосредственно на деревья и среду их произрастания комплекса негативных факторов урбанизированной среды, а также определяется высоким возрастом многих древостоев и несоблюдением технологии их содержания. По результатам мониторинга 16,8% обследованных деревьев требуют проведения неотложных мероприятий по снижению аварийности. Падение деревьев можно предупредить в результате регулярного их обследования службами, ответственными за состояние зеленых насаждений, принятия своевременных мер по лечению и повышению их устойчивости и удалению в случае, если проведение мероприятий не будет иметь восстанавливающего эффекта.

Фитосанитарное состояние деревьев зависит в первую очередь от породного состава и категории насаждений. Комплекс листогрызущих насекомых более развит в скверах, здесь более 40% деревьев имеют следы жизнедеятельности энтомофитовредителей. Меньшая степень развития комплекса повреждающих листву насекомых в придорожных насаждениях объясняется фактором неблагоприятной экологической обстановки, связанной с загрязнением воздушной среды автотранспортом. В

придорожных насаждениях преобладают насекомые-вредители, причиняющие повреждения минирующего характера (каштановая минирующая моль и липовый минирующий пилильщик). Комплекс насекомых-галообразователей развит слабо. Тля и паутинный клещик (группа сосущих насекомых-вредителей листвы) чаще встречаются в придорожных насаждениях и скверах.

Во всех городах Беларуси в последние десятилетия из всех известных способов формирования кроны деревьев практикуется обрезка, предполагающая ее полное удаление. Обрезка проводится без учета породы, возраста, состояния кроны и дерева в целом. Считаем, что такая обрезка наносит ряд неблагоприятных повреждений физиологического и механического характера и не имеет никакого отношения к омоложению или улучшению состояния дерева. Удаление кроны у спелых деревьев (40–60 лет) снижает их средостабилизирующее значение на несколько (до 5) лет, способствует ряду заболеваний отдельных частей дерева и в отдельных случаях являться причиной их гибели. Согласно наблюдениям, до 10% деревьев, подвергшихся обрезке, независимо от породы не дают новых побегов, в последующие годы процент усыхающих деревьев увеличивается. В группе таких деревьев низший балл эстетической оценки характерен почти для каждого десятого обследованного дерева.

Улучшению состояния, эстетических свойств и функционального значения зеленых насаждений на землях населенных пунктов будет способствовать научно обоснованная, своевременно и качественно проводимая система мероприятий по подбору древесных пород, уходу за зелеными насаждениями и поддержанию их устойчивости, а результаты мониторинга позволят своевременно корректировать проектные решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь О растительном мире от 14 июня 2003 г. № 205-з.
2. Постановление Совета Министров от 14.07.2003 г. № 949 «О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь».
3. Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира. – Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Минск: 2012. – 18 с. <https://monitoring.basnet.by/wp-content/uploads/Instrukciya-o-MRM-Postanovlenie-52-1.pdf>
4. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / под ред. А.В.Пугачевского. – Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2011. – 165 с
5. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев, О.Г. Чертов, С.А. Сергейчик и др.; под ред. В. А. Алексеева; АН СССР, Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова. – Ленинград : Наука, 1990. – 197 с.

Судник А.В., Вознячук И.П., Шавалда Е.С., Владимирова И.Н., Голушко Р.М.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОДОРОГИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 20-ЛЕТНИХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

The article presents dynamics of state of forest and protective tree plantations along Minsk Ring Road based on the results of monitoring observations for 20-years periods. It was established, that salt pollution in terms of scale and intensity becomes one of the main causes of vegetation

degradation along Minsk ring road. The plantations surveyed during this period are assessed in average as «damaged» (index of vital condition – 66.2%).

Минская кольцевая автомобильная дорога (далее – МКАД) является самой техногенно нагруженной автодорогой в Республике Беларусь и одной из улиц г. Минска. МКАД имеет протяженность 56,4 км и была полностью реконструирована по параметрам I категории в 1999–2002 гг. В настоящее время на отдельных участках этой дороги интенсивность движения превышает 100 тыс. авт./сутки и с учетом дальнейшего развития города будет только увеличиваться. Создается не вполне благоприятная экологическая обстановка в связи с приближением к жилой застройки г. Минска. Озелененные территории вдоль МКАД испытывают негативные воздействия выбросов от передвижных источников загрязнения, избыточного внесения хлорида натрия в качестве противогололедных реагентов (далее – ПГР) в зимний период, изменений режимов среды при строительных работах, реконструкции дороги, вследствие повышенной рекреационной нагрузки на зеленые насаждения, экстремальных проявлений погодно-климатических факторов и прочего. Все это в комплексе отрицательно сказывается на состоянии растений, защитных и эстетических свойствах придорожных насаждений.

Для оценки состояния лесных и защитных древесных насаждений вдоль МКАД с 2004 г. регулярно проводилось обследование опушечных деревьев (на глубину 1–2 дерева от опушки) по обе стороны от дороги. В совокупности ежегодно оценивалось состояние около 10 тысяч опушечных деревьев 15 древесных пород. Особое внимание уделялось местоположению дороги в рельефе относительно прилегающих к ней насаждений.

Оценка состояния деревьев и древостоев проводилась в соответствии с методикой мониторинга защитных древесных насаждений, который является одним из направлений мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (утв. постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 № 405) [1].

За период наблюдений 2004–2022 гг. средний индекс жизненного состояния (далее – ИС) деревьев в опушечной полосе вдоль МКАД составил 66,2% (древостои в целом «поврежденные»), варьируя по отдельным годам от 48,2% («сильно поврежденные») до 78,1% («ослабленные»); в 2022 году – 70,3% (древостои ослабленные). Хуже всего состояние в 2004–2006 гг. (ИС 48,2–51,8%), что связано с адаптацией опушечных деревьев к новым экотонным условиям и техногенному воздействию автодороги после окончания в 2003 г. ее реконструкции и полной загрузки (рисунок 1). Ухудшение состояния в 2006 и 2010 гг. (ИС 48,2 и 51,5%, соответственно) связано с превышением нормы внесения ПГР в зимний период в 2 и более раз. Древостои в период 2008, 2013–2016, 2020–2022 гг. характеризуются как «ослабленные», а в 2012, 2017–2019 гг. как «поврежденные». Ухудшение состояния в 2017–2019 гг. связано с погодно-климатическими условиями: из-за ранней весны и долгого отсутствия дождей в начале вегетации, попавшие в зимний период на побеги растений компоненты ПГР не были смыты дождями, что привело к повреждению распускающихся почек, и в целом негативно отразилось на состоянии произрастающих на опушках деревьев. Ухудшение состояния в 2021–2022 гг. связано с внесением необоснованно большего количества ПГР, чем в предыдущие годы. Коэффициент корреляции между индексом жизненного состояния и количеством высыпанных на МКАД ПГР (в пересчете на чистую соль) составил: за период 2004–2017 гг. = -0,84; за

период 2004–2022 гг. = -0,59. Таким образом, состояние деревьев на опушках зависит от количества высыпаемой соли, а в последние годы – еще и аномально засушливого весеннего периода в начале вегетации.

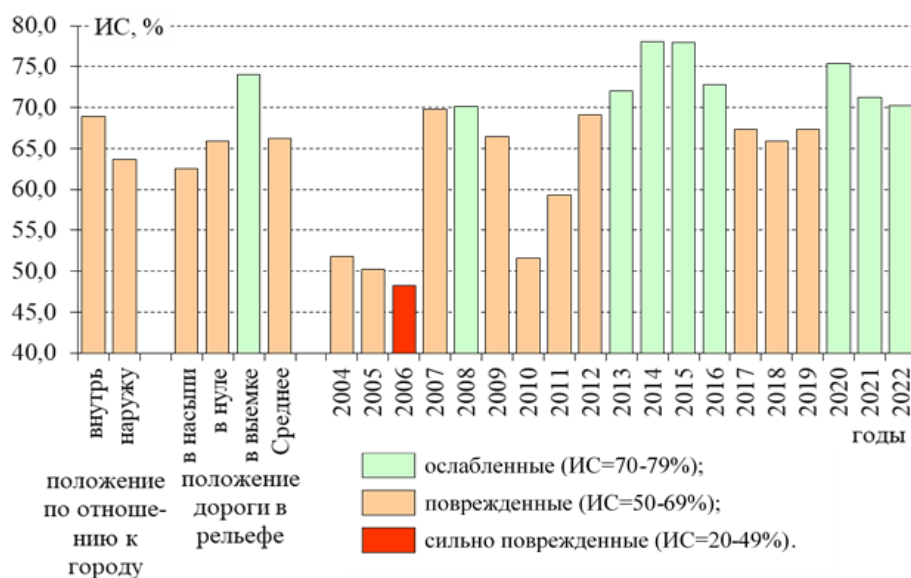


Рисунок 1 – Средние индексы состояния деревьев вдоль автодороги М9 (МКАД) и расход соли технической в качестве ПГР в 2004–2022 гг.

Жизненное состояние деревьев в опушечной полосе, прилегающих к МКАД насаждений, также зависит от их положения относительно дороги: лучшим у насаждений, расположенных выше полотна дороги более чем на 1 м (дорога в выемке). В среднем за период 2004–2022 гг. индекс состояния таких древостоев составлял 74,0% (древостои «ослабленные»). Для насаждений, произрастающих на уровне полотна дороги (в нулевой отметке), ИС древостоев составлял 65,8% (древостои «поврежденные»). Наиболее повреждены древостои на участках, где полотно дороги проходит выше уровня почвы (в насыпи). Их ИС составил 62,5% (древостои «поврежденные») (рисунок 1). В целом состояние насаждений вдоль внутренней стороны МКАД (к городу – 68,9%) несколько лучше, чем вдоль внешней (от города – 63,6%), что связано с более тщательными и оперативными уходами за зелеными насаждениями в пределах городской черты.

Распределение обследованных вдоль МКАД деревьев по категориям жизненного состояния в 2004–2022 гг. приведены на рисунке 2. В отдельные годы количество деревьев без признаков ослабления варьировало от 7,9% до 39,5%; ослабленных – 31,2–51,7%; сильно ослабленных – 9,4–51,4%; усыхающих – 0,8–13,9%; сухостойных – 0,4–5,1%. Санитарные мероприятия в опушечной зоне проводились оперативно – за последние 10 лет старый сухостой не отмечался.

Все обследованные вдоль МКАД породы можно расположить в следующем порядке по мере улучшения их состояния: ольха черная (ИС в среднем за 2004–2022 гг. – 50,1%) < липа мелколистная (51,6%) < ель европейская (56,8%) < береза повислая (58,1%) < рябина обыкновенная (58,4%) < ива козья (58,8%) < ясень обыкновенный (60,6%) < дуб черешчатый (65,4%) < магалебка (66,3%) < тополя, в т.ч. осина (67,2%) < клен платановидный (69,9%) < сосна обыкновенная (71,6%) < вяз шершавый (71,9%) < конский каштан обыкновенный (74,8%).

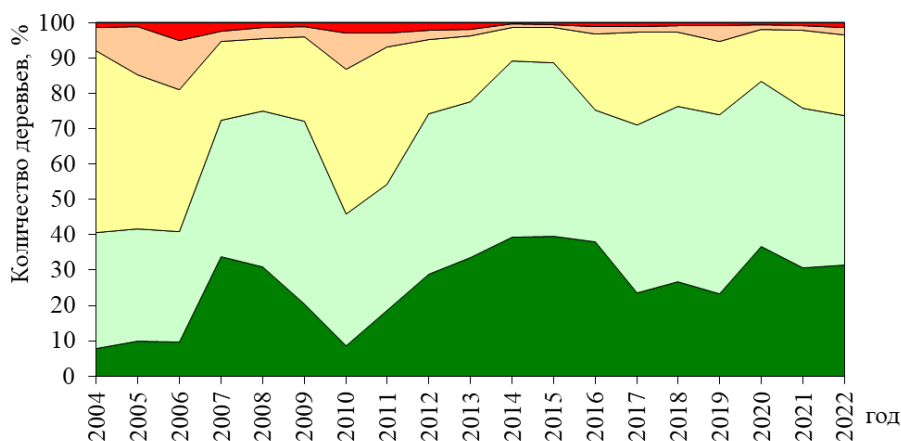


Рисунок 2 – Распределение обследованных на опушках вдоль МКАД деревьев в 2004–2022 гг. по категориям жизненного состояния, %

Наиболее поврежденными среди оцениваемых пород за 20 лет исследований оказались ольха черная, липа, ель и береза; менее других повреждены клен, сосна и вяз. Низкое жизненное состояние ольхи черной у МКАД объясняется ее приуроченностью к пониженным участкам, где дорога проходит, как правило, в насыпи, а также накоплением рассолов, стекающих в понижения. Липа и береза обладают низкой устойчивостью к воздействию ПГР, по-видимому, из-за малой толщины коры 1–2 летних побегов и чешуек на почках, не способных противодействовать проникновению хлоридов. В 2010, 2012 и 2017 гг. причиной повреждения березы стало не только воздействие соли, но и поздние весенние заморозки, сильно повредившие деревья и в городской черте, и внутри лесных массивов. Более других пород оказывались также поврежденными деревья ели в снегозадерживающих полосах, мелкие деревья и подрост сосны, подлесок можжевельника (вплоть до полной гибели). Высокую устойчивость к засолению в опушечной полосе показывает акация желтая (средний ИС – 87,8%).

В период вегетации происходит частичное восстановление состояния поврежденных деревьев и древостоев в целом. Улучшение состояния лесных и защитных древесных насаждений за вегетационный период связано, во-первых, с оздоровлением древостоев, обусловленным смывом повреждающих реагентов с крон деревьев осадками и прекращением их внесения; во-вторых, с проводимыми санитарными мероприятиями (удаление сухостоя), в результате которых количество усыхающие деревья и свежего сухостоя уменьшается; в-третьих – с повторной вегетацией у лиственных деревьев и опадением сухой хвои у хвойных деревьев. Тем не менее, утрата 25–70% ассимиляционного аппарата, неизбежно ведет к общему ослаблению деревьев и снижению их устойчивости к дальнейшему воздействию ПГР в будущем. Кроме того, воздействию ПГР следующей зимой будут экспонированы уже новые, ранее защищенные опушечными деревьями особи.

Важно отметить, что некоторые вопросы создания и выращивания зеленых насаждений вдоль самой антропогенно нагруженной улицы г.Минска и автомобильной дороги Республики Беларусь невозможно решить только путем применения действующих нормативных документов. Полностью и комплексно вопросы надлежащего содержания придорожных зеленых насаждений могут быть решены только путем территориально-избирательного подхода к проблеме. Прилегающие к дорогам озелененные территории следует разбивать на отдельные участки и для каждого такого участка должны быть разработаны свои рекомендации по

выращиванию зеленых насаждений и их ассортименту [2]. Кроме того, часть озелененных территорий вдоль автодорог приходится на склоны (при прохождении дороги в выемке или насыпи).

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / под ред. А.В. Пугачевского. – И-т эксперим. ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Мн. : Право и экономика, 2011. – 165 с.

2. Вознячук, И.П. Концепция формирования придорожных растительных сообществ высокой ботанической и эстетической ценности (придорожные цветы) / И.П. Вознячук и др.; под ред. А.В. Пугачевского // Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В.Ф. Купревича, Центральный ботанический сад. – Минск: Беларуская навука, 2021 – 146 с.

Судник А.В., Савицкая К.Л., Голушко Р.М.

**СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ
ПОД ВЛИЯНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

The article presents the state and features of the formation of forest, meadow and marsh phytocenoses under the influence of the maintenance and operation of the railway in the central geobotanical subzone of Belarus. It is shown that different types of phytocenoses react differently to the impact of construction, maintenance and care (burning, herbicides, mowing) along railways, which is determined by their ecological confinement and ability to self-heal.

Выгодное географическое положение Республики Беларусь в Европе, наличие современных мультимодальных транспортных коридоров, развитие экспорта транспортных услуг является одной из основных составляющих стабильного развития экономики республики. Транспорт является основой формирования внутренних и международных рынков и обеспечивает полномасштабное развитие любой национальной экономики. Строительство, содержание и эксплуатация транспортных коммуникаций порождают ряд экологических проблем на прилегающих к ним территориях, оказывают разноплановое влияние на растения и их сообщества. Ведущая роль в системе транспортных коммуникаций наравне с автомобильным и трубопроводным принадлежит железнодорожному транспорту.

Интенсивность и экологические последствия техногенного воздействия железнодорожных коммуникаций различны на стадиях их строительства и эксплуатации. Сравнимый ущерб близлежащим природным экосистемам наносится при строительстве железных дорог. Главным фактором воздействия на первом этапе является вырубка насаждений в коридоре трасс. После строительства железнодорожные коммуникации представляют собой коридоры миграции для чужеродных, в том числе опасных инвазионных видов растений. На этапе эксплуатации железных дорог и подвижного состава основным видом воздействия на растительность считается техногенное загрязнение прилегающих биогеоценозов в результате сжигания большого количества топлива, применением пестицидов на полосах отчуждения и др.

Исследования состояния лесных, луговых, болотных фитоценозов под влиянием содержания и эксплуатации железнодорожных коммуникаций проводились на территории Пуховичского и Молодечненского районов Минской области, Воронянского, Лидского, Островецкого, Ошмянского и Сморгонского районов Гродненской области. Показано, что различные типы экосистем по-разному реагируют на влияние строительства/реконструкции, технического обслуживания и наличие уходов (применение палов, гербицидов, кошения) в полосе отвода вдоль железных дорог, что определяется их экологической приуроченностью и способностью к самовосстановлению. В первую очередь, проявляется воздействие экотонного эффекта, при котором увеличивается освещенность, изменяются режим температуры, увлажнения и ветровой.

В части лесных и защитных древесных насаждений. В целом обследованные насаждения оцениваются как «здоровые» (индекс жизненного состояния 90,2%, варьируя по отдельным участкам железных дорог от 79,5 до 96,8%). Для всей совокупности обследованных в 2022 г. вдоль железных дорог лесных и защитных древесных насаждений в опушечной полосе чаще встречаются без признаков ослабления деревья – 73,0%; доля ослабленных деревьев – 22,5%; сильно ослабленных – 3,4%; усыхающих и сухостойных – 0,6% и 0,5%, соответственно. Вместе с тем, следует констатировать тот факт, что состояние древостоев несколько улучшается с удалением от опушки вглубь лесного массива, в первую очередь за счет экотонного эффекта. Воздействие на лесные биогеоценозы в окрестностях железнодорожных коммуникаций не вызывает четко выраженную перестройку фитоценотической организации структуры и пространственного распределения растительных сообществ. Видимое воздействие на придорожные лесные массивы распространяется до 50 м при удалении от опушки леса, т.е. воздействие собственно транспортных коммуникаций на изменение фитоценотической структуры лесной растительности отмечено в рамках эффектов опушечных зон. Степень трансформированности зависят от видовой и возрастной структуры сообществ, различий условий их произрастания и локальных факторов окружающей среды, а также от интенсивности других форм антропогенного и природного воздействия.

В части травянистой растительности. Эколого-фитоценологические исследования, проведенные вдоль железнодорожных трасс в центральной геоботанической подзоне, свидетельствуют, во-первых, о региональных особенностях флоры и растительности, во-вторых, – о специфике экосистемной принадлежности видов и фитоценозов. Самыми постоянными видами железнодорожных биотопов являются антропоотолерантные апофиты. По уровню синантропизации среди фитоценозов железных дорог преобладают синантропные сообщества – 57,6%. Максимальный уровень синантропизации присущ фитоценозам с доминированием адвентивных видов. Степень адвентизации железнодорожных фитоценозов варьирует от 0 до 74% и в среднем составляет 31,8%. В открытых луговых и агрофитоценозах амплитуда распространения антропофитов по линии трансекты везде невысокая. Выявлены и описаны следующие зависимости:

– Интенсивность синантропизации растительности, в т.ч. проникновения инвазий, зависит от направления железных дорог и высоты склонов насыпей (коэффициент корреляции с индексом адвентизации – 0,55; индексом синантропизации – 0,35). Показано, что большее количество синантропных видов на восточной половине трассы объясняется преобладанием западного переноса воздушных масс, способствующего распространению семян растений.

– Уровень синантропизации сообществ зависит от интенсивности движения транспорта на участках железной дороги (коэффициент корреляции с индексом адвентизации – 0,44; индексом синантропизации – 0,55). Большая транспортная нагрузка – основная причина того, что уровень синантропизации фитоценозов железных дорог центральной части Беларуси значительно выше, чем южной и юго-западной.

– Степень синантропизации растительности вдоль железных дорог во всех экспозициях полотна дороги закономерно снижается от предельно высокой у колеи до минимальной на отдалении 50 м и более. При этом самые высокие показатели и наиболее резкое падение синантропизации отмечено при положении дороги в «насыпи».

Таким образом, установлена взаимосвязь между уровнем адвентизации фитоценозов (Iad) и высотой откосов земляного полотна железных дорог, величиной транспортной нагрузки на железнодорожные линии, расстоянием до ближайших лесных и лесоболотных массивов.

Анализ флоры по трассам железнодорожных коммуникаций показал, что флора железных дорог центральной части Беларуси отличается высоким видовым разнообразием и включает 388 видов, 4 гибрида высших растений, принадлежащих к 246 родам, 63 семействам, 34 порядкам, 4 классам, 3 отделам. На долю адвентивного компонента приходится 29,3% флоры, апофитов – 43,6%, регионально редких и охраняемых видов растений – 6,4%. Выявлен новый для флоры Беларуси адвентивный вид растений – мак белоцветковый *Papaver albiflorum* (Elkan) Pacz. Впервые для территории республики подтверждено распространение сообществ ассоциаций *Galio aparine-Papaveretum rhoeadis* V. Solomakha 1988 и *Urtico-Cruciatetum laevipes* Dierschke 1973.

С учетом основных причин снижения уровня биологического и ландшафтного разнообразия территории в результате строительства и эксплуатации железнодорожных коммуникаций разработан комплекс мероприятий: организационных, организационно-технических и прочих по минимизации воздействия на растительность придорожных территорий. Проведение мероприятий по техническому содержанию железных дорог и полосы отвода, оптимизация растительного покрова вдоль трасс железнодорожных коммуникаций, а также внедрение новых, альтернативных способов ухода за растительностью придорожных территорий будут способствовать минимизации ущерба, наносимого природным фитоценозам, со стороны действующих железнодорожных коммуникаций.

Снижение доли лугов и пастбищ является главной угрозой для многих редких и исчезающих видов сосудистых растений. Однако, помимо лугов, эти растения могут расселяться в альтернативных открытых местообитаниях, таких как обочины железных дорог. Эти местообитания сходны с сухими и мезофитными лугами, и их растительность поддерживается косьбой и удалением дающих тень древесных растений. Шансы на выживание луговых видов могут снижаться за счет выбросов транспортом загрязняющих веществ и конкуренции со стороны трав, искусственно высеваемых при реконструкции железных дорог. На практике создание искусственных растительных сообществ на обочинах строящихся железных дорог должно предотвращать эрозию и контролировать сток воды со склонов. Обычно на обочинах высевают быстро растущие и/или дерновинные травянистые виды. Стандартная смесь, которую рекомендуется высевать на создающихся дорожных откосах, включает *Festuca rubra* L., *Poa pratensis* L., *Agrostis capillaris* auct., *Festuca ovina* L., *Lolium perenne* L. и *Trifolium repens* L. Обочины железных дорог не являются полноценной заменой полустественным лугам. Однако присутствие луговых видов на обочинах может быть повышено за счет подходящего режима скашивания и отказа от

использования гербицидов, что будет способствовать формированию на обочинах дорог естественной растительности.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве научного обоснования необходимости проведения дополнительных мероприятий по повышению биологической устойчивости насаждений и ограничению распространению инвазионных видов растений в придорожных экосистемах, граничащих с железными дорогами.

Трофимова Н.В., Сазыкина М.Ю., Мамлеева Э.Р.

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

*ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», г. Уфа, Российская Федерация,
trofimovanv@isi-rb.ru, sazykinamyu@isi-rb.ru, mamleevaer@isi-rb.ru*

The article examines the ecological situation in the subject of the Russian Federation – the Republic of Bashkortostan, identified areas with the highest level of anthropogenic pressure, identified the causes and proposed actions aimed at identifying the environmental consequences of the disease.

Усиление негативного воздействия на окружающую среду проявляется в повышении загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов, снижении плодородия почвы, истощении минерально-сырьевой базы, снижении рекреационного потенциала территорий и др. Осознание человечеством опасности глобального экологического кризиса породило новое экологическое мышление, которое, в свою очередь, привело к возникновению эколого-экономической теории развития общественных систем.

Эколого-экономическая концепция часто отождествляется с понятием устойчивого развития территории, через формирование системы полной и всесторонней интенсификации, обеспечивающей эколого-безопасное устойчивое хозяйство.

Субъект Российской Федерации – Республика Башкортостан, обладает мощным промышленным комплексом, что обусловлено значительными запасами различных полезных ископаемых, природно-географическими условиями и историческими особенностями развития. Концентрация промышленного производства в регионе существенно превышает общероссийские показатели, особенно в части размещения предприятий нефтепереработки и химии, что создает серьезные экологические проблемы.

В республике находятся крупнейшие в стране топливно-энергетический и нефтехимический комплексы, занимающие по производству автомобильных бензинов 1-е место среди регионов России, дизельного топлива – 2-е место, нефти, поступившей на переработку – 3-е место. Нефтеперерабатывающий комплекс республики является самым крупным в Европе. Основной объем выпускаемых нефтепродуктов конкурентоспособен не только на внутреннем, но и на внешнем рынках. Глубина переработки исходного сырья превышает 88% при среднероссийском значении около 83%.

Среди неблагополучных в экологическом отношении территорий Республики Башкортостан необходимо выделить:

– Уфимскую агломерацию, с высокой концентрацией химических и нефтехимических предприятий, с многочисленными заводами по переработке нефти, а также предприятий теплоэнергетики. Столица Республики Башкортостан – город Уфа, входит в число 10 наиболее загрязненных городов России. В столице республики сконцентрировано более 40% производства всей промышленной продукции региона, что обуславливает значительные объемы выбросов от стационарных источников. На территории Уфимской агломерации проживает более 30% всего населения республики, что объясняет высокую долю загрязнения от передвижных источников (автомобильного транспорта);

– Южно-Башкортостанскую агломерацию, на территории которой находятся крупнейшие химические и нефтехимические предприятия Российской Федерации, а также обслуживающие предприятия топливно-энергетического комплекса. Суммарно на ведущие предприятия химической и нефтехимической промышленности и тепловой энергетики городов Стерлитамак и Салават приходится до 80 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферу агломерации;

– Зауралье Республики Башкортостан является одним из центров горнорудной промышленности России и занимает около 30% всей территории республики. Многочисленные горнорудные объекты, как действующие, так и отработанные, оказывают существенное влияние на загрязнение окружающей среды, в том числе земли сельскохозяйственного назначения, тяжелыми металлами. В южной части Башкирского Зауралья расположены крупные предприятия горнорудного комплекса, которые представлены объектами ЗАО «Бурибаевский ГОК», ООО «Башкирская медь», ОАО «Башкирское шахтопроходческое управление», ведущими разработку рудных месторождений и являющихся основными загрязнителями природной среды, прежде всего почвы. С 2019 года начаты работы по подготовке Подольского месторождения для добычи руды шахтным способом.

Город Учалы – крупный центр добывающей и обрабатывающей промышленности. Градообразующее предприятие – Учалинский горно-обогатительный комбинат (ОАО «Учалинский ГОК») занимает первое место в России по производству цинкового концентрата и третье – по производству медного концентрата.

Загрязнение почв происходит при добыче, транспортировке, хранении и переработке руды. Кроме того, в качестве постоянных вторичных источников загрязнения выступают отвалы вскрышных пород и некондиционных руд, а также хвосты обогатительных фабрик, которые способствуют деградации почвенного покрова. В результате распространения тяжелых металлов в зоне влияния промышленных предприятий оказались огромные территории сельскохозяйственных угодий [1, стр. 30].

Зауралье Республики Башкортостан – это не только развитый промышленный центр, но и крупный производитель сельскохозяйственной продукции, в котором наблюдается снижение плодородия почвы вследствие высокоинтенсивной промышленной деятельности. То есть в современных условиях актуализируется тема возможностей сохранения почвенного плодородия для поддержания, в том числе, и продовольственной безопасности региона и страны в целом.

Одной из технологий восстановления почвенного плодородия является технология No-till, использование которой способствует снижению эрозии и дегумификации почвы, улучшает ее физические свойства, биологическую активность, плодородие, и тем самым экологическое состояние агроландшафтов.

Высокое негативное воздействие промышленности на окружающую природную среду приводит к росту заболеваемости населения. В частности, в рамках исследования экологических проблем Зауралья РБ [1, стр. 32] выявлено, что низкий уровень заболеваемости отмечается в районах, где отсутствуют горнорудные предприятия (Абзелиловский, Баймакский, Бурзянский, Зилаирский, Зианчуринский). В районах с повышенными показателями заболеваемости и более загрязненной почвой (Учалинский, Хайбуллинский, Белорецкий) расположены горно-обогатительные и металлургические комплексы (Учалинский ГОК, Бурибаевский ГОК, Башмедь, Белорецкий металлургический комбинат и др.).

В целом, в Республике Башкортостан реализуются различные экологические мероприятия, направленные на снижение степени антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. В частности, в настоящее время внедряются:

- проекты рекультивации отвалов горнорудных предприятий в Хайбуллинском районе;

- проекты рекультивации нефтешламовых амбаров и загрязненных нефтью и нефтепродуктами земель;

- рекультивации карьеров АО «Башкирская содовая компания» и др. [2].

Но реализуемые программы требуют расширения и включения дополнительных мероприятий по охране окружающей среды:

- обновление выработавшего свой ресурс оборудования на промышленных предприятиях и транспортных средств;

- сокращение водопотребления и сброса загрязняющих веществ в реки республик;

- ужесточение государственного надзора и контроля за потенциально опасными предприятиями;

- государственная поддержка природоохранной деятельности, повышение ее финансирования;

- совершенствование промышленной техники, технологические мероприятия, способствующие уменьшению образования вредных веществ;

- использование на предприятиях современных систем очистки отходов производства;

- озеленение городов, уменьшение вырубки и восстановление лесов;

- уменьшение доли выбросов от автомобильного транспорта в загрязнении городов республики путем улучшения дорожной ситуации (строительство скоростных и объездных автодорог, разгрузка улиц городов, уменьшение количества пробок).

Улучшение экологической обстановки позволит повысить качество жизни населения, снизить миграционный отток, а также создаст условия для естественного возобновления природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Ильбулова Г.Р. Воздействие предприятий горнорудного комплекса Башкирского Зауралья на состояние природной среды и здоровье населения прилегающих территорий // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 1. – С. 29–34.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году». – URL: <https://2021.ecology-gosdoklad.ru/doklad/atmosfernuyu-vozduh/vybrosoy-zagryaznyayuschih-veschestv/> (дата обращения: 15.05.2023).

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ В СОЧЕТАНИИ С ФОРМАЛЬНЫМ НЕЗАВИСИМЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ АНАЛОГИЙ КЛАССОВ

*ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз
Республики Беларусь», г. Минск, Республика Беларусь, lann1hoh@gmail.com*

The paper presents the results of a comparative analysis of the NIR spectra of 2-year-old Scots pine needles from territories experiencing varying degrees of anthropogenic load, where fluctuating asymmetry index varies from normal to critical values. Based on the results obtained, the potential possibility of using the NIR spectroscopy method to assess the anthropogenic impact on the stability of the development of pine plantations has been experimentally proved. To differentiate the studied needle samples, classification SIMCA models were developed, while the maximum classification accuracy was 93,11±2,22% for the training set, 92,27±1,72% – for the test set.

В условиях городской среды сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) испытывает постоянное воздействие комплекса неблагоприятных антропогенных факторов. Для повышения надежности экологических оценок и прогнозов ее состояния в крупных промышленных центрах необходимо увеличить число методов и способов исследований и изучаемых параметров.

В данной работе исследуется возможность дифференциации сосновых насаждений по степени антропогенной нагрузки на основании анализа БИК-спектров.

Объектом исследования являлась хвоя 2 года жизни, отобранная в конце августа 2022 года на территории г. Минска, а также на фоновой (контрольной) территории ГПУ «Березинский биосферный заповедник».

Образцы хвои (1800 пар хвоинок со 360 деревьев) сканировались на планшетном сканере. Затем по отсканированным изображениям рассчитывалась длина левой и правой хвоинки в паре с точностью до 0,01 мм.

ИФА вычислялся по следующей формуле [1]:

$$\text{ИФА} = \frac{2(L_1 - L_2)}{(L_1 + L_2)}$$

где L_1 – длина левой хвоинки в паре, L_2 – длина правой хвоинки в паре.

Далее хвоя высушивалась при 30–35°C до остаточной влажности не более 7%, после чего образцы с одного дерева (по 5 пар) измельчались в агатовой ступке, затем порошок помещался в чашку Петри из оптического прозрачного стекла и осуществлялась запись БИК-спектров с использованием БИК-спектрометра MicroNIR OnSite (VIAVI, США) в диапазоне 10526–6060 см⁻¹ с разрешением 2 см⁻¹ после усреднения накопленных спектрограмм, содержащих 64 сканирования. Все последующие вычислительные эксперименты проводились на производных второго порядка БИК-спектров в программе The Unscrambler X v.10.4.1 (CAMO, США). Классификационные модели строились при помощи формального независимого моделирования аналогий классов (далее – SIMCA).

На основании рассчитанных биометрических показателей, образцы хвои были сгруппированы в 6 выборок, соответствующих баллу индекса флуктуирующей асимметрии (далее – ИФА), что позволило проанализировать влияние антропогенных факторов от нормы до критического состояния. Как можно видеть из таблицы 1, по мере ухудшения условий обитания, происходит уменьшение длины хвои в среднем в 1,2 раза, что подтверждено высокой значимостью ($p < 0,0001$) однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Таблица 1 – Средние значения длины хвои и стабильность развития

№п/п = балл ИФА с оценка влияния антропогенного фактора		Хвоя второго года жизни			
		L ₁ , мм	L ₂ , мм	L _{среднее} , мм	ИФА
1 – норма	M _x	57,8	57,6	57,7	0,0018
	±SD	7,9			0,0003
2 – слабое	M _x	53,0	52,7	52,8	0,0031
	±SD	8,8			0,0003
3 – умеренное	M _x	49,3	48,8	49,0	0,0045
	±SD	8,8			0,0005
4 –высокое	M _x	49,6	49,0	49,3	0,0059
	±SD	8,4			0,0006
5 – очень высокое	M _x	48,7	48,0	48,3	0,0071
	±SD	10,1			0,0009
6 – критическое	M _x	47,0	46,1	46,5	0,0092
	±SD	8,9			0,001

Примечание – M_x – среднее арифметическое значение, SD – стандартное отклонение.

Далее БИК-спектры, полученные для 6-ти выборок образцов (балл ИФА = 1–6), были случайным образом пятикратно разделены на обучающие (градуировочные наборы, 2/3 спектров) и тестовые (валидационные наборы, 1/3 спектров) выборки. Из обоих наборов были исключены аномальные образцы. Для определения аномальных образцов первичные свойства всех образцов градуировочных наборов (спектры) оценивались на основании расчетов расстояния Махаланобиса. На основе обучающих выборок проводилось построение классификационных SIMCA-моделей с применением пятиблочной перекрестной проверки (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты SIMCA-классификации обучающих выборок хвои

Балл ИФА	Правильно классифицированы, %	Мульти-классифицированы, %	Неклассифицированы, %	Количество главных компонент	Дисперсия ГК-1, %
1	93/95/93/93/95	7/5/5/5/5	0/0/2/2/0	5/7/2/3/2	80/70/91/85/90
2	95/90/90/90/92	7/5/5/5/5	0/3/5/0/0	3/6/5/4/5	81/84/74/77/78
3	90/92/92/95/90	10/3/8/5/10	0/5/0/0/0	4/2/6/2/3	90/88/73/76/89
4	95/92/95/93/92	3/8/5/7/3/2	2/0/0/0/5	3/4/4/7/6	76/79/90/91/74
5	95/90/90/93/95	5/8/8/5/5	0/2/2/2/0	7/2/4/7/3	85/91/74/85/84
6	97/95/95/97/95	2/3/5/3/5	0/2/2/2/0	6/4/7/4/3	87/73/74/84/77
Средняя точность ± SD (%) = 93,11±2,22					

Каждая выборка (целевой класс) моделировалась обособленно, независимо от остальных и проверялась на возможные выбросы. В результате 12 БИК-спектров были удалены из моделей, поскольку выпадали за границу области принятия решений. Расчет расстояний между исследуемыми выборками в относительных единицах составил от 7,96 до 99,7, что считается подходящим для надежного различия исследуемых объектов. Средняя точность классификации обучающих выборок составила $93,11 \pm 2,22\%$. Кроме того, в таблице 2 показано оптимальное количество главных компонент и % дисперсии для первой главной компоненты. Так, минимальное количество главных компонент составило 2, максимальное – 7, в свою очередь дисперсия ГК-1 составила от 70% до 91% соответственно.

На следующем этапе проводилось валидация построенной модели. Для этого использовались валидационные наборы, содержащие образцы, не участвующие в построении модели. В таблице 3 представлены полученные результаты классификации для тестовых выборок.

Таблица 3 – Результаты SIMCA-классификации тестовых выборок хвои

Балл ИФА	Правильно классифицированы, %	Мультиклассифицированы, %	Неклассифицированы, %
1	90/95/92/93/90	10/5/8/7/10	0/0/0/0/0
2	92/90/90/90/92	8/10/10/7/8	0/0/0/3/0
3	93/92/92/92/92	7/8/8/8/8	0/0/0/0/0
4	95/92/90/93/92	3/5/3/7/5	2/3/7/0/3
5	95/92/92/93/92	5/2/8/7/8	0/6/0/0/0
6	92/95/95/95/93	8/3/2/5/7	0/2/3/0/0
Средняя точность \pm SD (%) = $92,27 \pm 1,72$			

Как можно видеть из таблицы 3 средняя точность классификации тестовых выборок составила $92,27 \pm 1,72\%$. Следовательно, результаты, полученные на тестовых выборках, аналогичны полученным на обучающих, что свидетельствует о стабильности разработанной SIMCA-модели.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов доказано, что с помощью БИК-спектроскопии возможно осуществить дифференциацию сосновых насаждений по степени антропогенной нагрузки. При этом в связи с тем, что в БИК-диапазоне нет узких характеристичных полос, анализ спектров требует построения многомерных градуировочных моделей путем использования специальных хемометрических алгоритмов.

Шавалда Е.С.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ Г. МИНСКА И МИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПОЗИЦИИ «ВЫЕМКА»

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, e.shavalda@gmail.com*

For the found plant communities along the highways of Minsk and the Minsk region, the confinement to the growing conditions was estimated depending on the element of the right-of-way and the complex of environmental factors. Based on the data obtained, the stability of roadside grass mixtures was assessed and qualitatively new variants of plants were proposed for their composition.

Автомобильные дороги г. Минска и Минской области являются связующим звеном двух важнейших трансевропейских транспортных коридоров, соединяющих страны Европейского союза с Евразийским континентом и страны Северной Европы с Южной. Строительство, эксплуатация и реконструкция автодорог имеют самые разные последствия на примыкающие экосистемы, изменяя их флористический состав и экологические условия. В результате внедрения и распространения ранее не произрастающих видов растений, в том числе с высокими инвазивными способностями, происходит трансформация растительных сообществ, формирующихся вдоль автомобильных дорог.

Помимо внедрения адвентивных (в том числе и инвазионных) видов негативное воздействие на придорожные фитоценозы оказывают тяжелые металлы, углеводороды, компоненты противогололедных реагентов. Строительство автодорог сопровождается полным или частичным разрушением почвенного покрова – возникают условия для внедрения чужеродных видов и развития нехарактерных для территории растительных сообществ. Так, например, создание искусственных песчаных насыпей в полосе отвода приводит к последующему смыву на склонах почвогрунтов и распространению одного из инвазивных видов – мелколепестника канадского (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist). Отсутствие или частичное выполнение мероприятий по уходу за придорожными территориями приводит к протеканию специфических восстановительных сукцессий – доминированию древесно-кустарниковых или инвазивных травянистых растений (формирование сообществ золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.)).

Исследование придорожной растительности проводилось на участках дорог М-1 (Е-30), М-2, М-3, М-4, М-5 (Е-271), М-6 (Е-28), Р-1, Р-23, Р-53 (после реконструкции), МКАД-1 (М-9) и МКАД-2 (М-14) в пределах г. Минска, Воложинского, Дзержинского, Логойского, Минского, Пуховичского и Смолевичского районов Минской области. Растительные сообщества классифицировались методом Й. Браун-Бланке отдельно для каждого сектора экспозиций «выемка», что позволяло оценить влияние конструкции полосы отвода на формирование фитоценозов (рисунок 1).

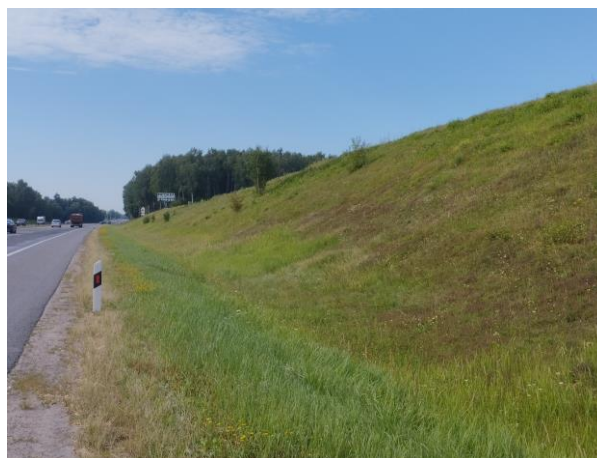
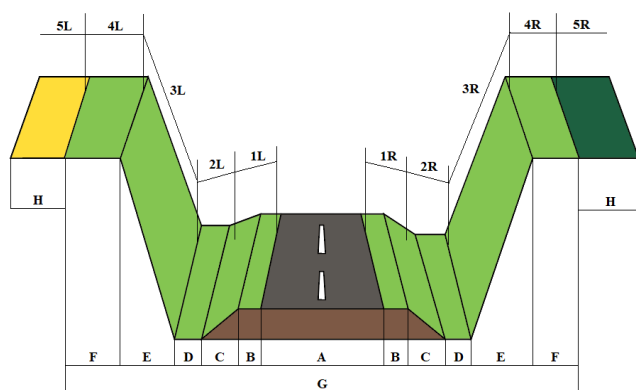


Рисунок 1 – Структурные части полосы отвода и соответствующие им пробные площадки (слева) и представление в натуре (справа) экспозиции «выемка»

Сбор, хранение и группирование геоботанических данных выполнялось с помощью программы Turboveg. Первичная обработка проводилась кластерным анализом Twinspan. Последующая обработка описаний осуществлялась в Juice. Оценка экологических условий произрастания осуществлялась с помощью фитоиндикативных шкал Х. Элленберга с использованием программы Past. Определение роли факторов внешней среды в дифференциации синтаксонов проводилась на основе метода непрямой многофакторной ординации (NMDS) (рисунки 2, 3).

Геоботанический анализ растительных сообществ и оценка факторов внешних условий (освещенность, увлажненность, континентальность, богатство почвы и ее pH) позволили определить различия в их составе и структуре для основных частей полосы отвода. В составе фитоценозов, формирующихся на непосредственно примыкающих к дороге секторах, доминируют виды растений, характерные для нарушенных и испытывающих рекреационную нагрузку территорий. Это растительные сообщества классов *Polygono arenastri-Poetea annuae*, *Stellarietea mediae*. Для кюветов (сектор 2) характерно частое и длительное переувлажнение, смыв питательных веществ и почвогрунта с вышерасположенных горизонтов, что благоприятно влияет на рост и развитие растительности классов *Molinio-Arrhenatheretea*. Сообщества, формирующиеся в секторе 3, подвержены серьезным эрозионным процессам, широкое распространение здесь получили ксеромезофитные и псаммофитные травяные сообщества (фитоценозы порядка *Onopordietalia* и класса *Koelerio-Corynephoretea*). Четвертые сектора объединяют в себе условия произрастания третьих секторов и примыкающих к дороге экосистем – преобладают сообщества от нарушенных или искусственно создаваемых лугов до фитоценозов песчаных грунтов (обнаружены классы *Molinio-Arrhenatheretea*, *Stellarietea mediae* и *Koelerio-Corynephoretea*).

Результаты показывают слабую эффективность используемых травосмесей, особенно это наблюдалось на ряде участков в секторах 1 и 3 по причине наиболее экстремальных условий произрастания. Из всех используемых видов растений в травосмесях структурообразующими оказались плевел многолетний (*Lolium perenne* L.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) и овсяница красная (*Festuca rubra* L.). Вклад остальных видов травосмесей (виды рода *Agrostis* L. и *Poa* L., тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) и др.) в структуру сообществ минимален или не отмечается. Также при анализе обнаруженных сообществ следует рассмотреть внедрение в придорожные травосмеси вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), мятлика сплюснутого (*Poa compressa* L.), спорыша птичьего (*Polygonum aviculare* L.) и лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.).

Продромус обнаруженных придорожных фитоценозов

Класс *Polygono arenastri-Poetea annuae* Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

Порядок *Polygono arenastri-Poëtalía annuae* R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

Союз *Polygono-Coronopodion* Sissingh 1969

Акц. *Polygonetum arenastri* Gams 1927 corr. Lanikova in Chytrý 2009

Вар. *Typica*

Вар. *Potentilla anserina*

Вар. *Poa compressa*

- Класс *Stellarietea mediae* Tx. et Al. in Tx. 1950
Порядок *Sisymbrietalia* J. Tx. in Matuszkiewicz 1962
Союз *Atriplicion* Passarge 1978
Асс. *Chenopodietum albi* Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988
Вар. *Festuca pratensis*
- Класс *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951
Порядок *Agropyretalia repentis* Müller et Görs 1969
Союз *Convolvulo arvensis-Elytrigion repentis* Görs 1966
Асс. *Convolvulo arvensis-Elytrigietum repentis* Felföldy 1943
Вар. *Lolium perenne*
Асс. *Convolvulo arvensis-Brometum inermis* Felföldy 1943
- Класс *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novák 1941
Порядок *Corynephorretalia canescentis* Klika 1934
Союз *Koelerion glaucae* Volk 1931
Асс. *Jasiono montanae-Thymetum serpylli* Bulokhov 2019 (*Thymetum pulegioido-serpylli* Konishchuk 2003 nom. inval.(syntax. syn.))
Дериватное сообщество *Pilosella officinarum-Bromopsis inermis* [*Koelerio-Corynephoretea* / *Molinio-Arrhenatheretea*]
- Класс *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937
Порядок *Arrhenatheretalia* R. Tx. 1931
Союз *Arrhenatherion elatioris* (Br.-Bl. 1925) Koch 1926
Асс. *Festucetum rubrae* (Domin 1923) Válek 1956 em. Pukau et al. 1956
Вар. *Typica*
Союз *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985
Асс. *Dactylido glomeratae-Bromopsietum inermis* Sapegin et Dajneko 2008
Вар. *Typica*
Вар. *Phragmites australis*
Вар. *Calamagrostis epigeios*
Вар. *Lupinus polyphyllus*
Асс. *Dactylido glomeratae-Lolietum perennis* ass. nov. prov.
Асс. *Festucetum pratensis-Dactylidetum glomeratae* Dymina 1989
Вар. *Typica*
Союз *Cynosurion cristati* Tx. 1947
Асс. *Leontodonto-Poetum pratensis* Anishchenko et Ishbirdina in Ishbirdina et al. 1989 ex Anishchenko et al.
Вар. *Dactylis glomerata*
Асс. *Lolietum perennis* Gams 1927
- Порядок *Galiotalia veri* Mirk. Et Naum. 1985
Союз *Agrostion vinealis* Sipajlova et al. 1985
Асс. *Calamagrostietum epigeji* Sapegin 1986
Вар. *Dactylis glomerata*
Вар. *Lolium perenne*
Вар. *Solidago canadensis*
- Порядок *Potentillo-Polygonetalia avicularis* Tx. 1947
Союз *Potentillion anserinae* Tx. 1947
Асс. *Potentilletum anserinae* Tx. 1947 (*Lolio-Potentilletum anserinae* Tx. 1947)

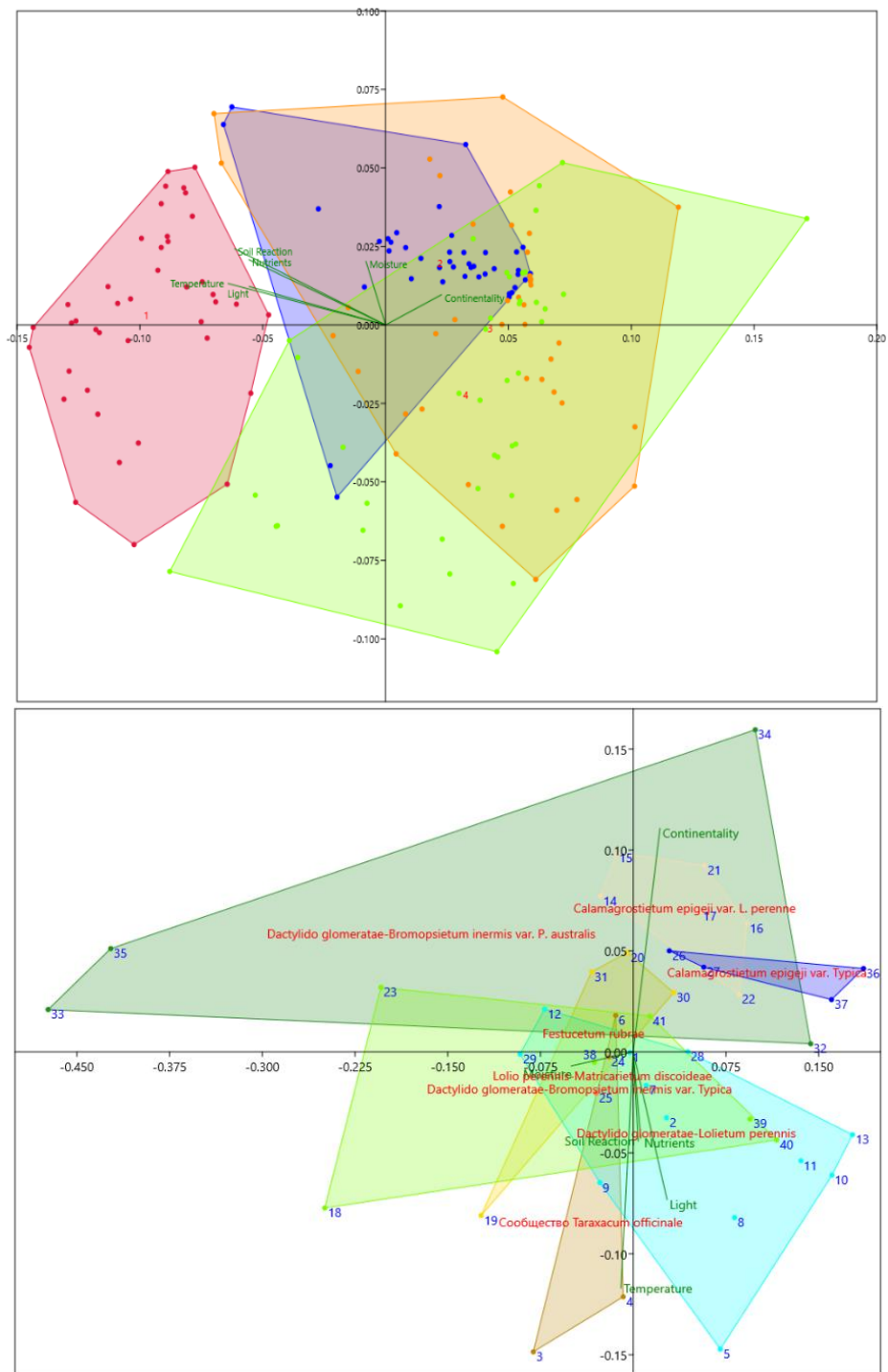


Рисунок 3 – Графическое представление приуроченности геоботанических описаний к комплексу экологических факторов по секторам (сверху) и на примере отдельного анализа сектора 2 экспозиции «выемка» по отмеченным фитоценозам (снизу). По оси ординат (Y) – координата 1 и оси абсцисс (X) – координата 2 согласно методу NMDS и анализу в программе Past

Шамаль Н.В., Король Р.А., Сеглин В.Н., Копыльцова Е.В.

ЗАПАС И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ В ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ПГРЭЗ

*ГНУ «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, namahasha@rambler.ru*

This work studies the deposition densities of ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238,239,240}\text{Pu}$ and ^{241}Am in the forests of the exclusion zone located in the Polesye State Radiation-Ecological Reserve (PSRER). The main depository of the radionuclides is found to be the forest floor, whereas their stock in the bark and tree parts depends on their biological availability to the plants. The share of located radionuclides stored in the forest floor amounts to 80 percent for ^{137}Cs , 81% for ^{90}Sr , 82% for ^{238}Pu , 92% for $^{239,240}\text{Pu}$, and 91% for ^{241}Am . The storage share in the bark and tree parts are virtually equal and make approximately 10% for ^{137}Cs , 9% for ^{90}Sr , and the share of the transuranic elements is not higher than 4%.

Лесные пожары являются мощным фактором, определяющим миграцию химических элементов из живого вещества в окружающую среду. Опасность пожаров на радиоактивно загрязненных территориях связана с возможностью выноса и перераспределения радионуклидов за границы пожара и дополнительном радиоактивном загрязнении других территорий. При сгорании лесных горючих материалов (древесина, кустарник, трава, мох, лишайник и т.д.) в виде дымовых частиц в атмосферу выносятся от 0,2 до 1 т аэрозольного вещества с 1 га сгоревшего леса (Переволоцкий, 2006). В настоящее время для оценки радиационной опасности территорий используются методы расчета ресуспензии радионуклидов с учетом типа и интенсивности пожара. Одним из основных параметров, используемых в этих расчетах, является запас радионуклидов в основных компонентах лесных горючих материалов (далее – ЛГМ). Целью представленной работы являлось оценка распределения радионуклидов в ЛГМ в зависимости от их количественного состава и удельной активности радионуклидов в них.

На высоко радиоактивной территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – ПГРЭЗ) было заложено 8 пробных площадок. Тип леса – сосняк мшистый, сосняк лишайниковый, сосняк орляковый и березняк черничный. Плотность загрязнения почвы на площадках составила по ^{137}Cs от 400 кБк/м² и выше, по ^{90}Sr – от 75 кБк/м², по $^{238,239,240}\text{Pu}$ – от 1 кБк/м², по ^{241}Am – от 10 кБк/м² (Атлас ...АЭС, 2009). Были отобраны пробы лесной подстилки и компонентов древостоя (древесина, кора, ветки, хвоя или листья). В лабораторных условиях определен запас фитомассы в растительном ярусе, биомассы напочвенного живого покрова и слоев подстилки, и содержание в них ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{238,239,240}\text{Pu}$ и ^{241}Am . На основании полученных данных был проведен расчет запаса и распределения радионуклидов по основным компонентам ЛГМ.

Основными компонентами ЛГМ на площадках являлись древостой и подстилка. Определение запаса древесины и компонентов древостоя проводили экспериментально-расчетным методом, основу которого составили математические зависимости между различными компонентами древостоя (Щеглов, 2000). Запас ЛГМ на площадках составил от 7,7 кг/м² в сосняке орляковом до 25,3 кг/м² в сосняке мшистом и зависел от типа леса и возраста деревьев. Среднее значение – 18,4 кг/м². В пространственном распределении доля древесины составила около 63%, компонентов

древостоя (кора, ветки, хвоя или листья) – около 15,3%, подстилка и живой напочвенный покров (мох) – 21,4%.

Общей закономерностью для обследованных площадок являлась высокая удельная активность радионуклидов в подстилке и низкие значения в древесине. Различия между удельной активностью радионуклидов в древесине и подстилке составили 1–2 порядка в зависимости от типа леса и радионуклида. Удельная активность радионуклидов в компонентах древостоя отличалась от удельной активности подстилки от нескольких раз до одного порядка.

Одним из основных компонентов ЛГМ леса является подстилка, которая подвержена горению при любом типе пожара. Анализ данных активности радионуклидов в слоях подстилки и напочвенном покрове показал, что минимальный запас радионуклидов характерен для слоя неразложившегося опада (AOL), средние значения – для мха (таблица 1). На всех площадках установлены высокие значения активности радионуклидов в нижних слоях подстилки: ферментации и гумификации (AOF+AON). Доля ^{137}Cs и ^{90}Sr в них составила 74% (58–97 %) и 83% (75–95%). Доля активности трансурановых элементов в этих слоях колебалась около 82% (74–92%) и 91% (75–98%) соответственно для изотопов Pu и ^{241}Am .

Таблица 1 – Запас активности радионуклидов по слоям подстилки и во мхе

Радионуклид	Мох	AOL	AOF+AON
	Среднее значение запаса активности, % (диапазон данных запаса активности на пробных площадках, Бк/м ²)		
^{137}Cs	22,4 (145,1÷102590)	3,79 (2390÷5550)	73,8 (27020÷223980)
^{90}Sr	3,97 (112÷1730)	13,0 (96,4÷585)	83,1 (962÷22330)
^{238}Pu	16,4 (6,4÷210)	2,32 (2,9÷51,6)	81,3 (78,9÷458)
$^{239,240}\text{Pu}$	15,6 (4,8÷367)	1,50 (4,4÷28,9)	82,9 (129÷1270)
^{241}Am	8,95 (1,3÷101)	1,95 (0,7÷7,5)	90,6 (40,9÷857)

Доля активности радионуклидов во мхе уменьшалась от ^{137}Cs к ^{241}Am с 22 до 12%. Для мха наблюдается низкая аккумуляция ^{90}Sr по сравнению с другими радионуклидами, которая составляет около 4,0% от общего запаса радионуклида в напочвенном покрове. В то же время доля запаса ^{90}Sr в древесном опаде (слой AOL) составляет около 13%, в то время как доля запаса остальных радионуклидов в этом слое не превышает 3,8%.

Анализ запаса для всего ЛГМ на пробных площадках показал, что низкие параметры запаса радионуклидов отмечены в древесине, хотя в валовом запасе биомассы ЛГМ древесина составляла около 63% (таблица 2). Для компонентов древостоя (кора, ветки, хвои или листья) характерен запас активности радионуклидов сходный с древесиной, при этом различия между площадками различаются не более чем на 1 порядок. Высокие значения запаса радионуклидов отмечены у подстилки. При этом, как и для древесины, различия между площадками по запасу отдельных радионуклидов в подстилке составляли до 2 порядков.

Усредненные значения долевого распределения радионуклидов по пробным площадкам показали, что основным компонентом локализации радионуклидов является подстилка. Запас радионуклидов в древесине и компонентах древостоя в основном зависит от степени биологической доступности для растений. Запас ^{137}Cs в подстилке составил около 80% (54–94%), ^{90}Sr – около 81% (73–85%), ^{238}Pu – около 82 % (78–89%), $^{239,240}\text{Pu}$ – около 92% (85–99%) и ^{241}Am – около 91% (79–94%).

Таблица 2 – Запас активности радионуклидов по компонентам ЛГМ на пробных площадках, Бк/м²

Радионуклид	Древесина	Кора, ветки, хвоя (листья)	Подстилка, мох
	Среднее значение запаса активности, % (диапазон данных запаса активности на пробных площадках, Бк/м ²)		
¹³⁷ Cs	10,3 (2460÷43710)	10,4 (4160÷45520)	79,3 (12900÷331800)
⁹⁰ Sr	9,29 (26,4÷12270)	9,46 (790÷8150)	81,3 (6210÷63380)
²³⁸ Pu	9,70 (5,4÷221,2)	8,19 (16,5÷143,1)	82,1 (71,9÷2610)
^{239,240} Pu	5,06 (2,2÷447,5)	3,16 (14,9÷150,5)	91,8 (196,3÷5740)
²⁴¹ Am	4,31 (4,9÷244)	4,24 (2,72÷45,5)	91,4 (92,9÷3970)

Запас радионуклидов в древесине практически равнозначен их запасу в компонентах древостоя и составляет для ¹³⁷Cs около 10 %, ⁹⁰Sr – около 9%. Доля трансурановых элементов в древесине и компонентах не превышает 3–4% от их общего запаса в ЛГМ на каждой пробной площадке.

Полученные релевантные данные по запасам горючих материалов и содержанию радионуклидов в них будут далее визуализированы в виде векторных слоев при помощи ГИС технологии на растровой подложке спутникового снимка. Созданные цифровые карты на основе полученных результатов будут использованы для оценки пожарной угрозы в лесах и выборе стратегии ликвидации пожаров и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на радиоактивно загрязненных территориях.

Яковлев А.П., Булавко Г.И., Белый П.Н.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ ЩЕЛОЧНОЙ ПРИРОДЫ В БЕЛАРУСИ: ИСТОЧНИКИ, НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ, СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, A.Yakovlev@cbg.org.by*

Almost no studies related to the study of the influence of chronic exposure to dusty air pollution with a pronounced alkaline reaction have been carried out in Belarus. The response of forest ecosystems to the impact of alkaline pollutants is the least studied in theoretical and practical terms, which is why the management regime and the features of forest protection measures in forest stands that are in the zone of negative impact of emissions from industrial enterprises for the production of cement have not yet been substantiated.

В последние годы довольно полно изучены закономерности техногенной трансформации лесных экосистем под воздействием газообразных загрязнителей кислой природы. Однако очень мало научной информации по влиянию хронического воздействия пылевых загрязнений воздуха с выраженной щелочной реакцией, которые могут привести к необратимым изменениям экосистем, а исследования выполнены, главным образом, в странах Европы, на африканском континенте, в России [1–5]. Отклик растительных сообществ на воздействие щелочных поллютантов является наименее изученным в теоретическом и практическом планах.

Ущерб, причиняемый промышленными выбросами, трудно поддается учету, поскольку он лишь в редких случаях является непосредственно ощутимым, а большей

частью проявляется в виде медленной деградации лесных экосистем. Снижение продуктивности, замедление темпов роста, влияние на возобновление, упрощение породного состава в результате исчезновения неустойчивых видов лесного сообщества – неполный перечень возможных последствий воздействия выбросов. Загрязнения действуют на все компоненты лесного биогеоценоза, нарушая естественно сложившиеся вещественно-энергетические потоки между ними, что приводит к снижению устойчивости и продуктивности.

Целью проведения наших исследований являлась комплексная оценка воздействия длительного загрязнения среды аэротехногенными выбросами цементных заводов на различные компоненты лесных биогеоценозов и выявление основных закономерностей изменения его структурной организации.

Повышенное содержание в течение всего сезона вегетации растений аммонийной и нитратной форм азота, подвижных форм фосфора в верхнем слое почвы (0–20 см) на ключевых участках санитарно-защитной зоны вокруг цементных заводов относительно контроля обусловлено нарушением почвенно-биологических процессов за счет снижения активности (в 1,5–1,9 раза) и биомассы (на 25%) микроорганизмов субстрата. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в корнеобитаемом слое дерново-подзолистной почвы по данным аналитических работ не превышало уровня ПДК. При этом установлено, что коэффициент биологического поглощения у хвойных пород выше для таких элементов, как кадмий, никель, медь (диапазон варьирования $K_n = 0,303–1,891$), у лиственных – для таких как – никель, свинец, хром, медь (диапазон варьирования $K_n = 0,088–6,273$).

Твердые выбросы цементных заводов выпадают на поверхность растений в виде кальцийсодержащей пыли. Часть выпадений удаляется ветром и смывается дождем, но до 45% от ее общего количества сорбируется на ассимилирующей поверхности, частично поглощаясь растениями, а частично, при определенных условиях, цементируясь и образуя трудноудаляемую корку. Выявлены адаптивные видоспецифические изменения анатомической и морфологической организации древесных растений, произрастающих в зоне влияния цементных заводов, оказавших определяющую роль на пылеулавливание. Для березы бородавчатой, липы сердцелистной, клена остролистного в зоне максимальной нагрузки (до 500 м) в направлении господствующего переноса относительно контрольного варианта выявлено уменьшение площади листа в 1,3–1,9 раза; для клена ясенелистного, осины, тополя бальзамического, дуба черешчатого, сосны обыкновенной, ели европейской и колючей – увеличение в 1,1–1,7 раза. При этом для всех лиственных пород в экстремальных лесорастительных условиях в течение вегетационного периода толщина отдельных тканей ассимиляционного аппарата увеличивается и наблюдается утолщение листовой пластинки. Показано, что прочность удерживания пыли на листовой поверхности у тополя бальзамического, березы бородавчатой и липы сердцелистной на 19–26% выше, чем у тополя дрожащего, дуба черешчатого, клена остролистного. Выявлено увеличение зольности ассимилирующих органов древесно-кустарниковой растительности в зоне влияния цементных заводов к концу сезона вегетации на 12–19% обусловленного накоплением пыли покровными тканями. При этом объем пылеулавливания в течение сезона вегетации у хвойных растений в 1,8–2,4 раза выше, чем у лиственных пород.

Средозащитный потенциал существующих зеленых насаждений промышленных, припромышленных территорий и санитарно-защитной зоны цементных заводов Беларуси остается на невысоком уровне, неспособным действительно повлиять на

важнейшие параметры (пылеулавливание, рассеивание пыли, устойчивость и др.) из-за низкого уровня видового разнообразия древесно-кустарниковой растительности, используемой в озеленении, а также функциональной неспособностью противостоять негативной антропогенной нагрузке.

Научно обоснованы и разработаны критерии подбора и оптимальная структура ассортимента для создания многофункциональных средозащитных насаждений промышленных, припромышленных территорий и санитарно-защитных зон предприятий по производству цемента и деградированных ландшафтов. На основе комплексного изучения устойчивости, пылезащитных, эстетических свойств древесно-кустарниковой растительности вокруг цементных заводов, предложен основной (предполагающий использование в посадках деревьев – ели колючей, лиственницы европейской, лиственницы сибирской, сосны обыкновенной, тополя белого, березы бородавчатой, липы мелколистной, клена остролистного, вяза шершавого; кустарников – сирени обыкновенной, боярышника мягковатого, кроваво-красного, свидины белой и красной, лещины обыкновенной, шиповника морщинистого) и дополнительный (насчитывающий 40 видов) списки представителей местной и мировой дендрофлоры для всех категорий зеленых устройств.

Практическая значимость результатов исследований заключается в возможности использования предложенных рекомендаций для создания насаждений с повышенной санитарно-гигиенической активностью, максимально эффективно выполняющих функции пылеулавливания, в районах с высокой запыленностью атмосферного воздуха выбросами цементных заводов. Количественные параметры накопления кальцийсодержащей пыли и ее составляющих могут быть использованы при проведении экологических экспертиз и составлении прогнозов состояния лесных биогеоценозов в зонах с негативными нагрузками

ЛИТЕРАТУРА

1. Darweesh, M. A. The effect of cement dust pollution on the *Zygothallum coccinum* plant / M. A. Darweesh, M. K. El-Sayed, // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2014. V. 3(3). P. 839–851.
2. Henni-Chebra, Khadidja Using metal plates for measurement of cement dust emission / Khadidja Henni-Chebra, M. Jamal Khatib, Abdlekader Bougara // Engineering Sustainability. 2014. Vol. 167 (5). P. 208–215.
3. Соромотин, В.А. Влияние выбросов цементного завода на растительный покров центральной Якутии (на примере Мохсоголлохского цементного завода): автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / В.А. Соромотин; Ин-т прикл. экол. Севера. – Якутск, 2008. – 21 с.
4. Казакова Н.А. Экологическая оценка состояния почвенно-растительного покрова в зоне техногенного загрязнения (на примере Ульяновского цементного завода): автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.01.08 / Н.А. Казакова; ФГБОУ ВПО «Пенз. гос. технол. ун-т». – Пенза, 2014. – 23 с.
5. Сверч, А. Влияние выбросов цементного завода на изменение свойств лесных почв в Свентокшиском воеводстве (Польша) / А. Сверч, А.П. Смирнов // Сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. – С-Пб, 2005. – С. 83–93.

MONITORING OF AIR POLLUTION ON *XANTHORIA PARIETINA* (L.) Th.Fr IN ISTANBUL

*Стамбульский университет Медениет (Istanbul Medeniyet University, History of Science Department),
Стамбул, Турецкая Республика, mustafay007@gmail.com*

Мониторинг был проведен с целью оценки морфологического и физиологического воздействия загрязнения воздуха на лишайник *Xanthoria parietina* (L.) Th.Fr в провинции Стамбул, Турция. Исследование направлено на определение изменений физиологических параметров, таких как деградация хлорофилла, гибель пигментов, перекисное окисление липидов и ухудшение фотосистемы у эпифитных видов лишайников. Кроме того, были также исследованы морфологические и анатомические симптомы у фотобионтов и микобионтов лишайника. Были определены повреждения у биоиндикаторных видов эпифитных лишайников, отобранных в роцах и лесных массивах Стамбула. Из-за интенсивного движения транспорта, уровень загрязнения в некоторых населенных пунктах провинции Стамбул выше, чем ожидалось.

Lichens are symbiotic organisms, sensitive to environmental changes due to their biological characteristics and symbiotic lifestyle. Lichens are sensitive bio-indicators for air pollution, since they lack of either roots, stomata or protective cuticle layer [4], concentrations of trace elements in lichen thalli indicate the levels of some elements [1].

It is known that air pollution effects on the morphology and physiology of lichens, especially the vitality of both mycobiont and photobiont [6]. Lichens absorb atmospheric elements in three ways: as particulate matter, as ions accumulate extracellularly or intracellularly, and as deposition by the lichen thallus [3]. Many physiological and morphological parameters such as photosynthesis amount, chlorophyll content and degradation, decrease in ATP amount, changes in respiratory levels, changes in cell membranes, shape, colour are used to evaluate the damage in lichens [5].

Despite the growing number of lichen biomonitoring study has been carried out for many years in Turkey, such a study is not yet available for İstanbul province. İstanbul is a city located in the Marmara Region of Turkey. The increase in population and urbanisation caused environmental problems in İstanbul province, in the recent century. İstanbul has a Mediterranean-Oceanic climate with a mean annual rainfall of 800 mm and a mean annual temperature of 15,5°C.

Xanthoria parietina was selected as a biomonitoring organism due to its common presence in the urban regions and high tolerance to atmospheric pollution. Lichen sampling was carried out in the period June–July 2022. Samples were collected from 10 sampling stations distributed in the unindustrialized and nonurban areas of İstanbul (Figure). Lichen analytes were randomly collected in each station by exploring an area of 50 × 50 m. Lichen rosettes ≥ 2 cm in diameter were selected as samples of monitoring and were taken from bark of *Pinus nigra* at a height of 100 cm above the ground (in order to avoid terrestrial contamination). In the laboratory, lichen samples were air-dried and stored in polyethylene bags until chemical analysis. GPS and altitude information of the localities was recorded by a Garmin e-trex summit device as given in Table.

Lichen samples were carefully cleaned, stirred in deionized water, dried for 24 h at room temperature. For study of chlorophyll degradation, Sujetovienè et al. (2020) [7] method was used. The samples were washed in CaCO₃ saturated acetone and air dried. The thalli were

immersed in 5 mL dimethyl sulfoxide with the addition of polyvinylpyrrolidone (2,5 mg/L) and incubated at 65°C for chlorophyll extraction. After centrifugation the absorbances of the extracts were measured at 665 and 648 nm. Calculations were made after the analyzes were repeated 3 times. Calculations were made according to Barnes (1992) [2].



Figure – Istanbul and the Study Area

Table – Geographical data of sampling locations and Result of Sample Analyses

No	Locality	GPS Coordinates	Altitude (m)	Total Chloro-
1	Sarıyer Belgrad Forest	41°11'16.976" N / 8°58'01.081" E	79	1,48447
2	Kemer- Neşet Way	41°11'24.428" N / 28°57'56.376" E	152	1,87512
3	Belgrad Forest	41°09'38.000" N / 28°56'44.130" E	88	2,28824
4	Grand Çamlıca Hill	41°01'38.047" N / 29°04'09.310" E	259	2,33641
5	Small Çamlıca Hill	41°01'10.569" N / 29°03'54.336" E	181	3,49338
6	Üsküdar Çamlıca Tower	41°00'57.297" N / 29°03'51.010" E	218	3,55330
7	Büyükada (Grand Island)	40°51'02.561" N / 29°07'28.799" E	27	7,31515
8	Büyükada, Hagia Nikola	40°51'16.461" N / 29°07'21.975" E	37	6,31018
9	Büyükada, Hagia Yorgi	40°51'16.815" N / 29°07'11.137" E	106	5,49679
10	Kilyos Way	41°14'35.985" N / 29°02'25.652" E	16	5,91644

Based on the morphological examinations, it has been determined that the pollutants in the air do not cause morphic and anatomical damages but cause physiological damages. In line with the results for chlorophyll degradation, the lowest data were obtained in region 1. The lichen samples in the region were collected near picnic area and bus stops. It should be noted that the traffic emissions to the atmosphere is considerable.

This is the first study in in this method in this area, which means the provided data will be the baseline for future studies.

LITERATURE

1. Bari A. Rosso A. Minciardi M.R. Troiani F. Piervittori R. Analysis of heavy metals in atmospheric particulates in relation to their bioaccumulation in explanted *Pseudevernia furfuracea* thalli // Environ. Monit. Assess. 2001 Vol. 69 Pp. 205–220.

2. Barnes J. D. Balaguer L. Manrique E. Elvira S. Davison A. W. A Reappraisal of the Use of DMSO for the Extraction and Determination of Chlorophylls a and b in Lichens and Higher Plants // *Environmental and Experimental Botany* 1992 No. 32 (2): 85–100.
3. Chahloul N. Khadhri A. Vannini A. Mendili M. Raies A. Loppi S. Bioaccumulation of potentially toxic elements in some lichen species from two remote sites of Tunisia. // *Biologia* 2022 No. 77 Pp. 2469–2473.
4. Hawksworth D.L Rose F. Lichens as Pollution Monitors // *Studies in Biology* 1976 No. 66 Pp. 60 London
5. Kardish N. Ronen R. Bubrick P. Garty J. The Influence of Air Pollution on The Concentration of ATP and on Chlorophyll Degradation in the Lichen, *Ramalina duriaei* (De Not.) Bagl. // *New Phytologist*, 1987 No.106 (4) Pp. 697–706.
6. Nash T. H. *Lichen Biology* (2nd ed.) // Cambridge University Press 2008.
7. Sujetovienė G. Gasauskaitė K. Žaltauskaitė J. Toxicity of a phenoxy herbicide on the lichen *Ramalina fraxinea* // *Toxicological & Environmental Chemistry*, 2019 No. 101 (9–10) Pp. 497–507.

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

Марозаў І.М., Высоцкі Ю.І., Марозава І.М.

РЭІНТРАДУКЦЫЯ *ANEMONE SYLVESTRIS* НА БЕЛАРУСКІМ ПААЗЕР'І

УА «Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Маішэрава», г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь,
morozovainna889@gmail.com

Works on the reintroduction of A. sylvestris have shown good results and obvious prospects for the conservation and restoration of populations of rare plant species listed in the Red Book and the expansion of biodiversity. The population of A. sylvestris created in the process of reintroduction is an object of monitoring, which allows studying its structure, abundance, bioecological features and making a general conclusion about the prospects for the long-term existence of this population in the future.

Актуальнай экалагічнай праблемай сучаснага перыяду з'яўляецца выкліканая гаспадарчай дзейнасцю чалавека страта біразнастайнасці, якая прагрэсуе ўсё больш хуткімі тэмпамі. Адным з рэальных і дзейных спосабаў захавання біразнастайнасці можа быць развядзенне рэдкіх відаў у кантраляваных умовах (інтрадукцыя).

Ахова знікаючых раслін культываваннем з мэтай іх вывучэння і захавання з'яўляецца цэнтральным напрамкам дзейнасці батанічных садоў, якія ва ўсё большай ступені становяцца цэнтрамі па развядзенні рэдкіх відаў раслін. Культываванне рэдкіх раслін у батанічных садах – не толькі мера, якая гарантуе іх захаванне, але і дзейсны спосаб абароны і аднаўлення іх прыродных папуляцый.

Прыцягненне ў батанічныя сады робіць іх даступнымі для рознабаковага даследавання і дазваляе выявіць іх уласцівасці, асаблівасці біялогіі, прычыны іх рэдкасці ў прыродзе. Створаныя ў батанічных садах рэзервовыя і страхавыя фонды ў выглядзе пасадачнага і пасяўнога матэрыялу рэдкіх відаў раслін, у далейшым могуць выкарыстоўвацца ў мэтах рэпатрыяцыі (рэінтрадукцыі). Рэінтрадукцыя дае магчымасць падтрымаць і павялічыць папуляцыі знікаючых відаў за кошт штучнага падсявання або падсаджвання вырашчанага ў штучных умовах матэрыялу.

Мэтай гэтай працы з'яўляецца эксперыментальна праверыць магчымасць рэінтрадукцыі ахоўнага віду ветраніцы лясной (*Anemone sylvestris* L.) і падвядзенне 15-гадовых вынікаў эксперыменту.

Даследаванні выконваліся ў 2007–2022 гг. Інтрадукцыйная папуляцыя закладвалася ў батанічным садзе Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта па методыцы Каровіна С.Я., Кузьміна З.Я. Трулевіч Н.У. [1]. Рэінтрадукцыйныя работы праводзіліся з улікам метадычных рэкамендацый Гарбунова Ю.М., Дзыбава Д.С. і інш. [2]. Выкарыстоўваліся таксама распрацоўкі па правядзенні рэінтрадукцыйных работ В.Л. Ціханавай [3].

Аб'ектам нашага даследавання з'яўляецца ветраніца лясная (*Anemone sylvestris* L.), уключаная ў 1–4-е выданні Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь. Пад дзяржаўную ахову ў рэспубліцы ўпершыню ўзята ў 1964 г. Уключана ў Чырвоныя кнігі Латвіі, Польшчы, Пскоўскай і Смаленскай абласцей Расійскай Федэрацыі [4].

A. sylvestris – шматгадовая травяністая мяккаапушаная расліна з кароткім карэнішчам, прамостоячым сцяблом вышынёй 30–50 см і разеткай з 2–6 прыкаранёвых длінначарашковых пальчатарасечаных на 3–5 вузкарамбічных сегментаў лісця. Сцябло нясе адзіночную кветку і покрыва ў выглядзе мутоўкі з трох лістоў. Кветкі буйныя 3–5 см у дыяметры, правільныя, з простым калякветнікам. Лісточкі калякветніка ў ліку 5, белыя, звычайна звонку злёгка фіялетаваыя. Плод са шматлікіх аднаасенных пладзікаў-сямянак, пакрытых доўгімі збытанымі белымі валасінкамі.

Засяляе сухія адкрытыя добра праграваемыя схілы ўзгоркаў, яраў і берагоў рэк, узлескі і паляны хваёвых, бярозавых, хваёва-ялова-бярозавых лясоў і ядлаўцовага рэдкалесся. Адае перавагу багатым карбанатамі глебам.

Асноўныя фактары пагрозы: гаспадарчая трансфармацыя зямель, рубкі лесу, павышаныя рэкрэацыйныя нагрузкі, зарастанне месцаў пасялення драўняна-хмызняковай расліннасцю, збор раслін.

Вынікі і іх абмеркаванне. Пачатковым этапам рэінтродукцыі з'явіўся выбар участка па наступных крытэрыях: адпаведнасць біятапічных умоў запатрабаваным раслінамі (тып супольнасці, якасць глебы па асноўных параметрах, умовы мікрарэльефу); аналіз інтэнсіўнасці антрапагеннай нагрузкі (выпас жывёлы, наведвальнасць жыхарамі, блізкасць ад населеных пунктаў і інш.); магчымасць правядзення перыядычных назіранняў. У якасці палігона для стварэння рэінтродукцыйнай папуляцыі выкарыстоўвалі схіл паўднёвай экспазіцыі на паўночна-заходнім беразе воз. Вяркудскае Ушацкага раёна Віцебскай вобласці. Папуляцыю заклалі ў разрэджаным бярэзніку разнатраўным з прымессю хвоі.

Рэінтродукцыя праводзілася шляхам пасадкі маладых вегетатыўных раслін з інтродукцыйнага гадавальніка батанічнага саду ВДУ імя П.М. Машэрава ў 2007 г. Расліны высаджваліся вясной у «шчыліну» з-пад рыдлёўкі па 3 шт. Усяго высаджана 15 раслін.

Размяшчэнне пасадачнага матэрыялу па 3 экзэмпляра на 1 яму пры-мянілі для атрымання больш кампактных папуляцыйных груп (курцін) і паляпшэння прыжывальнасці раслін. Абраны намі для размяшчэння *A. sylvestris* участак з'яўляецца прыдатным для яе вырастання, аднак паспяховае фарміраванне папуляцыйнай групы мы звязваем са спрыяльным праходжаннем восеньска-зімовага перыяду і выхадам раслін з зімоўкі без істотных пашкоджанняў. Другім момантам, які вызначае паспяховае развіццё рэінтродуцыруемых раслін, з'яўляецца іх захаванне ад пашкоджанняў жывёламі і раскрадання насельніцтвам.

Пры правядзенні маніторынгу адзначана штогадовае цвіценне прыжылых асобнікаў, пачынаючы з 2008 г. Пры гэтым квітнеючыя расліны далі паўнаватаснае насенне, што пацвердзілася наяўнасцю самасева.

У 2022 г. летам намі праведзена геабатанічнае апісанне пляцоўкі, дзе размяшчаецца рэінтродукцыйная пляцоўка *A. sylvestris*. Па выніках апісання мы атрымалі наступныя дадзеныя па *A. sylvestris*: сярэдняе практыўнае пакрыццё на пляцоўцы ў 100 м² – 11%, сустракаемасць – 37,5%, багацце – 4 балы, сярэдняя вышыня раслін – 23,7 см, жыццёвасць – 3 балы. Пераважаюць у папуляцыі іматурныя і віргінільныя асобіны. На некаторых пляцоўках практыўнае пакрыццё *A. sylvestris* дасягала 90% і да 80 шт. на 1 м².

За час правядзення назіранняў (2008–2022 гг.) адзначана высокая жыццяздольнасць *Anemone sylvestris*. Асобіны ветраніца досыць добра пераносілі зімовы перыяд і ўвесну дружна адрасталі, выдатна развіваліся на працягу вегетацыйнага перыяду.

Такім чынам, працы па рэінтрадукцыі *A. sylvestris* паказалі добрыя вынікі і відавочная наяўнасць перспектывы ў справе захавання і аднаўлення папуляцый рэдкіх відаў раслін, занесеных у Чырвоную кнігу і пашырэння біяразнастайнасці. Створаная ў працэсе рэінтрадукцыі папуляцыя *A. sylvestris* з'яўляецца аб'ектам маніторынгу, які дазваляе вывучыць яе структуру, колькасць, біякалагічныя асаблівасці і зрабіць агульную выснову аб перспектывах працяглага існавання дадзенай папуляцыі ў будучыні. Лічым, што работы ў гэтым напрамку паказалі сваю значнасць і неабходнасць прадаўжэння.

ЛІТАРАТУРА

1. Коровин, С.Е. Переселение растений. Методические подходы к проведению работ / С.Е. Коровин, З.Е. Кузьмин, Н.В. Трулевич и др. – М.: Изд-во МСХА, 2001. – 76 с.
2. Горбунов, Ю.Н. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов) / Ю.Н. Горбунов, Д.С. Дзыбов, З.Е. Кузьмин, И.А. Смирнов. – Тула: Гриф и К, 2008. – 56 с.
3. Тихонова, В.Л. Реинтродукция дикорастущих травянистых растений: состояние проблемы и перспективы / В.Л. Тихонова, Н.Н. Беловодова // Бюллетень Главного ботанического сада, 2002, вып. 183, с. 90 – 106.
4. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.). М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2015. – 448 с.

Абсалям Р.Р., Кочнева А.А.

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет»,
г. Ижевск, Российская Федерация, lesovod27@yandex.ru*

The characteristics of the main specially protected natural territories of the Udmurt Republic are given. Their functional zones and the mode of farming in them are designated.

Особо охраняемые природные территории – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют свое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим специальной охраны.

Выделяются следующие категории: – государственные природные заповедники; – национальные парки; – природные парки; – государственные природные заказники; – памятники природы; – дендрологические парки и ботанические сады; – лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Среди этих территорий лишь заповедники, национальные парки и заказники федерального значения имеют федеральный статус (заказники могут быть и местными).

Заповедники организуются постановлением Федерального правительства и находятся под совместным управлением Федерации и ее Субъекта, на территории которого они располагаются – чисто федеральной собственности на природные

объекты действующее законодательство не предполагает. Территории заповедников полностью изымаются из хозяйственного использования и не могут отчуждаться, кроме того, заповедники имеют научный отдел, осуществляющий постоянное изучение их природных комплексов. Задачи заповедников ограничиваются охраной и исследованием природных комплексов, просвещением, участием в экологической экспертизе, подготовке соответствующих кадров. Обычно на территории заповедника выделяется зона, полностью закрытая для всякого воздействия. Нередко вдоль границ заповедников располагаются их охранные зоны, выполняющие буферную функцию за счет ограничений на определенные виды хозяйственной деятельности.

Национальные парки в отличие от заповедников наряду с задачами по охране и изучению природных комплексов должны обеспечивать туризм и рекреацию граждан. На их территории могут сохраняться земельные участки иных пользователей и собственников с преимущественным правом национального парка на покупку такой земли.

Природные заказники отличаются от предыдущих категорий тем, что их земли могут как отчуждаться, так и не отчуждаться у собственников и пользователей, они могут быть как федерального, так и местного подчинения. Среди заказников федерального значения наибольшую роль играют зоологические, другие формы – ландшафтные, ботанические, лесные, гидрологические, геологические – распространены в меньшей степени.

Для устойчивого развития Удмуртской Республики большое значение имеет создание эффективно функционирующего природно-экологического каркаса. Он включает в себя и систему особо охраняемых природных территорий.

Национальный парк «Нечкинский». Площадью 20752 гектаров, организован постановлением Правительства РФ от 16 октября 1997 года № 1323. Это один из ценнейших резерватов дикой природы, где сохраняются уникальные массивы пойменных лесов, речные, озерные и болотные экосистемы, животный мир лесов, природные историко-культурные комплексы и объекты Среднего Прикамья, имеющие экологическую и историческую ценность. Парк расположен на границе южно-таежного лесного района и района хвойно-широколиственных лесов с липой и дубом. Этим объясняется многообразие видов растений, произрастающих на территории парка. Здесь встречается достаточно большое количество растений и животных, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики.

Службой охраны национального парка осуществляется комплексный природоохранный контроль за хозяйственной и рекреационной деятельностью. Государственными инспекторами национального парка проводятся рейды по охране установленного режима. По результатам рейдов, в случае нарушения законодательства, составляются протоколы об экологических правонарушениях (самовольная рубка леса, незаконная охота, незаконное нахождение, проход, проезд граждан и транспорта, загрязнение природных комплексов, нарушение правил пожарной безопасности в лесах).

Природный парк «Шаркан». Природный парк «Шаркан», площадь которого составляет около 16,5 тыс. га (в т.ч. около 1,8 тыс. га площадь буферной зоны), располагается на землях Шарканского административного района. Территория парка находится в междуречье рек Ита и Шаркан и по своему ресурсоохранному, эстетическому, рекреационному, научно-познавательному потенциалу соответствует географическим, биологическим и экологическим критериям особо охраняемых природных территорий высокого ранга. Главной достопримечательностью являются

уникальные элементы ландшафта, называемые пугами. Большие амплитуды высот (154–285 м.) создают высокую привлекательность парка. На большей части парка представлены естественные недеградированные, ненарушенные или малонарушенные экотопы (участок земной поверхности с относительно однородным комплексом абиотических условий среды).

Природный парк имеет большие перспективы для охотничьего туризма, любительской рыбной ловли, сбора грибов, ягод населением. Большой гидрологический потенциал позволяет организовать зоны отдыха на живописных берегах прудов, рек и родников. Вода родников вполне может быть использована в лечебно-профилактических и оздоровительных целях. Уникальный рельеф, его рекреационные ресурсы, создают предпосылки для организации спортивно-оздоровительных занятий парашютным спортом, зимними видами спорта.

Природный Парк «Усть-Бельск». Природный Парк «Усть-Бельск» создан постановлением Правительства УР от 6 августа 2001 года № 828. Парк располагается на крайнем юго-востоке Удмуртии, на территории Каракулинского района, в месте впадения реки Белая в реку Кама. Общая площадь парка составляет 1770 га.

Территория парка характеризуется широкой гидрографической сетью Нижнекамского водохранилища, наличием пойменных и плакорных лесов, представленных в основном широколиственными породами (дуб летний и липа мелколистная).

Каракулинский район – самый богатый в Удмуртии во флористическом отношении, место обитания большого количества редких видов растений и животных.

Расположение природного парка на крайнем юго-востоке Удмуртии на границе между лесной и лесостепной зонами обуславливает высокое видовое разнообразие насекомых и присутствие здесь большого количества южных (степных и неморальных) видов энтомофауны, редких либо отсутствующих в других районах республики. На территории парка зарегистрированы популяции 14 видов насекомых, включенных в Красную книгу Удмуртской Республики.

Основные объекты охраны на территории парка: пойменные луга, типичные участки широколиственных лесов, особи растений и животных, занесенных в Красную книгу Удмуртской Республики и Российской Федерации.

Основные работы в природном парке «Усть-Бельск» направлены на охрану окружающей среды и рекреационное использование с учетом соблюдения режима использования данной территории.

В зависимости от экологической и рекреационной ценности природных участков на территории природного парка устанавливаются различные режимы особой охраны и использования их территории. В соответствии с этим на территории природного парка выделены функциональные зоны: заказная, зона организованного туризма и рекреации, зона традиционного хозяйствования.

Помимо указанных объектов, на территории Удмуртской Республики существует большое количество государственных природных заказников, памятников природы, ботанический сад, лечебно-оздоровительные курорты.

Особо охраняемые природные территории требуют к себе пристального внимания для обеспечения их эффективного функционирования.

МОНИТОРИНГОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА *BOTRYCHIACEAE* HORAN. В БЕРЕЗИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

ГПУ «Березинский биосферный заповедник», д. Домжерицы, Республика Беларусь, avtyshkosveta@gmail.com

Regular monitoring observations on the territory of the Berezinsky Biosphere Reserve have been carried out for Botrychium multifidum S.G. Gmel. Rupr. and Botrychium matricariifolium (Retz.) A. Br. ex W.D.J. Koch. since 2009. As a result of the work carried out, it was noted that the main factors influencing the change in the state of the cenopopulations of the above-mentioned species are natural successions in the phytocenoses where they grow.

Отдел *Polypodiophyta Gronquist* на территории Березинского биосферного заповедника представлен 9 семействами, одним из ведущих является семейство – *Botrychiaceae Horan*, оно включает 4 вида, 3 из которых включены в Красную книгу Республики Беларусь.

Botrychium lunaria (L.) Sw. произрастает одиночными экземплярами или небольшими группами в центральной и южной частях заповедника: в притеррасной полосе рек Березина и Смоленка в кв. 556, 560, 588; по опушкам мшистых сосновых лесов в кв. 436, 448; по зарастающим лесным дорогам кв. 315^а, по границам леса и луга кв. 741.

Охраняемый вид *Botrychium anthemoides* C. Presl. в заповеднике встречается крайне редко, одиночными экземплярами, в северной, центральной и южной частях заповедника в кв. 240, 260, 473, 707 и 713.

С 2009 года регулярные мониторинговые наблюдения проводятся в рамках программы мониторинга охраняемых видов растений (далее – МОБР) за 2 видами: *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr. и *Botrychium matricariifolium* (Retz.) A. Br. ex W.D.J. Koch.

Botrychium multifidum. Встречается одиночными экземплярами или группами, по всей территории заповедника в хвойных и мелколиственных лесах, вдоль лесных дорог, тропинок в кв. 120, 214, 270^а, 270^б, 256, 262, 315, 334, 354, 436, 473, 585, 662, 701.

Ведомственный № ППН-35, привязка: N 54°44.378' с.ш. E 028°17.762' в.д., кв. 299, выд. 11. Березняк орляковый. В напочвенном покрове более 30 видов наиболее обильны: *Pteridium aquilinum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*, *Vaccinium myrtillus*, *Fragaria vesca* и др. В таблице 1 приводятся основные параметры, характеризующие состояние популяции за период наблюдений.

Анализируя данные мониторинга *Botrychium multifidum* на ППН-35 (таблица 1), мы видим существенное снижение показателей жизнеспособности вида, которое в первую очередь связано с природными сукцессиями, приведшими к зарастанию древесно-кустарниковой растительностью данного местообитания, изменению светового режима и как следствие снижение конкурентоспособности вида.

Botrychium matricariifolium. В заповеднике известно два местопроизрастания в центральной части в кв. 436, 447.

Ведомственный № ППН-37, привязка: 54°41.311' с.ш. 028°15.807' в.д., кв. 436, выд. 23. Сосняк мшистый в редком подлеске можжевельник обыкновенный. В напочвенном покрове около 30 видов растений. Обильны: *Agrostis tenuis*, *Calluna vulgaris*, *Hieracium pilosella*, *Festuca ovina*, *Sieglingia decumbens*, *Pimpinella saxifraga*,

Knautia arvensis и др. В таблице 2 приводятся основные параметры, характеризующие состояние популяции за период наблюдений.

Таблица 1 – Общая характеристика ценотической популяции *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr. (ППН-35)

№ №	Признаки, показатели	Значение		
		2009	2015	2020
1	площадь, занимаемая популяцией (по внешнему контуру), м ²	91,18	80,0	25,6
2	численность популяции, шт.	102	57	37
3	плотность (минимальна / средняя / максимальная), шт/м ²	1,1	0,7	1,44
4	проективное покрытие, %	3	2	1
5	обилие вида, балл	2	1	1
6	возрастной спектр популяции, %	v-75,5; g ¹⁻³ - 24,5	v-86,0; g ¹⁻³ - 14,0	v-67,6; g ¹⁻³ - 32,4
7	возобновление популяции, балл	4	4	4
8	тип популяции	нормальная	нормальная	нормальная
9	мощность генеративных особей: средние значения высоты растения, размеры листа: длина/ширина; высота спорофитов, см	17,3 9,8/5,8 4,1	11,6 9,8 / 5,7 2,8	6,6 4,5/3,3 2,3
10	поврежденность растений, балл	0	0	0
11	вид повреждения	–	–	–
12	жизненность популяции, балл	5	3	3

Таблица 2 – Общая характеристика ценотической популяции *Botrychium matricariifolium* (Retz.) A. Br. ex W.D.J. Koch (ППН-37)

№ №	Признаки, показатели	Значение		
		2009	2015	2020
1	площадь, занимаемая популяцией (по внешнему контуру), м ²	8,0	10,7	6,1
2	численность популяции, шт.	15	49	10
3	плотность (минимальна / средняя / максимальная), шт/м ²	1,8	4,6	1,7
4	проективное покрытие, %	0,5	1	0,5
5	обилие вида, балл	1	1	1
6	возрастной спектр популяции, %	v-7; g ¹⁻³ -93	v- 4,1; g ¹⁻³ - 95,9	v-0; g ¹⁻³ - 100
7	возобновление популяции, балл	4	4	0
8	тип популяции	нормальная	нормальная	нормальная
	мощность генеративных особей: средние значения высоты растения, размеры листа: длина/ширина; высота спорофитов, см	7,1 1,5/0,7 1,5	10,2 2,4 / 1,4 1,9	16,0 3,3/1,6 4,4
10	поврежденность растений, балл	1	1	1
11	вид повреждения	энтомовредители	энтомовредит	усыхание
12	жизненность популяции, балл	5	5	5

Жизненное состояние ценопопуляции *Botrychium matricariifolium* на ППН-37 оценивается как «высокое», из потенциальных угроз возможно вытаптывание (образование неконтролируемой тропиной сети, проходящей через местопроизрастание вида); разрастание кустарников и изменение светового режима; нарушение дернины дикими копытными животными в месте обитания растения.

Таким образом, по результатам наблюдений жизненное состояние популяции *Botrychium multifidum* на ППН-35 характеризуется как «низкое». Основными факторами угрозы для данной популяции – являются природные сукцессии, которые привели к изменению среды обитания вида. Что в ближайшем будущем, может стать причиной деградации данной ценопопуляции. В свою очередь снижение жизненных показателей *Botrychium matricariifolium* на ППН-37 незначительны. На протяжении наблюдаемого периода, жизненное состояние популяции характеризуется как «высокое». Это говорит о нормальной экологической ситуации и слабом негативном воздействии на популяцию.

Меры, необходимые для сохранения данных видов на территории заповедника: контроль за состоянием популяций и поиск новых мест.

Антонович А.О.

ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ РОДА АМАНИТА В МИКОБИОТЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ БЕЛАРУСИ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, anaria1995@mail.ru*

The article presents the results of the analysis of literature data and collections of the MSK-F herbarium in various types of forest phytocenoses on the territory of Belarus. 25 species were identified, including 5 varieties of amanite basidial macromycetes. Of these, 7 species of agaricoid fungi are rare for the mycobiota of Belarus. The number of species growing only in coniferous forests is 8, the rest grow in both coniferous and deciduous forests.

Род *Amanita* включает в себя порядка 600 видов агарикоидных грибов, общим признаком которых являются: средние или крупные плодовые тела с центральной ножкой; развитие с общим покрывалом, зачастую остающимся на поверхности шляпки в виде хлопьев или бородавок, легко отделяющихся от кожицы и смывающихся дождем; ножка с булавовидным расширением в основании, с кольцом и вольвой или только вольвой, являющимися остатками общего покрывала и потому не прикрепленными к плодовому телу. Окраска шляпки варьирует от белой и красной до зеленой и коричневой, пластинки белые либо желтоватые, ножка чаще всего белая.

Среди представителей рода *Amanita* встречаются как съедобные, так и ядовитые и даже смертельно ядовитые виды. Для микофлоры Беларуси примером съедобного мухомора является вид *Amanita rubescens* Pers. (мухомор серо-розовый), ядовитого – *Amanita aspera* (Pers.) Pers. (мухомор шершавый), смертельно ядовитого – *Amanita pantherina* (DC.) Krombh. (мухомор пантерный).

Все представители рода *Amanita* являются микоризообразователями, способными вступать в симбиоз и с хвойными, и с лиственными породами деревьев. На территории Беларуси наиболее часто симбионтами данных базидиальных макромицетов становятся *Picea abies* (L.) H.Karst. (ель обыкновенная), *Pinus sylvestris* L. (сосна обыкновенная) и *Quercus robur* L. (дуб черешчатый).

На территории Беларуси род *Amanita* представлен 25 видами, включающими 5 разновидностей агарикоидных базидиомицетов (таблица).

Таблица – Аманитовые грибы лесных фитоценозов Беларуси

Видовое название	Ценоз	Встречаемость	Съедобность
<i>Amanita aspera</i> (Pers.) Pers.	дубравы злаковая и разнотравная, сосняк чернично-мшистый	обычный вид	ядовитый
<i>Amanita citrina</i> Pers.	дубравы лещиновая и разнотравная, ельник чернично-мшистый, сосняки мшистый и чернично-мшистый	широко распространенный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita citrina</i> var. <i>alba</i> (Pers.) Quél. & Bataille	дубрава кислично-разнотравная, сосняк мшистый	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita citrina</i> var. <i>citrina</i> Pers.	березняк злаковый, дубравы вересковая и разнотравная, ельник чернично-мшистый, сосняки брусничный, мшистый, орляково-мшистый	широко распространенный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita crocea</i> (Quél.) Singer	кленовник злаковый, сосняки мшистый, осоковый, чернично-мшистый, черничный	обычный вид	условно-съедобный
<i>Amanita excelsa</i> (Fr.) Bertill.	сосняк мшистый	редкий вид	условно-съедобный
<i>Amanita flavescens</i> (E.-J. Gilbert) Contu	дубрава разнотравная, сосняк чернично-мшистый	редкий вид	условно-съедобный
<i>Amanita fulva</i> Fr.	дубравы грабовая и кисличная, ельники кисличный, чернично-мшистый, черничный, ольшаник хвоцевой, сосняки багульниковый, лишайниковый, мшистый, орляковый и чернично-мшистый	широко распространенный вид	условно-съедобный
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Bertill.	сосняк мшистый, сосняк чернично-мшистый	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita lividopallenscens</i> (Gillet) Bigeard & H. Guill.	сосняк мшистый	редкий вид	условно-съедобный
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	березняк разнотравный, грабняк кисличный, дубравы кисличная, мшистая и разнотравная, ельники кисличный и чернично-мшистый, сосняки бруснично-чернично-мшистый, бруснично-мшистый, бруснично-черничный, вересковый, лишайниковый, мшистый и чернично-мшистый	широко распространенный вид	ядовитый
<i>Amanita olivaceo-grisea</i> Kalamees	ельник кисличный	редкий вид	не определена
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	дубрава кисличная, ельники мшистый и чернично-мшистый, сосняки вересково-черничный, лишайниковый, мшистый и чернично-мшистый	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita pantherina</i> var. <i>abietum</i> (E.-J. Gilbert) Veselý	ольшаник разнотравный, сосняк чернично-мшистый	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita phalloides</i> (Vaill. ex Fr.) Link	дубравы грабово-разнотравная и снытевая, ельник чернично-мшистый, сосняки мшистый, разнотравный, черничный и чернично-мшистый	широко распространенный вид	смертельно ядовитый

<i>Amanita porphyria</i> Alb. & Schwein.	дубрава грабовая, ельник мшисто-черничный, сосняки мшисто-брусничный, мшистый, чернично-мшистый и черничный	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita regalis</i> (Fr.) Michael	ельники кислично-мшистый и мшистый	редкий вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita rubescens</i> Pers.	грабняк кисличный, дубрава грабово-черничная, ельник мшистый, ольшаник крапивный, сосняки злаковый, мшисто-черничный, мшистый, чернично-мшистый и черничный	обычный вид	условно-съедобный
<i>Amanita rubescens</i> var. <i>rubescens</i> Pers.	дубрава елово-грабовая, сосняк мшистый	обычный вид	условно-съедобный
<i>Amanita strobiliformis</i> (Paulet ex Vittad.) Bertill.	сосняк чернично-мшистый	редкий вид	условно-съедобный
<i>Amanita submembranacea</i> (Bon) Gröger	ельник мертвопокровный	редкий вид	не определена
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	грабняк кисличный, дубрава разнотравная, ельники кисличный, мшисто-черничный и мшистый	широко распространенный вид	условно-съедобный
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i> (Bull.) Lam.	дубравы кисличная и лещиновая, ельник дубово-кисличный, ольшаник крапивный, сосняки можжевельново-мшистый, мшистый и черничный	широко распространенный вид	условно-съедобный
<i>Amanita virosa</i> Bertill.	дубрава снытевая, ельники мшисто-брусничный, кисличный и мшистый, сосняки багульниково-черничный, мшистый, чернично-мшистый и черничный	обычный вид	смертельно ядовитый
<i>Amanita umbrinolutea</i> (Secr. ex Gillet) Bataille	ельники кисличный, кислично-мшистый и мшистый	обычный вид	условно-съедобный

Таким образом, видовой состав рода *Amanita* на территории Беларуси представлен 18 часто встречающимися и 7 редкими видами. Среди часто встречающихся видов 38,89% являются широко распространенными, произрастающими практически в каждом лесном фитоценозе страны, в котором имеются их деревья-симбионты. 68% аманитовых не имеют привязки к определенному типу древесных растений и потому способны расти как в лиственных, так и хвойных лесах. Оставшиеся 32% имеют строгую привязку к хвойным деревьям. Следует отметить, что 6 из 8 редких видов вступают в симбиотические отношения исключительно с *P. abies* и/или *P. sylvestris*. Количество ядовитых и условно-съедобных видов *Amanita* практически одинаково (12 и 11), для 2 видов токсикологические исследования не проводились, и потому их съедобность/ядовитость не была определена.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ по гранту «Сравнительный анализ видового разнообразия и эколого-трофических особенностей биоты макромицетов редких, эталонных и типичных фитоценозов НП «Беловежская пуща»» (договор № Б22М-005 от 04.05.2022).

**Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В.,
Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А.**

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В КАЛЬДЕРЕ ВУЛКАНА ГОЛОВНИНА (ЗАПОВЕДНИК «КУРИЛЬСКИЙ»)

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, i.arestova@spbu.ru*

Research of vegetation at the site of the Kurilsky Reserve was carried out in August 2021. It included detailed geobotanical descriptions of plant communities, analysis of changes in the species composition of plants at the sites with different levels of anthropogenic pressure. As a result of the work, plant species were identified that restrain the degradation of natural complexes in the recreation development zone.

Последнее время активно идет развитие рекреации на участках охраняемых природных территорий. В зону туристических объектов попадают не только национальные парки, но и отдельные уникальные природные комплексы, относящиеся к заповедникам. Одним из таких объектов является кальдера вулкана Головнина, расположенная на о. Кунашир (Курильские о-ва) в границах Курильского заповедника.

Согласно принятой Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области на период до 2035 года, туризм на Курильских островах относится к стратегическим направлениям развития экономики региона. Планируется резкий рост числа туристов, увеличение количества пешеходных и автомобильных туристических маршрутов. В этих условиях особое значение приобретают исследования состояния естественных природных сообществ района, их реакция на увеличение антропогенного присутствия. При этом сегодня ландшафты Южных Курил плохо изучены с точки зрения допустимой антропогенной нагрузки, оценка устойчивости их природно-территориальных комплексов к рекреации ранее не проводилась. Для оценки потенциальных угроз для природных комплексов территории от рекреационной деятельности в августе 2021 г были проведены комплексные геоэкологические исследования на островах Кунашир, Шикотан и Итуруп, включавшие наряду с другими исследованиями и анализ видового состава и динамики растительных сообществ.

Остров Кунашир – третий по величине и самый южный из островов Большой Курильской гряды. Он вытянут в направлении с юго-запада на северо-восток на 123 км в виде узкой полосы шириной 8–11 км. В северной части он расширяется до 30 км, а местами на низменных перешейках сужается до 4 км. Общая площадь острова составляет 1553 км². Он образован четырьмя действующими вулканами и горными массивами, соединенными низкими перешейками. Самая южная часть острова представляет собой невысокий вулкан (547 м), получивший название кальдеры Головина. На дне ее имеется два озера – Горячее (4 км длиной) и Кипящее (300 м в диаметре). По берегам оз. Кипящего находится большое количество фумарол, грязевых котлов и кипящих ключей. Для острова характерен умеренно морской муссонный климат с теплым летом и мягкой зимой (средняя температура воздуха в августе – от 13,6 до 16,3°C, в феврале – от -3,7 до -5,9°C), сильными и продолжительными ветрами, большим количеством осадков, частыми туманами и метелями. Реки и ручьи многочисленны, но относительно невелики. Преобладают охристые типичные почвы и буроземы охристые.

Согласно ботаническому районированию, Кунашир входит в Сахалино-Хоккайдскую провинцию Восточно-Азиатской области. По характеру растительного покрова и распространению отдельных видов остров относится к Южно-Курильскому району темнохвойных и смешанных лесов с большим количеством южных элементов. Среди растительности острова доминантными видами являются ель аянская *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr., каменная береза *Betula ermanii* Cham., пихта сахалинская *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt, кедровый стланик *Pinus pumila* (Pall.) Regel. В травяно-кустарничковом ярусе острова основным доминантным видом является курильский бамбук *Sasa kurilensis* (Rupr.) Makino & Shibata.

Кальдера вулкана Головнина – вулканическая котловина со своим микроклиматом, растительным и животным миром. Здесь сформировались свои уникальные природные комплексы, распределение которых изначально определяется высотной поясностью. Территория кальдеры Головнина включает участки с широколиственными лесами. Здесь проходит северная граница распространения *Magnolia obovata* Thunb., *Quercus dentata* Thunb., *Betula maximowicziana* Regel, *Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast. и других.

Как показали проведенные нами исследования, нижние уровни кальдеры (до высоты 200 м) заняты сазовыми лугами с гортензией метельчатой *Hydrangea paniculata* Siebold, чередующимися с каменноберезовыми редколесьями со сплошным покровом сазы. Для лугов проективное покрытие сазы составляет 100%. В редколесьях доминируют каменная береза, представлены также береза плосколистная *Betula platyphylla* Sukacz., ольха волосистая *Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr. и японская *A. japonica* (Thunb.) Steud. В кустарничковом ярусе появляются ивы и спирея. Для таких редколесий сомкнутость древесного яруса составляет 0,5; проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса варьирует от 85 до 100%. Почвенная подстилка на таких участках хорошо развита, ее мощность составляет 20 см.

При подъеме выше 200 м березовые редколесья сменяются еловыми, образованными елью аянской и елью Глена, появляются отдельные экземпляры кедрового стланика. Сомкнутость древесного яруса составляет 0,3; общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса около 80–85% при доминировании сазы. Мощность почвенной подстилки 15–18 см.

С высоты 300–350 м начинаются монодоминантные сообщества кедрового стланика. На гребне кальдеры на выходах базальтов и андезитов сформировано стланиково-сазовое сообщество с ольховником на слоисто-пепловых почвах с единичными низкорослыми елями аянскими и каменными березами. Сомкнутость древесного яруса составляет менее 0,1; высота деревьев варьирует от 1,3 до 2 м. Сомкнутость кустарничкового яруса достигает 0,4–0,5. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 80%; доминирует саза, из прочих видов наиболее обильны *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Empetrum sibiricum* V. Vassil., *Ptarmica macrocephala* (Rupr.) Kom. Мощность почвенной подстилки 15 см.

На сегодняшний день вулкан Головнина является одним из наиболее доступных для посещений вулканов как острова Кунашир, так и Курильских островов в целом. Это связано и с удобством подъезда к кальдере и с отсутствием необходимости в серьезной физической подготовке рекреантов. В результате поток посетителей на участок кальдеры постоянно возрастает. По данным заповедника, за сезон 2020 года кальдере Головнина посетило 1700 человек. По проведенным нами наблюдениям в августе 2021 г, только за один день кальдере посещают от 35 до 150 человек. Туристы спускаются в кальдере как небольшими группами по 2–5 человек, так и целыми

командами до 40 человек. Возрастной состав посетителей варьирует от 6 до 75 лет. Большинство туристов ограничиваются однодневным пребыванием в кальдере, спускаясь и поднимаясь пешком как по служебной дороге к кордону заповедника, так и по протоптанным тропам. Однако часть туристов остается в кальдере в палаточном лагере на несколько дней.

Такое количество рекреантов на сравнительно небольшой площади приводит к вытаптыванию отдельных участков на склонах кальдеры и на внутренних куполах вулкана. В результате начинается изменение растительных сообществ кальдеры, меняются видовой состав и обилие отдельных видов. Наибольшее воздействие проявилось на внутренних куполах вулкана, где на пологих, наиболее удобных для подъема туристов, участках травянистая растительность почти полностью вытоптана. Отдельные куртины травяно-кустарничкового яруса сохранились только под стлаником. Seriously страдает почвенная подстилка – на тропе она практически полностью отсутствует, под стлаником присутствует фрагментарно и ее мощность не превышает 3 см. В результате активного передвижения происходит обламывание кедрового стланика, идет осыпание каменистого грунта.

Меньше страдают от туристов склоновые редколесья, здесь сохраняется доминирование типичных видов, однако в состав сообществ начинают активно внедряться вейник *Calamagrostis langsdorffii*, бодяк *Cirsium kamtschaticum* Ledeb. ex. DC., луговик *Avenella flexuosa* (L.) Drejer и др. Мощность почвенной подстилки уменьшается до 12–14 см, подстилка вместо рыхлой становится очень плотной.

Естественным сдерживающим фактором для деградации растительных сообществ в результате развития рекреации является курильский бамбук (саза) и заросли стланика. Участки, покрытые зарослями сазы или кедровым стлаником, и отгороженные ими от дорог и маршрутов туристов сохраняют естественное видовое разнообразие и практически не страдают от рекреации.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» № 14-2021-Р. Участие в конференции осуществлено при финансовой поддержке Санкт-Петербургского государственного университета, грант ID 105842580.

Байбар А.С.^{1,2}, Пузаченко М.Ю.¹, Сандлерский Р.Б.², Кренке А.Н.^{1,2}

**ИНВАРИАНТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА
(НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА
И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ)**

1 ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва, Российская Федерация

2 НИУ «Высшая школа экономики», г. Москва, Российская Федерация, baybar@igras.ru

Quantitative elicitation of invariants states of vegetation cover became possible with the accumulation of long-term series of observations of the landscape conditions through multispectral imaging. For the territory of the Central Forest Biosphere Reserve, it was obtained that the invariants identified as order parameters determine the total vegetation biomass, the moisture content of the landscape cover, and the intensity of the bioproduction process.

Использование серии данных дистанционного зондирования Земли позволяет выделить инвариантные состояния отражения геосистем за рассматриваемый временной промежуток. Результатом их совместного обобщения с параметрами порядка морфометрических характеристик рельефа, рассчитанных с учетом его иерархической организации, являются ландшафтные инварианты.

Материалы и методы. Исследование проводилось на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника и прилегающих территорий общей площадью 139 т. га. В качестве исходных данных были использованы все безоблачные сцены Landsat 4–9. В анализе используются все основные каналы (синий, зеленый, красный, ближний инфракрасный (БИК) и два коротковолновых ИК (КИК)) для 19 сцен, выполненных с 1987 по 2022 годы (5 за февраль, 3 за март, 4 за апрель, 1 за май, 4 за июнь и 2 за сентябрь). Цифровая модель рельефа территории построена на основе топографических карт крупного масштаба. Для верификации инвариантов использованы 3079 геоботанических описаний.

Выделение инвариантов производилось в несколько этапов методом главных компонент. На первом этапе выполнено обобщение каналов для каждого срока съемки и выделены главные компоненты снимков. На следующем этапе они обобщаются по всем срокам, согласно их связи с исходными каналами. В анализе остаются те обобщенные компоненты (частные инварианты), которые имеют высокие факторные нагрузки (далее – ФН) с большинством сроков съемки, либо имеют сезонную составляющую и долю общей дисперсии больше 1. Далее выделяются общие инварианты отражения на основе обобщения частных инвариантов. Морфометрические характеристики рельефа (уклон, освещенность с запада и юга, профильная, плановая, продольная и кросс-секционная выпуклость, минимальная и максимальная кривизна, оператор Лапласа) для разных иерархических уровней (с линейными размерами 90, 150, 290, 450, 1050, 1290, 1650, 2430, 3810 метров) обобщаются методом главных компонент с выделением общих инвариантов рельефа. Инварианты отражения и рельефа обобщаются для получения ландшафтных инвариантов, связь которых с характеристиками полевых описаний определяется пошаговым мультирегрессионным анализом.

Результаты. Для всех сроков съемки выделяются ведущие главные компоненты, обобщающие яркостью всех каналов, КИК каналы, БИК канал (присутствует только в бесснежный период). Компоненты снимков описывают варьирование каналов съемки минимум на 94%, таким образом, практически полностью сохраняя всю исходную информацию по каждому сроку съемки. В ходе обобщения компоненты яркости всех каналов выделен один частный инвариант, имеющий наибольшие ФН со всеми сроками съемки, который описывает почти 70% исходного варьирования компоненты яркости каналов. Обобщение компоненты БИК канала выделяет частный сезонный инвариант, имеющий высокие противоположные по знаку ФН с компонентой БИК канала в летний и весенне-осенний периоды, и частный инвариант, имеющий высокие ФН со всеми сроками съемки, совместно описывающие более 60% исходного варьирования. Для КИК компоненты снимков выделяются частный инвариант, имеющий наибольшие ФН со всеми сроками съемки, кроме первой-второй декады апреля, частный сезонный инвариант, имеющий высокие противоположные по знаку ФН с компонентой КИК каналов в летне-осенний и зимне-весенний сроки съемки, и частный апрельский инвариант имеющий наибольшие ФН с компонентой КИК каналов первой-второй декады апреля, описывающие около 55% исходного варьирования компоненты КИК каналов за все сроки съемки.

При обобщении частных инвариантов выделяется три общих инварианта отражения. Первый имеет наибольшие положительные ФН с частными инвариантами компонент общей яркости и БИК канала и наибольшую отрицательную ФН с частным сезонным инвариантом компоненты КИК каналов. Второй общий инвариант определяется наиболее высокими ФН с различными знаками частным сезонным инвариантом компоненты БИК канала и инвариантом компоненты КИК каналов. Третий общий инвариант имеет наибольшую ФН на частный инвариант компонент КИК каналов первой-второй декады апреля и, с обратным знаком, высокую ФН с частным инвариантом компоненты БИК канала. Совместно общие инварианты отражения описывают около 70% варьирования частных инвариантов.

В ходе обобщения характеристик рельефа, рассчитанных для 9 размеров скользящего квадрата, отражающего линейные размеры уровней его иерархической организации, выделено 12 главных компонент, имеющих долю общей дисперсии более 1, которые описывают около 70% варьирования исходных характеристик рельефа.

Обобщение инвариантов отражения и рельефа выделяет 3 основных общих ландшафтных инварианта и три дополнительных, дописывающих нелинейные отношения, описывая 40% инвариантов отражения и рельефа.

Так, первый ландшафтный инвариант высокими значениями выделяет территории с выраженными уклонами, высокой интенсивностью биопродукционного процесса летом и низким влагосодержанием в течении всего года, в первую очередь выделяя склоны грядовых возвышенностей, холмов и долин речной сети. Низкими значениями выделяются территории без выраженных уклонов с высокой интенсивностью биопродукционного процесса весной и в меньшей степени осенью с высоким влагосодержанием в течении всего года, выделяя массивы верховых болот и, в меньшей степени, отдельные участки лесов на локальных водоразделах озерно-ледниковой равнины. Первый ландшафтный инвариант дополняется шестым, выделяющим, склоны речных долин, приуроченных к грядам.

Второй ландшафтный инвариант высокими значениями выделяет территории с низкой биомассой, высоким влагосодержанием летом и низким в апреле, с высокой интенсивностью биопродукционного процесса на выпуклых формах рельефа южной и западной экспозиций, выделяя суходольные луга и верховые болотные массивы. Низкими значениями выделяются территории с высокой биомассой, низким влагосодержанием летом и высоким в апреле, и низкой интенсивностью биопродукционного процесса на вогнутых формах рельефа северной и восточной экспозиций, представленные склонами гряд и долинами речной сети. Дополняющий пятый инвариант высокими значениями выделяет долины речной сети, приуроченные к грядам, и вогнутые части гряд.

Третий ландшафтный инвариант высокими значениями выделяет территории с высокой биомассой, низким влагосодержанием и интенсивностью биопродукционного процесса на вогнутых формах микро-мезорельефа северо-восточной и западной экспозиций, соответствующие склонам гряд и речных долин. Низкими значениями выделяются территории с низкой биомассой, высоким влагосодержанием и интенсивностью биопродукционного процесса на выпуклых формах микро-мезорельефа южной экспозиции, представленные верховыми болотными массивами и вершинами гряд. Дополняющий четвертый инвариант высокими значениями выделяет верховые болота и склоны гряд.

Выводы. Проведенный анализ показал возможность последовательного снижения пространства признаков многолетних серий мультиспектральных данных

дистанционного зондирования Земли на основе факторного анализа с выделением ограниченного числа инвариантов отражения и их интеграции с компонентами характеристик рельефа с выделением обобщающих их ландшафтных инвариантов. Показано, что на основе общих представлений о физическом смысле отражательных характеристиках для разных диапазонов электромагнитного спектра и характеристик рельефа возможна семантическая интерпретация инвариантов с определением основных свойств выделяемых ими территорий. Более детальная информация о содержании инвариантов может быть получена с использованием полевых данных, имеющих с ними высокие статистически достоверные связи, и с помощью сегментации территории с выделением типичных в пространстве и во времени состояний, что может иметь широкое практическое применение как в лесном, так, особенно, сельском хозяйстве на фоне высокой внутри и межгодовой изменчивости отражательных характеристик деятельной поверхности земли, свойственной для агроландшафтов, а также для оценки динамических изменений при использовании актуальных данных об отражении территории.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007)

Веревкина Е.Л.

ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

БУ «Природный парк «Нумто», г. Белоярский, Российская Федерация, numtonauka@mail.ru

The Numto nature park is located in the center of the West Siberian Plain, on the northern slope of the Siberian hills. In accordance with most schemes of nature zoning, the territory of the park belongs to the North Taiga subzone of the Western Siberia forest zone. The main method of studying the vegetation cover of the natural park is a route, which is carried out at pre-planned points.

Природный парк «Нумто» образован Постановлением губернатора Ханты – Мансийского автономного округа №71 от 28 января 1997 года для сохранения природно-исторического комплекса Верхнего Казыма и озера Нумто, уникальных природных, исторических, этнографических комплексов, защиты мест проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера (рисунок). Он находится в Белоярском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры практически в самом центре Западно-Сибирской равнины. Его площадь составляет 597189,5 га. Парк «Нумто» расположен на северном склоне Сибирских увалов, откуда берут начало и расходятся лучами в разные стороны крупнейшие притоки (реки Казым, Надым, Пим, Тром-Еган) великой сибирской реки – Оби [1]. В соответствии с большинством схем природного районирования, территория парка относится к северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири.

Постановлением Правительства ХМАО – Югры от 28.10.2016 г. № 415-п в границах парка выделены зоны заповедного, природоохранного и рекреационного режимов, зона традиционного экстенсивного природопользования, зона охраны объектов культурного наследия, а также зона хозяйственного назначения, включающая в себя родовые угодья и участки, связанные с геологоразведочными работами.

Флора и растительность природного парка была объектом изучения с момента образования охраняемой территории. Выявление флористического разнообразия и его распределения по территории, входит в комплекс научных исследований, проводимых сотрудниками природного парка «Нумто». В ходе многолетних исследований была достаточно полно выявлена флора природного парка, составлены аннотированные списки высших сосудистых растений, мохообразных, лишайников. С 1997 по 2007 гг. планомерное изучение природных комплексов парка проводилось сотрудниками лаборатории ландшафтных и фитоценологических исследований Института проблем освоения Севера СО РАН. В этот период был проведен большой объем работ по изучению флоры и ландшафтной структуры территории природного парка. Выполнены геоботанические описания и дана общая характеристика растительности болот и лесов в разных функциональных зонах парка. Составлена карта растительности.

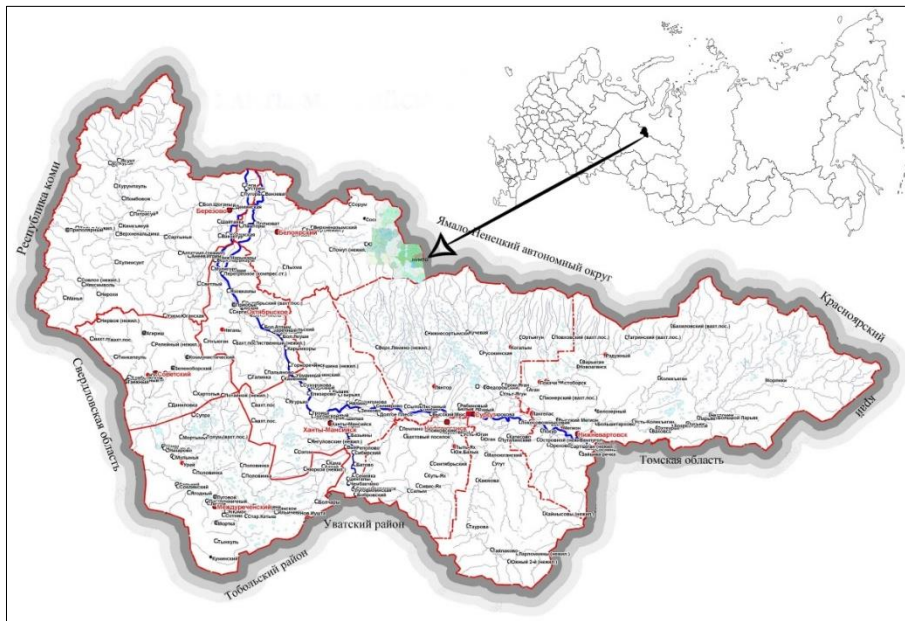


Рисунок – Карта расположения природного парка «Нумто»

В последние годы повышение доступности охраняемой территории парка и организация экологического мониторинга позволили провести маршрутные исследования, выполненные специалистами Тюменского научного центра СО РАН (2013, 2018-2021 гг.), Югорского государственного университета (2011, 2017, 2022 гг.), Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Почвенного института им. В.В. Докучаева (2004, 2010, 2012-2016, 2022 гг.) и Сургутского государственного университета (2016, 2018 гг.), и получить новые данные о биоразнообразии и распространении ряда редких видов по территории парка.

Основным способом изучения растительного покрова в границах природного парка является маршрутный метод, который проводится по заранее намеченным точкам. Ключевые участки исследований выбираются с учетом ландшафтной репрезентативности и транспортной доступности. Маршруты прокладываются на основе анализа космических снимков высокого разрешения, исходя из общего плана ландшафтной структуры лесоболотных комплексов. Подобный подход обеспечивает полное выявление всех основных типов природных экосистем и представленного в них разнообразия экологических условий.

При выполнении описаний производится определение географических координат с помощью спутникового навигатора (GPS), что позволяет использовать материалы наземных исследований для дешифрирования космического снимка и составления карты растительности изучаемого участка природного парка.

По ходу маршрута, на каждом участке проводится выявление всего разнообразия растительных сообществ и их полное описание по общепринятой методике геоботанических исследований [2, 3].

Описания выполняются на крупных, морфологически хорошо выраженных выделах растительности, на площадках однородных по структуре и флористическому составу. В зависимости от высоты верхнего яруса размер площади описания варьирует от 25 м² (5x5 м) на открытых моховых, кустарничково-моховых и осоково-моховых участках болот до 100 м² (10x10 м) – в заболоченных и суходольных лесах с хорошо выраженным древостоем. Проективное покрытие древесного (при наличии), кустарничкового, травяно-кустарничкового и мохового ярусов, а также обилие слагающих их видов растений в описании указывается в процентах.

Флористические исследования, проводимые на территории природного парка, позволили:

– выявить 198 аборигенных видов сосудистых растений, 15 из которых включены в Красную книгу Югры. По состоянию фактической изученности флористический список мохообразных парка включает 167 видов, в том числе 114 видов мхов и 53 вида печеночников. На сегодняшний день в парке выявлено 127 видов лишайников, 28 видов деревообразующих грибов и 48 видов подстилочных;

– разработать эколого-флористическую классификацию растительных сообществ, в которой выделено 30 ассоциаций, 21 субассоциация, 25 вариантов и 10 типов сообществ из 11 союзов, 7 порядков и 4 класса, в которой дана детальная характеристика растительных сообществ лесной и болотной растительности;

– определить редкие и уникальные типы растительных сообществ, которые характеризуются высокими показателями флористического и фитоценотического разнообразия [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Валеева Э.И., Московченко Д.В., Арефьев С.П. 2008. Природный комплекс парка «Нумто». Новосибирск: Наука. 280 с.
2. Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. 530 с.; 1972. Т. 4. 336 с.
3. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 136 с.
4. Веревкина, Е. Л. Видовое богатство растительных сообществ болот южной части природного парка «Нумто» / Е. Л. Веревкина, Е. Д. Лапшина, И. В. Филиппов // Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: Материалы Шестого Международного полевого симпозиума, Ханты-Мансийск, 28 июня – 08 2021 года. – Томск: Издательство Томского университета, 2021. – С. 62–64.

ПРОГНОЗ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ИХ ПОПУЛЯЦИЙ И ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ В ГРАНИЦАХ БЕЛАРУСКОГО АРЕАЛА

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, ipv@tut.by*

The prognosis for the conservation of rare wild plants is presented based on the results of monitoring the state of their populations and the ecological and phytocenotic confinement of species against the background of climate change and decrease in water reserves on the territory of Belarus.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов – самая хрупкая, но очень важная часть биоразнообразия. Очевидно, что сохранить вид, не сохраняя его местообитание невозможно. При этом, человек настолько агрессивно меняет среду в результате хозяйственного освоения окружающего пространства, что независимо от схем развития биологических сообществ на фоне климатических флуктуаций, уязвимость отдельных видов настолько велика, что их гибель – это вопрос времени. На текущий момент популяции 9 видов растений не подтверждаются и еще 15 видов из 303, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, находятся в критическом состоянии.

Современная климатическая ситуация, отличающаяся более высокой скоростью изменений в первую очередь в части более ярко выраженном влиянии в целом на различные экосистемы, может привести к нарушению механизмов популяционного регулирования, что с учетом биологических особенностей редких видов будет способствовать деградации краевых ценопопуляций и в зависимости от современной общей их представленности на территории Беларуси приведет к гибели отдельных. Растения могут изменять стратегию, биологию и приуроченность, но для этого они должны обладать значительным адаптационным потенциалом, что в меньшей степени характерно для редких видов в виду разорванности ареалов, фрагментации мест произрастания, нарушения популяционных механизмов, потери способности к самоподдержанию.

Прогноз сохранения редких видов строился на основе получения суммированного балла потенциальной угрозы их исчезновения, где учитывались жизненные характеристики популяций и особенности эколого-фитоценотической приуроченности.

В целом общая картина тенденций и прогноза изменений биоразнообразия в части жизненности редких видов имеет весьма разноплановый характер, обусловленный спецификой различных уровней организации (биологической, экологической) видов и мест их произрастания. Рассмотрим сценарий сохранения редких видов отдельно в границах экосистем, в которых они представлены, с учетом современной тенденции изменения климата в сторону снижения обводненности.

Места произрастания значительной части редких видов на территории Беларуси приурочены к лесным экосистемам. К этой категории отнесены виды 93 сосудистых растений, 17 мхов, 22 лишайников и 33 грибов. Довольно многочисленной является группа видов, местообитание которых приурочено к луговым и болотным экосистемам. Это экотопы открытых пространств пойменных (речных долин и озерных котловин), внепойменных лугов (суходольных и низинных лугов, остепненных склонов холмов)

и переувлажненных местообитаний (болот, заболоченных берегов рек и озер). К ним приурочены популяции 62 видов сосудистых растений, 15 видов мхов, 2 видов лишайников, 1 вида водоросли. Наименьшую категорию составляют 20 видов сосудистых растений, 2 вида мхов и 20 видов водорослей, приуроченных к водным (водоемам, водотокам) экосистемам.

Луговые экосистемы. Самой уязвимой сегодня можно считать категорию видов, приуроченных к суходольным и низинным лугам. В результате изменения режима землепользования (в части прекращения кошения и выпаса скота) Беларусь теряет ежегодно 2–5, местами до 10–15% площади естественных лугов. За последние 11 лет луга сократились на 506,1 тыс. га, или 15,4%, травяные болота – 92,7 тыс. га, или 10,1% (Сцепановіч, 2017). Исключение составляют пойменные луга, формирование которых тесно связано с режимом паводков. Однако, в последние годы неоднократно отмечается снижения уровня паводка или его отсутствие из-за малоснежности покрова и незначительной мощности льда на реках в зимний период, в результате зарастание пойм также имеет место.

Необходимо осознать, что если в предстоящее десятилетие не будут предприняты эффективные меры по сохранению луговой растительности, то в недалеком будущем пополнится список редких видов и луговое фитоценообразие будет безвозвратно утеряно для Беларуси, зонально расположенной в лесной природной зоне. В этой категории мы можем потерять до 45 (15% от общего списка) «краснокнижных» видов, относящихся исключительно к луговой, опушечно-луговой, прибрежно-луговой эколого-фитоценологических групп.

Болотные экосистемы. Ввиду высокой специфичности экологических условий болот видовой состав их обитателей достаточно консервативен. В последние десятилетия в связи с усилившимся интересом научной общественности к изучению болот и целенаправленной их инвентаризации выявлено значительное количество новых популяций редких видов. В ближайший период именно состояние болот, их пространственная структура, сохранность от пожаров будет определять стратегию поведения «краснокнижных» видов. В том случае если сохранится современный сценарий изменения климата в сторону снижения обводнения и уровня болотных вод, то ожидается повышение степени зарастания болот древесной растительностью и, как следствие, сокращение популяций видов болотно-луговой, прибрежно-болотно-луговой эколого-фитоценологических групп, которые составляют до 9% от общего списка.

Лесные экосистемы. Редкие виды встречаются во всех лесных формациях с различным типом мест произрастания. Формации по снижению степени встречаемости в них редких видов распределились следующим образом: наибольшее число видов (63) представлено в широколиственных лесах > березняки-осинники (47) > сосняки (36) > ельники (29) > черноольшаники (18) > сероольшаники (15). Из 107 редких видов сосудистых растений лесных экосистем лишь 16% из них приурочены к конкретным типам леса, остальные демонстрируют более широкую экологическую амплитуду по ценологическим характеристикам. Анализ индексов экологической толерантности показал, что определяющими факторами, от которых зависит природная составляющая существования популяций для многих видов являются локальные условия среды (освещенность, влажность и трофность почв). Наибольшее количество видов приурочено к богатым и влажным условиям мест произрастания, соответствующим условиям от С2 до Д4. Анализ распространения видов в связи с влажностью почв по шкале Г. Элленберга показал, что только 1% сосудистых растений из списка

«краснокнижников» предпочитает крайне сухие почвы и 17% сухие почвы. Основную долю (68%) составляют виды на свежих (33%), влажных (11%) и сырых почвах (24%).

Ожидается, что переход к экологически ориентированным формам ведения лесного хозяйства и активная передача под охрану мест произрастания редких видов дикорастущих растений будет содействовать относительно стабильному их популяционному состоянию по причине более высокой устойчивости лесных экосистем как наиболее гетерогенного типа биогеоценозов, способного противостоять различного рода воздействиям.

При этом, в лесах происходят разнонаправленные изменения структуры земель лесного фонда страны. С одной стороны, наблюдается увеличение общей площади лесов, что усиливает позиции видов, приуроченных к березовым и черноольховым лесам, площадь которых постепенно увеличивается в структуре насаждений страны. С другой стороны, в результате интенсификации хозяйственного использования происходит замена сложных по структуре природных лесных древостоев монодоминантными лесными культурами. Велика вероятность усиления негативных тенденций у видов растений, связанных с уникальными сообществами широколиственных лесов (дубрав, ясенников) в связи с лесохозяйственным эксплуатационным прессом и гибелью отдельных. Следует ожидать сокращение доли климаксных и сложных по структуре, а также увлажненных лесов разных типов – ельников, черноольшаников, что соответственно отрицательно скажется на встречаемости редких видов, приуроченных к высоковозрастным лесам, популяций ряда бореально-таежных видов, связанных с высоковозрастными еловыми и черноольховыми лесами. Это ставит под угрозу сокращение популяций 16% от общего списка охраняемых видов.

В последние годы в связи с массовым размножением насекомых-вредителей, вредоносная деятельность которых была усилена засухами, наблюдается массовое усыхание сосняков, что безусловно приведет к сукцессионным процессам в напочвенном покрове и скажется на представленности «краснокнижных» видов, приуроченных к сосновым лесам. Прогнозируемое увеличение значимости типов леса ксерофитного ряда лиственных лесов в первую очередь положительно скажется на экологически пластичных видах растений.

Кроме того, в соответствии с наблюдаемым обеднением бореальной растительности, сдвигом к северу границ бореальных элементов флоры, аналогичные процессы будут наблюдаться и в составе редких видов, особенно это будет касаться краевых популяций на южных границах их ареалов.

Водные экосистемы. Наибольшей вариабельностью характеризуются виды, связанные с прибрежными и водными экосистемами, в которых происходят и будут происходить в будущем изменения, обусловленные, как природными (в первую очередь, изменением гидрологического режима и зарастанием экотопов), так и антропогенными (загрязнение, аренда и изменение режима эксплуатации) факторами.

Причиной нестабильного состояния популяций ряда видов является их узкая экологическая амплитуда и высокие требования к условиям среды. С учетом текущего состояния популяций и степенью риска гибели, доля видов, относящихся к группе, угроза исчезновения которых настолько высока, что это может произойти в результате случайного изменения условий произрастания, составляет 30% от общего количества «краснокнижных». В тоже время 31% из списка «краснокнижных» видов можно отнести к группе опушечной эколого-фитоценотической стратегии поведения, отражающей наибольшие возможности выживания популяций с их участием в различных условиях.

ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ, УХОДА, СОДЕРЖАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ САДОВО-ПАРКОВОГО НАСЛЕДИЯ БЕЛАРУСИ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, ipv@tut.by*

Intensive park building on the territory of Belarus took place in the 18th and especially in the 19th centuries. Over 1000 manor parks have been laid out in Belarus during the last three centuries. As time passed, many of them completely disappeared, while others underwent significant changes. The destruction of park plantations continues, so the problem of their protection, maintenance and care, restoration and rational use is a current issue since here is one of the main gene pools of century-old trees of both introduced and indigenous species.

Старинный парк – объект ландшафтной архитектуры, отражающий историко-культурный пласт определенного периода, исчисляющий как минимум вековой рубеж и обеспечивающий сохранность генофонда биологического разнообразия представителей аборигенных видов и экзотов.

Зарождение садово-паркового искусства в Беларуси связано с трансформацией замкового зодчества в дворцово-замковое, а затем в дворцово-парковое и датируется примерно концом XVI в. В связи с закладкой усадебных парков в имениях крупных землевладельцев в Беларуси началась активная интродукция древесных растений. Паркостроение на протяжении нескольких столетий стимулировало и определяло особенности интродукции. Интенсивное паркостроение на территории Беларуси велось в XVIII и особенно в XIX вв.

С этого времени большинство парков претерпели значительные изменения, другие полностью были утрачены. С середины 1960-х годов большинство наиболее значимых охраняются в статусе ботанических памятников природы или как объекты историко-культурного наследия. Установленные режимы для охраны парков, как правило, предусматривают запреты на любые хозяйственные действия на их территории, что в результате приводит к постепенной потере их облика, частичной или полной деградации и, как следствие, исключению из рекреационного и туристического кластера.

Сегодня разрушение насаждений парков продолжается. Действующие нормативные акты не охватывают решения проблем по благоустройству территорий, их содержанию и уходу. В связи с этим, местным властям трудно привлечь инвесторов для наведения порядка, использования и развития данных территорий, и даже при наличии заинтересованных, дальнейшее развитие парков, без четкого представления модели их восстановления, может идти по пути уничтожения ценных растительных объектов.

Если проблемы, в части организации охраны парков можно считать решенными, то вопросы содержания, ухода, восстановления и рационального использования остаются весьма актуальными.

На территории Беларуси обследовано и описано 588 старинных парков или их фрагментов, частично сохранившихся от первичных посадок, из них в Брестской области – 137, Гродненской – 149, минской – 111, Витебской – 94, Гомельской – 48 и Могилевской – 49. Среди них белорусским ученым А.Т. Федоруком в качестве наиболее значимых выделены около 140 парков.

Пальма первенства по числу старинных парков принадлежит Гродненской (149, или 25% от общего количества), Брестской (23%) и Минской (19%) областям. Наименьшее количество парков встречается на территории Могилевской и Гомельской областей, где они составляют по 8% от общего списка (рисунок).



Рисунок – Количество старинных парков и охраняемых в статусе памятников природы по административным областям Беларуси

В статусе памятников природы охраняется 110 старинных парков. Явным лидером по количеству охраняемых парков является Минская область – 42, или 38% от сохранившихся на территории региона. Наименьшее число парков (9%) охраняется на территории Гродненской области. Несмотря на то, что для белорусских усадебных парков, характерны менее значительные масштабы, чем таковым на Западе и в России, они являлись оригинальной формой творческой деятельности местных и зарубежных зодчих, которая выражалась в реализации высокохудожественных прогрессивных планировочных решений и отображала в себе особенности уклада жизни и эстетические взгляды общества определенного временного периода на территории Беларуси. При этом, каждый регион славится своим разнообразием и самобытностью в паркостроении.

Восстановление старинных парков, их реконструкция и дальнейшее благоустройство должны проходить поэтапно с учетом текущего состояния и потенциальной ценности как ботанических, так и историко-культурных объектов. Перед тем как проектировать возрождение парка необходимо принять его «живую сущность». Изначально парк – это рукотворная экологическая система, в которой заложен определенный стиль, композиция, перспектива. При этом, парк – это организм, который растет, развивается, меняется каждый год и в течении собственного года, и на каждом этапе развития возникает потребность в уходе и содержании, которые могут иметь особенности в зависимости от текущего состояния.

Основные этапы и подэтапы работ по ренатурализации старинных парков можно выстроить в следующую схему:

Этап 1. Оценка потенциальной ценности старинного парка: 1.1 Анализ историко-культурного потенциала; 1.2 Отображение текущей картины распределения объектов растительного мира, инфраструктуры территории и рельефа местности на картографическом материале с привлечением ГИС-технологий; 1.3 Инвентаризация состояния объектов растительного мира, составление дневника учета объектов

растительного мира, отражающие особенности современной структуры и состояния отдельных объектов растительного мира и парковых насаждений.

Этап 2. Оптимизация среды парковой территории: 2.1 восстановление гидрологического режима, которое может включать следующий объем работ относительно представленных водотока/водоема или системы водотоков/водоемов и др.: – восстановление функций водотоков; – восстановление притока/оттока воды; – восстановление регулярного водообмена; – восстановление качества воды в водоемах; 2.2 санитарно-оздоровительные мероприятия по уходу за насаждениями и оптимизации среды в отношении различных растительных экосистем, объем работ которых зависит от текущего состояния среды и может включать: – уборку загрязненности; – борьбу с инвазионными видами, которые в свое время привлекались садовниками при озеленении, а в настоящее время разрослись и порой представляют непроходимые заросли; – уборку захламленности в результате отпада древостоя; – рубки ухода с целью преобразования запущенных насаждений в парковые; – регулярное кошение территории, в т.ч. береговой растительности водотоков/водоемов и дорожек в соответствии с планом благоустройства территории; – сохранение и восстановление луговых пространств из сеянных трав.

Этап 3. Индивидуальные мероприятия в отношении отдельных деревьев. Объем работ включает: – лечение ран и пустот стволов с существующим процессом гниения древесины и/или предрасположенных к этому; – обрезку сухих и больных ветвей; – стяжку ветвей отдельных деревьев для минимизации угрозы раскола ствола при неблагоприятных погодных явлениях (сильных ветрах и ливнях) в результате высокой парусности кроны; – установка громоотводов и т.д.

Этап 4. Восстановление парка на основе специального проекта ревитализации с учетом современного состояния и историко-культурного потенциала. Проектируемые мероприятия по благоустройству должны рассматриваться в комплексе с разработанными ранее рекомендациями и должны быть детально проработаны после выполнения рекомендуемых работ по оптимизации среды парковой территории.

Предлагаемая концепция восстановления ландшафтных композиций должна быть ориентирована на поддержание сохранившихся фрагментов и восстановление нарушенных пространственных элементов парка, что не только повысит общий уровень благоустройства территории и расширит его рекреационный потенциал, но и воссоздаст атмосферу старинного усадебного парка. Рекомендации могут включать: – планирование и создание пейзажных композиций, восстановление системы визуальных связей, оформление видовых точек, создание дальних перспектив; – скрытие непривлекательных и не соответствующих замыслу перспектив; – формирование композиций опушек насаждений; – сохранение и восстановление подлеска с помощью подсадки устойчивых видов кустарников; – проведение работ по оптимизации среды произрастания, а также защиты ценных древесных экземпляров, восстановление системы древесных акцентов; – проведение работ по оптимизации среды произрастания редких видов дикорастущих растений; – восстановление старинных аллей, исторических плодовых садов и огородов, а также клумб и декоративных элементов ландшафтного озеленения (по сохранившимся данным архивных фотографий и гербария) с детальной проработкой исторического ассортимента растений; – организацию площадок различного функционального назначения с привлечением обустройства клумб и других декоративных элементов ландшафтного озеленения; – трансформацию дорожно-тропиночной сети; – установку

малых архитектурных форм; – организацию экологических троп для коротких/длинных пеших, велосипедных, конных и других маршрутов.

Далее следует проводить на регулярной основе (не менее 1 раза в 5 лет) мониторинг состояния насаждений парка для ранней диагностики заболеваний деревьев и назначения или корректировки санитарных мероприятий, регулярный уход за насаждением и техническое обслуживание гидросооружений.

При правильном подходе, можно добиться не только формального возрождения отдельных усадеб и парков, а возвращения им роли подлинных культурных центров, что и должно быть конечной целью каждого проекта.

Гаранович И.М., Гринкевич В.Г., Блинковский Е.Д.

ВИДОВОЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКА ДРУЖБЫ НАРОДОВ

*ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, bel.dendr@gmail.com*

The taxonomic composition of woody plants in a central park in Minsk (Druzhby narodov) has been studied. 82 taxa from 36 genera and 19 families have been found. Recreational and ecological role of the site in the structure of the city's green spaces has been shown.

Парки относятся к наиболее значимым типам зеленых насаждений. В современном зеленом строительстве они создаются не часто из-за требуемой значительной площади и сравнительно больших финансовых затрат. Однако экологическое значение парков трудно переоценить. Кроме того, они зачастую являются многофункциональными, играют важную ландшафтную роль, иногда – градообразующую.

Парк «Дружбы народов» располагается в районе площади Бангалор, ландшафтный по стилю. Создан в 1978 г. Территория примерно 70 га.

В южной части парка вся центральная часть занята площадью для митингов и огромной луговой поляной с невыраженной функцией. Пересекает сухой ручей. Имеются декоративные мостики, скульптура «Белорусское счастье», детские площадки, роликовая дорожка, старый фонтан. Насаждения представлены преимущественно по периметру. Много мест отдыха. Ресторан «Друзья».

В северной части парка (40,3 га) центральным объектом является храм иконы Божией Матери «Взыскание погибших». Почвы здесь торфянистые, достаточно увлажненные (бывшая болотная станция). Растения даже в жаркий период хорошо облиственные с пышной листвой. Дорожки слегка приподнятые. Много живых изгородей. Значительная часть занята густой березовой рощей с искривленными стволами. Массивы из клена. Достопримечательность – аллея сакуры. Много мест отдыха и для занятий спортом.

Отмечено 62 таксона, 19 семейств, 36 родов. Наибольшим разнообразием представлены семейства розоцветные (14 таксонов), ивовые (13 таксонов), затем сосновые (7 таксонов), по 3–4 таксона в семействах кленовые, маслинные, дереновые, по 1–2 таксона в семействах бересклетовые, ореховые, жимолостные, липовые, кипарисовые, березовые, барбарисовые, виноградовые, буковые, конскокаштановые, рутовые, вязовые, крушиновые (рисунки).

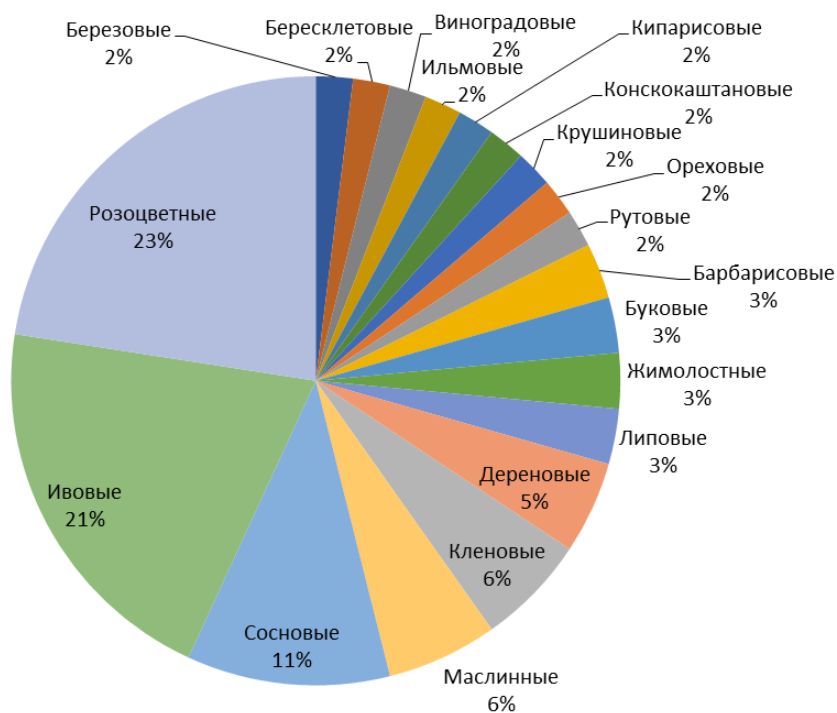


Рисунок – Количественный состав таксонов по семействам

На рисунке представлено распределение таксонов по семействам в % выражении. Превалируют групповые посадки березы, ели, клена. Основу насаждений составляют аборигенные виды – клен остролистный и липа мелколистная. Много декоративных кустарников. Встречаются сравнительно редкие таксоны: лиственница европейская, орех маньчжурский, сосна Веймутова, сосна банкса, пихта одноцветная, сакура, ряд тополей. Достаточно много липы в группах и аллеях, единично дуб.

Древесные и кустарниковые растения парка «Дружбы народов»: барбарисы обыкновенный и Тунберга, бархат амурский, береза повислая, бересклет европейский, боярышник пятипестичный, вишня обыкновенная, вяз голый плакучий, груша домашняя, девичий виноград пятилисточковый, дерен белый, кроваво-красный и отпрысковый, дубы красный и черешчатый, дугласия сизая, ели колючая и обыкновенная, жимолость обыкновенная, жостер слабительный, ивы белая, белая 'Вителлина', козья, ломкая шаровидная, остролистная, прутьевидная и пурпурная низкая, кизильник блестящий, клены Гиннала, остролистный, сахаристый и ясенелистный, конский каштан, липы крупнолистная и мелколистная, лиственница европейская, орех маньчжурский, пихта одноцветная, роза морщинистая, рябина обыкновенная, сакура, сирени венгерская и обыкновенная, слива домашняя, снежноягодник обыкновенный, сосны банкса и обыкновенная, спиреи Вангута и японская, тополя бальзамический, белый, дрожащий, душистый, канадский и китайский, туя западная, форзиция европейская, черемуха виргинская, черемуха обыкновенная, яблоня домашняя, яблоня Саржента, ясень пенсильванский

Как видим, видовой состав древесных растений отличается большим разнообразием родов и семейств. Парк является одним из самых богатых по ассортименту и может служить в этом смысле образцом.

Следует признать, что структура и функция парка оптимально соответствуют и в ближайшее время не нуждаются в корректировке. Дальнейшее благоустройство парка желательно для поддержания его современного статуса, как одного из центральных по своему расположению, выполняющему важную градообразующую функцию.

Ассортимент может быть увеличен за счет редких таксонов, красивоцветущих кустарников (рододендроны, вейгелы, сорта сирени, буддлея, гортензия жимолость, ирга, калина, магнолия, розы и др.) и привитых форм. Бережное отношение к объекту, тщательное соблюдение технологических регламентов содержания, качественное и современное выполнение работ по уходу позволит обеспечить его длительное эффективное использование.

Голубков В.В.

МОНИТОРИНГ *LEPTOGIUM RIVULARE* (ACH) MONT. В БЕЛАРУСИ

г. Гродно, Республика Беларусь, vgolubkov@tut.by

*The paper is devoted to monitoring of the lichen *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont. on the territory of Belarus and worldwide. The absence of its habitats in the old localities is noted, the search for the new ones is proposed.*

Одна из главных задач современных исследований – определение качества окружающей среды. Лишайники одни из основных организмов, реагирующие на изменения ее состояния. К таковым относится *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont., включенный в глобальный Красный список лишайников [1] и обнаруженный в 1982 году на территории Беларуси (устное сообщение Ц.Н. Инашвили). Первое упоминание о нем в республике было опубликовано в 1993 г. [2]. Позднее он указывался в различных источниках литературы [3–10]. Из них в [3, 4] в названии была допущена неточность [7].

L. rivulare – цианобионтный лишайник с евро-американским типом ареала, распространенный в 10 странах северного полушария – на востоке Северной Америки (Канада и США) и Европе (Беларусь, Эстония, Франция, Финляндия, Литва, Португалия, Россия, Швеция). Его местообитания отмечены на периодически затопляемых основаниях старых деревьев или скал [1]. Во всем мире этот вид относят к редким исчезающим лишайникам, имеющим лишь несколько субпопуляций стабильного состояния в Европейской России: республика Коми, республика Марий Эл, Центральный Урал [1]. В Северной Америке подобные места были отмечены в Канаде [12]. В США и Канаде в исторических местах он считается, вымершим, а в Европе, исчезнувшим с территорий Эстонии и Финляндия [1].

На территории Беларуси *L. rivulare* был найден у основания старых дубов (*Quercus robur* L) и ив (*Salix alba* L.), временно затопляемых весенними паводками в пойменных дубравах ПН «Припятский». Его места произрастания отмечены ниже мохового кольца (сезонная отметка прилива и отлива), образуемого на границе разделения воздушной и водной среды нижней части стволов деревьев в результате длительного и периодического затопления весенними паводками р. Припять. Совместно с *L. rivulare* были найдены сопутствующие ему виды – редкий в республике *Agonimia allobata* (Stizenb.) P. James. и включенный в 3-е и 4-е издание Красной книги Республики Беларусь *Scytinium subtile* (Schrad.) Otálora P.M. Jørg & Wedin. В соседней Литве он был зафиксирован в 2011 г. на валуне в русле ручья и, по-видимому, находится уже под угрозой исчезновения [13].

В связи с высокой уязвимостью популяций возникла необходимость изучения этого вида на всем протяжении его местообитаний. При повторных исследованиях во многих

местах *L. rivulare* уже не был отмечен. Даже появились сведения об его исчезновении, в частности, в исторических районах США, Канады и Швеции [1]. В Беларуси с момента первого его обнаружения (1982 г.) прошло более 40 лет. Повторные поиски его местонахождений и выявление новых не привели к положительным результатам [5].

Принятые меры по сохранению *L. rivulare* на североамериканском континенте (Канада), Среднем Урале, а также в Республиках Коми и Мари Эл (Россия) позволили сохранить большую часть его исторических популяций. Результаты поисков выявили новые местонахождения, тем самым исключив там вероятность его исчезновения [1]. В Беларуси как редкий и недостаточно изученный *L. rivulare* был включен в список растений и грибов, нуждающихся в профилактической охране [9]. В дальнейшем, будучи в «резерве», без изменений сохранен в списке 4-го издания Красной книги Республики Беларусь [10]. Таким образом, один из представителей глобального Красного списка лишайников *L. rivulare*, будучи внесенным в список профилактической охраны Красной книги Республики Беларусь, не стал ее основным объектом, остался без внимания и своевременных специальных мер охраны. В последствии это могло стать одной из причин его вероятного исчезновения, о чем свидетельствуют негативные результаты его повторных поисков 2009–2010 гг. [5].

В связи с вышеизложенным: во-первых, необходимо продолжить мониторинг *L. rivulare*; во-вторых, определить его статус и категорию охраны для последующего издания Красной книги Республики Беларусь (2025 г.); в-третьих, для избежания субъективных выводов и решений, необходимо сформировать специальную группу региональных лихенологов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Randlane, T. 2015. *Leptogium rivulare*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T71598929A71599036. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015->
2. Golubkov V.V. New and rare lichen species for the territory of Belarus / V.V. Golubkov // *Fungi and Lichens in The Baltic Region: The 12th International Conference on Mycology and Lichenology – Vilnius, 1993.* – С. 137–138.
3. Голубков В.В. Краткий очерк о лишенобиоте Белорусского Полесья и сопредельных территорий Полесья / В.В. Голубков // *Экологические проблемы: Материалы III Межд. научно-практической конф., Гомель, октябрь 2001 г.* // Мин. образования Беларуси, Гомельский гос. университет им. Ф. Скорины. – Гомель, 2001. – С. 36–37.
4. Голубков В.В. Созологический анализ лишенобиоты бассейна реки Днепр (Беларусь): Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы. Материалы республиканской научной конференции. 12 – 13 декабря 2002 года \ УО «ВГУ им. П. М. Машерова» ред. кол.: Кузьменко В. А. (отв. ред.), Дорофеев А. М., Лешко А. А. и др. – Витебск: УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2002. – С. 69–71.
5. Голубков, В.В. Лишенобиота Национального парка «Припятский» / В.В. Голубков. – Минск: Белорусский Дом печати, 2011. – 192 с.
6. Флора Беларуси. Лишайники. В 4 т. Т. 1 / А. П. Яцына [и др.]; под общ. ред В. И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Беларуская навука, 2019. – Р. 82, 120.
7. Motiejūnaitė, J. Cyanolichens of freshwater aquatic and subaquatic habitats in Lithuania and Belarus / J. Motiejūnaitė, V.V. Golubkov. // *Botanica Lithuanica.* – 2005. – №11 (1). – Р. 35–40.
8. Tsurukau, A. A Provisional Checklist of the Lichens of Belarus /A. Tsurukau // *Opuscula Philolichenum.* – 2018. – № 17. – Р. 374–479.
9. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : Л. И. Хоружик [и др.]. – 3-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2005. – С. 448.
10. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. : И. М. Качановский (пред.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – С. 438.

11. Brinker, S.R. 2010-2013. Unpublished personal observations of Sam Brinker made during COSEWIC fieldwork for *Leptogium rivulare* update status report. Botanist, Natural Heritage Information Centre, Peterborough, ON.
12. Cosewic. 2015. Cosewic assessment and status report on the Flooded Jellyskin *Leptogium rivulare* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xii 48 pp.
13. Contribution to the Lithuanian flora of lichens and allied fungi. III / J. Motiejūnaitė [et al.] // *Botanica Lithuanica*. – 2011. Vol. 17(1). – P. 39–46.

Дадашева Л.К.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ *TULIPA* L.

*Республиканский центр развития детей и молодежи, Министерство науки и образования,
г. Баку, Республика Азербайджан, lala_eko@mail.ru*

The article presents the results of scientific research on the study of the current state of cenopopulations of rare species of tulips. As a result of monitoring, changes in the ontogenetic structure were established with increased anthropogenic impact. Based on many years of research, methods for the conservation of rare species have been proposed.

Сохранение популяций редких и исчезающих видов растений важное направление природоохранной деятельности. В условиях расширения сельскохозяйственной деятельности необходимо принятие мер по снижению влияния на среду произрастания охраняемых растений. Сокращение биоразнообразия растительного сообщества под антропогенным воздействием негативно отражается на существовании редких видов геофитов.

Целью исследований было изучение современного состояния популяций и биоэкологических особенностей редких геофитов, динамики изменения онтогенетической структуры *Tulipa eichleri* Regel и *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. Исследуемые виды *Tulipa* L. произрастают в степях, среди кустарниковых зарослей, на сухих травянистых и каменистых склонах. Эти эфемеры отличаются высокой степенью приспособленности к экстремальным климатическим условиям за счет запаса питательных веществ, накапливаемых в их луковицах за короткий вегетационный период. Однако усиление антропогенных воздействий ставит под угрозу жизнеспособность растений. Интенсивный выпас скота, скашивание, расширение посевных площадей, выкапывание луковиц растений для частных коллекций приводит к сокращению ареала и численности редких геофитов. Во второе издание «Красной книги» Азербайджана (2013) включены 8 видов представителей рода *Tulipa* L. Исследуемые виды тюльпанов *Tulipa eichleri* Regel и *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. (рисунок) относятся к категории находящихся под угрозой исчезновения таксонов (статус VU A2c+3c).

Мониторинг проводился в Шахдагском национальном парке в период 2018–2023 гг. на пробных площадях вблизи сел Кушенджа и Ивановка в Исмаиллинском районе. Рельеф местности характеризуется разнотравно-злаковой ассоциацией растительности с проективным покрытием 85–90%. В наиболее антропогенно нарушенных местообитаниях произрастает разнотравно-злаково-пырейная ассоциация. Ценопопуляции *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* были исследованы на междуречье притоков рек Гейчай и Девебатан, на

лесной опушке, на склонах горы Аджинохур на высоте 500–870 м над уровнем моря. Небольшие локальные популяции растений расположены на склонах гор, на лесной опушке, в поймах рек, в Чайлагском урочище вблизи сел Ивановка и Кушнджа Исмаиллинского района. На установленных пробных площадках проведен сравнительный анализ онтогенетической структуры ценопопуляций.

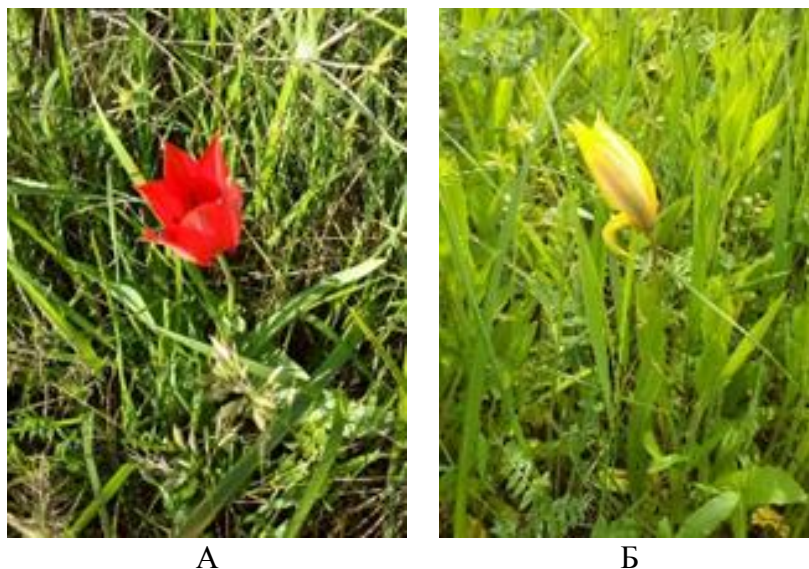


Рисунок – Исследуемые виды: А – *Tulipa eichleri* Regel;
Б – *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult.

При отсутствии антропогенного вмешательства онтогенетическая структура ценопопуляции редких геофитов, размножающихся в природе преимущественно семенами, представлена всеми стадиями развития: *yjuvenil*, *virginil*, *immatur*, *generativ*, *senil* (*j-v-im-g-s*). Высокая толерантность растений к окружающей среде в определенной степени обеспечивает стабильность онтогенетического спектра в различных климатических условиях. На ненарушенных природных участках представлены все возрастные стадии онтогенеза *T. eichleri* и *T. biebersteiniana*. Наблюдения на пробных площадках выявили динамичное развитие растений в условиях отсутствия антропогенной нагрузки. Ежегодное увеличение численности ювенильных и генеративных особей свидетельствует об устойчивости ценопопуляции (далее – ЦП). Обилие ювенильных растений (5–6 экз. на 1 м²) – показатель стабильного развития ЦП. В то же время необходимо учитывать увеличение рекреационной нагрузки из года в год. Так как *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* привлекают внимание отдыхающих своими декоративными ярко-красными и желтыми цветками, требуется проведение природоохранной работы для сохранения численности растений.

Сравнительное изучение динамики онтогенетического развития ЦП в агроценозах и на нетронутых природных участках выявило изменения возрастного состава популяции в зависимости от силы воздействия антропогенного характера. *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* встречаются редко, в группе из 3–5 генеративных растения на пробной площадке, расположенной на открытом склоне горы вблизи села Ивановки. ЦП одновершинные левосторонние, неполночленные. Отмечено варьирование возрастной численности исследуемых ЦП в зависимости от усиления антропогенного воздействия. Более уязвимы особи *j*, *im*, *v* возрастных стадий. Локальные популяции *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* вблизи села Кушнджа у подножия хребта Бурновулдаг (на

высоте 879 м над уровнем моря), в 6 км от реки Девебатан, отличаются небольшим ареалом распространения и плотности растений. Ценопопуляция *T. biebersteiniana* (III ЦП), расположенная в окрестностях села Кушнджа на пастбищной поляне, неполночленная, левосторонняя, с менее выраженным семенным возобновлением и преобладанием особей генеративного состояния. При растущей пастбищной нагрузке трансформация растительного сообщества негативно влияет на жизнеспособность ЦП. Анализ многолетних показателей в двух ЦП в Чайлагском урочище и на лесной опушке вблизи села Ивановка показал, что онтогенетическая структура более полно представлена на нетронутых природных участках. Базовый спектр ценопопуляций (II ЦП) *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* на Чайлагском урочище правосторонняя, зреющая, полночленная. В данных ЦП преобладают особи генеративного периода, семенное возобновление сильно выражено, что указывает на самоподдержание вида в природных условиях. В 2022 году выявлены 6 ювенильных, 2 имматурные, 2 виргинильные, 5 генеративных, 1 сенильная особи *T. biebersteiniana* (таблица).

Как видно из таблицы, при отсутствии антропогенного воздействия на нетронутым природном участке в Чайлаге возрастной спектр *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* (II ЦП) полностью представлен. При этом развитие на *j*, *im*, *v* стадиях онтогенеза продолжается, полный спектр онтогенеза обеспечивает устойчивость популяции.

Таблица – Онтогенетическая структура *T. eichleri* и *T. biebersteiniana* на пробных площадках

Вид	Год	Количество растений		Онтогенетическая структура									
		I ЦП	II ЦП	<i>J</i>		<i>Im</i>		<i>V</i>		<i>G</i>		<i>S</i>	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>T. eichleri</i>	2018	5	7	-	2	-	1	2	2	3	2	-	-
	2019	4	8	-	2	-	1	2	2	2	3	-	-
	2021	3	10	-	3	-	2	1	2	2	3	-	-
	2022	3	13	-	5	-	2	1	1	1	4	-	1
<i>T. biebersteiniana</i>	2018	5	8	-	3	-	1	1	1	4	3	-	-
	2019	4	10	-	3	-	2	1	2	3	3	-	-
	2021	3	12	-	5	-	1	1	2	2	3	-	-
	2022	2	15	-	6	-	2	-	2	2	4	-	1

В результате усиления антропогенной нагрузки в агроценозах наблюдается выпадения *j*, *im*, *v* возрастных стадий. Отклонения онтогенетического спектра в некоторых исследуемых ЦП от характерного базового является угрозой сохранения редких геофитов в условиях интенсивного землепользования.

Ценопопуляции редких геофитов распространены в конкретных растительных сообществах, что обусловлено природно-генетическими факторами и фитоценоотическими связями, которые способствуют сохранению редких тюльпанов в исторических местах обитания. Интенсивная сельскохозяйственная деятельность приводит к обеднению генофонда полевых растений и отрицательно влияет на жизнеспособность редких тюльпанов. Исчезающие виды тюльпанов, растущие в агроценозах, являются индикаторами для определения состояния аграрных земель и устойчивого землепользования. В агроценозах с традиционными способами земледелия необходимо создание микрозаказников и буферных зон с целью сохранения естественной растительности на пастбищах и на окраинах полей. Сохранение фитоценоотических связей в растительном сообществе способствует жизнеспособности и воспроизведению ценопопуляций редких тюльпанов.

Добронравина В.Н.¹, Волкова Е.А.¹, Храмов В.Н.¹, Кушневская Е.В.^{1,2}

**ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НИЖНИХ ЯРУСОВ
ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАКАЗНИКА «ОЗЕРО ЩУЧЬЕ»
(Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ) В 2011–2022 ГГ.**

1 ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

dobronravina.v@yandex.ru, evolkova305@gmail.com, teberda1350@gmail.com

2 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, *elly.kushn@gmail.com*

Dynamics of species composition and vegetation structure of herb and moss layers on the territory of “Ozero Shchuchye” nature reserve in 2011-2022 was studied. The number of species in all permanent sample plots has increased; significant changes in vegetation structure were not found. Generally, creation of the nature reserve positively affected the territory.

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) занимают около 6,4% площади Санкт-Петербурга. Значительная часть этой территории занята лесной растительностью с естественным типом динамики. Мониторинг природных комплексов на постоянных пробных площадях (далее – ППП) является одним из основных методов выявления ее основных тенденций, что критически важно для сохранения и рационального использования охраняемых лесов [1].

Государственный природный заказник «Озеро Щучье», основанный в 2011 году, расположен на северном побережье Финского залива рядом с поселком Комарово. На его территории находятся четыре ППП, из них лесной растительностью занято три – ОЩ-1 (ельник чернично-сфагновый), ОЩ-2 (сосняк кустарничково-зеленомошный) и ОЩ-3 (сосняк с сильно деградированным кустарничково-зеленомошным покровом). ОЩ-1 заложена в слабонарушенном сообществе, тогда как ОЩ-2 и ОЩ-3 подвергаются заметной рекреационной нагрузке, хотя и уменьшившейся вследствие запрета на въезд автотранспорта на территорию заказника [2]. При последних наблюдениях (2022 г.) было отмечено массовое усыхание и выпадение из древостоя елей на ОЩ-1, связанное с повышенной активностью короеда-типографа (*Ips typographus* L.).

Для анализа динамики видового состава и растительности ППП использовались данные мониторинга за 2011, 2014 и 2022 гг., предоставленные сотрудниками Ботанического института РАН и СПбГУ. Изменения флористического состава оценивались при помощи индексов Жаккара и биотической дисперсии Коха отдельно для трех групп растений – сосудистых, мохообразных и лишайников (всех субстратных групп). Проективное покрытие видов определялось в 20-кратной повторности на площадках в 1 м². Для оценки изменений структуры нижних ярусов на основе данных о проективном покрытии для каждой ППП была построена NMDS-ординация на основе дистанции Брэя-Кертиса. Ординационная диаграмма позволяет оценить степень отличия учетных площадок в разные периоды наблюдения.

Увеличение числа видов наблюдается на всех трех ППП для сосудистых растений и лишайников, для мохообразных – на ОЩ-2 и ОЩ-3 (рисунок).

Наиболее заметное обновление видов сосудистых растений и лишайников наблюдается на ОЩ-3 (более 30% новых видов), состав мохообразных на всех площадках обновился в среднем на 42%. На ОЩ-1 среди сосудистых растений отмечено вселение как раннесукцессионных видов (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth,

Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.), связанное с распадом ельника и уменьшением сомкнутости древостоя, так и типично лесных видов (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н. Р. Fuchs, *Trientalis europaea* L.). На ОЦ-2 заселяются по тропинойной сети виды нарушенных местообитаний (*Agrostis capillaris* L., *Juncus tenuis* Willd.) и характерные виды сосняков (*Festuca ovina* L., *Carex ericetorum* Poll.). ОЦ-3 отличается самым изменчивым видовым составом сосудистых растений: неустойчиво присутствуют (то появляются, то исчезают) почти 50% видов, среди которых синантропные (*Plantago major* L., *Taraxacum officinale* Wigg.), лесные (*Anemonoides nemorosa* (L.) Holub, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) и луговые (*Festuca rubra* L., *Poa trivialis* L.).



Рисунок – Число видов мохообразных на ППП в годы наблюдений

Флористическая гомогенность во времени исследуемых участков для лишайников приблизительно одинакова (индекс биотической дисперсии Коха в среднем составляет 74%). Для сосудистых растений она несколько ниже на ОЦ-3 (64% против 71% на ОЦ-1 и 77% на ОЦ-2, соответственно), что может объясняться интенсивным восстановлением после снижения рекреационной нагрузки и большим притоком новых, в том числе случайных, видов. Для мохообразных флористическая гомогенность относительно низкая (ОЦ-1 – 39%, ОЦ-2 – 40%, ОЦ-3 – 53%). На ОЦ-1 наблюдается исчезновение видов нарушенных местообитаний (*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Polytrichum* spp.) и вселение типично лесных видов (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Dicranum* spp., *Lepidozia reptans* (L.) Dumort.). Так как массовое выпадение ели из древостоя произошло относительно недавно, ответную реакцию на него, вероятно, можно будет наблюдать только в следующий период наблюдений. Заметный прирост числа видов на ОЦ-2 и ОЦ-3 (суммарно 35 новых видов с 2011 по 2022, в том числе *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., *Buxbaumia aphylla* Hedw., *Ptilidium ciliare* (L.) Hampe, *Ulotia intermedia* Schimp.) может объясняться снижением рекреационной нагрузки и, следовательно, возможностью для неустойчивых к ней видов закрепиться на исследованных ППП. Тем не менее, сохраняется присутствие видов нарушенных местообитаний (*Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Polytrichum* spp.).

По данным непрямой ординации значимых изменений в фитоценотической структуре за прошедшее время не выявлено. На ОЦ-2 и ОЦ-3 наблюдается разрастание черники, лесных зеленых мхов – основных доминантов сообщества. При этом тип сообщества остается прежним.

В целом, введение заповедного режима благоприятно отразилось на исследуемой территории. Наблюдается увеличение разнообразия лесных видов. В дальнейшем в ходе мониторинга планируется выявление основных факторов, влияющих на динамику растительности нижних ярусов, а также древостоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко Г. А., Волкова Е. А., Храмов В. Н. Динамика лесных ландшафтов Санкт-Петербурга по данным мониторинга особо охраняемых природных территорий. Известия РГО, 2018, Т.150, с. 19–43.
2. Природа заказника «Озеро Щучье»/ Ред. Е. А. Волкова, Г. А. Исаченко, В. Н. Храмов. – СПб., 2017. – 188 с.

Дубовик Д.В., Лебедько В.Н., Савчук С.С., Скуратович А.Н.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛОРЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, dvubovik73@gmail.com*

In 2004–2006 we carried out floristic studies within the Pripjatsky National Park, which resulted in the publication of a monograph on the flora of the protected area. In 2022, these studies were continued, which made it possible to identify some new patterns.

В начале 2000-х гг. нами (Д.В. Дубовик, А.Н. Скуратович) проводились флористические исследования в пределах Национального парка «Припятский». Также были критически изучены все доступные гербарные материалы по флоре Национального парка. Результатом этих исследований было издание в 2009 г. коллективной монографии «Сосудистые растения Национального парка «Припятский». Это было первое книжное издание, в котором в полном объеме представлен аннотированный список сосудистых растений парка, который включал 1073 таксона. Некоторые сомнительные виды, гибриды, а также таксоны, найденные вблизи границ Национального парка указаны в примечаниях. После выхода данной монографии, флористические работы по изучению других Национальных парков и заповедников Беларуси существенно активизировались, что затем привело к изданию еще 4 монографий по флоре других подобных территорий, причем для большинства из них аннотированные списки видов флоры были составлены впервые после их образования.

За более чем 10-летний период, после издания монографии, флора Национального парка «Припятский» претерпела некоторые изменения. В 2022 г. при разработке плана управления Национальным парком «Припятский» нами были проведены мониторинговые исследования за состоянием флоры этой территории. Первоочередное внимание уделялось охраняемым видам растений, особенно наиболее редким (I-я и II-я категории национального природоохранного статуса), а также тем, которые по ряду причин сокращают свою численность в регионе и Беларуси в целом. Специальное внимание уделялось и адвентивному компоненту флоры, который является наиболее динамичным и его состав меняется наиболее заметно в течение короткого периода времени.

Результаты наших мониторинговых исследований за состоянием флоры парка позволили сделать некоторые выводы, произошедшие за более чем десятилетний период с момента полной инвентаризации флоры этой территории.

Что касается охраняемых видов растений, тщательные поиски на территории парка таких видов, как *Iris aphylla* L., *Euphorbia illirica* Lam. (*E. villosa* Waldst. et Kit ex Willd.), *Elatine hydropiper* L., *Viscum austriacum* Wiesb., *Lindernia palustris* Hartmann (*L. procumbens* (Krock.) Philcox), *Carex filiformis* L. (*C. tomentosa* L.), которые регистрировались здесь в 1960-2000-е гг. положительных результатов не дали.

Iris aphylla, *Euphorbia illirica*, *Carex filiformis* возможно выпали из состава фитоценозов в связи с их зарастанием высокотравьем и древесно-кустарниковой растительностью. Однако исключить их повторные находки в пределах парка нельзя. *Euphorbia illirica* изначально сильно сократил свою численность в окр. г. Турова в связи с рекультивацией пахотных земель, поскольку он неоднократно регистрировался по локальным, часто закустаренным западинам среди полей. Данные западины были распаханы в дальнейшем и вовлечены в сельскохозяйственный оборот.

Viscum austriacum исчезла из известного локалитета в последние годы, в связи с попаданием молнии в старое дерево сосны, которое затем было разрушено. Необходимо сконцентрировать поиски этого вида на старых деревьях сосны в южной части парка.

Elatine hydropiper и *Lindernia palustris* являются однолетниками, для произрастания которых необходимо наличие речных отмелей и почвенных обнажений в поймах с заилением. Их численность сильно варьирует по годам и часто зависит от наличия банка семян, который формируется в благоприятные годы до периода их мониторинговых исследований. Оба вида быстро исчезают при зарастании экотопов. Ранее известные местонахождения обоих видов в настоящее время заросли древесно-кустарниковой и травянистой растительностью (отмели р. Ствиги и почвенные обнажения в пойме р. Припяти). Это связано с прекращением выпаса скота и резким уменьшением количества домашней водоплавающей птицы в парке. Отмели р. Ствиги в настоящее время практически полностью покрыты молодыми зарослями ивы, которые сформировались после 2010 г.

Длительный период (более 100 лет) в пределах парка не обнаруживаются *Crinitaria linosyris* (L.) Less. (*Linosyris vulgaris* DC.), *Linum flavum* L., *Aldrovanda vesiculosa* L. Численность первых двух видов была крайне низкой в период их выявления, а затем они исчезли при трансформации и зарастании экотопов. *Aldrovanda vesiculosa* исчезла, возможно, из-за гидромелиоративных работ, но ее повторные находки здесь вполне возможны, поскольку вид разносится водоплавающими птицами и положительно реагирует на общее потепление климата.

Мониторинговые исследование за состоянием популяций *Daphne sneorum* L. показали хорошую сохранность этого вида в сосняках орляковых в юго-восточной части парка. Местами численность вида довольно высокая, имеется весь спектр онтогенетических форм. Кроме *Daphne sneorum*, здесь же отмечены новые локалитеты произрастания для таких охраняемых видов, как *Cephalanthera rubra* (L.) L.C.M. Richard и *Pulsatilla patens* (L.) Mill.

В поймах рек Ствига и Припять отмечено несколько популяций *Caulinia minor* (All.) Coss. et Grem. и *Najas major* All., которые ранее здесь не регистрировались. *Najas major* до 2009 г. была отмечена лишь в окр. д. Снядин, а *Caulinia minor* для Национального парка совсем не указывалась. Появление этих видов мы связываем с общим потеплением климата и расширением ареала данных таксонов, которые к тому же успешно переносятся водоплавающими птицами.

Весьма примечательным фактом было обнаружение во многих старицах в окр. д. Лясковичи популяций *Trapa natans* L., который ранее отмечался лишь в окр. д. Переров. Данный термофильный вид, вероятно, также расширяет свой ареал в южной

части страны и попал в старичные озера из ранее известных локалитетов, которые расположены ниже по течению р. Припять от границ парка в Петриковском районе.

Из категории адвентивных видов растений в парке был отмечен новый для его флоры вид – *Cuscuta campestris* Yunck. (в окр. д. Хвоенск). Этот карантинный сорный вид активно распространяется (особенно птицами) из юго-восточных районов страны в северном и северо-западном направлениях. Регистрируется как по долинам рек, так и за их пределами, в т.ч. и на свалках мусора, куда попадает вероятно с некоторыми видами чаек.

Мониторинговые исследования флоры парка показали, что за более чем десятилетний период произошли некоторые изменения, которые касаются исчезновения отдельных редких и охраняемых видов растений. Прежде всего исчезают и сокращают численность луговые, отмельные и опушечные виды. Отчасти это связано с естественным зарастанием лугово-болотных экосистем, которые ранее использовались в качестве выгонов, пастбищ, сенокосов. Длительный и умеренный пастбищный режим был благоприятен для произрастания многих лугово-болотных видов растений. Сокращают численность и многие виды растений из-за зарастания обширных отмельных участков, которые были характерны для р. Припять и низовой ее некоторых притоков.

В тоже время наблюдается увеличение численности некоторых термофильных, преимущественно водных растений, которые активно осваивают хорошо прогреваемые пойменные водоемы, диаспоры и части этих растений активно разносятся водными и околоводными животными.

В ближайшее время следует ожидать увеличение количества известных адвентивных (в том числе и инвазионных) видов растений, которые не притязательны по своим экологическим требованиям и быстро занимают подходящие для них местообитания. Это касается также и многих культивируемых растений, которые способны «ускользнуть» из культуры и распространяться как по нарушенным, так и естественным экотопам. Интерес местного населения к интродуцированным растениям в парке постоянно растет.

Ежов О.Н.

АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ НА ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ, ВСТРЕЧАЕМОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И НОВЫЕ ДАННЫЕ

*ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук»,
г. Архангельск, Российская Федерация, olegezhik@gmail.com*

Data on aphyllorphoroid fungi in the island territories of the Arkhangelsk region are presented: history of study, occurrence, features of distribution. the islands of the Solovetsky and Kiysky archipelagos and the Mudyugsky islands were chosen as objects. The forests of the islands are unique and valuable forest objects

В таежной зоне дереворазрушающие грибы один из важных компонентов гетеротрофного блока лесных экосистем. Они участвуют в процессах биологического

разложения древесины и почвообразовании, создают условия для естественного лесовозобновления.

Островные биоты чрезвычайно разнообразны, тесно связаны с условиями образования островов и не имеют ни одной черты, которая была бы свойственна всем островам без исключения. Очевидно, что разнообразие биоты острова зависит от его происхождения, возраста, размеров, удаленности от материка и свойственных ему природных условий.

В настоящее время изучение и анализ островных биот – активно развивающийся раздел биогеографии. Островные экосистемы способствуют сохранению и поддержанию биоразнообразия. Считается, что островные биоценозы по сравнению с материковыми беднее по видовому составу растений (Кашин, 2002). Есть мнение, что островные биоты характеризуются обилием не известных на материках видов, своеобразием флоры и фауны и более простой структурой экосистем (Абдурахманов и др., 2003).

Острова Кийского архипелага расположены в юго-восточной части Онежского залива Белого моря, в 15 км к северо-западу от г. Онега. Длина наиболее крупного Кий острова – немного менее 3 км, ширина – от 100 до 500 м. Общая площадь архипелага составляет 61,1 га, площадь лесов архипелага – 35,6 га.

Соловецкий архипелаг известен и привлекает внимание своими историко-архитектурными ценностями, а также уникальными природными условиями. Он расположен в западной части Белого моря и состоит из 6 крупных (Большой Соловецкий, Анзерский, Большая и Малая Муксалма, Большой и Малый Заяцкий) и более 100 малых островов общей площадью 347 км².

На настоящий момент для Соловецкого архипелага известно 312 видов афиллофоровых грибов (Ежов, 2019; неопубл. материалы), для Кийского – 168 видов афиллофоровых грибов (Ежов, 2019; неопубл. материалы), острова Мудьюгский – 23 вида (неопубл. материалы). Распределение видов по субстратной приуроченности представлено в таблице 1.

В таблице 2 приведено распределение афиллофоровых макромицетов по эколого-морфологическим характеристикам, географическим элементам в зависимости от места сбора.

Таблица 1 – Распределение видов по субстратной приуроченности

Субстрат	Соловецкий архипелаг	Кийский архипелаг	остров Мудьюгский
Ель сибирская (<i>Picea obovata</i>)	117	3	0
Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	98	67	16
Береза (<i>Betula</i> sp.)	87	12	0
Осина (<i>Populus tremula</i>)	86	11	1
Можжевельник обыкновенный (<i>Juniperus communis</i>)	11	16	2
Лиственница сибирская (<i>Larix sibirica</i>)	6	0	0
Сосна кедровая сибирская (<i>Pinus sibirica</i>)	14	0	0
Ива (<i>Salix</i> sp.)	41	31	0
Ольха серая (<i>Alnus incana</i>)	5	36	0
Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i>)	42	12	2
Почва (Soil)	37	9	1
Плодовые тела базидиомицетов (Basidiome)	23	2	0
Листья (Leaves)	6	1	0
Всего видов (Total)	312	168	23

Таблица 2 – Распределение афиллофоровых макромицетов по эколого-морфологическим характеристикам, географическим элементам в зависимости от места сбора

Показатель	Соловецкий архипелаг	Кийский архипелаг	остров Мудьюгский	Архангельская область
Возраст плодовых тел				
Однолетнии	76,6	74,0	82,7	84,8
Од. зимующие	8,7	9,3	13,0	5,7
Многолетнии	14,7	16,7	4,3	9,5
Гидроморфы				
Гигрофи	29,7	29,3	39,1	29,9
Ксерофил	15,6	17,8	17,4	11,3
Мезофил	54,7	52,9	43,5	58,8
Географическая приуроченность				
Биполярный	12,4	10,4	4,3	9,3
Голарктический	20,6	16,2	17,5	22,4
Евразийский	0,6	0,6	-	1,2
Евроамериканский	1,9	4,0	-	6,1
Европейский	6,1	6,9	4,3	9,8
Циркумоглобальный	58,4	61,9	73,9	48,7
Тип гнили				
I	12,5	11,9	18,2	12,4
II	71,0	69,4	59,1	67,4
III	16,5	18,7	22,7	19,6

Подавляющее большинство видов грибов на островных территориях являются однолетними приурочеными к сообществам, испытывающим смягчающее влияние крон, но тяготеющие в рамках подкрановых пространств к участкам с максимальной относительной влажностью воздуха и наиболее обводненным субстратом, имеющие широкий ареал распространения. Распределение по типам гнили указывает на доминирование грибов, вызывающих белую гниль.

Только на островах Соловецкого архипелага были отмечены *Gloeophyllum trabeum*, *Crustoderma longicystidium*, *Hyphoderma obtusifforme*, *Mycoaciella bispora*, *Oxyporus obducens*, *Paullicorticium ansatum*, *Phanerochaete jose-ferreirae*, *Phellodon melaleucus*, *Ramaria obtusissima*, *Scytinostromella heterogenea*, *Trechispora invisitata*, *T. praefocata* и *T. stvensoni*, только на Кийском архипелаге – *Amylocorticium suaveolens*, *Athelia phialophora*, *Atheloderma orientale*, *Hyphoderma roseocremaeum*, *Niemelaea balaenae*, *Niemelaea balaenae*, *Odonticium septocystidia*, *Oxyporus millavensis*, *Ramariopsis subtilis*, *Scytinostroma parvisporum*, *Spongiporus floriformis* и *Spongiporus perdelicatus*, а на острове Мудьюгский – *Jaapia argillacea*.

На территориях зарегистрировано индикаторные виды, которые являются индикаторами старых и девственных еловых и сосновых лесов (Kotiranta, Niemelä, 1996). Соответственно 24, 13, 2 и 9, 7, 1 видов. Редкие и индикаторные виды приурочены преимущественно к старым лесам, чувствительны к изменениям лесной среды и поэтому требуют продолжения мониторинга.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 23-24-10030 «Изучение биоразнообразия растительного покрова на островах Белого моря, как научная основа для развития территорий в условиях меняющегося климата» (№ госрегистрации 123061500040-0).

**ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЦЕЛЯХ
ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОШЛОГО В СРАВНЕНИИ С СОВРЕМЕННЫМ ЕЕ СОСТОЯНИЕМ
(НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»)**

*УО «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, yelovicheva@yandex.ru*

Palynological materials from the study of deposits from the geological sections of the territory of the National Park "Pripyatsky" were used in order to reconstruct the paleogeographic setting of the glacio-Pleistocene and Holocene.

Палинологический мониторинг представляет собой постоянно пополняющуюся базу данных о геологических разрезах (свыше 1300) плейстоцена и голоцена, отложения которых изучены методом палинологического анализа. Обобщение материалов исследования является инструментом контроля за состоянием основных компонентов природной среды геологического прошлого (характере растительности, составе флоры, климате, миграции растений, динамике природных зон, особенностях осадконакопления, истории развития палеоводоемов, процессов намыва-размыва и переотложения пород и растительных микрофоссилий), влиянии антропогенного фактора) и современного этапа для сохранения фиторазнообразия, дальнейшего развития этих компонентов среды и рационального их использования в интересах человечества.

В этом отношении территория Национального парка «Припятский» (далее – НПП), образованного в 1996 г. на юге Беларуси в пределах трех районов Гомельской области (Житковичского, Петриковского, Лельчицкого), представляет собой уникальный объект природного наследия для сравнительной оценки его природных богатств в плейстоцене и голоцене и на нынешнем этапе, имеет статус Рамсарской территории международного значения, важной для птиц, ключевой ботанической территории.

Для полноты познания палеогеографии прошлых эпох на территории НПП использованы геологические разрезы как в пределах территории самого парка (Хвоенск, Бережцы, Бычок) и вблизи от его внешних границ (Дорошевичи, Лясковичи, Балажевичи, Кандель–Яловец, Олох, Дрозды), так и несколько удаленных – на равнинной части Предполесья (Червоное, Булевское, Вечера, Озерное, Святое) для сравнения [1–2].

Как известно из фундаментальных палинологических работ [1–3] по исследованию отложений Беларуси и Международной изотопно-кислородной шкале гляциоплейстоцена (последние 800 тыс. лет = МИС-1–МИС-19), занимаемая ныне Национальным парком территория площадью в 88 600 га в центре крупной заболоченной низины долины р. Припять, подвергалась воздействию 8-ми скандинавских ледниковых покровов, а на протяжении 9-ти разделявших их межледниковых эпох – в долине Припяти и углублениях возвышенного рельефа накапливались органогенные образования с вмещающими их пылью и спорами, состав которых свидетельствовал о характере растительного покрова под влиянием изменения климата. Стабильная макросукцессия палеофитоценозов отразила классическую смену природных зон: тундра→лесотундра→тайга→смешанные леса→широколиственные леса→смешанные леса→тайга→лесотундра→тундра.

Вместе с тем, специфика мощной силы вод речных систем Европы широтного восточного направления вкúпе с воздействием силы Кориолиса способствовали постоянному перемиыву и переотложению накапливавшихся осадков, образуя мощные толщи аллювия, но уже без наличия захороненных в нем *in situ* растительных микрофоссилий. Поэтому в самой долине Припяти, подверженной еще и влиянию неотектоники, образования древнейших эпох слабо информативны (слои N-Q₁ вскрыты у д. Балажевичи, а Q₂ – редки на недоступных размыву склонах долины и на равнинах Предполесья), но сохранили летопись природных событий лишь более молодые осадки Q₃ – муравинского межледниковья (обн. Дорошевичи, Лясковичи), а повсеместно Q₄ – голоцена.

Последним из покрывавших территорию НПП ледников был **днепровский** (180 000–240 000 лет назад = МИС-8), который продвинулся до середины Украины. Каждое последующее оледенение последовательно сокращало площадь своего распространения: **сожский ледник** (110 000–125 000 л. н. = МИС-6) достиг только середины территории Беларуси и создал краевые образования Минской возвышенности; **поозерский ледник** (10300–80 000 л. н. = МИС-5) распространился лишь в пределах севера региона (Белорусское Поозерье). В процессе их наступания, а в особенности отступления в связи с повышением теплообеспеченности, талые приледниковые воды сбрасывались на запад через Неман, Нарев и Западную Двину в Балтийское море, а также на юг через Днепр и малые речные системы в Припять, чем неоднократно повышали ее уровень воды и образовывали огромные припятские позднеледниковые бассейны-моря, чем вновь увеличивали активную деятельность этой водной артерии наряду с разливами во время весенних половодий. Под влиянием ледников формировался особый перигляциальный тип растительности.

Уже в наступившие вслед за отходом ледников межледниковые эпохи на территории юга региона происходила динамика природных зон, достигая в оптимумы максимального развития теплолюбивых пород, но разного состава лесов. В **шкловское межледниковье** (125 000–180 000 л. н. = МИС-7) распространившиеся в любанский оптимум на всей территории Беларуси широколиственные ассоциации (ср. T° года >на 2°) имели термоксеротический облик (вначале преобладал **дуб** с участием вяза, затем **липа+ольха+орешник** в особенности, и практически без граба) наряду с экзотами *Ostrya*, *Ilex*, *Picea sect. Omorica*, *Pinus sect. Strobus*, *P. s. Sula*, *P. s. Cembrae*, *Azolla filiculoides*, *Ulmus propinqua*, *Eriocaulaceae*, *Woodsia cf. manshuriensis*, *Quercus pubescens*, *Tilia platyphyllos*, *T. tomentosa*, *Pilularia*, *Betula sect. Costatae*, *Ligustrum*, *Osmunda cinnamomea* (в долине Припяти эти разрезы не сохранились).

В самое теплое и влажное в гляциоплейстоцене **муравинское межледниковье** (80 000–110 000 л. н. = МИС-5) вся территории региона в чериковский оптимум (ср. T° года >на 3°) была занята зоной широколиственных лесов со свойственной ей растительностью термогидратического облика (**дуб+вяз→ольха+орешник→липа→граб** в особенности) с сохранением экзотов *Ephedra*, *Brasenia*, *Osmunda cinnamomea*, *Betula sect. Fruticosae*, *Picea obovata*, *Tilia platyphyllos*, *Larix*, *Cornus*. Диаграммы отложений района НПП отличались от прочих в регионе преобладанием сосны.

В **голоценовое межледниковье** («самое прохладное» в плейстоцене — от 10300–современность) атлантический оптимум (5 000–8 000 л. н. – ср. T° года > на 1°) отличался повсеместным развитием широколиственных лесов с мéньшим участием мезо- и термофильных пород и без экзотов, а в пределах Полесья – с еще бóльшей ролью сосны. В постоптимальный интервал голоцена (суббореальный и

субатлантический периоды) уже при снижении тепла эта зона сохранилась лишь на севере Украины, уступив на Белорусском Полесье место зоне смешанных лесов с явным преобладанием сосны и устойчивыми формациями ели, малой ролью теплолюбивых пород. Такой состав растительности юга Беларуси М.И. Нейштадт [4] выделил в особый «полесский» тип диаграмм голоцена на Восточно-Европейской равнине. В это же время центр региона в целом был занят растительностью зоны южной тайги, а север – средней тайги.

В настоящее время НПП знаменит высоко ценными ландшафтами обширных открытых лугов с мозаично перемежающимися массивами кустарников, заболоченными низинами, участками редколесья, одиночными могучими дубами, экосистемами многочисленных старичных озер и проток, болот, отдельными гривами и дюнами на *территории поймы* р. Припять, а также *высоковозрастными лесами на I и II надпойменных террасах*. В центре парка с юго-запада на северо-восток тянется один из крупнейших в Европе массив переходных и верховых болот, частично покрытых коренными ольховыми, пушистоберезовыми и сосновыми лесами, а на отдельных открытых участках – мочажинами и травяными зарослями.

Преобладающая лесная и кустарниковая растительность (77% территории) из 87 типов леса 14 формаций наиболее сохранилась среди пойменных лесов бассейнов Припяти и Днепра и уникальна для всей Восточно-Европейской равнины. В ее составе в НПП доминируют сосновые (46%) леса при участии березняков (19%), дубрав (12%) и черноольшаников (8%) наряду с насаждениями граба, липы, ясеня, клена, древовидной ивы и участками островных ельников. Невысокие гривы затапливаемой безлесной части поймы заняты лугами с одиночными вековыми дубами; на песчаных грядах, буграх и дюнах водно-ледниковой равнины юга произрастают типичные полесские сосновые боры.

В пределах НПП выделяют 15 категорий особо ценных и особо охраняемых растительных сообществ: высоковозрастные дубравы, ясеневые, грабовые, осиновые леса и березняки, леса с доминированием клена, липы, вяза и ильма, исключительно высоковозрастные коренные сосновые леса на верховых болотах и на минеральных почвах, коренные черноольховые леса на низинных болотах, а также высоковозрастные еловые леса за южной границей сплошного ареала ели.

Своеобразным отличием состава флоры НПП является произрастание *эндемичных* видов (*Lindernia procumbens*, *Stellaria pallida*, *Phlox subulata*, *Euphorbia villosa* и др.), а также 12 видов грибов и 65 видов растений (в т.ч. 14 – лишайников, 7 – мхов и 44 – сосудистых) Красной книги Республики Беларусь. Редковстречаемыми из сосудистых растений по палиноморфам выявлены *Lycopodiella inundata*, *Hupérzia/Lycopodium selágo*, *Botrychium multifidum*, *Salvinia natans*, *Nymphaea alba*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Drosera intermedia*, *Trapa natans* (3). Особый научный интерес представляют эталоны видов высоковозрастные Царь-дуб и Царь-сосна, а также созданные в Музее природы национального парка в д. Лясковичи геологическая экспозиция, залы природы, водных путей, археологии, истории, быта и этнографии, которые позволяют посетителям на фоне окружающей прекрасной природы Белорусского Полесья познакомиться и с самобытной культурой этого края.

Ныне при нахождении человечества в конце голоценовой межледниковой эпохи и при естественном переходе к новому оледенению следует ожидать в будущем миграцию в регион ели и березы (зон средней и северной тайги) и березового редколесья с участием аркто-бореальной флоры (зон лесотундры и тундры). Вместе с тем, происходящее с 70-х гг. XX в. устойчивое потепление климата рассматривается

как в ранге второго оптимума голоцена, так и завершения ледникового интервала кайнозоя за счет повышения преимущественно зимних температур и сухости летнего периода. Однако видимой миграции природных зон смешанных и широколиственных лесов на север, подобной плейстоценовой с нарастанием тепла и влаги, пока не отмечено даже при инвазивности степных и лесостепных элементов на песчаные формы рельефа Полесья.

Таким образом, доминирование сосны на Полесье и более богатый состав флоры по сравнению с центром и севером региона прослеживаются и в фитоценозах прежних межледниковых эпох плейстоцена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еловичева Я.К., Дрозд Е.Н. Геологические разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Беларуси (Бассейны Западного Буга и Нарева) (к 100-летию БГУ). Т. 1. / Мн.: БГУ, 2018. – 109 с. Монография деп. в БГУ 23.10.2018 г., № 008223102018. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/207594>.
2. Еловичева Я.К. Палинология Беларуси (к 100-летию БГУ) / в 4 ч. – Мн.: БГУ, 2018. – 831 с. Монография деп. в БГУ 08.01.2019 г., № 000308012019. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/212051>.
3. Еловичева Я.К. Растительные микрофоссилии плейстоцена и голоцена Беларуси / БГУ, 2005а. – 282 с. Монография деп. БелИСА 29.12.2005 г., Д-200585.
4. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене / М.:Изд-во АН СССР, 1957. – 404 с.

Кантерова А.В., Кантор К.В., Сидоренко А.В.

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ – ПРЕДСТАВИТЕЛИ МИКОБИОТЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ИЗ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

*ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, collection@mbio.bas-net.by*

The Belarusian collection of non-pathogenic microorganisms supports 730 strains of mycelial fungi of various taxonomic groups. 125 strains belong to wood-destroying basidiomycetes. 38 collection cultures of xylophiles have been isolated from natural sources on the territory of the Republic of Belarus. All cultures are maintained in a viable state by subcultivation, as well as stored in cryopreserved form at – 80°C.

Грибы являются функционально важным компонентом наземных экосистем. Они играют ключевую роль в биогеохимическом круговороте углерода ввиду своей способности к деструкции органического материала, в частности, растительных остатков и древесины. Благодаря активному синтезу соответствующих ферментов грибы гидролизуют такие входящие в состав растительных клеток полимеры как лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза. К сожалению, эти свойства могут также приводить к значительным потерям в различных областях хозяйства, вызывая порчу деревянных строительных материалов, снижение жизнеспособности и продуктивности лесных насаждений.

Термин «дереворазрушающие грибы» является внетаксономическим и относится как к сапротрофам, обитающим на мертвой древесине (сухостои, отмершие корни и т.д.), так и к паразитам живых деревьев. Следует отметить, что значительная часть

дереворазрушающих грибов не является облигатными паразитами или сапротрофами: многие виды, предпочитающие мертвые субстраты, могут атаковать ослабленные или пораженные деревья, в то время как паразиты способны некоторое время жить как сапротрофы в случае гибели дерева-хозяина. Основными возбудителями гниения древесины являются представители отдела *Basidiomycota*, вызывающие в зависимости от разрушаемых полимеров белую или бурую гниль субстрата. Так, грибы бурой гнили способны разлагать целлюлозу и гемицеллюлозу, но не способны к деструкции лигнина, который и обеспечивает бурый цвет поврежденной древесины. Грибы белой гнили разрушают все полимеры древесины, но при этом коричневый лигнин обесцвечивается, в результате чего субстрат выглядит очень светлым.

В Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (далее – БКМ) поддерживается 730 штаммов мицелиальных грибов различных таксономических групп. К дереворазрушающим базидиомицетам относятся 125 штаммов, принадлежащих к 45 видам 33 родов. 38 коллекционных культур ксилотрофов выделены из природных источников на территории Республики Беларусь (92% – Минская область, 8% – Брестская и Гродненская области). Наибольшим видовым разнообразием характеризуется род *Trametes*, представленный 3 видами (*T. hirsuta*, *T. ochraceae* и *T. versicolor*), наиболее многочисленным по количеству депонированных штаммов является вид *Pleurotus ostreatus* (14 штаммов). Изолированные на территории Беларуси культуры дереворазрушающих грибов относятся к 13 родам и 17 видам:

Abortiporus biennis – ксилотроф, возбудитель белой гнили, обитающий преимущественно на пнях и древесине лиственных, реже хвойных пород. Представлен штаммом *A. biennis* БИМ F-341, изолированным на территории г. Минска из древесины мертвого пня.

Vjekandera adusta – широко распространенный космополитный вид, встречающийся на пнях, сухостое, валеже, редко – на погибающих деревьях (чаще всего – березах), вызывая белую гниль. В БКМ депонирован штамм *V. adusta* БИМ F-260, выделенный из пня тополя в Минском районе.

Vjekandera fumosa – возбудитель белой гнили, произрастающий, как правило, на пнях, валежнике и трухлявой мертвой древесине; в редких случаях может паразитировать на живых ослабленных деревьях (в естественных условиях – на иве и ясене, в сельскохозяйственных посадках – на яблоне). Представлен штаммом *V. fumosa* БИМ F-262, полученным из плодового тела на лиственном валежнике (Минский район).

Daedaleopsis confragosa – возбудитель белой гнили лиственных пород, особенно ивы. В БКМ депонировано 2 штамма этого гриба (БИМ F-220 и БИМ F-280), выделенных из лиственного валежника на территории Минска и Минского района.

Diplomitoporus flavescens – возбудитель белой гнили, поражающий сосну, ель и другие хвойные деревья в старовозрастных хвойных и смешанных лесах, встречается на валежнике. В БКМ представлен штаммом *D. flavescens* БИМ F-254 (Минская область).

Flammulina velutipes – сапротроф на мертвой древесине (ива, тополь), реже – паразит на ослабленных и поврежденных деревьях. Вызывает бурую гниль. В БКМ поддерживаются 3 штамма (БИМ F-222, БИМ F-276, БИМ F-324), изолированных на территории Минска и Минского района.

Fomitopsis betulina – возбудитель бурой гнили берез, обитает как на мертвых, так и на ослабленных деревьях. Представлен штаммом *F. betulina* БИМ F-222, полученным из плодового тела на пне на территории Брестской области.

Ganoderma applanatum – ксилотроф с широким кругом хозяев как среди лиственных, так и среди хвойных деревьев; встречается чаще на пнях и валежнике, может

поражать ослабленные живые деревья. Вызывает белую гниль. В БКМ поддерживается штамм *G. applanatum* F-196, выделенный с пня ольхи (Минская область).

Ganoderma lucidum – возбудитель белой гнили, приуроченный преимущественно к мертвой древесине лиственных пород, изредка обитает на живых деревьях. Вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь (III категория национальной природоохранной значимости). Представлен штаммом *G. lucidum* F-199, выделенным из плодовых тел на ольхе на территории Минского района.

Panellus stipticus – встречается на старых стволах, пнях и мертвых деревьях лиственных пород, вызывая бурую гниль; не имеет лесохозяйственного значения как дереворазрушитель. В БКМ депонирован штамм *P. stipticus* F-337 (Минская область).

Phellinus ignarius – возбудитель белой гнили лиственных деревьев (ива, осина, тополь); может наносить значительный вред парковым и лесным хозяйствам. В БКМ поддерживаются штаммы БИМ F-237, БИМ F-257, изолированные в Минске и Минском районе, и БИМ F-238, полученный из плодового тела на осине на территории Беловежской пуцы.

Pleurotus ostreatus – преимущественно сапротроф, возбудитель белой гнили валежника и сухостоя, может встречаться на ослабленных дубах, березах, осинах, ивах и рябинах. Наиболее многочисленный вид ксилотрофов, представленный в БКМ 14 штаммами (БИМ F-244, БИМ F-245, БИМ F-246, БИМ F-247, БИМ F-248, БИМ F-258, БИМ F-259, БИМ F-271, БИМ F-273, БИМ F-274, БИМ F-275, БИМ F-291, БИМ F-294, БИМ F-367). Все культуры, за исключением БИМ F-259, изолированы из плодовых тел на пнях и мертвой древесине тополя, рябины и других лиственных деревьев на территории Минского, Молодечненского и Логойского районов Минской области, штамм БИМ F-259 получен из г. Гродно.

Trametes hirsuta – возбудитель белой гнили на древостоях и пнях лиственных растений, практически не поражающий живые деревья. В БКМ представлен штаммом *T. hirsuta* БИМ F-212, изолированным из плодового тела на древесине лиственницы на территории Минского района.

Trametes ochraceae – ксилотроф на сухостое и валежной древесине лиственных пород, не встречающийся на живых деревьях. Возбудитель белой гнили. В коллекции поддерживается штамм *T. ochraceae* БИМ F-219, полученный из плодового тела на березовом валежнике в г. Минске. *Trametes versicolor* – широко распространенный возбудитель белой гнили, встречающийся как на мертвой древесине, так и на ослабленных деревьях лиственных пород. Вызывает значительные поражения хранящейся древесины. Представлен штаммами БИМ F-214, БИМ F-216, БИМ F-217, БИМ F-218, изолированными из плодовых тел на пнях осины и тополя, а также на лиственном валежнике на территории Минска и Минского р-на.

Tricholomopsis rutilans – сапротроф на отмершей древесине хвойных деревьев; вызывает белую гниль пней, бревен, сухостоя и отмерших корней. В БКМ поддерживается штамм *T. rutilans* БИМ F-255, выделенный из плодового тела на пне сосны (г. Минск).

Xanthoporia radiata – возбудитель белой гнили лиственных пород, чаще – сапротроф; может встречаться и на ослабленных живых деревьях. Представлен штаммом *X. radiata* БИМ F-230, полученным из плодового тела на сухой березе (г. Минск).

Культуры дереворазрушающих базидиомицетов поддерживаются в жизнеспособном состоянии методом субкультивирования, а также хранятся в криоконсервированном виде при -80°C.

Кориняк С.И.

ГРИБЫ РОДА PHYLLOSTICTA В ДУБРАВАХ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ВЫДРИЦА»

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, SS70@mail.ru

At the oak-forest phytocenosis the work to collection of plants and identification of pathogen fungi was done. In result of the work 16 species of fungus from Phyllosticta genus on 18 species of plants from 13 families were identified. Almost all fungi are agents of plants spots.

Республиканский ландшафтный заказник «Выдрица» основан 14 октября 1999 года на территории Жлобинского и Светлогорского районов Гомельской области Республики Беларусь в целях сохранения природного комплекса с популяциями редких и исчезающих видов растений и животных, некоторые из которых занесены в Красную Книгу Республики Беларусь.

Грибы рода *Phyllosticta* Pers группы *Anamorphic fungi* являются одним из компонентов, поражающий сосудистые растения – причиной возникновения пятнистостей органов растений, и порой возникновения эпифитотий. Поэтому одной из задач микологии является изучение видового состава пикнидиальных грибов, в частности рода *Phyllosticta*, мониторинга фитопатологической ситуации, разработки и внедрения мероприятий по защите растений от болезней.

Исследования по изучению фитопатогенных грибов проводились маршрутно-поисковым методом в дубравах Светлогорского района Искровского лесничества заказника «Выдрица». Идентификация фитопатогенных микромицетов проводилась в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. При изучении видового состава патогенов использованы общепринятые методы В.И. Билай. Гербарий растений, пораженных фитопатогенными грибами, смонтирован на листах формата А3 (18 гербарных листов) и находится, в коллекции грибов MSK-F лаборатории микологии.

Виды грибов приведены в соответствии с международной микологической базой данных *Index fungorum*. Для уточнения видовых названий растений использована электронная база данных (MBG's electronic databases) *Tropicos*.

Phyllosticta aceris Sacc. *Michelia* 1 (no. 2): 147 (1878). На листьях *Acer platanoides* L. (*Aceraceae*). Искровское л-во. кв 56, 59. Дубрава кисличная.

Phyllosticta argillaceae Bres. *Hedwigia* 33: 206 (1894). На листьях *Rubus saxatilis* L. (*Rosaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная. Искровское л-во. кв 49. Дубрава злаково-пойменная. На листьях *Rubus caesius* L. (*Rosaceae*). Искровское л-во. кв 64. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta coryli Westend. *Bull. Acad. R. Sci. Belg., Cl. Sci., sér. 2* 12: no. 9 (1872). На листьях *Corylus avellana* L. (*Betulaceae*). Искровское л-во. кв 56. Дубрава кисличная. Искровское л-во. кв 23. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta cruenta (Fr.) J. Kickx f., *Mém. Acad. R. Sci. Lett. Arts. Brux.* 23: 22 (1849). На листьях *Polygonatum officinale* All. (*Liliaceae*). Искровское л-во. кв 56. Дубрава кисличная. На листьях *Convallaria majalis* L. (*Asparagaceae*). Искровское л-во. кв 56. Дубрава кисличная. Искровское л-во. кв 23. Дубрава злаково-пойменная. Искровское л-во. кв 64. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta ilicicola Pass., in Passerini, Thümen & Brunaud, J. d'hist. nat. Bordeaux 4 (4): 54 (1885). На листьях *Quercus robur* L. (*Fagaceae*). Искровское л-во. кв 56. Дубрава кисличная. Искровское л-во. кв 23. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta filipendula Sacc. & Speg., Michelia 1 (no. 2): 150 (1878). На листьях *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (*Rosaceae*). Искровское л-во. кв 64. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta glechomae Sacc. Sacc., Michelia 1 (no. 2): 151 (1878). На листьях *Glechoma hederacea* L. (*Lamiaceae*). Искровское л-во. кв 56. Дубрава кисличная.

Phyllosticta melampyrina Aksel, Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR, ser. 2, Sporov. Rast. 11: 161 (1956). На листьях *Melampyrum nemorosum* L. (*Scrophulariaceae*). Искровское л-во. кв 49. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta pyrina Sacc., Michelia 1 (no. 2): 134 (1878). На листьях *Pyrus communis* L. (*Rosaceae*). Искровское л-во. кв 64. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta pteridis Halst., Report of the New Jersey State Agricultural Experimental Station: 419–421 (1893). На листьях *Pteridium pinetorum* C.N. Page & R.R. Mill. (*Dennstaedtiaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная.

Phyllosticta rhamni Westend., Bull. Acad. R. Sci. Belg., Cl. Sci., sér. 2 2 (7): 569 (1857). На листьях *Frangula alnus* Mill. (*Rhamnaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная.

Phyllosticta salicicola Thüm., in Passerini, Thümen & Brunaud, J. d'hist. nat. Bordeaux 4 (4): 55 (1885). На листьях *Salix caprea* L. (*Salicaceae*). Искровское л-во. кв 49. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta sorbi Westend., Bull. Acad. R. Sci. Belg., Cl. Sci., sér. 2 2 (7): 569 (1857). На листьях *Sorbus aucuparia* L. (*Rosaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная.

Phyllosticta trifolii Richon, Cat. Champ. Marn.: 356 (1889). На листьях *Trifolium medium* L. (*Fabaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная.

Phyllosticta ulmicola Sacc., Michelia 1 (no. 2): 158 (1878). На листьях *Ulmus minor* Mill. (*Betulaceae*). Искровское л-во. кв 23. Дубрава злаково-пойменная.

Phyllosticta vaccinii Earle, Bull. Torrey bot. Club 24: 31 (1897). На листьях *Vaccinium myrtillus* L. (*Ericaceae*). Искровское л-во. кв 59. Дубрава кисличная. Искровское л-во. кв 23. Дубрава злаково-пойменная.

В результате проведенных ботанико-микологических исследований в дубравах Республиканского ландшафтного заказника Выдрица: дубрава кисличная (кварталы 56, 59), и дубрава злаково-пойменная (кварталы 23, 49, 64), установлено, что на 18 видах сосудистых растений из 13 семейств идентифицировано 16 видов грибов рода *Phyllosticta*.

Результаты проделанной работы показывают видовое разнообразие как микромицетов, так и разнообразие растений-хозяев, на которых идентифицированы изучаемые грибы. Следовательно, возникает необходимость в проведении дополнительных исследований в дубравах заказника «Выдрица», поскольку заболевания, спровоцированные колонизацией растений грибами рода *Phyllosticta*, могут представлять угрозу не только для растений исследуемого заказника, но и для других охраняемых территорий Беларуси.

МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ЛУГОВ ПОЛИСТОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Полистовский»,
п. Бежаницы, Российская Федерация, korol-k@mail.ru

*14 protected species of vascular plants grow on the territory of the Polistovsky State Nature Reserve and its protected zone, 8 of them grow in meadows. According to the results of monitoring *Gladiolus imbricatus* and *Dactylorhiza baltica*, the number of their specimens is decreasing, and their morphometric indicators are deteriorating.*

Государственный природный заповедник «Полистовский» был образован 25 мая 1994 года с целью сохранения западной части Полистово-Ловатской болотной системы (площадь 37 837 га). Часть территории заповедника, а также охранная зона (площадью 17 297 га) включают в себя лесные и луговые растительные сообщества.

На территории заповедника и его охранной зоны отмечены 14 видов сосудистых растений из Красной книги Псковской области [3], из них один вид (*Dactylorhiza baltica*) также включен в Красную книгу Российской Федерации [8]. Восемь охраняемых видов **произрастают на лугах** (выделены полужирным шрифтом и подчеркнуты, в скобках указана категория редкости):

1. *Equisetum variegatum* Schleich – **Хвощ пестрый** (3).
2. *Botrychium multifidum* (S. G. Gmel.) Rupr. – **Гроздовник многораздельный** (3).
3. *Ophioglossum vulgatum* L. – **Ужовник обыкновенный** (3).
4. *Alisma juzepczukii* Tzvel. – Частуха Юзепчука (2).
5. *Gladiolus imbricatus* L. – **Шпажник черепитчатый** (3).
6. *Iris sibirica* L. – **Касатик сибирский** (3).
7. *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova – **Пальцекорник (пальчатокоренник) балтийский** (3).
8. *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichb. – **Любка зеленоцветковая** (3).
9. *Sanicula europaea* L. – Подлесник европейский (2).
10. *Senecio paludosus* L. – **Крестовник болотный** (3).
11. *Betula nana* L. – Береза карликовая (2).
12. *Campanula latifolia* L. – Колокольчик широколистный (3).
13. *Lathraea squamaria* L. – Петров крест чешуйчатый (3).
14. *Pedicularis sceptrum-carolinum* L. – Мытник скипетровидный (1).

В последние годы наметилась тенденция сокращения численности редких видов на территории Полистовского заповедника, а также мест их произрастания. В рамках повторной инвентаризации флоры сосудистых растений заповедника [4] были обследованы ценные участки, выявленные при первом флористическом описании территории [7]. За время, прошедшее с начала первой инвентаризации, большинство лугов неузнаваемо изменились. Например, в урочище Луги, где в 2005 году были отмечены: *Linum catharticum* L., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. var. *angustifolia* Asch. et Gr., *Dactylorhiza baltica*, *Platanthera chlorantha*, к 2017 году сформировался суходольный луг (первые два вида, по-видимому, исчезли, а другие существенно сократили свою численность). Изменение облика лугов обусловлено либо закусариванием, либо разрастанием рудеральных видов: купыря (*Anthriscus sylvestris*),

вейника наземного (*Calamagrostis epigeios*), бодяка полевого (*Cirsium arvense*), крапивы (*Urtica dioica*).

Ранее все эти луга косились, либо на них выпасался скот (карты сельскохозяйственного использования территорий охранной зоны заповедника хранятся в архивном отделе администрации Локнянского района). С прекращением хозяйственной деятельности человека видовой состав стал быстро меняться (число видов сокращается), сообщества же становятся монодоминантными, например, кустарниковыми или вейниковыми [1].

Dactylorhiza baltica исчезает почти на всех участках, где он отмечался в 2000-х годах. Возможно, это связано с его экологией: по мнению П.Г. Ефимова [2] этот вид обитает на влажных лугах и по обочинам дорог, в зарастающих канавах и карьерах, и демонстрирует устойчивые тенденции к росту численности и расширению ареала. Однако, мониторинг популяции этого вида, проводимый сотрудниками заповедника, показывает снижение числа экземпляров и ухудшение их морфометрических показателей [6].

Gladiolus imbricatus в тех местах, где он был массовым видом в начале 2000-х годов, сейчас находится в единичных экземплярах. На учетной площадке на суходольном разнотравно-злаковом лугу число особей снизилось с 226 до 39 за период с 2014 по 2018 год [5]. По результатам исследований, проводимых в Эстонии [9] оптимальным для сохранения популяции шпажника оказывается сенокосение, проводимое раз в два года.

Все упомянутые выше охраняемые виды тяготеют не просто к лугам, а к лугам низкотравным. Более того, папоротники (*Ophioglossum vulgatum* и *Botrychium multifidum*) отмечались нами в основном на лугах с выраженным мохово-лишайниковым ярусом.

Для сохранения и восстановления на территории Полистовского заповедника и его охранной зоны мест произрастания охраняемых видов, мы считаем необходимым проведение режимных мероприятий, нацеленных на сохранение лугов, в том числе – режимного сенокосения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородулина В.П., Комарова А.Ф., Чередниченко О.В. Наземновейниковые луга в охранной зоне Полистовского заповедника (Псковская область) // Разнообразие растительного мира. 2019. № 1 (1). С. 44–61.
2. Ефимов П.Г., Конечная Г.Ю. Конспект флоры Псковской области (сосудистые растения). М.-СПб: Т-во научных изданий КМК, 2018. 469 с.
3. Красная книга Псковской области. Псков, 2014. 544 с.
4. Королькова Е.О., Решетникова Н.М., Новикова Т.А. Сосудистые растения заповедника «Полистовский» (аннотированный список видов). Изд-е 2-е, перераб. и доп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 114 с.
5. Летопись природы заповедника «Полистовский». Книга 19. На правах рукописи, 2018. 657 с.
6. Летопись природы заповедника «Полистовский». Книга 20. На правах рукописи, 2019. 619 с.
7. Решетникова Н.М., Королькова Е.О., Новикова Т.А. Сосудистые растения заповедника «Полистовский». (Аннотированный список видов) / Под редакцией В.С. Новикова М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН, 2006. 97 с.
8. Об утверждении перечней (списков) объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и исключенных из Красной книги Российской Федерации (по состоянию на 1 июня 2005 года) (с изменениями на 20 декабря 2018 года). Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 25 октября 2005 года N 289 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901954384> Дата обращения 05.06.2023.

9. Kosea M., Liirab J., Talia K. Long-term effect of different management regimes on the survival and population structure of *Gladiolus imbricatus* in Estonian coastal meadows // *Global Ecology and Conservation*, 2019. V. 20, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00761>

Кравчук В.В., Кравчук В.Г.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ МЕДУНИЦЫ МЯГОНЬКОЙ

ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца», аг. Каменюки, Республика Беларусь,
npbrby@gmail.com

*The rare relict species – *Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem, is registered in Belovezhskaya Pushcha in 3 habitats. In 2018, there was a sharp drop in the quantity of individuals in the population. This required active conservation measures to save the species. The work carried out made it possible to significantly increase the quantity of plants in the population.*

Pulmonaria mollis Wulf. ex Hornem – редкий, по происхождению бореально-подтаежный вид, находящийся в нашей республике в изолированных локалитетах за северной границей европейского фрагмента ареала (Красная книга..., 2015).

На настоящее время в Беловежской пуце зарегистрировано 3 места произрастания медуницы (в кварталах 763, 792 и 792А). Все они приурочены к старовозрастным дубравам кисличного типа с довольно густым подлеском из лещины.

Самая крупная ценопопуляция в квартале 792 при обнаружении в 2006 году занимала площадь около 200 кв.м. и насчитывала 96 экземпляров растений. Она располагалась на опушке леса и граничила с сельскохозяйственным полем, находящимся в активном использовании до 2010 года. Особи медуницы произрастали непосредственно на границе лес-поле, поэтому ценопопуляция имела сильно-вытянутую форму.

При мониторинговом обследовании данной ценопопуляции в 2018 году было отмечено катастрофическое падение численности вида (до нескольких десятков особей), связанное с сильным зарастанием опушки леса древесно-кустарниковой растительностью. К 2020 году были проведены природоохранные мероприятия по частичному удалению древесного подроста и кустарников на территории около 200 кв.м, находящейся в 5-метровой приопушечной полосе. Также был частично убран забор, огораживающий с/х поле, который препятствовал свободному передвижению диких копытных животных.

В 2021 году отмечено произрастание уже 90 особей медуницы мягонькой, объединенных в несколько крупных разобценных фрагментов (локусов). Исследования 2022 года (май) показали резкое увеличение численности медуницы – до 238 особей, что связано с положительным эффектом проведенного природоохранного мероприятия и, частично, с найденными в этом же году небольшими фрагментами новых местообитаний медуницы (локус 6 и 7) на некотором отдалении от основной части места произрастания.

Местообитание вида в настоящее время занимает общую площадь 1215 кв.м, но встречается медуница фрагментарно, образуя небольшие по размеру латки или одиночно. Всего в данном месте произрастания можно выделить 7 отдельных локусов или мест концентрации растений (таблица).

При исследованиях 2022 года также было зарегистрировано новое место произрастания медуницы в соседнем квартале – 792А. Фактически это единая

популяция, приуроченная к одному растительному сообществу (дубраве кисличной) и разделенная только просекой и дорогой. Численность особей в ней составила 74 растения, сконцентрированных, главным образом, у просеки, дороги и по отвалам небольшого оврага. Территория, занимаемая данной ценопопуляцией, составляет около 300 кв.м., но растения медуницы представлены 3 небольшими фрагментами, занимающими общую площадь не более 80 кв.м.

Таблица – Численность ценопопуляции Медуницы мягкой

	Локус 1	Локус 2*	Локус 3*	Локус 4*	Локус 5	Локус 6	Локус 7	Общее число особей, шт
Общее число особей, шт	46	65	54	31	9	10	23	238

* – участок с частичным удалением древесно-кустарникового яруса

Характерной особенностью медуницы мягонькой является сезонная гетерофилия, сопряженная с ярко выраженной сезонной динамикой режима освещенности в дубравах, где она произрастает, и весенние побеги появляются до распускания листьев древесного полога. Однако, обильный подрост граба и березы является серьезным конкурентом как в уровне освещенности-затененности, так и территориально, занимая потенциальные места произрастания медуницы. Летние укороченные вегетативные побеги *P. moliss* сциофитны и сменяют генеративные побеги после полного облиствления деревьев, однако и в этом случае обильный древесный подрост будет являться сильным конкурентом, затрудняющим нормальное развитие медуницы. Проведенные природоохранные мероприятия (вырубка части древесно-кустарникового яруса) позволили в значительной степени осветлить данное место произрастания и частично снизили конкуренцию со стороны подростка.

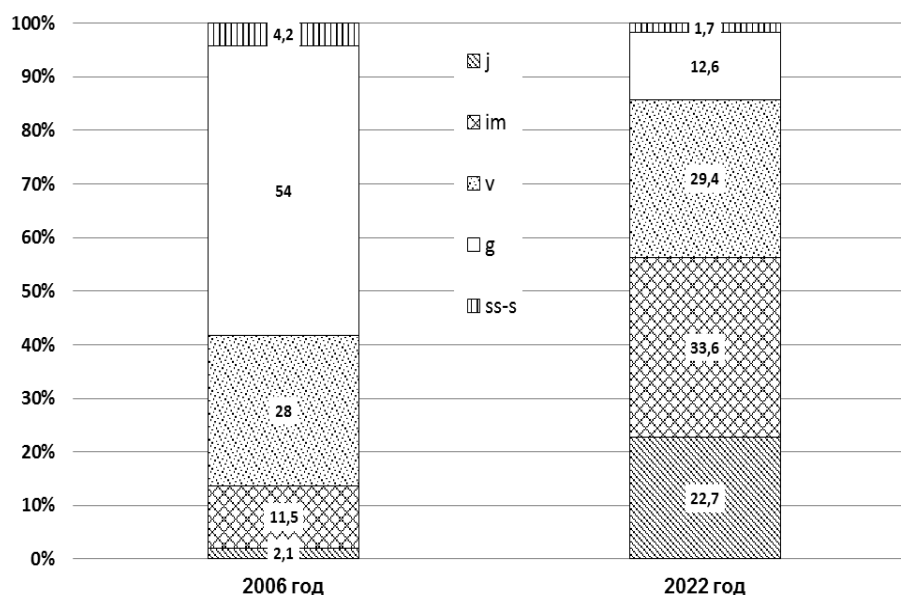


Рисунок – Участие онтогенетических когорт в возрастных спектрах популяции в кв. 792 (2006 и 2022 гг.)

Первые мониторинговые исследования возрастного спектра медуницы мягонькой проводились в мае в 2004–2006 гг. В этот период в возрастном спектре преобладали генеративные растения, на долю которых приходилось более 50% всех растений в

популяции. Доля прегенеративной группы составляла до 40–47%, при этом всходов и ювенильных растений было отмечено не более 5%. В этот период возрастной спектр можно охарактеризовать как полночленный правосторонний с максимумом на генеративных особях.

Если сравнить долю участия различных онтогенетических когорт в возрастном спектре за 2006 и 2022 гг., можно отметить значительное снижение именно в генеративной части спектра – с 54% до 12,6% (рисунок). Также сильные вариации отмечены в когорте самых молодых растений – ювенильных. Несмотря на общее снижение числа цветущих особей, количество ювенильных растений увеличилось практически в 10 раз (в %).

Современный возрастной спектр можно оценить, как ассиметричный, полночленный левосторонний с абсолютным максимумом на прегенеративной группе особей.

Говоря о тенденциях дальнейшего развития данной ценопопуляции следует отметить, что в условиях Беловежской пуши существенное влияние на состояние светолюбивых видов будет оказывать такой фактор как изменение освещенности. Хотя по фактору освещенности-затенения медуница проявляет себя как мезобионт, способный существовать в условиях от открытых пространств до светлых лесов (от внелесной до светло-лесной экогруппы), естественные сукцессионные процессы, проходящие в лесах заповедной зоны национального парка и ведущие к увеличению степени затененности, в значительной степени ограничивают количество подходящих для ее произрастания мест. При отсутствии возможностей для миграции и без проведения активных сохраняющих мероприятий такой светолюбивый вид как медуница мягонькая в конечном итоге может выпасть из состава растительного сообщества.

Кулебякина Е.В.¹, Протасова А.В.²

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИЙ «В ПОИСКАХ КАЛИПСО»
НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ (НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ
«ВОДЛОЗЕРСКИЙ» И «ПААНАЯРВИ»)**

*1 ФГБУ «Национальный парк «Водлозерский», г. Петрозаводск, Российская Федерация,
vodloz_no@mail.ru*

*2 ФГБУ «Национальный парк «Паанаярви», пгт. Пяозерский, Российская Федерация,
a.protasova@onego.ru*

*The search for rare orchids, primarily calypso (*Calypso bulbosa* (L.) Oakes), listed in the Red Book of the Russian Federation, has been carried out in the Vodlozersky National Park (Republic of Karelia, Arkhangelsk Region) for 5 years. As a result of these expeditions, 4 new Orchidaceae species were recorded for the park. After an expedition to the Paanajärvi National Park, where calypso grows, primary conclusions were made about the main factors that determine its distribution. The direction of future searches in the Vodlozersky National Park has been revised taking into account the data received.*

Целенаправленные экспедиции, посвященные поиску представителей сем. Орхидные (Orchidaceae Juss., 1789), осуществляются в национальном парке (далее – НП) «Водлозерский» (Республика Карелия, Архангельская область) с 2019 г. Основной задачей исследования является поиск новых местонахождений калипсо луковичной

(*Calypso bulbosa* (L.) Oakes) – вида, занесенного в Красные книги Российской Федерации (далее – КК РФ), Республики Карелия (далее – КК РК) и Архангельской области (далее – КК АО). Единственная находка калипсо на территории парка датирована 20.07.1955 г., все экземпляры (10 образцов на 3 листах) хранятся в гербарии Петрозаводского государственного университета (PTZ) с дублетом в Карельском научном центре РАН (PTZ). Кроме калипсо в процессе экспедиций проводится поиск других представителей сем. Orchidaceae.

Национальный парк «Водлозерский» (создан в 1991 г.) расположен на востоке Карелии (Пудожский р-н) и в западной части Архангельской области (Онежский р-н). На большей части парка преобладают среднетаежные еловые и сосновые леса. Северная часть парка относится к северотаежной подзоне и приурочена к кряжу Ветреный Пояс (скалистая гряда с высотами до 344 м, разделяющая водосборные бассейны Балтики и Белого моря). В геологическом отношении парк разделен на три тектонические зоны с различными характеристиками [5].

Поскольку на гербарной этикетке место сбора калипсо указано как «Водлозеро», все экспедиции были приурочены к территории вокруг данного водоема (Карельская часть парка). Всего за 2019–2022 гг. было проведено 8 экспедиций, в ходе которых осматривались участки леса, предположительно подходящие для произрастания искомым видов. Для калипсо это тенистые, мшистые хвойные леса, для венерина башмачка настоящего – разреженные лиственные, смешанные, реже хвойные леса [7]. Карты маршрутов составлялись с помощью материалов лесоустройства и аэрофотоснимков. Даты экспедиций привязывались к срокам цветения орхидей (вторая половина мая – для калипсо, июнь – для венериного башмачка и т.д.).

По итогам экспедиций были зафиксированы 4 новых для парка вида из сем. Орхидные: венерин башмачок настоящий (*Cypripedium calceolus* L.) – КК РФ, КК РК, КК АО; дремлик широколистный (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) – КК АО на момент находки (2019 г.), в настоящее время – бионадзор; мякотница однолистная (*Malaxis monophyllos* (L.) Sw.) – КК РК на момент находки (2019 г.), в настоящее время – бионадзор; гнездовка настоящая (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.) – КК РК, КК АО. Помимо этого, были найдены новые местопроизрастания уже известных для парка видов: тайника яйцевидного (*Listera ovata* (L.) R. Br.), т. сердцевидного (*L. cordata* (L.) R.Br.), дремлика болотного (*Epipactis palustris* (L.) Crantz), ладьяна трехнадрезного (*Corallorhiza trifida* Chatel.) и др. Калипсо луковичная встречена не была.

В июне 2022 г. Е.В. Кулебякиной и А.В. Протасовой проводился поиск новых и редких видов, в том числе из сем. Орхидные, на территории НП «Паанаярви», где, в частности, калипсо луковичная уже была зарегистрирована.

НП «Паанаярви» находится в Лоухском районе на северо-западе Республики Карелия, вблизи Северного Полярного круга, на границе с Финляндией. Парк расположен в подзоне приполярной северной тайги; отчетливо выраженные зоны горной тундры имеются на вершинах гор Нуоруunen (577 м), Мянтьютунтури (550 м) и Кивакка (499 м). В НП преобладают еловые леса, сосняки встречаются реже [6]. Территорию можно разделить на две зоны: тектоническую и ледниковую. Последняя зона является самой молодой в Карелии и имеет своеобразный мозаичный рисунок [8].

За время экспедиции в НП «Паанаярви» были обнаружены два новых местопроизрастания калипсо, а также значительно расширены карты восьми уже известных местопроизрастаний, выявлены новые и дополнены известные места произрастания венерина башмачка настоящего. Всего были описаны 258 экземпляров

калипсо (рисунок). Практически все обнаруженные на настоящий момент местопроизрастания находятся в пределах водно-ледникового типа ландшафта.



Рисунок – Процесс регистрации калипсо луковичной в НП «Паанаярви»

Сравнение условий произрастания калипсо в различных точках позволило сделать первичные выводы об основных факторах, обуславливающих ее распределение на территории НП «Паанаярви». Предположительно, на успешность существования и распределение вида влияют (в порядке уменьшения значимости): 1. определенный состав почв и подстилающих пород; 2. наличие путей перемещения крупных млекопитающих (в первую очередь лосей); 3. освещенность (южная экспозиция склона в точках произрастания).

Подтверждение этих предположений требует дополнительных исследований. Но уже на основе информации, полученной в ходе работы, мы можем прогнозировать новые находки калипсо луковичной на определенных участках в местах выхода скальных пород с подходящей освещенностью. Дальнейшие поиски в НП «Паанаярви» будут основаны на данных наложения точек произрастания калипсо на ландшафтную карту [8]. Направление будущих исследований в НП «Водлозерский» пересмотрено с учетом полученных данных. Здесь поиски продолжатся после анализа почвенных образцов и с привязкой к картам геологического строения территории [1].

Авторы выражают благодарность научному сотруднику лаборатории ландшафтной экологии и охраны лесных экосистем Института леса КарНЦ РАН В.В. Тимофеевой за помощь в подготовке материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин В.А. Геолого-геоморфологическое строение Водлозерского национального парка и прилегающих территорий // Природное и культурное наследие национального парка «Водлозерский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 33–53.
2. Красная книга Архангельской области / О. В. Аксенова [и др.] ; редакционная коллегия: В. В. Ануфриев [и др.]; Правительство Архангельской области, Министерство природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области. – Офиц. изд. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, 2020 (ИД им. В. Н. Булатова САФУ). – 490 с.

3. Красная книга Республики Карелия / гл. ред. О.Л. Кузнецов. – [3-е изд.]. – Белгород: Константа, 2020. – 448 с.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. – 855 с.
5. Куликова В.В., Куликов В.С., Бычкова Я.В. Геологическое строение кристаллического фундамента Водлозерского национального парка// Природное и культурное наследие национального парка «Водлозерский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 17–33.
6. Леса / Национальный парк «Паанаярви». Общая информация [Электронный ресурс] URL: <https://raanajarvi-park.com/lesa/> (дата обращения: 24.04.2023).
7. Орхидеи «Русского Севера» (буклет). Составитель: Кузнецов А.Л. — Вологда: ООО «Издательский Дом «Вологжанин», 2007. — 52 с.
8. Схема организации и развития национального природного парка, 370- ЛХ. Том 1, книга 1. Общая пояснительная записка, М., РГПИИ Росгипролес, 1994. С. 12–13.

**Масловский О.М., Левкович А.В., Сысой И.П.,
Христюк-Макарова Я.А., Чумаков Л.С., Лазарь М.А., Шиманович Р.В.**

МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, oleg.maslovsky@tut.by*

Analyze of the spatial structure of the rare and endangered plant species regional populations, assess its stability, identification of distribution centers are needed for the effective its protection. The spatial structure of metapopulations and regional populations, migration links between local centers directly influence to stability of the species in the region and, as a result, should be used for developing practical action plans for the conservation of plant of the Red Book.

Одним из основных инструментов по сохранению биоразнообразия растений является составление и ведение Красных книг, где аккумулируется информация о видах, нуждающихся в охране. В Государственном кадастре растительного мира ведется учет и оценка состояния всех редких и исчезающих видов растений Беларуси. К настоящему времени учтено более 17000 популяций 303 видов. В стране также развернута система мониторинга и разрабатываются планы действий в отношении видов, находящихся под максимальной угрозой.

Для эффективной охраны редких и исчезающих видов растений необходимы анализ пространственной структуры региональной популяции каждого вида, оценка ее устойчивости, выявление центров распространения и их взаимосвязанности. Это создает возможности оценки устойчивости всей региональной структуры, отдельных подсистем (центров распространения), выявление и прогнозирование динамики вида на территории Беларуси.

В настоящее время проведено как точечное картирование, так и построены карты по количеству популяций на 1000 км² и выполнен анализ пространственной структуры 30 видов сосудистых растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Кроме того, проводятся соответствующие исследования в отношении 8 видов охраняемых мохообразных (рисунок 1).

Анализ распространения данных видов показывает, что иерархическая пространственная структура региональной популяции характерна для *Ajuga pyramidalis*, *Baeothryon alpinum*, *Corydalis cava*, *Gentiana cruciata*, *Laserpitium latifolium*, *Trollius europaeus*, *Viola uliginosa* и отчасти *Lathyrus linifolius*, *Melittis sarmatica*, *Pulsatilla patens*.

Сетчатая пространственная структура региональной популяции выявлена для *Allium ursinum*, *Arnica montana*, *Campanula latifolia*, *Dactylorhiza majalis*, *Dentaria bulbifera*, *Epipactis atrorubens*, *Gladiolus imbricatus*, *Huperzia selago*, *Iris sibirica*, *Lathyrus laevigatus*, *Lilium martagon*, *Linnaea borealis*, *Listera ovata*, *Oxycoccus microcarpus*, *Platanthera chlorantha*, *Polypodium vulgare*, *Pulsatilla pratensis*, *Veratrum lobelianum*.

Периферическая фрагментированная пространственная структура региональной популяции в той или иной степени присуща *Cephalanthera rubra*, *Melittis sarmatica*, *Potentilla alba* и отчасти *Corydalis cava*, *Gentiana cruciata*, *Polypodium vulgare*.

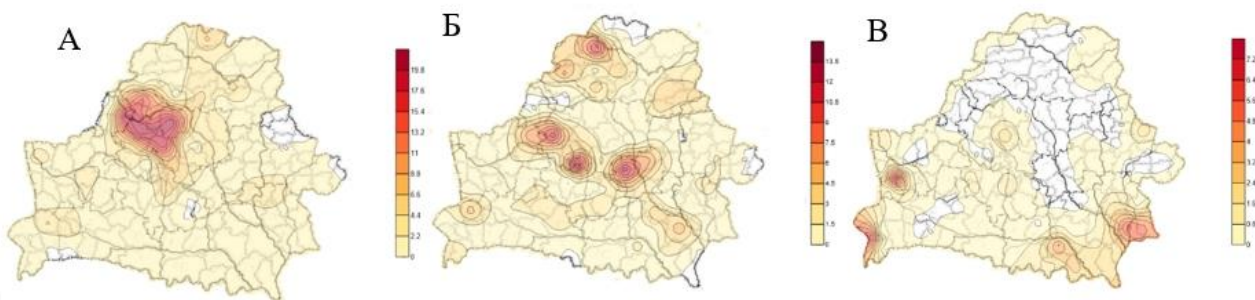


Рисунок 1 – Пространственные структура региональных популяций (количество популяций на 1000 км²) в Беларуси: А – иерархическая (*Pulsatilla patens*), Б – сетчатая (*Allium ursinum*), В – периферическая (*Potentilla alba*)

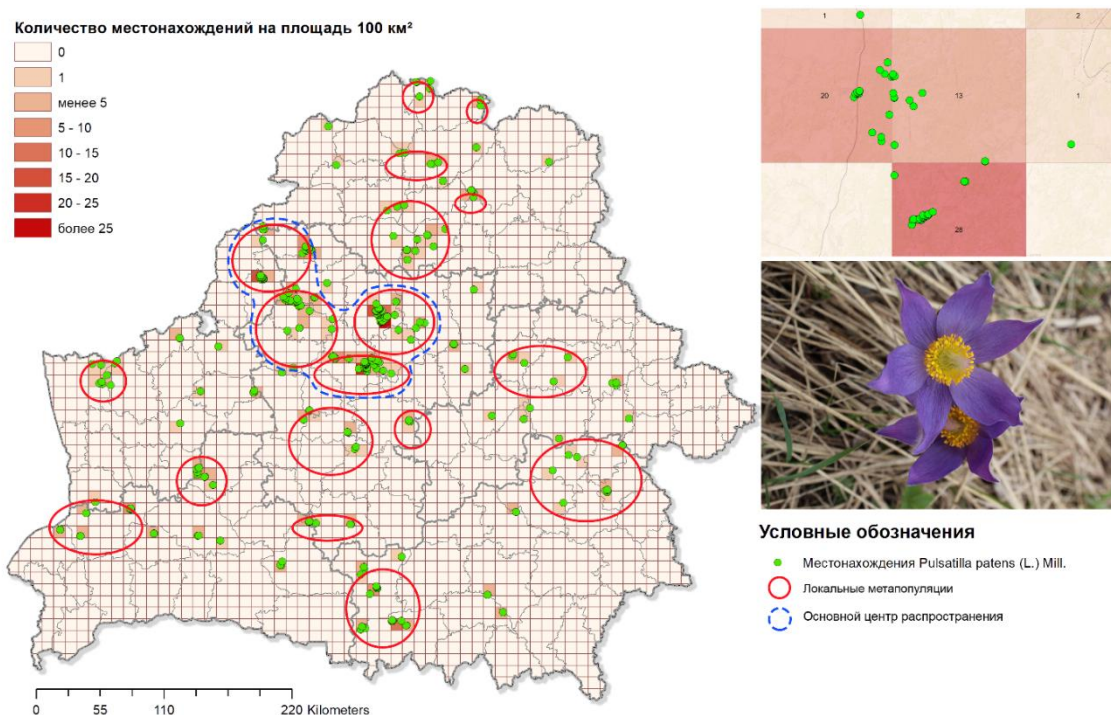


Рисунок 2 – Пространственная структура метопуляций и региональных популяций *Pulsatilla patens*

В настоящее время мы проводим более детализированное картирование (по квадратам 100 м²) и анализ пространственной структуры данных редких и исчезающих видов растений Беларуси. Рассмотрим методические подходы и некоторые результаты таких исследований на примере *Pulsatilla patens*.

В Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь учтено 505 популяций этого вида. Расчетная численность вида в Беларуси составляет около 9752 экземпляров, суммарная площадь популяций – 64,9 га.

Ареал этого вида в Беларуси занимает большую часть территории страны (рисунок 2), однако имеет один ярко выраженный центр распространения в Сморгонском, Вилейском, Логойском, Минском, Молодечненском и Мядельском районах.

Пространственная структура региональной популяции носит ярко выраженный иерархический характер и устойчивость ее будет в большей степени зависеть от состояния периферийных популяций.

Определенный тип структуры пространственного распределения популяций, характер миграционных связей между локальными центрами напрямую влияют на устойчивость вида в регионе и как следствие должны учитываться при разработке практических мероприятий и планов действий по сохранению видов растений Красной книги.

Мороз Е.Л.

ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ О МИКСОМИЦЕТАХ (МУХОМУСЕТЕС) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ» (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, moroze.l@tut.by

*The article presents an annotated checklist of 29 species of myxomycetes found on the territory of the National Park “Pripyatsky” (Republic of Belarus). The identified species belong to 15 genera, 7 families, 5 orders, 3 superorders and 2 subclasses. Two species – *Cribraria intricata* and *Diderma floriforme* are rarely found on the territory of Belarus. The specimens are stored in herbaria of the V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany.*

Миксомицеты группа организмов, относящаяся в состав супергруппы Amoebozoa, насчитывает немногим более 1100 видов. Они обнаружены во всех основных биомах Земли от тундры до континентальных пустынь и высокогорий. Они играют значительную роль в регуляции численности и состава микроорганизмов (дрожжей, водорослей и бактерий) почвах, листовой подстилке, коре и гнилой древесине, являются важным звеном в пищевых цепях. Наибольшее видовое разнообразие миксомицетов наблюдается в широколиственных лесах умеренной зоны. Большая часть видов формирует спорофоры на остатках древесины и опаде, некоторые – на коре живых деревьев и кустарников, а также на помете растительноядных животных. Особо следует отметить, что трофические стадии (миксамебы, плазмодии) многих видов обитают в гумусовом горизонте почвы.

Миксомицеты относятся к малоизученным группам организмов на территории Республики Беларусь. Таксономические исследования носили фрагментарный характер. Поэтому инвентаризация миксомицетов на территории НП «Припятский»

вносит вклад в изучение биоразнообразия этого региона и в целом Республики Беларусь. В дальнейшем полученные сведения могут стать основой для мониторинговых работ, а также углубленных эколого-географических исследований.

Сбор плодовых тел (спорофоров) миксомицетов проходил 16–17 августа 2022 г. в дубравах НП «Припятский» в окрестностях д. Хлупин и д. Пасека Житковичского района Гомельской области. Исследования проводились маршрутным методом по общепринятым методикам. Камеральная обработка образцов спорофоров осуществлялась в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, здесь же хранятся гербарные образцы. Микроморфологические структуры спорофоров изучались с помощью микроскопов Olympus SZ61, Olympus BX 51. Определение собранных образцов проводили на основании изучения морфологических признаков с использованием отечественных и зарубежных определительных пособий. Названия миксомицетов приведены согласно номенклатурной базе Nomenmuh (Lado, 2005–2023).

В результате наших исследований на территории национального парка «Припятский» собрано 73 образца в результате исследования которых впервые выявлено 29 видов миксомицетов. Это: *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *A. denudata* (L.) Wettst., *A. obvelata* (Oeder) Onsberg, *A. pomiformis* (Leers) Rostaf., *Comatricha nigra* (Pers. ex J.F. Gmel.) J. Schröt., *Cribraria argillacea* (Pers. ex J. F. Gmel.) Pers., *C. cancellata* (E. Jahn) Y. Yamam., *C. intricata* Schrad., *C. microcarpa* (Schrad.) Pers., *C. violacea* Rex, *Diderma floriforme* (Bull.) Pers., *Fuligo leviderma* H. Neubert, Nowotny & K. Baumann, *F. septica* (L.) F. H. Wigg., *Hemitrichia clavata* (Pers.) Rostaf., *H. decipiens* (Pers.) García-Cunch., J.C. Zamora & Lado, *H. serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister, *Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf., *Lycogala epidendrum* (L.) Fr., *Metatrichia vesparia* (Batsch) Nann.-Bremek. ex G. W. Martin & Alexop., *Mucilago crustacea* P. Micheli ex F.H. Wigg., *Perichaena chrysosperma* (Curr.) Lister, *Physarum album* (Bull.) Chevall., *Stemonitis axifera* (Bull.) T. Macbr., *S. fusca* Roth, *Stemonitopsis typhina* (F. H. Wigg.) Nann.-Bremek., *Trichia botrytis* (J.F. Gmel.) Pers., *T. favoginea* (Batsch) Pers., *T. scabra* Rostaf., *T. varia* (Pers. ex J.F. Gmel.) Pers. Идентифицированные виды относятся к 15 родам, 7 семействам, 5 порядкам, 3 надпорядкам и 2 подклассам. Наибольшей видовой насыщенностью обладает порядок Trichiales (13 видов), далее порядки Physarales (6), Cribrariales (5), Stemonitidales (4) и наименьшее количество видов в порядке Reticulariales (1).

Два вида – *Cribraria intricata* и *Diderma floriforme* являются редко встречающимися видами на территории Беларуси. Это лесные, бореально-неморальный виды, космополиты.

Diderma floriforme распространен в Европе, Северной Америке, редко в Азии (Бутан, Китай, Тайвань). Местонахождение в сопредельных странах: Россия, Латвия, Литва, Польша, Украина.

Cribraria intricata распространен в Европе, Азии, Африке, Северной и Южной Америке, Австралии. Местонахождение в сопредельных странах: Россия, Литва, Польша, Украина.

Все найденные нами виды отмечены на гнилой древесине дуба.

**АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
С ДОМИНИРОВАНИЕМ РОБИНИИ ЛЖЕАКАЦИИ
(*ROBINIA PSEUDOACACIA* L.) НА ТЕРРИТОРИИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕЛОВАЯ ГОРА»**

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, vitalmotsny@gmail.com, kuplinka20@gmail.com

*The wood plantings distribution of the geological natural monument of local value "Melovaya Gora" by forest types and origin was considered. The dynamics of plantations and natural forests with a predominance of pseudoacacia (*robinia pseudoacacia* L.) over the past decade has been analyzed. Authors have drawn conclusions of needing to limit the spread of this invasive species*

Геологический памятник природы местного значения «Меловая гора» (далее – памятник природы) расположен в Малоритском районе Брестской области на территории ГЛХУ «Малоритский лесхоз» в 2 км на юго-запад от д. Карпин и в 3 км на юго-восток от д. Збураж и относится к Олтушско-Малоритской полосе мелкохолмистого грядового рельефа с наивысшей точкой 189,3 м над уровнем моря. Крутизна склонов может достигать 11°, превышение высоты относительно близлежащих понижений составляет 25–30 м. На вершине и склонах памятника природы много валунов и выходов меловых пород. Данная форма рельефа сформировалась 250–320 тыс. лет назад во времена днепровского оледенения и принята в качестве эталона Днепровского конечно-моренного холма напорного типа [1].

Согласно лесоустроительному проекту [2], памятник природы приурочен к кварталам 69,70,72 и 73 Малоритского л-ва, а площадь его составляет 180 га. Большая часть территории памятника природы – лесные земли, которые занимают 169,2 га, из них 57,3% составляют лесные культуры. Распределение площади земель выглядит следующим образом: почти 54%, или 96,7 га, земель, – это насаждения искусственного происхождения, 40%, или 72,0 га, – естественные насаждения, прочие земли занимают 10,8 га (6%).

До объявления в 1997 году данной территории геологическим памятником природы это уникальное природное образование было подвергнуто сильному антропогенному воздействию (беспорядочная разработка карьеров по добыче мела и гравия) [1]. Для предотвращения последствий данного негативного фактора и дальнейшей нежелательной дигрессии ландшафта, на трансформированных участках создавались лесные культуры. Это объясняет преобладание в структуре лесов данной территории насаждений искусственного происхождения.

Леса памятника природы относятся к 8 типам леса пяти формаций. Кроме лесов сосновой формации, площадь которых составляет 156,5 га (92,5% от лесопокрытой площади), на данной территории выделяют дубравы черничные на площади 5,5 га (3,3%), один выдел осинника орлякового – 0,4 га (0,2%), один выдел черноольшаника папоротникового – 1,1 га (0,7%) и леса с доминированием в древостое робинии лжеакация – 5,7 га (3,4%).

Преобладающими типами леса являются сосняк мшистый (87,6 га – более 50 % лесопокрытой площади), сосняк вересковый (35,6 га) и сосняк орляковый (32,5 га) (таблица 1). Это связано в первую очередь с преобладанием на территории памятника природы почвенно-типологической группы сосняков вересково-мшистых на

автоморфных песках зон краевых образований и почвенно-типологической группы сосняков орляковых на дерново-подзолистых автоморфных и контактно-оглеенных песчаных и супесчаных почвах различной литологии [2].

Таблица 1 – Лесотипологическая структура лесов, произрастающих на территории геологического памятника природы местного значения «Меловая гора»

Тип леса	Площадь, га	Процент от лесопокрытой площади, %	Доля лесных насаждений естественного происхождения, %
Сосняк вересковый	35,6	21,0	29,2
Сосняк мшистый	87,6	51,8	42,9
Сосняк орляковый	32,5	19,2	56,6
Сосняк черничный	0,8	0,5	100,0
Осинник орляковый	0,4	0,2	100,0
Дубрава черничная	5,5	3,3	0,0
Черноольшаник папоротниковый	1,1	0,7	100,0
Акация орляковая	5,7	3,4	66,7
Итого	169,2	100	29,2

Предметом данного исследования является динамика лесов с доминированием робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia* L.) в древостое, находящихся на землях памятника природы, которые подверглись антропогенному воздействию. Робиния лжеакация является инвазивным видом. Отличается повышенной конкурентоспособностью, проникая в естественные сообщества, вытесняет аборигенные виды, приводит к нитрофикации почвы, вследствие чего под пологом поселяется нитрофильная растительность, трансформирующая лесные фитоценозы [3].

Таблица 2 – Данные выделов с преобладанием робинии лжеакации в древостое

№	Данные лесоустройства 2013 г							Данные обследования 2023 г.	
	№ кв	№ выд	Происхождение	Тип леса	ТУМ	Площадь, га	Состав	Площадь, га	Состав
1	70	81	ЛК	ОР	В2	0,5	10А	0,5	10А
2	70	92	ЛК	ОР	В2	0,3	7А1С2ОС	0,2	7А2ОС1Б+С
3	70	95	ЛК	ОР	В2	0,1	7А1С2ОС	0,2	8А2С
4	70	48	ЕСТ	ОР	В2	0,4	8А1Д1Б	0,4	8А1Д1Б+С
5	70	83	ЕСТ	ОР	В2	1,2	10А	1,2	7А3Д
6	73	3	ЕСТ	ОР	В2	1,7	5А4ОС1С	1,7	7А2ОС1Б
7	73	6	ЛК	ОР	В2	1,0	7А3С	1,0	7А3С
8	70	33	Неиспользуемые земли					0,5	7А2С1Б
Итого			всего	–	–	5,2	–	5,7	–
			Доля лк, %	–	–	36,5	–	33,3	–

В ходе обследования памятника природы, проведенного в 2023 году, были выявлены 8 таксационных выделов с доминированием в древостое робинии лжеакации. Данные выдела находятся в 70 и в 73 кварталах Малоритского л-ва. Общая площадь их составляет 5,7 га, из них 1,9 га являются лесными культурами, 3,8 га – леса естественного происхождения (таблица 2). Средний возраст насаждений – 55 лет (III класс возраста). Все леса робинии лжеакации на территории памятника природы

относятся к орляковому типу и являются высокобонитетными (класс бонитета – I–II). Подлесочные породы в основном представлены лещиной обыкновенной, крушиной ломкой, рябиной обыкновенной, густота которых зачастую превышает 8000 шт/га. В живом напочвенном покрове отмечается доминирование крапивы двудомной.

Проанализировав таксационные показатели насаждений базового лесоустройства 2013 г. с изменениями и дополнениями, и, сопоставив их с материалами обследования, можно сделать вывод об общей тенденции увеличения площади насаждений акациевых лесов на территории памятника природы. В частности, площадь лжеакациевых лесов за последние 10 лет увеличилась на 0,5 га. Это обусловлено зарастанием робинией участка вдоль шоссе Малорита–Олтуш, ранее относившегося к категории неиспользуемых земель. Также следует отметить необходимость проведения мониторинга и оценки динамики лжеакациевых насаждений, с целью прогнозирования мер по дальнейшему снижению распространения данного инвазивного вида на территории памятника природы «Меловая гора».

ЛИТЕРАТУРА

1. Справаздача навукова даследчай працы Распрацоўка навукова-агруктаваных комплексных схем ахоўных прыродных тэрыторый Беларусі (геалагічныя і геамарфалагічныя аб'екты). Маларыцкі раён Брэсцкай вобласці. – Мінск: Інстытут геалагічных навук Акадэміі навук Беларусі, 1996.– 55 с.
2. Лесоустроительный проект Государственного лесохозяйственного учреждения «Малоритский лесхоз» Брестского государственного производственного объединения на 2015–2024 годы с изменениями и дополнениями/ РУП «Белгослес», – Минск, 2019. – 412 с.
3. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения/ Д. В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купровича. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.

Олейникова Е.М.

ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ВИДА

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I»,
г. Воронеж, Российская Федерация, cichor@agronomy.vsu.ru*

*The vitality structure of populations of the herbaceous perennial *Cichorium intybus* L. has been studied. The studies were carried out in 23 phytocenoses growing in a wide range of ecological and cenotic conditions. The ecological plasticity of the species and the ability of individuals to change the rates of ontogenetic development and power depending on the growing conditions are shown.*

Как известно, гетерогенность является одним из кардинальных свойств популяции, повышающим ее устойчивость в меняющихся условиях среды [2]. Внешним проявлением неравноценности особей в ценопопуляциях (далее – ЦП) растений служит различие их морфологической структуры. Для поддержания неоднородности ЦП функционируют разнообразные механизмы, в значительной степени базирующиеся на фенотипической неравноценности особей. Среди основных составляющих фенотипической изменчивости выделяют [1] спектры возрастных и жизненных состояний. Жизненность, или виталитет – одно из свойств биологических объектов, которое определяет степень развития и процветания различных видов в

сообществе. Оценка жизненного состояния ЦП остается актуальной проблемой современной популяционной биологии растений, поскольку виталитетный спектр популяции отражает жизненное состояние составляющих ее особей. Дифференциация особей по жизненному состоянию позволяет проанализировать изменения морфологической структуры и уровня физиологических процессов под действием экологических и фитоценологических факторов [3] и определить степень экологической пластичности видов.

Целью исследования было изучение виталитетной структуры ЦП стержнекорневого травянистого поликарпика *Cichorium intybus* L. (цикория обыкновенного) из семейства Asteraceae. Вид обладает эксплерентно-патиентным [4] типом жизненной стратегии; для изучения были выбраны 23 ЦП, произрастающие в широком диапазоне эколого-ценологических условий. В задачи исследований входило: разработка 8-мибалльной шкалы для оценки размерной дифференциации особей и последующий анализ виталитетной структуры ЦП цикория обыкновенного по показателям: средний балл жизненности, который показывает средний уровень жизненности ЦП и отдельных ее возрастных фракций; встречаемость особей с определенным баллом жизненности; показатель жизненности ЦП (сумма баллов жизненности всех особей на учетной площади) – величина, характеризующая не отдельные особи, а всю ЦП в целом; 4) относительный показатель жизненности ($P_{отн.}$), позволяющий сравнивать ЦП друг с другом.

Фактические данные свидетельствуют, что мощность той или иной ЦП *C. intybus* зависит от реализации эколого-ценологических адаптаций вида в конкретном сообществе, среди которых наиболее ярко выражены эксплерентные черты популяционного поведения. Самое высокое жизненное состояние присуще ЦП, входящим в состав рудеральных, инвазионных или нарушенных сообществ. Относительная жизненность этих ЦП – 0,64–0,81; средний балл жизненности – 5,14–6,48. Наивысший показатель $P_{отн.}$ отмечен в местообитании, где цикорий произрастал на покровных суглинках, образовавшихся после проведения на этом участке строительных работ.

ЦП, средний балл жизненности особей в которых колеблется от 3,19 до 4,68, а $P_{отн.}$ от 0,4 до 0,59, входят в состав растительных сообществ, подвергшихся слабым антропогенным воздействиям, сообществ заливных и пойменных. Темпы развития особей оптимальны, длительность нисходящей ветви онтогенеза превышает восходящее развитие. За годы наблюдений не удалось обнаружить выпадения каких-либо возрастных состояний из большого жизненного цикла особей со средним уровнем жизненности.

ЦП с низшим уровнем жизненности произрастают в степных сообществах, луговых и лугово-степных сообществах невысокого уровня увлажнения и на меловых и засоленных субстратах. Средний балл жизненности особей уменьшается от 2,93 до 1,82, $P_{отн.}$ – от 0,37 до 0,23. Особи низкого уровня жизненности могут проходить неполный цикл развития: при ухудшении фитоценологических и экологических условий средневозрастные генеративные особи переходят в сенильное состояние. Однако это явление не всегда четко отражается в возрастном спектре ЦП, так как акцент возрастных состояний смещается из-за нормального развития особей среднего уровня жизненности и длительности нахождения растений в генеративном состоянии. Наименьшее значение среднего балла жизненности особей для отдельных возрастных фракций отмечено на меловых обнажениях и на суходольных лугах.

Проведенный далее анализ возрастных спектров показал, что существует взаимосвязь между количественным распределением особей разных возрастных групп и виталитетом. Самые высокие показатели жизненности отмечены в инвазионных и зрелых нормальных ЦП. ЦП со средним уровнем жизненности относятся к типу зрелых нормальных и стареющих нормальных. На понижение мощности оказывают влияние конкурентные взаимоотношения внутри ценоза. ЦП низкого уровня жизненности относятся к типу стареющих нормальных, ложно-стареющих, регрессивных и зрелых нормальных.

По результатам исследования 23 разнородных ЦП можно сделать следующие выводы. **1.** Показано, что особи *C. intybus* одного и того же возрастного состояния могут значительно различаться по степени развития вегетативных и генеративных органов как в ЦП, произрастающих в отличных эколого-фитоценологических условиях, так и внутри одной ЦП. Наиболее вариабельной частью ЦП является генеративная фракция благодаря более продолжительной жизни особей в этом периоде и различиям в строении вегетативных и генеративных органов растений разных возрастных состояний; внутри отдельных онтогенетических групп вариабельность выше у особей низших уровней жизненности. Вариабельность морфопараметров у особей цикория разного уровня жизненности в широком диапазоне эколого-фитоценологических условий является проявлением фенотипической пластичности вида. **2.** В оптимальных для вида условиях обитания, например, при антропогенной трансформации сообщества, доля участия особей с высоким баллом жизненности может составлять 80-100%. Преобладание малых значений в распределении морфопараметров особей следует рассматривать как результат давления среды, замедляющий ростовые процессы и развитие особей в целом. Гетерогенность популяций цикория по мощности развития является следствием преобладания черт эксплерентности в популяционном поведении вида, тогда как наличие малочисленных ЦП в широком диапазоне эколого-ценологических условий и длительный период их развития свидетельствует о наличии выраженных черт патиентности; на количественное соотношение особей разных уровней развития заметный отпечаток накладывают условия произрастания. В конечном итоге условия жизни в фитоценозе определяют адаптационную стратегию вида в данный момент времени. **3.** На формирование фенотипического спектра ЦП оказывают влияние адаптивные эколого-ценологические стратегии вида, которые можно рассматривать как один из этапов реализации генотипических свойств вида. В свою очередь, включение компенсаторных механизмов приводит к повышению жизнеспособности особей. В частности, при сравнении мощности особей разных фракций (пре-, генеративной и постгенеративной) в конкретных ЦП можно оценить, как происходило развитие популяции за последние несколько лет. **4.** Виталитетный анализ явился информативным диагностическим инструментом, позволяющим не только определить жизненность особи на момент наблюдения и более дифференцированно судить о влиянии среды на жизненность ЦП, но и оценить общее состояние ЦП, предположить ее прошлое развитие и спрогнозировать будущее.

Таким образом, генетически закрепленные адаптивные эколого-ценологические стратегии вида оказывают влияние на формирование фенотипического спектра популяции и включают компенсаторные механизмы, повышающие жизнеспособность особей. Установлено, что оптимальными для *C. intybus* являются вторично-разнотравные и нарушенные сообщества, однако вид успешно адаптируется в устойчивых лугово-степных и степных фитоценозах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злобин Ю. А. О неравноценности особей в ценопопуляциях растений // Бот. журн. – 1980 – Т. 65, № 3. – С. 311–322.
2. Марков М.В. Популяционная биология растений. – Москва: Т-во научных изданий КМК, 2012. – 387 с.
3. Олейникова Е.М. Популяционная биология *Cichorium intybus* L. (Asteraceae) бассейна Среднего Дона // Экология. – № 6. – 2004. – С. 423–429.
4. Хмелев, К.Ф., Олейникова Е.М., Никулин А.В. Сезонная и погодичная динамика численности и возрастного состава ценопопуляций *Cichorium intybus* L. в Русской лесостепи // Раст. ресурсы. – 2003. – Вып. 1. – С. 3–11.

Пересторонина О.Н.¹, Савиных Н.П.¹, Гальвас А.Г.²

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ
ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «БЕЛАЕВСКИЙ БОР»
(КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

¹ ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, Российская Федерация, olgaperest@mail.ru

² ООО «Нолинская лесопромышленная компания», г. Нолинск, Российская Федерация

The article presents the results of the study of the natural monument “Belaevsky bor” (Kirov region) for the last decade. The current state of the flora and vegetation of the Belaevsky bor is analyzed. The transformation of the initial forests with steppe elements into zonal forest types is revealed. Recommendations for the conservation of pine plantations are proposed.

Памятник природы «Белаевский бор» (Нолинский район Кировской области, РФ) создан в 1992 г. на площади – 1889,47 га. Расположен на северо-востоке Русской равнины, в южно-таежной природной подзоне, находится на левом берегу р. Вятки в ее среднем течении.

Белаевский бор – один из знаменитых вятских боров, сформировавшихся на глубоких песках древнего русла в центральной части Кировской области. Климатические, почвенные условия и исторические особенности формирования флоры способствуют произрастанию в этих борах своеобразного биоразнообразия с присутствием неморальных, степных и псаммофильных видов наряду с таежными элементами.

Реликтовый бор с карстовыми и дюнными формами рельефа и фрагментами лугово-степной явился основанием для создания памятника природы «Белаевский бор». Здесь были представлены сложные боры с неморальными и степными видами растений в травяно-кустарничковом ярусе: ландышевый бор, орляковый бор, можжевеловые боры. Сегодня на территории памятника природы еще можно встретить отдельные куртины *Convallaria majalis* L., клоны *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn и в отдельных выделах произрастает *Juniperus communis* L.

Рельеф Белаевского бора имеет тенденцию понижения к югу в сторону поймы р. Вятки. В юго-западной части памятника природы четко выражены дюнные формы – покрытые сосновыми лесами. Дюны имеют высоту 6–8 м и часто соединены в мощные гряды. Разнообразие дюнного рельефа создает различные гидротермические и почвенно-гидрологические условия. К вершинам песчаных дюн приурочены сухие боры-зеленомошники. В котловинных междюнных понижениях с лучшим водным питанием к *Pinus sylvestris* L. примешивается *Picea × fennica* (Regel) Kom. В южной части бора

представлены елово-сосновые ассоциации с присутствием *Betula pendula* Roth. Ближе к р. Вятке, на выровненных поверхностях *P. sylvestris* местами полностью исчезает, уступая место березово-еловым разнотравным сообществам. В верхней части прирусловых грив распространены березово-сосновый папоротниково-ландышевый лес с елью. По межгривным впадинам формируются сообщества из *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. с примесью *B. pendula* и *Picea × fennica*. Неравномерность распределения лесной растительности обуславливается отчетливо выраженным микро- и мезорельефом и отсутствием рационального природопользования в связи с режимом охраны.

Преобладающей растительной формацией являются зеленомошные боры с участием *Vaccinium vitis-idaea* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Pyrola* sp. и других бореальных видов. Очень редко встречаются участки беломошно-зеленомошных боров. В северной части бора произрастают старые осинники и осиново-еловые леса с неморальными травами в наземном ярусе. В восточной части территории имеются немногочисленные березняки и сероольшаники травяные, часть которых заболочена. Вдоль берега р. Вятки тянутся заросли ивняков.

Сосновые леса лишайниковые и брусничные способные к естественному самоподдержанию, в которых могут обитать виды растений лугово-степного комплекса в настоящее время составляют 3,5 и 16,4% соответственно, то есть менее 1/5 от территории памятника природы. Динамика травяно-кустарничкового яруса в ходе сукцессии приводит к смене лишайников мхами. Это происходит из-за увеличения сомкнутости древостоя, накопления в почве гумуса и уменьшения ее влагоемкости.

При длительном охранном режиме и отсутствии пожаров брусничные сосновые леса постепенно перешли в сосново-еловые с преобладанием в древостое ели. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют зеленые мхи (в основном, *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt., из сосудистых травянистых растений *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Trientalis europaea* L., *Oxalis acetosella* L., *Melampyrum sylvaticum* L., *Orthilia secunda* (L.) House. Сукцессия завершается ельниками черничниками. Есть участки и со сфагновыми мхами и гигрофильными травами.

Лесная флора насчитывает 163 видов высших сосудистых растений из 51 семейства. Ведущие семейства во флоре: Asteraceae – 19 видов (11,7% от общего числа видов), Rosaceae – 15 видов (9,2%), Fabaceae, Poaceae – по 10 видов (по 6,1%), Lamiaceae – 7 видов (4,3%), Polypodiaceae, Apiaceae – по 6 видов (по 3,7%), Pinaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae – по 5 видов (по 3,1%).

Из редких видов (Красная книга Кировской области, 2014) единично был встречен (2013 г.) – *Centaurea sumensis* (Kalen.) Greuter, отмечена небольшая ценопопуляция (2016 г.) – *Cypripedium calceolus* L. Редко встречается – *Pulsatilla flavescens* (Zuccar.) Juz. По берегу р. Вятки – *Galatella rossica* Novopokr. Из списка редких и уязвимых видов, нуждающихся в постоянном контроле и наблюдении (Приложение № 2 Красной книги Кировской области, 2014), выявлены: *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Platanthera bifolia* (L.) Rich., *C. majalis*, *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo. В проекте освоения лесов (2019 г.) еще указаны *Atragene sibirica* L. и *Iris sibirica* L. – при натурном обследовании не выявлены.

Из боровых видов и видов лугово-степного комплекса на территории Белаевского бора еще встречается *P. aquilinum* и *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klask.

Отмечено общее состояние основных древесных пород. *Pinus sylvestris* в большинстве своем со слабой жизненностью (по соотношению диаметра ствола и возраста с высотой). Велика численность особей *P. sylvestris* на единицу площади – в результате растения высокие, тонкие со слабо развитой кроной. Много растений, поврежденных раком серянкой, суховершинных особей, с округлой кроной, что

свидетельствует о поздних генеративных этапах их развития. Отмечается хорошее возобновление особей *P. sylvestris* на открытых площадках, на старых эстакадах, где произрастают особи с высокой жизненностью.

Picea × fennica активно возобновляется в лесу, присутствует подрост разного возраста. Часто *P. × fennica* образует второй ярус. Сформировавшиеся в сосновом лесу особи ели в составе древостоя имеют овальную крону, ветви в основании ее чаще отмершие. По-видимому, отмирание растений определяется уменьшением влажности песчаных почв. Жаркое лето приводит (2021 г.) к кустовому усыханию ели. *P. × fennica* отмирает вдоль волоков, по краям эстакад, в пасеках; песчаные почвы на большинстве участков не способствуют формированию растений с высокой жизненностью.

Populus tremula L. встречается отдельно стоящими деревьями вегетативного происхождения (по 3–5 деревьев в кусте). Все зрелые растения повреждены трутовыми грибами.

Tilia cordata Mill. в сообществах представлена типичными торчками, встречаются отдельные особи с тонкими стволами; вдоль волоков присутствуют отдельные генеративные растения. Вероятна опасность расселения липы по волокам.

Сохранение и поддержание сосновых насаждений в Белаевском бору невозможно без научно-обоснованных лесохозяйственных мероприятий.

Петров В.Н.¹, Свирид А.А.²

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*1 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, petrov.vl@tut.by*
*2 УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»,
г. Минск, Республика Беларусь, sviridanna.61@mail.ru*

This article highlights the issue of the need to include protected species of algae in the monitoring system of the flora of the Republic of Belarus.

Мониторинг растительного мира (МРМ) является одним из четырнадцати видов Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Первые работы по МРМ начали проводиться с 1998 года [1]. В систему наблюдений с 2006 года был включен и мониторинг охраняемых видов растений и грибов [1]. Охраняемые виды водорослей не вошли в систему мониторинга, но оставались в поле зрения исследователей. В обзорной статье Т.М. Михеевой (2021) в том числе представлены данные по этой группе водорослей в исторической ретроспективе с обсуждением важных методологических вопросов [2].

В настоящем сообщении рассмотрим динамику состава охраняемых видов водорослей и изменения их статуса и местонахождений в изданиях Красной Книги и возможности мониторинговых исследований.

Первое издание Красной книги 1981 года включало в себя списки видов лишь растений и животных подлежащих охране на территории Республики Беларусь [3]. Во вторую редакцию 1993 года были уже включены сведения о редких и исчезающих видах мохообразных, грибов, лишайников и водорослей [4]. Существенные изменения,

касающиеся структуры и наполнения списка охраняемых видов водорослей были внесены в третьем издании 2005 года [5]. В последнюю версию Красной книги 2015 года были включены дополнения, касающиеся только находок новых мест распространения видов [6]. Для наглядности виды водорослей из Красной книги представлены в таблице и расположены по категориям охраны, а внутри – в алфавитном порядке (таблица). Их наименование указано в соответствии с таковым в издании Красной книги 2015 года [6]. Современное название видов, если оно изменилось, дано после косой черты – в соответствии с данными www.algaebase.org [7].

Во второе издание Красной книги было включено 9 видов водорослей, отмеченных 21 местонахождением [4]. Из них 2 вида микроскопических водорослей являются представителями отдела Диатомовые водоросли. Остальные 7 из отделов Зеленые (1), Красные (2), Синезеленые (1) и Харовые (3) водоросли – хорошо различимы невооруженным глазом. По степени редкости и уязвимости данные таксоны были распределены на 4 категории национальной природоохранной значимости (таблица).

I категория (виды, находящиеся под угрозой исчезновения...) в издании 1993 года была представлена двумя видами, встреченными в планктоне озер Большое Островито Полоцкого р-на, Витебской обл. и Баторино Мядельского р-на, Минской обл. – *Fragilaria reicheltii*, а также в планктоне и наилке озера Нарочь Мядельского р-на, Минской обл. – *Gomphocymbellopsis ancylus* [4].

Единственный вид, относящийся ко II категории (виды, численность которых еще относительно высока, но сокращается катастрофически быстро...) – *Batrachospermum moniliforme* был известен из окрестностей озера Нарочь [4].

К представителям III категории (редкие виды, которым в настоящее время еще не грозит исчезновение ... но могут исчезнуть при неблагоприятном изменении среды обитания ...) было отнесено два вида: *Hildenbrandtia rivularis* известна на момент публикации второго издания Красной книги по 5 находкам из Глубокского р-на Витебской обл., Логойского, Минского и Мядельского р-нов Минской обл., Ушачского р-на Витебской обл., а *Nitella gracilis* была обнаружена в озерах Лунинецкого (Белое) и Новогрудского (Свитязь) р-нов, Брестской и Гродненской обл. [4].

Больше всего видов (4) включала в себя IV категория (виды, биология которых изучена недостаточно, численность и состояние их вызывает тревогу...). Среди них: *Nostoc pruniforme* как и *Cladophora aegagropila* отмечены единственным местонахождением в озере Нарочь, *Nitellopsis obtusa* в озерах Нарочь и Мястро Мядельского р-на, Минской обл., *Chara rudis* в озерах Нарочь, Ясменек, Глубля – Мядельского, Волосо Северное, Волосо Южное – Браславского, Кривое – Ушачского р-нов Витебской и Минской обл. [4].

В редакции Красной книги 2005 года раздел «Водоросли» претерпел значительные изменения. Был пересмотрен статус национальной природоохранной значимости ряда видов предыдущего издания. Добавлены новые таксоны и обновлена информация о местообитаниях ранее включенных видов. Суммарный список охраняемых видов водорослей, отмеченных 64 находками, составил 21 вид. Из них 8 видов (из отдела Диатомовые (6) и Золотистые (2)) являются микроводорослями и 13 видов – макроводорослями из отделов Зеленые (1), Красные (3), Синезеленые (1) и Харовые водоросли (8) [5].

К списку видов I категории было добавлено 4 таксона: *Chrysolykos angulatus* и *Chrysolykos planctonicus* var. *recticollis*, обнаруженные в озере Нарочь, *Pinnularia polyonca* – в двух озерах Домжерицкое Лепельского и Ильменок Браславского р-нов Витебской обл. и *Stenopterobia curvula* – в озере Пострежском Лепельского р-на. Была

дополнена информация о новом местообитании *Fragilaria reicheltii* (озеро Кромань Столбцовского р-на, Минской обл.). Новых данных о *Gomphocymbellopsis ancyli* не приводилось [5].

Таблица – Распределение видов водорослей по категориям природоохранной значимости в списках видов Красной книги изданий 1993–2015 годов

№ п/п	Латинское название вида	Категория национальной природоохранной значимости таксона в изданиях			Количество местонахождений, указанных в изданиях, в () сколько новых		
		1993	2005	2015	1993	2005	2015
1	<i>Chrysolykos angulatus</i> (Willén T.) Nauwerck A.	-	I	I	-	1	1 (+0)
2	<i>Chrysolykos planctonicus</i> var. <i>recticollis</i> Nauwerck A.	-	I	I	-	1	1 (+0)
3	<i>Fragilaria reicheltii</i> (Voigt) Lange-Bertalot H. / <i>Centronella reicheltii</i> Max Voigt	I	I	I	2	3 (+1)	3 (+0)
4	<i>Gomphocymbellopsis ancyli</i> (Cleve) K. Krammer	I	I	I	1	1 (+0)	1 (+0)
5	<i>Pinnularia polyonca</i> (Brébisson) W. Smith	-	I	I	-	2	2 (+0)
6	<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer / <i>Iconella curvula</i> (W. Smith) Ruck & Nakov	-	I	I	-	1	1 (+0)
7	<i>Batrachospermum moniliforme</i> Roth A.V. / <i>Batrachospermum gelatinosum</i> (Linnaeus) De Candolle	II	II	II	1	3 (+2)	13 (+10)
8	<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Brébisson ex Van Heurck / <i>Iconella delicatissima</i> (F.W. Lewis) Ruck & Nakov	-	II	II	-	1	1 (+0)
9	<i>Chara aspera</i> Detharding G.G. ex Willdenow C.L.	-	III	III	-	5	5 (+0)
10	<i>Chara filiformis</i> Hertzsch	-	III	III	-	3	3 (+0)
11	<i>Chara fragilis</i> Desvoux A.N. / <i>Chara globularis</i> Thuiller	-	III	III	-	3	3 (+0)
12	<i>Chara polyacantha</i> Braun A. / <i>Chara aculeolata</i> Kützing	-	III	III	-	1	1 (+0)
13	<i>Chara rudis</i> Braun A. / <i>Chara subspinoso</i> Ruprecht	IV	III	III	6	6 (+0)	6 (+0)
14	<i>Chara tomentosa</i> Linnaeus C.	-	III	III	-	3	3 (+0)
15	<i>Cladophora aegagropila</i> (Linnaeus) Rabenhorst / <i>Aegagropila linnaei</i> Kützing	IV	III	III	1	2 (+1)	3 (+1)
16	<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve / <i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M. Patrick	-	III	III	-	3	5 (+2)
17	<i>Hildenbrandtia rivularis</i> (Liebm.) Agardh J. / <i>Hildenbrandia rivularis</i> (Liebmann) J. Agardh	III	III	III	5	6 (+1)	7 (+1)
18	<i>Nitella gracilis</i> (Smith J.E.) Agardh C.A.	III	III	III	2	2 (+0)	2 (+0)
19	<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desvoux A.N.) Groves J.	IV	III	III	2	14 (+12)	14 (+0)
20	<i>Nostoc pruniforme</i> Agardh C.A.	IV	III	III	1	2 (+1)	2 (+0)
21	<i>Porphyridium purpureum</i> (Bory) Drew et Ross	-	III	III	-	2	2 (+0)
Всего		9	21	21	21	64	77

Stenopterobia delicatissima с единственной находкой в озере Пострежском пополнила список II природоохранной категории. Сведения о *Batrachospermum*

moniliforme были дополнены двумя новыми точками: окрестности озера Баторино Мядельского р-на и деревни Зеленое Минского р-на, Минской обл. [5].

Самая многочисленная III категория была значительно расширена с 2-ух до 13-и видов в том числе и за счет повышения статуса природоохранной значимости всех видов IV категории предыдущего издания. Три вида из этой группы дополнительно отмечены новыми точками: *Nostoc pruniforme* в водной системе озера Сергеевичского Пуховичского р-на, Минской обл., *Cladophora aegagropila* в окрестностях деревни Плещеницы Логойского р-на, Минской обл., *Nitellopsis obtusa* в 4-х озерах Браславского р-на (Обстерно, Богинское, Дривяты, Волосо Южное), 1-ом Бешенковичского и Сенненского (Сарро), по 1-му в Чашникском (Лукомльское), Городокском (Лосвиды), Глубокском (Долгое), Ушачском (Большой Супонец,) и Россонском (озеро Белое – Доброплесы) р-нах Витебской обл. [6]. Новой информации о распространении *Chara rudis* не приводилось. У видов *Hildenbrandtia rivularis* (пополнился 1 находкой в ручье у деревни Погораны Гродненского р-на, Гродненской обл.) и *Nitella gracilis* (информация не дополнялась) категория природоохранной значимости осталась прежней. Также в III категорию попали 7 таксонов, ранее не включенных в список охраняемых видов. *Fragilaria arcus* отмечена на территории Березинского заповедника, *Chara tomentosa* была выявлена в двух озерах (Добеевское, Лезвинка) Шумилинского р-на Витебской обл., и в озере Нарочь Мядельского р-на, Минской обл., *Chara fragilis* в озерах – Черново Городокского р-на, Витебской обл., Нарочь и Мясстро Мядельского р-на, Минской обл., *Chara polyacantha* в озере Нарочь, *Chara filiformis* в трех озерах – Ячменек, Глубелька и Нарочь Мядельского р-на, Минской обл., *Chara aspera* в 5-и озерах трех районов Шумилинского (Добеевское, Лезвинка), Городокского (Черново), Мядельского (Нарочь, Мясстро), *Porphyridium purpureum* отмечен в Мядельском и Минском р-нах Витебской обл. [5].

На сегодняшний день список раздела «Водоросли» в издании Красной книги 2015 года объединяет в себе 21 вид. Ввиду отсутствия новой информации дополнения о всех видах I природоохранной категории и значительной части II и III не вносились. Были добавлены лишь новые данные о следующих таксонах: десять находок *Batrachospermum moniliforme* (по одной находке в Толочинском и Лепельском р-нах, Витебской обл. – река Плиса, Крупском р-не, Минской обл. – река Бобр, Ивьевском – река Гавья, Щучинском – река Ельня, Ошмянском – окрестности г.п. Буденовка и Вороновском р-нах – река Жижма, Гродненской обл. и три в Кормяном р-не Гомельской обл. – реки Сож, Кляпинка, Добрычь), по одной *Cladophora aegagropila* (озеро Щетки Поставского р-на, Витебской обл.) и *Hildenbrandtia rivularis* (Новогрудский р-н), две – *Fragilaria arcus* (болото Белоголове Мядельского р-на, река Свислочь) [6].

Как видно из вышеизложенного – была проделана колоссальная работа за длительный период формирования списка редких видов водорослей и накоплен богатый материал о местах их распространения (77) в пределах территории Республики Беларусь. Однако, современное состояние популяций и мест их обитания остается не известным, что может являться одним из стимулов к включению охраняемых видов водорослей в сеть мониторинга растительного мира и проведения целенаправленных исследований на регулярной основе. Необходимым условием является выбор отдельных хорошо различимых невооруженным глазом видов, оценку состояния популяций которых можно производить без изъятия из природы. Такими видами могут быть *Hildenbrandtia rivularis*, *Batrachospermum moniliforme*, *Nitella gracilis*, *Nitellopsis obtusa*, *Nostoc pruniforme*. Для микроводорослей есть необходимость обследования мест их обитания для подтверждения их сохранения и возможного введения в культуру.

Места нахождения «краснокнижных» видов водорослей зачастую находятся в районах распространения охраняемых видов сосудистых растений и могут обследоваться совместно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг растительного мира в Беларуси: 25 лет наблюдений / под ред. А.В. Пугачевского; сост.: А. В. Судник, И. П. Вознячук, Н. Д. Грищенко; Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск: Колорград, 2022. – 63 с.
2. Михеева, Т. М. Редкие, чужеродные, охраняемые и другие примечательные виды альгофлоры Беларуси / Т. М. Михеева // Природные ресурсы. – 2021. – № 1. – С. 108–126.
3. Чырвоная кніга Беларускай ССР: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывёл і раслін / Гал. рэдкал.: Казлоў В. А. і інш.]. – Мн.: Выд-ва «Беларус. Сав. Энцыклапедыя», 1981. – 288 с.
4. Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь. Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывёл і раслін / Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь / гал. рэд. А.М.Дарафееў (старш) і інш. – Мн.: БелЭн, 1993. – 560 с.
5. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Гл. редкол.: Л.И. Хоружик, Л.М. Суценья, В.И.Парфенов [и др.]. – Мн.: БелЭн, 2005. – 456 с.
6. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2015. – 448 с.
7. AlgaeBase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.algaebase.org>. – Дата доступа: 01.06.2023.

Петрушина М.Н.

МОНИТОРИНГ СУБСРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ ЛАНДШАФТОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «УТРИШ»

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
г. Москва, Российская Федерация, mnpetrushina@mail.ru*

*Based on field studies and work at monitoring sites in pistachio-juniper and pizunda pine forests, the features of recovery successions of sub-Mediterranean landscapes after fires, mainly in 2020 in the Utrish Nature Reserve, were characterized. After the fire rapid formation of grass and shrub tiers began, the structure of which had both similar features in different communities and differed in its specificity. Juniper (*Juniperus excelsa* M.Bieb., *J. foetidissima* Willd.) forests are distinguished by the least resistance to impact and the longest period of their recovery.*

Государственный природный заповедник «Утриш», один из молодых ООПТ данного статуса в России и единственный на Северо-Западном Кавказе, в котором охраняются субсредиземноморские ландшафты с высоким биоразнообразием, включая редкие и эндемичные виды флоры и фауны. Эти уникальные для России ландшафты, протягивающиеся узкой полосой вдоль Черноморского побережья между гг. Анапа и Туапсе, издревле испытывали разнообразное антропогенное воздействие с усилением в последние десятилетия, что привело к их значительной трансформации и необходимости строгой охраны. Заповедник «Утриш» был создан в 2010 году на юге полуострова Абрау и, несмотря на небольшую площадь (9910 га суши и 1428 га

морской акватории) стал играть важную роль в сохранении, изучении и мониторинге субсредиземноморских ландшафтов.

Параллельно с инвентаризацией и картографированием ландшафтов и их компонентов, в первую очередь почв и растительности, в заповеднике начали организовывать мониторинг их состояния. В ходе ландшафтного мониторинга типичных и редких комплексов, особое внимание было уделено тем, которые находятся на разных стадиях сукцессий после антропогенного воздействия, отмечавшегося до придания территории охранного статуса, и пожаров, а также с активными экзогенными процессами. В связи с природными условиями район относится к пожароопасным, а отмеченное в последние десятилетия повышение среднегодовой температуры и рост числа экстремально жарких дней, особенно в июле и августе, увеличивает риск возникновения пожаров.

Цель данного исследования – выявление особенностей постпирогенных сукцессий типичных субсредиземноморских природных комплексов. Объектами мониторинга стали ландшафты южного приморского склона низкогорного хребта, осложненного сейсмогравитационными формами рельефа, с пушистодубово-грабинниковыми, фисташково-можжевеловыми, можжевеловыми лесами и редколесьями, лесами из реликтовой сосны пицундской (*Pinus brutia*), испытавшие воздействие разногодичных пожаров. Основное внимание было уделено последствиям крупного пожара августа 2020 г., охватившего площадь около 120 га.

Непосредственно после пожара 2020 г. были заложены пробные площадки (размер 10 м на 10 м) на слабонаклонной поверхности сейсмооползневой террасы в сосновом лесу с можжевельником (№1), в фисташково-можжевеловом с участием дуба пушистого и грабинника (№2) и в сосновом лесу на склоне юго-восточной экспозиции сейсмогряды (№3) (размер 15x20 м). На площадках проводились комплексные описания с детальной характеристикой состояния всех растительных ярусов. На каждую из них составлены подробные планы с фиксацией древесных и кустарниковых видов, участков с разным проективным покрытием и структурой травостоя. Также делались описания еще на 4 участках гари, расположенных на разных гипсометрических уровнях, и велись записи о состоянии растительности по маршруту. На пробной площадке, заложеной после пожара 2009 г. в фисташково-можжевеловом лесу, исследования велись с 2014 г. Наблюдения в разные годы проводились во второй половине июня, по возможности на одних площадках в единые дни. В ходе ландшафтного картографирования территории делали описания также гарей после пожаров других лет. В работе использовались разновременные космические снимки для фиксации нарушенных пожаром природных комплексов.

В результате пожара 2020 г. погибло большое количество можжевельников [*Juniperus excelsa*, *J. deltoids* (*J. oxycedrus*), *J. foetidissima*], стволы которых быстро вспыхивают и сгорают, а глубокие корни подвержены длительному тлению, а также сосен (*Pinus brutia*). В меньшей степени пострадала фисташка (*Pistacia mutica*), дуб пушистый (*Quercus pubescens*), грабинник (*Carpinus orientalis*) и ясень (*Fraxinus oxycarpa*). Большинство обгоревших деревьев в следующие 2 года засохли, часть упали, у единиц сохранились признаки жизни – зеленая хвоя, новые листья. В первый год после пожара на площадках №1 и №3 были отмечены немногочисленные проростки сосны высотой до 4–6 см, в 2022 г. их прирост составил 7–8 см. В прикорневой части сгоревших дубов появилась молодая поросль.

В подлеске при господстве погибших кустарников на площадках №1 и №2 сохранялись отдельные экземпляры жасмина (*Jasminum fruticans*) и иглицы (*Ruscus*

aculeatus), ростки которых довольно быстро появлялись после пожара. В последующие годы на гарях в сосновых и можжевельново-сосновых лесах шло активное разрастание сумаха (*Rhus coriaria*), особенно в 2022 г., когда возросло его количество и высота в 2–3 раза (до 136 см). До пожара в этих сообществах он не наблюдался. Во время пожара на площадках сгорел весь травостой и мхи. В следующие годы постепенно изменялся видовой состав, высота и проективное покрытие травостоя (рисунок). Через год в сосновом с можжевельником лесу на сейсмостеррасе в весенний период активно цвели гадючий лук (*Muscari neglectum*) и мак (*Papaver rhoeas*), в июне отмечен типичный для щебнистых приморских склонов мачок (*Glaucium flavum*), который ранее встречался только у края обрыва сейсмостеррасы. Появились произраставшие здесь до пожара ясенец (*Dictamnus caucasicus*), живокость (*Delphinium schmalhauseni*), петрофиты – дубровник (*Teucrium chamaedrys*), бурачок (*Alyssum obtusifolium*), фибигия (*Fibigia eriocarpa*), увеличилась доля сорных видов – марь (*Chenopodium album*), осот (*Sonchus sp.*) и др. Из злаков преобладал чий (*Achnatherum bromoides*) и перловник (*Melica transsilvanica*). Наблюдалось неравномерное распределение травостоя.



Рисунок – Восстановительные сукцессии в сосновом с можжевельником лесу (площадка №1) после пожара: в 2020 г. (слева) и в 2022 г. (справа)

Через два года после пожара увеличилось видовое разнообразие (до 19 видов), возросла доля злаков за счет ломкоостника (*Piptatherum holciforme*) и чия, заметно выросла средняя (до 80–85 см) и максимальная высота травостоя (140–150 см), с чем связаны относительно большие запасы сырой и сухой фитомассы (58–122 г/м²).

На гарях 2009 г. в бывшем фисташково-можжевельниковом редколесье также в первую очередь погибли можжевельники при сохранении отдельных фисташек. Здесь отмечен ее хороший разновозрастный подрост (до 2,3 м), единичный подрост грабинника, ясеня и дуба. Кустарниковый ярус (п/п – до 25%) представлен держи-деревом (*Paliurus spinachristi*) (высотой до 2,5 м), жасмином, отдельными экземплярами скумпии (*Cotinus coggygria*) и шиповника (*Rosa sp.*). В местах с полным выгоранием и на ранних стадиях сукцессий среди травостоя преобладают злаки, с меньшей площадью горения чаще – разнотравье. Через 13 лет после пожара травостой (п/п 50%) был представлен 23 видами – сухоцвет (*Xeranthemum cylindraceum*), дорикниум (*Dorycnium herbaceum*), дубровники (*Teucrium polium*, *T. chamaedrys*) и др.

Сравнительный анализ постпирогенных сукцессий в разных природных комплексах субсредиземноморского типа показал, что в результате пожаров идет смена сообществ за счет сокращения площади можжевельниковых и сосновых лесов, а также

участия этих видов в других лесах вследствие лучшей выживаемости фисташки, дуба и грабинника.

После пожара 2020 г. началось быстрое формирование травяного и кустарникового ярусов, структура которых имела как схожие черты в разных сообществах, так и отличалась своей спецификой. Отсутствие на молодых и средневозрастных гарях можжевельников свидетельствует о необходимости большего времени для их восстановления.

Дальнейший мониторинг позволит определить характер и скорости постпожарных сукцессий субсредиземноморских ландшафтов.

Писарчук Н.М.¹, Куприянов Д.А.², Тимашкова А.В.¹

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОСВЕЙСКИЙ» НА ПРОТЯЖЕНИИ ПОСЛЕДНИХ 12 000 ЛЕТ

1 УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь, pisarchuk@bsu.by, adatimashkova2001@gmail.com

2 ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация, dmitriykupriyanov1994@yandex.ru

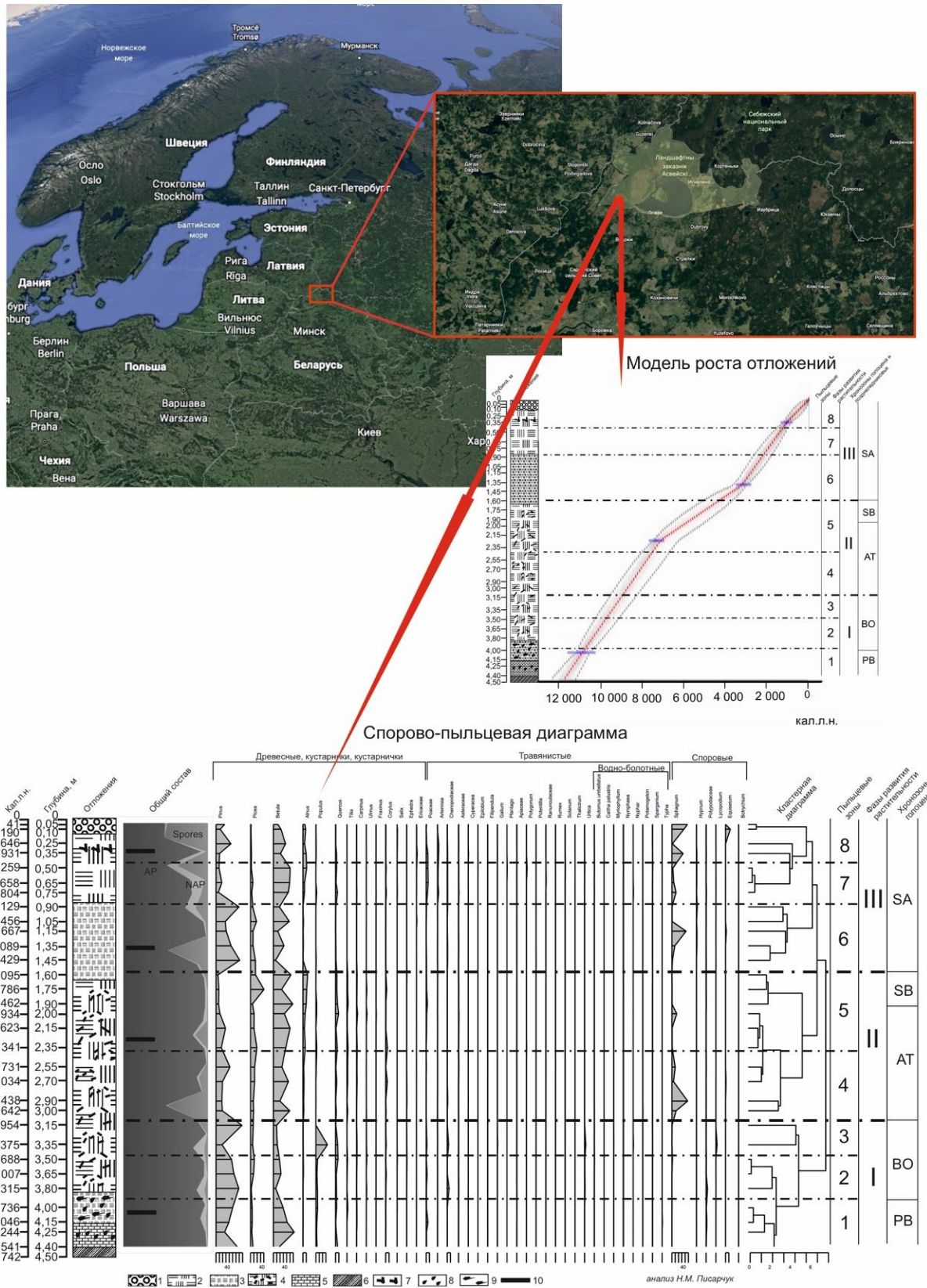
The results of the reconstruction of the landscapes of the republican landscape reserve «Osveisky» are presented. The study is based on data from the study of the new Uragovo section (spore-pollen analysis, cluster analysis, radiocarbon dating, sediment growth modeling). It has been established that the sediments of the paleo-reservoir accumulated over the past 11,700 years, surrounded by coniferous-broad-leaved forests, and landscapes began to acquire their modern look 1,100 years ago.

Республиканский ландшафтный заказник «Освейский» образован Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 4 от 03.01.2000 г. и в настоящее время является ключевой орнитологической территорией, Рамсарской территорией, объектом «Изумрудной сети», входит в состав трансграничной ООПТ «Заповедное Поозерье».

Согласно районированию природных ландшафтов территория относится к Освейско-Езерищенскому мелко- и среднехолмисто-котловинных камово-моренно-озерных, волнистых водно-ледниковых ландшафтов с сосновыми и мелколиственными лесами ландшафтного района Поозерской провинции озерно-ледниковых, моренно-озерных и холмисто-моренно-озерных ландшафтов с еловыми, сосновыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами на болотах.

Для изучения сукцессионных изменений в ландшафтах заказника «Освейский» в палеогеографическом аспекте был заложен разрез в пределах болотного урочища Урагово на террасе оз. Освейское (рисунок). Отложения были изучены с помощью спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования.

Результаты радиоуглеродного датирования и анализа спорово-пыльцевой диаграммы показали, что отложения накапливались на протяжении 11 700 тыс. лет, ландшафты прошли три фазы развития растительности (соответствующие 8 пыльцевым зонам) и современный облик приобрели около 1100 лет назад.



1 – очес сфагнума; 2 – торф сфагновый, рыжеватый, коричневатый слаборазложившийся; 3 – торф осоковый, буро-коричневый, темно-коричневый, сильноразложившийся; 4 – торф травянисто-осоковый, коричневый, слаборазложившийся; 5 – гиттия; 6 – суглинок; 7 – включения корней; 8 – включения остатков трав; 9 – включения древесины; 10 - образец на абсолютное датирование, ¹⁴C

Рисунок – Схема расположения и результатов анализа отложений болотного урочища Урагово

В пребореальном периоде (PB) – 11 700–10 500 кал.л.н. на окружавшей палеоводоем территории преобладали сосново-березовые леса с преобладающими в напочвенном покрове представителями семейства вересковые. Скорость накопления гиттии в этот период составляла 0,49–0,50 мм/год, сменившего его торфа – 0,48 мм/год. Для интервала характерно постепенное потепление климата, происходило оттаивание мерзлотных грунтов. Смена седиментационных условий с озерных на болотные произошла примерно 11 080 кал.л.н.

На протяжении бореального периода (BO) – 10 500–8 900 кал.л.н. распространение получили хвойно-широколиственные леса со значительным участием в древостое в заключительную фазу тополя. В травянистом покрове преобладало мезофитное широколиственное. Подъем кривых пыльцы широколиственных пород приходится на временной рубеж примерно 9 800 кал.л.н., что позволяет сделать предположение о проникновении широколиственных пород на изучаемую территорию в указанный временной отрезок. Широколиственные представлены дубом, вязом, липой. В этот же период начинает увеличиваться значение ели в составе древостоя. Скорость накопления торфа составляла 0,47 мм/год.

В спектрах раннеголоценового периода содержание пыльцы растений антропогенных индикаторов невелико. Возможно, изучаемые экосистемы испытывали низкую антропогенную нагрузку.

В последующий атлантический период (AT) – 8 900–5 500 кал.л.н. – произошли значимые трансформации в растительном покрове. Прилегающие к палеоводоему территории были заняты темнохвойно-широколиственными лесами с обильным подлеском из лещины. Под густым пологом леса развивался моховый напочвенный покров (преимущественно из родов *Sphagnum*). Значительные площади заняты ольховниками (вдоль озера во второй половине оптимального периода). Скорость накопления торфа – 0,36 мм/год. Палинологических свидетельств активного антропогенного освоения территории не обнаружено.

Суббореальный период (SB) – 5 500–4 000 кал.л.н. – характеризуется более прохладными климатическими показателями. На территории произрастали хвойно-широколиственные леса. Для периода характерно увеличение доли ели ввиду похолодания и увеличения влажности климата, что является типичным для спорово-пыльцевых диаграмм Восточно-Европейской равнины («верхний максимум ели»). Скорость накопления отложений снизилась до 0,22 мм/год.

Завершающий субатлантический период (SA) – 4 400-настоящее время – отличается снижением участия термофильных элементов во флоре региона, поредением древесного покрова, появлением в травянистом ярусе осоковых и моховых фитоценозов. По всей территории распространены широколиственно-хвойные леса. Снизилась роль сообществ с ольхой, возросла роль ивняков из-за застойных процессов увлажнения. Площади заболоченных территорий (сфагновых верховых болот) увеличились. Скорость накопления отложений возросла вдвое относительно предыдущего периода – 0,39 мм/год. Этот период знаменуется становлением и окончательным формированием коренных ландшафтов Белорусско-Валдайского поозерья.

Исследования выполнены при финансовой поддержке БРФФИ № X21PM-043 и РФФИ № 20-55-04003.

Полячок Т.С.^{1,2}, Нестюк А.М.¹, Вознячук Н.Л.¹

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО КОМПЛЕКСА УСАДЬБЫ ХРЕПТОВИЧЕЙ В АГРОГОРОДКЕ ЩОРСЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

*1 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*

*2 УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь,
tpolyachok@mail.ru*

The article presents the experience of developing a geographical information system (GIS) of park of the the Shchorsy estate of the Khreptovich family. The GIS of the park contains information about the park's plantings and layout elements, as well as provides access to information about the species composition of tree plantations, their condition, biometric characteristics and allows you to form thematic cartos. The GIS of the park opens up opportunities for scientific research and monitoring of green spaces, for designing landscape planning structures and making decisions on the operation of the territory.

Информационно-справочное обеспечение системы мониторинга и управления зелеными насаждениями парка может реализовываться в виде базы данных, разработанной с применением технологий специализированной геоинформационной системы (далее – ГИС). Создание ГИС позволяет увидеть картину пространственного распределения качественных и количественных характеристик объектов растительного мира определенного участка, необходимых для рационального и эффективного управления, а также акцентировать внимание на необходимой информации. Применение компьютерных технологий делает существующую базу данных по зеленым насаждениям парка усовершенствованной и тем самым облегчает работу с кадастровой документацией.

Апробацию ГИС-технологий провели на примере парка историко-культурного комплекса Усадьбы Хрептовичей в агрогородке Щорсы (Новогрудский р-н, Гродненская обл.). Усадьба включена в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь 2 степени, № 412Г000467 и рекомендована к охране в статусе ботанического памятника природы местного значения.

Имение старинного литовского рода Хрептовичей известно еще с XVI века. История усадебно-паркового комплекса в Щорсах отражает судьбу развития и угасания большинства объектов садово-паркового искусства, интенсивное строительство которых на территории Беларуси велось в XVIII и особенно в XIX вв. Дворец Хрептовичей сгорел во время Первой мировой войны. Сегодня от роскошной резиденции сохранились лишь западный флигель дворца и зафлигельное каре, дом управляющего, развалины комплекса хозяйственных построек, выдержанных в замковом стиле, коптильня, а некогда ухоженный парк приобрел черты лесопаркового массива.

Фрагменты паркового ансамбля представлены на площади 35,8 гектар с учетом собственно насаждений, открытых луговых пространств и системы прудов. За более чем 200-летнюю историю парк претерпел существенные изменения и в настоящее время по всем признакам находится в состоянии запустения. Общая площадь собственно насаждений составляет 28,3 гектар, на которой по данным инвентаризации произрастает 3566 деревьев (без учета деревьев, формирующих подрост).

Создание ГИС парка выполнялось в несколько этапов:

1) *Сбор первичных источников информации для создания картографических баз данных.* Так, была создана картографическая основа парка и выполнена оцифровка объектов на изучаемой территории (зданий, сооружений, прудов и др.). Векторизация объектов парка усадьбы Хрептовичей происходила по ортофотоплану, который был получен в результате аэросъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и последующей фотограмметрической обработки снимков, предоставленным ООО «СайБин». В качестве дополнительного материала для обследования объекта использовались сканерные снимки сверхвысокого разрешения, доступные с сайтов Яндекс Карты и Google Карты. На этом этапе создается и атрибутивная таблица, в которую заносятся данные по объектам (названия, площадь и др.), в том числе и из рабочего дневника.

Для удобства проведения инвентаризации зеленых насаждений, получения представления о текущем состоянии объектов растительного мира и упрощения их привязки территория парка была разделена на условные сектора, ограниченные на местности границами насаждений и другими прямолинейными ориентирами (рисунок 1);

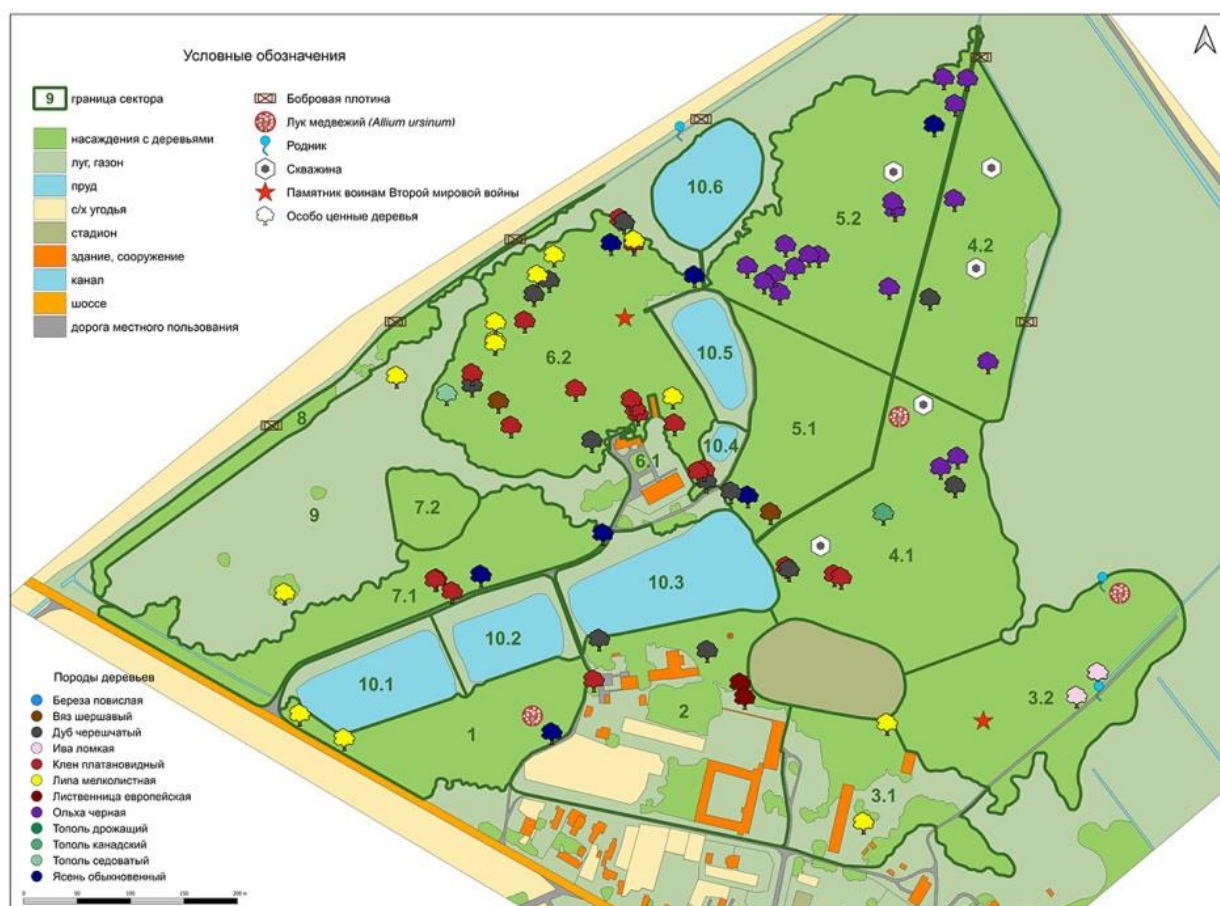


Рисунок 1 – Схема дворцово-паркового комплекса Хрептовичей в Щорсах с указанием секторов и месторасположения особо ценных объектов растительного мира

2) *Картирование (составление дендроплана) деревьев со сплошной нумерацией и закреплением в натуре.* В натуре за каждым деревом закреплен индивидуальный номер. Деревья, подлежащие удалению, отмечены специальным маркером;

3) *Составление рабочего дневника учета объектов растительного мира.* Подеревенная инвентаризация насаждений включала следующие параметры: видовое

название, окружность ствола, высота дерева, площадь проекции кроны, возраст, категория состояния, степень дефолиации, степень аварийности, класс эстетической оценки, наличие и характер повреждений.

4) Ввод данных, оцифровка первичных источников информации, редактирование картографической и атрибутивной информации.

В результате, разработанная ГИС парка в агрогородке Щорсы содержит информацию о насаждениях и элементах планировки, а также обеспечивает доступ к информации о видовом составе древесных насаждений, их состоянии и биометрических характеристиках, позволяет выполнять просмотр, поиск, корректировку, анализ материалов баз данных, вносить при необходимости дополнения и формировать тематические картосхемы. Различные выборки из базы данных удобно использовать при разработке проекта реконструкции объемно-пространственной структуры. Так, например, выборка деревьев, находящихся в аварийном неудовлетворительном состоянии, позволяет увидеть их пространственное положение в структуре объекта и проектировать работы по уходу или замене. ГИС предоставляет возможность получать в электронном виде разнообразный тематический картографический материал и сведения из базы данных, при необходимости выводить на печать оформленные картосхемы с заголовками, легендами и другими атрибутами (рисунок 2).

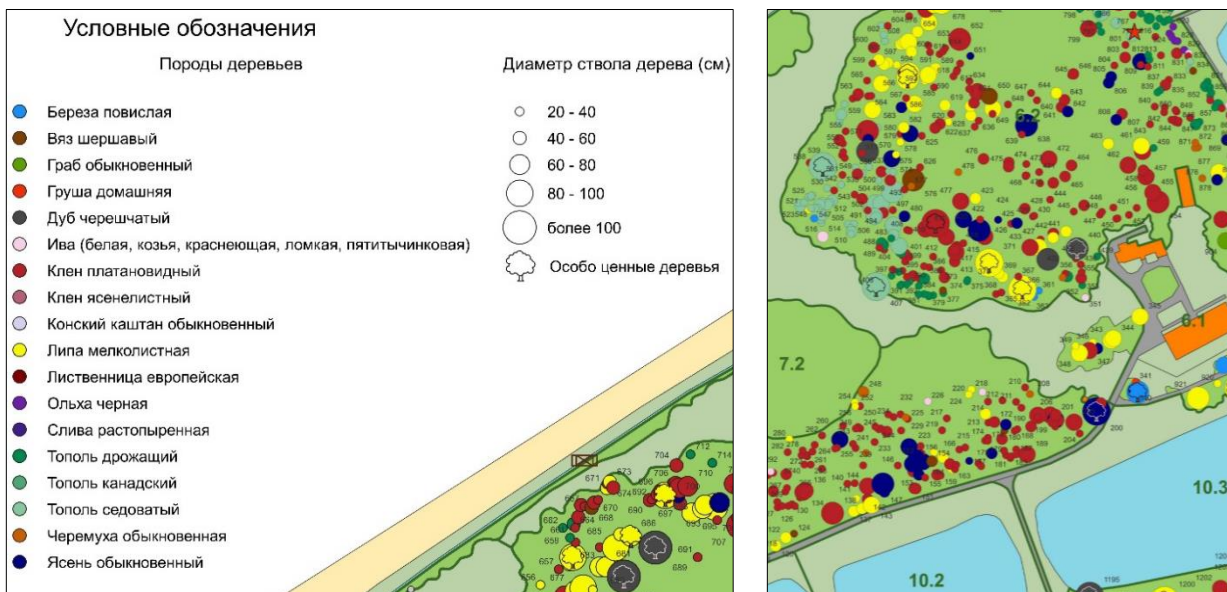


Рисунок 2 – Фрагменты картосхемы и ее легенды с указанием породы деревьев, ранжированных по диаметру ствола

На основе ГИС историко-культурного комплекса усадьбы Хрептовичей в аг. Щорсы разработана концепция ревитализации старинного парка. Благодаря ГИС открываются широкие возможности для проектирования ландшафтно-планировочной структуры и принятия решений по эксплуатации и эффективному использованию территории, для научных исследований и проведения мониторинга зеленых насаждений в будущем.

Работа выполнена в рамках задания «Разработать экологически ориентированную модель восстановления садово-паркового наследия Беларуси на примере концепции ревитализации парка историко-культурного комплекса усадьбы

Хрептовичей» подпрограммы «Устойчивое природопользование и инновационные технологии переработки, охраны и воспроизводства природных ресурсов» Государственной научно-технической программы «Зеленые технологии ресурсопользования и экобезопасности», 2021–2025 годы (Республика Беларусь).

Ручинская Е.В.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕЛОВИЦКИЕ СКЛОНЫ» (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук»,
г. Москва, Российская Федерация, hellenka92@mail.ru

*In this paper the state of *Anemone sylvestris*, *Anthericum ramosum* and *Iris aphylla* coenopulations was analyzed in steppe meadows. Polydominant steppe meadows were the most favorable for the existence of these plants, since these communities have developed conditions for the formation of complete ontogenetic spectra of these species with maximum density. The studied species lost their positions in the herb layer due to increase in the frequency of fires and the overgrowth of communities by *Pteridium aquilinum*.*

На территории Брянской области сохранились остепненные луга с уникальным флористическим составом и высоким видовым богатством. Такие сообщества, а также виды их слагающие, имеют большую природоохранную ценность. В качестве объектов исследования выбраны *Anemone sylvestris* L., *Anthericum ramosum* L. и *Iris aphylla* L. – короткокорневищные травы, относящиеся к лугово-степной эколого-ценотической группе. Перечисленные растения охраняются во многих регионах Российской Федерации. Задача исследования – оценить состояние ценопопуляций ветреницы лесной, венечника ветвистого и ириса (касатика) безлистного на территории памятника природы «Меловицкие склоны».

Исследования проведены на юго-востоке Брянской области в пределах Комаричско-Севского физико-географического района. Район относится к зоне широколиственных лесов Среднерусской подпровинции Восточно-европейской лесостепной провинции. На территории памятника природы «Меловицкие склоны» маршрутным методом выявлено несколько типов сообществ: 1) полидоминантные остепненные луга; 2) полидоминантные остепненные луга под одиночными генеративными деревьями; 3) монодоминантные остепненные луга с *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn; 4) олигодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth; 5) монодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis*; 6) остепненные луга на залежи. Ценозы находятся в разных частях склона и на плакоре, отличаются частотой пожаров и влиянием других экологических факторов.

Полидоминантные остепненные луга расположены в средней части склона, который подвергается палам в среднем один раз в два года. Эти сообщества отличаются высокими показателями видовой насыщенности и богатства, существенный вклад в которые вносят степные и сухолуговые виды. При этом полидоминантные луга отличаются наиболее подходящими условиями для поддержания ценопопуляций изученных видов. Здесь их

плотность максимальна, онтогенетические спектры полночленные, относятся к левостороннему типу. Один из изученных видов, касатик безлистный, выступает содоминантом в травостое. Все вышеперечисленное позволило выявить размеры элементарных демографических единиц. Минимальная площадь, при которых поддерживается устойчивый оборот поколений касатика безлистного составляет 8 м², а минимальная численность – 590 особей. Для ветреницы лесной и венечника ветвистого минимальная площадь составляет 5 м², а численность – 150 и 70 особей.

Полидоминантные остепненные луга под одиночными генеративными деревьями. С появлением взрослых генеративных деревьев, которые изменяют световой режим и используются птицами для кормления и отдыха, формируется особый тип сообществ, в котором показатели видового богатства и насыщенности максимальны. Расположение этих лугов и частота пожаров схожи с предыдущим. Степные виды теряют свои позиции в травостое: значительно снижается плотность особей, из-за сокращения светового довольствия растения не могут перейти к цветению с той же интенсивностью, что и в предыдущем сообществе. В этом ценозе касатик и венечник не поддерживаются устойчиво – спектры становятся прерывистыми и незавершенными. Онтогенетический спектр ветреницы остается полночленным, но значительно сокращается генеративная фракция. Площадь, на которой поддерживается устойчивый оборот поколений, возрастает до 12 кв.м.

Монодоминантные остепненные луга с Pteridium aquilinum. В нижней части склона *Pteridium aquilinum* создает ценотически замкнутые группировки и перехватывает практически все световое довольствие на уровне трав относительно небольших размеров. До нижней части склона пожары доходят реже – один раз в три года. В этих сообществах может удерживаться только касатик. Его ценопопуляция характеризуется фрагментарным онтогенетическим спектром и малой численностью особей всех возрастных состояний.

Олигодоминантные остепненные луга с Bromopsis inermis и Calamagrostis epigeios. При ежегодных палах формируются обедненные олигодоминантные остепненные луга с *Bromopsis inermis* и *Calamagrostis epigeios*. Они расположены в верхней части склона и подвергаются палам почти каждый год. Здесь ценопопуляция ириса имеет фрагментарный спектр и чрезвычайно низкую плотность особей. Плотность венечника значительно снижается. Ежегодные палы не дают ему особям завершить онтогенез – в этом сообществе отсутствуют особи постгенеративного периода. Ветреница же не смогла закрепиться в верхней части склона из-за частых пожаров.

Монодоминантные остепненные луга с Bromopsis inermis. Эти ценозы расположены на пологих склонах рядом с исчезнувшей деревней. Раньше их использовали жители в качестве сенокосов и выпасов. Сейчас здесь ежегодно выжигают траву – это не позволяет ветренице, венечнику и ирису внедриться в сообщество.

Остепненные луга на залежи. К склону примыкает залежь, которую оставили в 2005 году. Палы на оставленной пашне случаются практически каждый год. Однако здесь естественное восстановление лугово-степных сообществ. Оно идет неодинаковыми темпами на разном удалении от остепненного склона, который поставляет диаспоры для демуляции. На территорию оставленной пашни изученные виды проникают, но до момента исследования так и не смогли закрепиться: единичные особи касатика отмечены на расстоянии 20 м от склона, венечник и ветреница встречаются на расстоянии 20–50 м. Такая ситуация сложилась из-за ежегодных палов, ограничивающих семенные инвазии.

Состояние ценопопуляций *Anemone sylvestris*, *Anthericum ramosum* и *Iris aphylla* на территории памятника природы «Меловицкие склоны» можно назвать устойчивым на полидоминантных остепненных лугах, поскольку здесь все изученные виды характеризуются высокими показателями плотности и численности, а также полночленными онтогенетическими спектрами. Под воздействием частых палов и при зарастании сообществ особями *Pteridium aquilinum* положение ветреницы, венечника и ириса ухудшается: снижается плотность особей, онтогенетические спектры ценопопуляций сначала становятся незавершенными, затем фрагментарными.

Работа выполнена в рамках темы ГЗ ЦЭПЛ РАН «Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем». Регистрационный номер №121121600118-8.

Судник А.В.¹, Вознячук И.П.¹, Грищенко Н.Д.¹,
Степанович И.М.¹, Рудаковский И.А.²

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ» КАК ОСНОВА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ДАННОЙ ООПТ

*1 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by
2 УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь,
rudakovski.igor@tut.by*

Assessment of the state of natural ecological systems of National park «Pripyatsky» was carried out in the result of complex monitoring of ecosystems on specially protected natural areas. The main factors and the degree of their manifestation, which have a negative impact on the state of ecosystems, are described. Offers on inclusion of some actions and restrictions in the plan of management regarding elimination (softening) of threats to vegetation were developed.

Национальный парк (далее – НП) «Припятский» создавался с целью сохранения естественного состояния типичного для Белорусского Полесья ландшафтно-гидрологического комплекса, охраны и восстановления отдельных редких и исчезающих видов, изучения на его основе изменений в природе. В структуре экосистем абсолютное доминирование принадлежит лесным, болотным и водным экосистемам, которые являются одним из главных индикаторов состояния природной среды данной ООПТ. Проведение комплексного мониторинга экосистем и создание сети пунктов наблюдения позволяет организовать постоянное слежение и контроль за состоянием природной среды, выявлять негативные факторы воздействия на его природно-территориальные комплексы, изучать их в динамике и разрабатывать соответствующие мероприятия по сохранению биоразнообразия, а также своевременно предпринимать соответствующие меры по предотвращению возникновения или возрастания степени проявления разного рода угроз на основе информации, получаемой при анализе различных параметров наблюдения на объектах мониторинга в течение длительного периода времени.

Локальная сеть пунктов наблюдения (далее – ПН) комплексного мониторинга экосистем НП «Припятский» (в части растительного мира) была развернута в 2011–

2012 гг. и состоит из 91 ПН, в том числе: в лесных экосистемах заложено 55 пунктов; в луговых и болотных экосистемах – 4; в водных экосистемах – 10; в местах произрастания популяций охраняемых видов растений – 17; оценка степени проявления угроз экосистемам проводилась на 5 мониторинговых маршрутах.

Лесные экосистемы. Состояние лесных экосистем можно признать удовлетворительным. В лесах преобладают «здоровые с признаками ослабления» древостои – 36,0%. Остальные 64,0% обследованных насаждений распределены следующим образом: 20,0% – здоровые; 24,0% – ослабленные; 18,0% – поврежденные; 2,0% – сильно поврежденные. «Разрушенных» среди обследованных древостоев не выявлено. В среднем индекс жизненного состояния древостоев составляет 78,6%, а лесные насаждения характеризуются как «ослабленные». Среди обследованных деревьев (более 2500 штук) 51,9% не имеют признаков повреждения. Остальные 48,1% охарактеризованы как поврежденные. При этом на слабоповрежденные деревья приходится 37,2%; среднеповрежденные – 9,6%; сильноповрежденные – 1,2%, усохшие в год проведения обследования – 0,1%. В совокупности средняя дефолиация живых деревьев составляет 13,5% (варьируя по отдельным ПН от 5,1 до 24,8%, а по породам от 4,8% у клена и 9,2% у вяза до 17,4% у дуба и 27,5% у липы). Такое состояние древостоев связано с высоким возрастом насаждений (на 36% ПН возраст превышает 100 лет) и повышенным количеством сухостойных деревьев, которые не вырубаются санитарными рубками. Сильно поврежденный древостой оценивался в пойменном ясеннике, где почти на каждое живое дерево приходилось одно сухостойное. Основной причиной усыхания ясеня является поражение болезнями и стволовыми вредителями, которые приводят к выпадению ясеня из состава древостоев.

Повреждено в результате воздействия факторов природного происхождения в среднем каждое четвертое из обследованных деревьев (27,6%) с максимальной степенью повреждения широколиственных пород: 87,2% – ясеня; 43,5% – вяза; 41,1% – дуба; 28,2% – ольхи черной и 19,5% – осины. Ущерб состоянию лиственных деревьев наносят листогрызущие насекомые. Болезням подвержены деревья хвойных пород: на соснах встречается рак-серянка, сухие ветви 2-3 порядков (9,6% обследованных деревьев). Антропогенный фактор является причиной повреждения в среднем 1,4% деревьев в лесных экосистемах. Наиболее часто к повреждаемым были отнесены деревья березы – 4,7%, дуба – 1,3% и сосны – 0,8% обследованных деревьев. Из числа антропогенных причин повреждения к наиболее существенным относятся механические – в результате весенней подсочки деревьев березы с целью получения березового сока, и пожары.

Подрост под пологом лесных насаждений отмечался на 92% ПН. Преимущественно во всех фитоценозах в подросте доминируют клен и граб; в сухих и свежих сосняках, особенно пройденных пожарами, – сосна и дуб; в полидоминантных лиственных древостоях широко представлены широколиственные породы (наравне с кленом и грабом – это дуб, вяз, ясень, липа). Видовой состав и фитоценотические особенности подлесочного и травяно-кустарничкового ярусов сохраняют черты, характерные для коренных фитоценозов. Проблемными остаются лесные насаждения на опушках, вдоль дорог, под полог которых высок риск экспансии чужеродных видов.

Луговые и болотные экосистемы. Результаты мониторинга луговых и болотных экосистем свидетельствуют о тенденции сокращения занимаемых травяными сообществами площадей вследствие снятия или ограничения сенокосно-пастбищного режима и зарастания кустарниковой растительностью; изменении видового состава; критической локализации и исчезновении редких и хозяйственно ценных сообществ.

Основными мерами по их охране выступают сохранение и восстановление сенокосения и сенокосно-пастбищного режима. Из угроз состоянию луговых и болотных экосистем следует также отметить распашку припойменной террасы, что является грубейшим нарушением землепользования.

Водные экосистемы. Состояние водных экосистем можно признать удовлетворительным и относительно стабильным. Результаты мониторинга свидетельствуют о состоянии водных экосистем как устойчивых и мало подверженных антропогенной нагрузке. Существующие угрозы общему биоразнообразию и таксономической уникальности водного комплекса проявляются в слабой степени. Угрозами для экосистем такого типа являются: поступление биогенных и загрязняющих веществ, источниками которых служат селитебные территории, сельскохозяйственные угодья, рекреация; колебание уровня воды и особенно его снижение, которое приводит к замедлению течения, обнажению берегов и быстрому ускорению развития фито- и бактериопланктона; цветение и разложение органики на старичных водоемах, которые приводят к дефициту кислорода, заморам и непригодности воды для бытовых целей.

Состояние охраняемых видов растений. Сеть мониторинга охраняемых видов состоит из 17 ПН за состоянием жизненности 8 видов сосудистых растений: Лилия кудреватая, или Царские кудри *Lilium martagon*, Зубянка клубненосная *Dentaria bulbifera*, Пыльцеголовник длиннолистный *Cephalanthera longifolia*, Шпажник черепитчатый *Gladiolus imbricatus*, Фиалка топяная *Viola uliginosa*, Волчник боровой, или Волчегодник пахучий *Daphne cneorum*, Росянка промежуточная *Drosera intermedia*, Ликоподиелла заливаемая *Lycopodiella inundata*; 4-х видов лишайников: Лобария легочная *Lobaria pulmonaria*, Менегацция пробуравленная *Menegazzia terebrata*, Пармотрема паклевидная *Parmotrema stippeum*, Пунктелия грубоватая *Punctelia subrudecta*; 1 вида мохообразных: Риччия желобчатая *Riccia canaliculata*. По результатам мониторинга жизненное состояние большинства оцененных популяций характеризуется как «среднее» и «высокое» (4-5 баллов из 5). Фитоценотическая ситуация в большинстве местообитаний оценивается как нормальная. Степень проявления негативного воздействия на состояние объектов мониторинга в большинстве случаев имеет место в слабой или умеренной степени проявления, при снятии которых возможно полное их восстановление. При этом, отмечены существенные нарушения отдельных местообитаний фиалки топяной в результате лесохозяйственных мероприятий, проводимых в вегетационный период. Под угрозой жизненность популяции шпажника черепитчатого по трассе нефтепровода в результате зарастания экотопа. Для этих популяций предложены специальные меры по снятию/снижению негативного воздействия.

Важнейшие, первоочередные задачи по сохранению и улучшению условий для устойчивого функционирования природных экосистем НП «Припятский» отражены в Плане управления и должны быть решены в ходе его реализации. Комплекс мер по рациональному ведению хозяйственной деятельности включает:

– разработку мероприятий по стабилизации гидрологического режима. Задача регионального характера, для реализации требуется привлечение многих субъектов хозяйствования, решается как на местном, так и на государственном уровнях;

– разработку программы экологически ориентированного лесного хозяйства, позволяющей без существенного сокращения продуктивности лесных земель в рамках традиционных форм ведения лесного хозяйства поддерживать и сохранять

соответствующий природным условиям уровень биоразнообразия во всех проявлениях и на всех категориях земель лесного фонда;

– обеспечение соблюдения режимов охраны и использования территорий – мест обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов флоры и фауны;

– разработку рациональной неистощительной системы использования естественных лугово-болотных угодий в животноводческом хозяйстве с учетом требований по сохранению биоразнообразия видов и экосистем парка, в том числе мер, привлекающих население для восстановления традиционных методов ведения хозяйства на сенокосах и пастбищах;

– разработку предложений по урегулированию рекреационной нагрузки, развитию экологического туризма.

Цуриков А.Г.^{1,2}, Голубков В.В.³, Белый П.Н.⁴, Болсун И.М.¹

ЛИШАЙНИКИ РОДА *BRYORIA* НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»

1 УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь, tsurykau@gmail.com, irisha.bolsun@gmail.com

2 ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара, Российская Федерация

3 г. Гродно, Республика Беларусь, vgolubkov@tut.by

4 ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь, belyj@cbg.org.by

A revision of the herbarium material of the lichen genus Bryoria of Belarus was carried out. Four species, Bryoria furcellata, B. fuscescens s. str., B. kuemmerleana and Bryoria vrangiana, are reported for the territory of Prip'yatsky National Park. Of these, Bryoria furcellata, B. fuscescens s. str. and B. kuemmerleana are rare species in the country and can be proposed for protection.

Род *Bryoria* (Parmeliaceae) включает кустистые лишайники с ортотропным повисающим или вертикально растущим талломом с обычно округлыми ветвями без центрального цилиндра и мелкими бесцветными спорами (апотеции образуются крайне редко) [1]. В последние годы номенклатура и таксономия рода *Bryoria* претерпела ряд существенных изменений [2, 3], в связи с чем данные о встречаемости и распространении отдельных его представителей на территории Беларуси оказались устаревшими и требовали ревизии.

В частности, в монографии, посвященной лишайнобиоте национального парка «Припятский» [4], упоминаются 4 вида лишайников этого рода (*Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw., *B. jubata* (L.) Bystrek, *B. furcellata* (Fr.) Brodo & D. Hawksw. и *B. subcana* (Nyl. ex Stizenb.) Brodo & D. Hawksw.), из которых *B. implexa* и *B. jubata* приводятся только как ссылки на историческую публикацию [5]. Следует отметить, что в процитированной статье Д.К. Гесь приведен список лишайников окрестностей озера Червоное (деревни Дяковичи, Ветчин и Лутовье), поэтому данные виды не произрастали на территории НП «Припятский». Более того, номенклатурная комбинация *Bryoria jubata* в настоящее время является устаревшей [6], и под этим названием ранее публиковались различные виды рода *Bryoria* [7, 8]. Поскольку к настоящему времени вид *B. subcana* более не является самостоятельным и считается

синонимом *Bryoria vrangiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., то для территории НП «Припятский» было известно о произрастании только двух видов изучаемого рода – *B. furcellata* и *B. vrangiana*.

Для актуализации данных о разнообразии рода *Bryoria* на территории Беларуси в соответствии с современными видовыми концепциями нами была проведена ревизия гербарного материала этого рода, хранящегося в ботанических коллекциях нашей страны и ближнего зарубежья, с использованием метода тонкослойной хроматографии. В ходе данной ревизии для территории НП «Припятский» нами было выявлено 4 вида изучаемого рода – *Bryoria furcellata*, *B. fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. s. str., *B. kuemmerleana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. и *Bryoria vrangiana*. Таким образом, виды *Bryoria fuscescens* и *B. kuemmerleana* впервые приводятся нами для территории национального парка.

Ниже приводим список изученных образцов.

Bryoria furcellata (Fr.) Brodo & D. Hawksw. – Лельчицкий р-н, Млынокское л-во, кв. 120, 1 км восточнее д. Симоничский Млынок, на открытом месте на березе, В.В. Голубков, 13.08.1987 (MSK-L); то же л-во, кв. 602, 200 м севернее д. Симоничский Млынок, на открытом месте на березе, В.В. Голубков, 08.08.1982 (MSK-L).

Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. s. str. – Житковичский р-н, Озеранское л-во, кв. 60, в сосново-лишайниковом лесу на сосне, О.П. Шахрай, 03.07.1971 (GSU).

Bryoria kuemmerleana (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – Лельчицкий р-н, Млынокское л-во, кв. 104, в сосняке березово-вересковом на березе, В.В. Голубков, 13.08.1982 (MSK-L).

Bryoria vrangiana (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw. – хемотип I (гирофоровая кислота, иногда атранорин, фумарпротоцеттаровая кислота в соралиях): Житковичский р-н, Переровское л-во, кв. 20, на сосне, О.П. Шахрай, 18.07.1973 (GSU); хемотип II (фумарпротоцеттаровая кислота): Житковичский р-н, окр. д. Хлупин, Переровское л-во, кв. 3, в пойменной дубраве на березе, В.В. Голубков, 24.08.1983 (MSK-L); Лельчицкий р-н, Сологубовское л-во, в березняке злаковом на березе, О.П. Шахрай, 23.07.1975 (GSU).

Из выявленных в ходе исследования таксонов *Bryoria furcellata*, *B. fuscescens* и *B. kuemmerleana* являются крайне редкими для республики видами. В частности, вид *Bryoria furcellata* известен только в 6 локалитетах, 3 из которых находятся на территории Березинского биосферного заповедника, а 2 зафиксированы в НП «Припятский». *Bryoria kuemmerleana* выявлен в Беларуси в 5 местообитаниях, 2 из которых находятся на территориях НП «Беловежская пуца» и НП «Припятский», а 2 собраны до 1980 г. включительно, что позволяет их рассматривать как исторические находки [9]. Несмотря на то, что *Bryoria fuscescens* известен из 12 локалитетов на территории страны, 5 образцов были собраны в период 1946–1978 гг., и 4 образца произрастали на территориях ООПТ (НП «Беловежская пуца» и «Припятский»).

Следует отметить, что *Bryoria fuscescens* охраняется во многих регионах Центральной России (Белгородской, Воронежской, Орловской, Тульской, Ярославской областях) [10–14]. Для включения в Красную книгу предложены также все известные виды рода *Bryoria*, произрастающие на территории приграничной Брянской области [15].

Таким образом, все 3 перечисленных вида (*Bryoria furcellata*, *B. fuscescens* и *B. kuemmerleana*) могут быть рассмотрены в качестве лишайников-кандидатов на включение в очередное издание Красной книги Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Myllys, L. Bryoria / L. Myllys, S. Valmala, H. Holien // Nordic Lichen Flora, Volume 4: Parmeliaceae / A. Thell, R. Moberg (eds.). – Göteborg: Zetterqvist tryckeri AB, 2011. – P. 26–37.
2. Taxonomy of Bryoria section Implexae (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data / S. Valmala [et al.] // Ann. Bot. Fen. – 2014. – Vol. 51, № 6. – P. 345–371.
3. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (Bryoria sect. Implexae, Parmeliaceae) / C.G. Boluda [et al.] // Persoonia. – 2019. – Vol. 42. – P. 75–100.
4. Голубков, В.В. Лихенобиота национального парка «Припятский» / В.В. Голубков. – Минск: Белорусский дом печати, 2011. – 192 с.
5. Гесь, Д.К. Да вывучэння лішайнікаў Палесся / Д.К. Гесь // Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Сер. біял. навук. – 1960. – № 4. – С. 54–59.
6. Tsurukau, A. A provisional checklist of the lichens of Belarus / A. Tsurukau // Opuscula Philolichenum. – 2018. – Vol. 17. – P. 374–479.
7. Brodo, I.M. Alectoria and allied genera in North America / I.M. Brodo, D.L. Hawksworth // Opera Botanica. – 1977. – Vol. 42. – P. 1–164.
8. Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the Continental United States and Canada, version 21 / T.L. Esslinger // Opuscula Philolichenum. – 2016. – Vol. 15. – P. 136–390.
9. The lichens and allied fungi of Mount Mitchell State Park, North Carolina: a first checklist with comprehensive keys and comparison to historical data / J.C. Lendemer [et al.] // Castanea. – 2017. – Vol. 82, № 2. – P. 69–97.
10. Мучник Е.Э. Лишайники // Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, лишайники, грибы и животные. 2-е официальное издание / общ. науч. ред. Ю.А. Присный. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2019. – С. 306–346.
11. Красная книга Воронежской области: в 2 т. / под. ред. В.А. Агафонова. – Воронеж: МОДЭК, 2011. – Т. 1: Растения. Лишайники. Грибы. – 472 с.
12. Мучник, Е.Э. Конспект лихенобиоты Орловской области (центральная Россия) / Е.Э. Мучник // Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2016. – № 3. – С. 6–28.
13. Красная книга Тульской области: лишайники и грибы. / под. ред. Е.Э. Мучник, Т.Ю. Светашевой. – Тула: Аквариус, 2021. – 152 с.
14. Красная книга Ярославской области / отв. ред.: М.А. Нянковский. – Ярославль: Академия 76, 2015. – 470 с.
15. Мучник, Е.Э. К изучению лихенобиоты биосферного резервата «Неруссо-Деснянское Полесье» (Брянская область, Россия) / Е.Э. Мучник, А.Г. Цуриков // Разнообразие растительного мира. – 2023. /в печати/

**Шабашова Т.Г.¹, Беломесяцева Д.Б.¹, Яцына А.П.^{1,2},
Алейников С.А.¹, Сельчук Ф.³**

МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ГРИБОВ В БЕЛАРУСИ

¹ ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, tiniti@inbox.ru

² УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

³ Университет Ахи-Эвран (Ahi Evran University), Киришахир, Турецкая Республика,
selcuk_faruk@yahoo.com

The monitoring of the protected fungus – Fomitopsis rosea carried out since 2015 has shown that this species is in a state of recovery and can be transferred to another category of protection.

Всемирной стратегией охраны природы определены, как главенствующие, три взаимосвязанные экологические проблемы: изменение климата, опустынивание и деградация земель, утрата биологического разнообразия. Биологическое разнообразие, как мера биологической изменчивости видов на земле, относится к ключевым вопросам в науке. Видовое разнообразие – одна из важнейших характеристик сообщества, отражающая сложность его структуры. Один из путей поддержания и сохранения биологического разнообразия видов – это изучение и мониторинг за их состоянием в живой природе, создание особо охраняемых природных территорий для их сохранности (заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы). В Республике Беларусь разработано и утверждено Положение о Красной книге, а также принят ряд нормативных правовых актов, направленных на охрану редких видов, сохранение и рациональное использования ресурсных видов растений и животных. Для сохранения редких видов животных и растений проводится работа по инвентаризации, выявлению и передаче под охрану землепользователям мест их обитания и произрастания.

Красная книга – это список редких и находящихся под угрозой исчезновения представителей флоры, в том числе грибов, она является основным документом, в которой обобщена информация о современном состоянии редких видов, и на основании которой проводится разработка научных и практических мер, направленных на охрану, воспроизводство и рациональное использование. В книге содержатся сведения о состоянии вида, характере и степени угрозы его существованию, краткое описание, биология, распространение, места произрастания и т.д. (Красная книга, 2015). При этом для подтверждения природоохранного статуса видов, включенных в Красную книгу, необходим мониторинг и выявление новых мест произрастания охраняемого вида.

Собранные сотрудниками лаборатории материалы о редко встречающихся видах грибов послужили основанием для участия в издании Красной книги Республики Беларусь (2015 г.), куда были включены сведения о 34 видах грибов. Все виды, внесенные в Красную книгу, разделены на четыре категории национальной природоохранной значимости: I категория соответствует категории (CR) (*critically endangered*) – находящийся на грани исчезновения; II категория - исчезающий вид (EN) (*endangered*); III категория – уязвимый вид (VU) (*vulnerable*), IV категория – потенциально уязвимый (NT) (*near threatened*). Помимо основного списка видов, есть список видов (37 видов грибов), нуждающихся в профилактической охране, что включает изучение, наблюдение и контроль за численностью.

С целью актуализации данных по охраняемым видам грибов в лаборатории микологии ведется постоянный мониторинг этих видов. Один из объектов мониторинга – фомитопсис розовый (розовый трутовик) *Fomitopsis rosea* (Alb. & Schwein.) P. Karst. II категория охраны (исчезающий вид) (рисунок 1).

Плодовые тела многолетние, одиночные или в небольших группах, обычно сидячие, половинчатые или копытообразные, реже распростерто-отогнутые, вытянутые вдоль субстрата, с приземной стороны валежных стволов могут быть полностью распростертыми (резупинатными). Размер плодовых тел от 2 до 5 (10) см в наибольшем измерении, толщина до 1–3 см у основания. Поверхность шляпок гладкая с концентрическими бороздами, сначала буровато-розовая, с возрастом темнеющая, становящаяся серовато-черной. Край притупленный, иногда слегка волнистый, цельный, стерильный снизу. Гименофор трубчатый, трубочки неясно слоистые, 1–3 мм длиной в одном слое, розоватые, винно-розовые. Ткань пробково-деревянистая, неясно зональная, при разрыве клочковато-волоконистая, розовая или винно-розовая. Гриб

растет единичными особями или группами на валежных стволах хвойных пород (ель и сосна), в виде исключения встречается на лиственных (осина, вяз). Встречается в старых ельниках, темнохвойных дубравах. Является индикатором старовозрастных лесов. Охраняется в Литве, Болгарии, Польше.



Рисунок 1 – Внешний вид *Fomitopsis rosea*

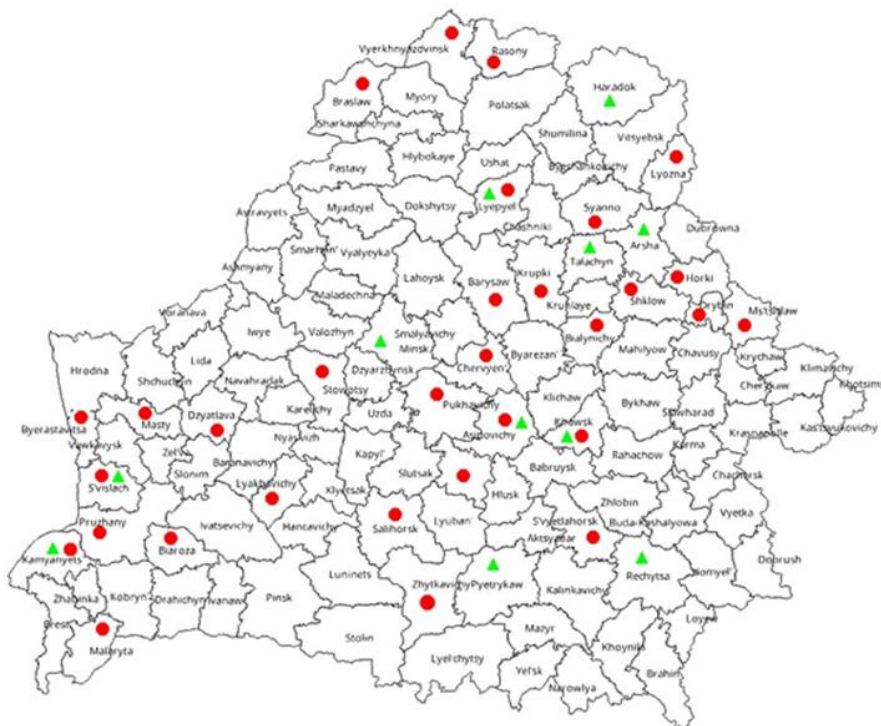


Рисунок 2 – Места произрастания *Fomitopsis rosea* (красным выделены локалитеты, установленные после 2015 г., зеленым до 2014 г.)

Для анализа современного состояния трутовика розового были взяты данные из опубликованных источников и базы «Сортbel» (Гапиенко и др., 2006; Шабашова и др., 2016, 2018) образцов, хранящихся в гербарии (MSK-F) лаборатории микологии. На

представленном рисунке 2 отмечены точки регистрации охраняемого вида зеленым цветом до 2014 года и красным после 2015 года. Анализ мест нахождения и регистрации трутовика розового показал, что по сравнению с данными до 2014 г., заметен существенный прогресс в восстановлении численности вида. Выявленные локалитеты находятся в местах, где не ведется активная лесохозяйственная деятельность, т.к. для продуктивного роста трутовика розового необходим крупномерный валеж ели и ранее существовавший на этом месте коренной ельник. Поэтому значительное количество мест обитания трутовика было зафиксировано на территориях ООПТ – НП «Беловежская пуца», НП «Браславские озера», Березинский биосферный заповедник, заказники Красный бор, Липичанская пуца, Бусловка, Фаличский мох, Замошанский мох, Выдрица и т.д.

Таким образом, можно отметить, что введение специального режима охраны, который предусматривает мероприятия, направленные на снятие негативных факторов воздействия на потенциальные места произрастания редких видов, обеспечивает сохранность, восстановление и увеличение численности. На данный момент *Fomitopsis rosea* фомитопсис розовый (розовый трутовик) находится в состоянии восстановления и может быть перенесен в другую категорию – III уязвимый вид (VU) (*vulnerable*) или IV категорию потенциально уязвимый (NT) (*near threatened*).

Ярмош В.Г.¹, Звягинцев В.Б.²

МОНИТОРИНГ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

1 УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Республика Беларусь, bloh.v@polessu.by
2 УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, mycolog@tut.by

*The article presents the results of a survey of old-growth trees in the 21st historical park on the territory of the Belarusian Polissya. The dendroflora of the parks is distinguished by a significant diversity – it was found that 2492 examined plants belong to 28 genera and 57 species. Most of the studied representatives of the dendroflora belong to the angiosperm department and only 12% (298 pcs.) belong to the gymnosperm department. Along with the local flora, 36 species of introduced species and 5 ornamental forms were identified (*Quercus robur* пирамидальный, *Tilia americana* *Macrophylla*, *Acer platanoides* Швейдера, *Populus × canadensis* Marilandica, *Populus × canadensis* Robusta). The overall weighted category of tree condition for all objects was 2.27, which indicates their predominantly weakened condition.*

Для сохранения исторических парков, как важных объектов культурного наследия страны, необходима систематическая инвентаризация насаждений, которая позволит оценить санитарное состояние и степень сохранности важного компонента парковых экосистем – дендрофлоры.

Целью наших исследований являлась оценка санитарного состояния дендрософлоры исторических парков Белорусского Полесья в современных погодноклиматических условиях, выявляющая основные факторы, способствующие снижению устойчивости и жизнеспособности старовозрастных деревьев.

Для фитопатологической оценки дендрософлоры исторических парков Белорусского Полесья был выбран 21 объект из памятников природы

республиканского и местного значения различных периодов создания и с отличающимися современными условиями эксплуатации. Полевые работы проводились в 2020–2022 гг. В каждом парке была проведена выборка старовозрастных деревьев, в ходе выполнения работ учитывались деревья оценочно высажены при основании объекта, либо его последующей реконструкции. При обследованиях старались исключать некультивируемые растения, появившиеся в результате самосева.

Большая часть сохранившихся исторических парков Полесья сконцентрирована в Брестской области, тут расположено 85,7% от общего количества обследованных объектов, из них 4 относятся к ботаническими памятниками природы республиканского (им. А.В. Суворова, «Совейки», «Поречье», «Маньковичский») и 13 – местного значения («Старые пески», «Сигневичи-2», «Атечизна», «Малые Сехновичи», «Грудополь», парк в г. Высокое, «Репихово», «Дубое», парк в г. Пружаны, «Замшаны», «Нижне-Теребежовский», «Ново-Бережновский», «Великорита»). На территории Гомельской области изучено 4 парка, два из которых являются ботаническими памятниками природы республиканского значения («Красный берег», «Парк Гомельского дворцово-паркового ансамбля») и два местного значения (парк в н.п. Липово, «Сутково»).

Всего было выявлено и охвачено работами по оценке состояния 2492 старовозрастных дерева. Наибольшее количество сохранившихся растений выявлено в парках Ново-Бережновском (Столинский район), Гомельском дворцово-парковом ансамбле (г. Гомель), Маньковичском (Столинский район). Исследованные растения относятся к 28 родам и 57 видам, среди них присутствуют 5 декоративных форм (*Q. robur* пирамидальный, *Tilia americana Macrophylla*, *A. platanoides* L. Швейдера, *Populus×canadensis* Moench. *Marilandica*, *Populus×canadensis* Moench. *Robusta*). К основным родам, наиболее многочисленным, были отнесены: липа, клен, граб, ясень, дуб, ель, тополь, конский каштан, лиственница.

Наибольшее количество обследованных растений относятся к роду липа и составляет 17,1 % (426 шт.) от общего количества, клен занимает 16,0% (398 шт.), граб – 14% (346 шт.), ясень – 11% (284 шт.), дуб – 10% (258 шт.), ель – 5% (126 шт.), тополь – 5% (125 шт.), конский каштан – 4% (103 шт.). В категорию другие отнесены рода, которые занимают менее 4% от общего количества (бархат, береза, бук, вяз, гинкго, гледичия, ива, кипарис, лапина, лиственница, лириодендрон, ольха, орех, пихта, псевдотсуга, робиния, сосна, тсуга, черемуха, яблоня).

В целом, в исторических парках Белорусского Полесья преобладают местные виды. Наиболее многочисленной является *T. cordata*, которая составляет 16,9% от общего количества обследованных растений. Средний диаметр обследованных деревьев *T. cordata* – 66,2 см. Этот показатель характеризует не только успешность развития на Полесье этого аборигенного вида, но и косвенно дает представление об его устойчивости и долговечности в условиях искусственных ценозов парковых комплексов. Вторым по представленности в парках является клен остролистный, его средний диаметр по всем изученным паркам составил – 64,2 см; *Q. robur* – 83,5 см; *C. betulus* 51,9 см; *P. abies* 58,9 см; *A hippocastanum* L. 57,9 см; *P. tremula* L. 64,5 см; *F. excelsior* 64,2 см.

Общая средневзвешенная категория состояния деревьев по всем объектам составила 2,27, что указывает на преимущественно ослабленное состояние обследованных растений. Во всех обследованных парках у большинства старовозрастных деревьев обнаружены трещины, сухобочины, механические повреждения [1].

Санитарное состояние старовозрастных растений в исторических парках зависит прежде всего от интенсивности и качества ухода за насаждениями. Так большинство древесных видов в Гомельском дворцово-парковом ансамбле находятся в существенно лучшем состоянии, чем на объектах, где санитарно-оздоровительные и другие мероприятия проводятся спорадически или не проводятся вовсе. Так при средневзвешенной категории состояния *A. platanoides* 2,3, в Гомельском дворцово-парковом ансамбле этот показатель составляет 1,5, в парках «Старые Пески» и «Сигневичи-2» – 2,6; *T. cordata* Mill. – 2,0, в парке «Красный берег» 1,4, в парке «Великорита» 2,7; *P. abies* L. – 2,3, в Гомельском дворцово-парковом ансамбле 1,0, в парке «Высокое» 3,0; *F. excelsior* L. – 2,6, в Гомельском дворцово-парковом ансамбле 1,7, в парке «Маньковичский» 3,6.

Проведенные исследования показали, что ухудшение санитарного состояния дендрофлоры памятников природы происходит в связи: с глобальными изменениями климата; с проведением мелиорации на данной территории в середине XX века, и как следствие, изменение гидрологического режима; возрастными изменениями [2], то есть естественным процессом старения; с интенсивностью и качеством ухода за насаждениями, при отсутствии которого ускоряется процесс развития некрозно-раковых болезней, стволовых гнилей [3, 4]; наличие трещин, сухобочин, механических повреждений, которые, как показали наши предыдущие исследования, являются воротами инфекции, способствующими прежде всего заражению растений возбудителями гнилевых болезней и развитию фаутиности стволов [5, 6]; со степенью охраны парков.

Результаты обследования являются основанием для разработки мероприятий по ежегодному мониторингу старовозрастных деревьев, который позволит выявить причины снижения жизнеспособности и в дальнейшем разработать комплекс мероприятий, направленных на сохранение старовозрастных деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bloch, V. G. Age dynamics of the sanitary state of wood plants in historical parks of the Belarusian Polesie / V. G. Bloch, V. B. Zviagintsev // Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекотології та фітомеліорації : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Біла Церква, 16–17 вересня 2021 р. / Білоцерківський національний аграрний університет [та ін.]; відповідальні за випуск: О.Г. Олешко, А.Б. Марченко. – Біла Церква : БНАУ, 2021. – С. 23–24.
2. Царалунга, В.В. Долголетие деревьев дуба и дубовых древостоев / В.В. Царалунга, А.В. Царалунга // Лесотехнический журнал. – 2017. – Воронеж. – № 1. – С. 25–33.
3. Сазонов А.А., Звягинцев В.Б. Биологический пожар в сосновых лесах // Лесное и охотничье хозяйство – 2016. – № 6. – С. 9–13.
4. Галынская, Н.А. Фитопатологическая оценка древесных растений и видовой состав патогенов в старинных парках Витебской области / Н.А. Галынская, И.М. Гаранович // Вісн. Укр. Тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2009. – № 1. – С. 17–30.
5. Шабнов, В.М. Фитопатологическое состояние зеленых насаждений дворцово-парковых ансамблей и меры по его улучшению в Санкт-Петербурге : автореф. дис. ... канд. с.х. наук : 06.01.11 / В.М. Шабнов ; ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова». – Санкт-Петербург, 2004. – 19 с.
6. Ярмолевич, В.А. Фитопатологическое состояние редких формаций широколиственных лесов в национальном парке «Беловежская пуца» / В.А. Ярмолевич, М.О. Середич, В.Б. Звягинцев, В.М. Арнольбик // Беловежская пуца. Исследования. – 2018. – Брест. – Выпуск 16. – С. 19–30.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ-УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

РЕСПУБЛИКА АЗЕРБАЙДЖАН

1. Республиканский центр развития детей и молодежи, Министерство науки и образования, г. Баку

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

1. ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», г. Минск
2. ГНУ «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
3. ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель
4. ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
5. ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
6. ГНУ «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель
7. ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
8. ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси», г. Брест
9. ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», г. Минск
10. Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита», аг. Ждановичи
11. ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники
12. ГПУ «Березинский биосферный заповедник», д. Домжерицы
13. ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща», аг. Каменюки
14. ГПУ «Национальный парк «Браславские озера», г. Браслав
15. ГПУ «Национальный парк «Припятский», аг. Лясковичи
16. ГУ «Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь», г. Минск
17. ГУО «Средняя школа № 93 г. Минска», г. Минск
18. Национальная академия наук Беларуси, г. Минск
19. РУП «Белгослес», г. Минск
20. УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», г. Минск
21. УО «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск
22. УО «Белорусский государственный университет», г. Минск
23. УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», г. Витебск
24. УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель
25. УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно

26. УО «Полесский государственный университет», г. Пинск

РЕСПУБЛИКА БОЛГАРИЯ

1. Софийски университет «Св. Климент Охридски», г. София

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

1. Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана, г. Уральск

РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА – ПРИДНЕСТРОВЬЕ

1. ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко», г. Тирасполь

РЕСПУБЛИКА СЕРБСКАЯ

1. Университет Баня-Луки (University of Banja Luka)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

1. БУ «Природный парк «Нумто», г. Белоярский
2. ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»
ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», г. Уфа
3. ГУ «Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий», г. Талдом
4. Институт биологии – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск
5. Институт леса – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск
6. Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты
7. Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна
8. НИУ «Высшая школа экономики», г. Москва
9. ООО «Нолинская лесопромышленная компания», г. Нолинск
10. Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал ФГБУН Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, г. Томск
11. ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Санкт-Петербург
12. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара
13. ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск
14. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва
15. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I», г. Воронеж

16. ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров
17. ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск
18. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург
19. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск
20. ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь
21. ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», г. Ижевск
22. ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск
23. ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (Томский филиал), г. Томск
24. ФГБУ «Государственный гидрологический институт», г. Санкт-Петербург
25. ФГБУ «Государственный природный заповедник «Полистовский», п. Бежаницы
26. ФГБУ «Национальный парк «Водлозерский», г. Петрозаводск
27. ФГБУ «Национальный парк «Паанаярви», пгт. Пяозерский
28. ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Сочи
29. ФГБУ «Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина», п/о Заповедное
30. ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук», г. Санкт-Петербург
31. ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук», г. Сыктывкар
32. ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва
33. ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук», п/о Успенское
34. ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук», г. Томск
35. ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук», г. Архангельск
36. ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук», г. Москва

ТУРЕЦКАЯ РЕСПУБЛИКА

1. Стамбульский университет Медениет (Istanbul Medeniyet University, History of Science Department), г. Стамбул
2. Университет Ахи-Эвран (Ahi Evran University), Киршахир

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГОУ – Государственное образовательное учреждение
- ГНПО – Государственное научно-производственное объединение
ГНУ – Государственное научное учреждение
ГПНИУ – Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение
ГПУ – Государственное природоохранное учреждение
ГУ – Государственное учреждение
ГУО – Государственное учреждение образования
РУП – Республиканское унитарное предприятие
УО – Учреждение образования
- БУ – Бюджетное учреждение
ГАНУ – Государственное автономное научное учреждение
ГБНУ – Государственное бюджетное научное учреждение
ГУ – Государственное учреждение
НИУ – Национальный исследовательский университет
ООО – Общество с ограниченной ответственностью
ФБУ – Федеральное бюджетное учреждение
ФГАОУ ВО – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
ФГБОУ ВО – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
ФГБУ – Федеральное государственное бюджетное учреждение
ФГБУН – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

УКАЗАТЕЛЬ ФАМИЛИЙ

АВТОРЫ МАТЕРИАЛОВ НА БЕЛОРУССКОМ ЯЗЫКЕ

Б		
Барсукова Т.Л.	13	
В		
Высоцкі Ю.І.	249	Вяршыцкая І.М. 13
Е		
Ермохін М.В.	13, 14	
К		
Кныш Н.В.	13	Комар С.А. 13
Комар А.Ю.	14	
Л		
Лукін В.В.	13	
М		
Марозава І.М.	249	Марозаў І.М. 249
П		
Пугачэўскі А.В.	13	Суднік А.У. 14

АВТОРЫ МАТЕРИАЛОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

А		
Абсалям Р.Р.	251	Алейников С.А. 333
Аверинова Е.А.	102	Алексеенок Ю.В. 18
Автушко С.А.	254	Антонович А.О. 256
Адамович Б.В.	104	Арепьева Л.А. 180
Адамович Т.А.	182	Арестова И.Ю. 259
Адамцевич Н.Ю.	134	Ашихмина Т.Я. 182
Б		
Бабков А.В.	152	Бисирова Э.М. 22, 40, 75
Баженова Н.М.	208	Блинковский Е.Д. 273
Байбар А.С.	261	Болсун И.М. 331
Баранов О.Ю.	57	Бондаренко А.С. 24
Барсукова Т.Л.	19	Бордок И.В. 109
Батуев В.И.	107	Бревдо Е.Ю. 185
Беломесяцева Д.Б.	52, 333	Бубнов А.А. 47,84
Белый П.Н.	243, 331	Булавко Г.И. 243
Беляева А.И.	196	
В		
Веревкина Е.Л.	264	Волкова Е.А. 280
Владимирова И.Н.	224	Волкова Н.В. 109
Вознячук И.П.	26, 221, 224, 267, 270, 328	Волошина Е.Р. 52
Вознячук Н.Л.	26, 323	Воронецкая А.Н. 188
Войтехов М.Я.	30	Высоцкий Ю.И. 112
Г		
Гаврилюк Е.А.	32	Говедар Зоран 37
Галанина О.В.	114	Голубков В.В. 275, 331
Гальвас А.Г.	311	Голушко Р.М. 224, 228
Гаранович И.М.	273	Гомолко А.А. 39, 306
Гарбарук Д.К.	191	Гринкевич В.Г. 273
Гашкова Л.П.	118	Гриц А.Н. 152
Гельтман Д.В.	11	Грищенко Н.Д. 121, 328
Геникова Н.В.	35	Груммо Д.Г. 132
Глазунов Ю.Б.	216	

Д		
Давидович Ю.С.	80	Дмитриченко А.А. 129
Дадашева Л.К.	277	Добронравина В.Н. 280
Дайнеко Н.М.	123	Добьш К.В. 139
Дашкевич М.М.	200	Домнина Е.А. 182
Демидко Д.А.	40	Дубовик Д.В. 282
Дерунков А.В.	43	
Е		
Егоров А.А.	45	Елекешева М.М. 166
Егоров А.Б.	47, 84	Еловичева Я.К. 287
Егошин А.В.	126	Ермоленкова Г.В. 139, 158
Ежов О.Н.	284	Ершов Д.В. 32
Ж		
Жданович С.А.	50	Жилинский Д.Ю. 98, 132
Жибуль А.А.	62	Жукова А.А. 104
З		
Заров Е.А.	129	Зимницкий В.А. 60
Звягинцев В.Б.	52, 336	Зуева Л.В. 150
Зеленкевич Н.А.	132	
И		
Иванова С.А.	150	Игнатовец О. С. 134
Ивановская С.И.	55,67	Ильючик М.А. 62
Иващенко Л.О.	57	Исаева Л.Г. 89
Ивкович В.С.	60	Исаченко Г.А. 65,193
Ивкович Е.Н.	254	Исаченко Т.Е. 193
К		
Каверин А.А.	129	Кориняк С.И. 205, 293
Каган Д.И.	55,67	Король Р.А. 241
Калюжный И.Л.	107	Королькова Е.О. 295
Кантерова А.В.	290	Кочерина Е.В. 219
Кантор К.В.	290	Кочнева А.А. 251
Катаева М.Н.	196	Кравчук В.В. 297
Качанович П.В.	200	Кравчук В.Г. 297
Керчев И.А.	70,75	Кравчук Л.А. 208
Кильчевский А.В.	159	Кренке А.Н. 261
Киреева Ю.А.	72	Кривец С.А. 75
Климович А. А.	134	Кубрак С.В. 159
Князева С.В.	32	Кузнецов О.Л. 136
Колбас А.П.	198, 200	Кукушкин С.Ю. 259
Колбас Н.Ю.	198, 200	Кулебякина Е.В. 299
Комар А.Ю.	18	Куликова Е.Я. 139
Константинов А.В.	203	Куприянов Д.А. 320
Копыльцова Е.В.	241	Кушневская Е.В. 280
Л		
Лавриненко И.А.	77, 141	Лебедько В.Н. 282
Лавриненко О.В.	77, 141	Левкович А.В. 302
Лазарь М.А.	174, 302	Лисенков С.А. 259
Лапшина Е.Д.	129	
М		
Мамлеева Э.Р.	231	Мойсейчик Е.В. 132
Масловский О.М.	174, 302	Мороз Е.Л. 304
Маховик И.В.	109	Морозов И.М. 112
Мейсурова А.Ф.	185, 211	Москаленко Н.В. 144
Мержвинский Л.М.	112	Моцный В.В. 39, 306
Милько Л.В.	159	Мошников С.А. 35
Миркина Е.В.	205	

Н		
Невечёра В.С.	180	Новаковский А.Б. 147
Неронова Я.А.	35	Нотов А.А. 149, 211
Нестюк А.М.	270, 323	Нотов В.А. 149
О		
Олейникова Е.М.	308	Опекунов А.Ю. 259
Олешук Е.Н.	152	Опекунова М.Г. 259
П		
Павлюченкова Л.Н.	47, 84	Понтус А.Р. 80, 158
Падутов А.В.	203	Попко О.В. 139
Падутов В.Е.	55	Попов А.Г. 83
Пантелеев С.В.	57, 203	Постников А.М. 47, 84
Панюков А.Н.	147	Потапенко А.М. 144
Пац Е.Н.	75	Прасол В.П. 205
Пересторонина О.Н.	311	Придача В.Б. 87
Петров В.Н.	132, 313	Протасова А.В. 299
Петрушина М.Н.	317	Пугачевский А.В. 213
Пинчук А.Г.	52	Пузаченко М.Ю. 261
Писарчук Н.М.	320	Пучило А.В. 80
Полячок Т.С.	323	Пушкин А.А. 156
Р		
Резников А.И.	65	Ручинская Е.В. 326
Роговский Н.М.	132	Рыбакова Н.А. 216
Романова М.Л.	80, 158	Рыбко Н.Г. 174
Рудаковский И.А.	328	Рябов Н.С. 89
Русецкий С.Г.	98, 139	
С		
Савина Н.В.	159	Сердюкова В.Д. 205
Савиных Н.П.	311	Сидоренко А.В. 290
Савицкая К.Л.	161, 228	Сидорова О.В. 219
Савчук С.С.	282	Сиземская М.Л. 92
Садковская А.И.	164	Скуратович А.Н. 282
Сазонова Т.А.	87	Смирнова М.А. 168
Сазыкина М.Ю.	231	Смулова Над.В. 96
Сак М.М.	152	Смулова Нат.В. 96
Салук С.В.	43	Совастей О.Г. 134
Сандлерский Р.Б.	261	Созинов О.В. 164
Сапанов М.К.	92, 165	Сомов В.В. 259
Свирид А.А.	313	Старикова Л.И. 94
Севрук П.В.	156	Степанович И.М. 328
Сеглин В.Н.	241	Судник А.В. 26, 155, 221, 224, 228, 328
Сельчук Ф.	333	
Семин Д.Е.	87	Сысой И.П. 170, 174, 302
Т		
Тарелкина Т.В.	87	Толкачёва Н.В., 144
Телеш А.Д.	52	Торбенко А.Б. 112
Тесля Д.В.	35	Трофимова Н.В. 231
Тимашкова А.В.	320	Туманик Н.В. 87
Тимонов А.С.	182	Турчин Л.М. 173
Тимофеев С.Ф.	123	
У		
Углянец А.В.	191	Усик А.В. 152
Ф		
Феськова Е. В.	134	

Х		
Хлебников В.Ф.	96	Храмцов В.Н. 280
Хозяшева Ю.Д.	94	Христюк-Макарова Я.А. 174, 302
Хох А.Н.	234	
Ц		
Цвирко Р.В.	98	Цуриков А.Г. 331
Ч		
Черненко П.А.	114	Чумаков Л.С. 174, 302
Чернова Н.А.	75	Чуракова Е.Ю. 219
Ш		
Шабашова Т.Г.	333	Шиманович Р.В. 174, 302
Шавалда Е.С.	18, 224, 236	Шумак С.В. 191
Шамаль Н.В.	241	
Я		
Яковлев А.П.	243	Ярмош В.Г. 336
Яновский А.А.	208	Яцына А.П. 333
М		
Mihaylova V.	18	

АВТОРЫ МАТЕРИАЛОВ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

D		Y
Davidovich Y.S.	178	Yavuz M. 246

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	7
МОНИТОРИНГ ПАМЯТИ: ВОСПОМИНАНИЯ О ПРИПЯТСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (1972–1980)	11
МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ	
Ермохін М.В., Комар С.А., Вяршыцкая І.М., Кныш Н.В., Лукін В.В., Барсукова Т.Л., Пугачэўскі А.В. КЛАСІФІКАЦЫЯ І КРЫТЭРЫІ ВЫДЗЯЛЕННЯ ПЕРШАБЫТНЫХ ЛЯСОЎ БЕЛАРУСІ ...	13
Комар А.Ю., Ермохін М.В., Суднік А.У. АНАЛІЗ ДЫНАМІКІ ТЫПАЎ ЛЕСУ НА ВЕРХАВЫХ БАЛОТАХ ПАСЛЯ АСУШЭННЯ НА АСНОВЕ ДЫНАМІКІ ПРЫРОСТА ДРЭЎ ХВОІ ПА ДЫЯМЕТРЫ	14
Алексеенок Ю.В., Шавалда Е.С., Комар А.Ю., Mihaylova V. БИОМОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ НАЛИБОКСКОЙ ПУЩИ	18
Барсукова Т.Л. ДУБ КРАСНЫЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ БЕЛАРУСИ	19
Бисирова Э.М. ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО, ПОВРЕЖДЕННЫХ СОЮЗНЫМ КОРОЕДОМ	22
Бондаренко А.С. УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ	24
Вознячук И.П., Судник А.В., Вознячук Н.Л. ПОТЕНЦИАЛ ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ИХ В СТАТУСЕ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ИЛИ РЕДКИХ БИОТОПОВ	26
Войтехов М.Я. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЧЕРНОЙ ОЛЬХИ (ALNUS GLUTINOSA) В РАЗНЫХ БИОТОПАХ ПОСЛЕ ПОВТОРНОГО ОБВОДНЕНИЯ РАНЕЕ ОСУШЕННОГО УЧАСТКА ДУБНЕНСКОГО ЛЕСО-БОЛОТНОГО МАССИВА (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	30
Гаврилюк Е.А., Князева С.В., Ершов Д.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ НАЗЕМНЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНОВ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	32
Геникова Н.В., Тесля Д.В., Неронова Я.А., Мошников С.А. РЕАКЦИЯ ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА И ХВОЙНОГО ПОДРОСТА НА ЧЕРЕСПЛОСНУЮ РУБКУ СОСНЯКА ЧЕРНИЧНОГО (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)	35
Говедар Зоран РУКОВОДСТВО ПО СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ СЕРБСКОЙ (2023–2032 ГГ.) С ОСОБЫМ ОТНОШЕНИЕМ К ОХРАНЯЕМЫМ ЛЕСНЫМ ТЕРРИТОРИЯМ	37
Гомолко А.А., Моцный В.В. О НОВОЙ ТОЧКЕ ПРОИЗРОСТАНИЯ ПАЛЬЧАТОКОРЕННИКА МАЙСКОГО (DASTYLORHIZA MAJALIS) В БЕЛАРУСИ	39

Демидко Д.А., Бисирова Э.М. ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА	40
Дерунков А.В., Салук С.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПРОКСИЛЬНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО И ТРОПИЧЕСКОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ БЕЛАРУСИ И ВЬЕТНАМА)	43
Егоров А.А. НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА ПО ТИПОЛОГИИ ЛЕСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО МОНИТОРИНГА	45
Егоров А.Б., Павлюченкова Л.Н., Бубнов А.А., Постников А.М. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕРЕЗОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА МАГНУМ	47
Жданович С.А. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И МЕРЫ ПО ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ	50
Звягинцев В.Б., Беломесяцева Д.Б., Волошина Е.Р., Пинчук А.Г., Телеш А.Д. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ НЕОАРЕАЛОВ ФИТОПАТОГЕНОВ КАК СОВРЕМЕННАЯ ОСНОВА ПРОГНОЗА И СДЕРЖИВАНИЯ ИНВАЗИЙ	52
Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е. ВЛИЯНИЕ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И СТРУКТУРУ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПОДЗОНЕ ШИРОКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ	55
Иващенко Л.О., Пантелеев С.В., Баранов О.Ю. РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ПРАЙМЕРОВ НА ОСНОВЕ 16S рРНК ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПАТОГЕНОВ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД БЕЛАРУСИ	57
Ивкович В.С., Зимницкий В.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ВЫСОКОВОЗРАСТНОГО ДРЕВОСТОЯ ЕЛЬНИКА ДОЛГОМОШНОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА	60
Ильючик М.А., Жибуль А.А. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ	62
Исаченко Г.А., Резников А.И. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТАЙГИ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА	65
Каган Д.И., Ивановская С.И. МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ООПТ (НА ПРИМЕРЕ НП «ПРИПЯТСКИЙ»)	67
Керчев И.А. МОНИТОРИНГ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ КЕДРА СИБИРСКОГО В ОЧАГАХ СОЮЗНОГО КОРОЕДА С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА	70
Киреева Ю.А. ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ПОЛЕССКО-ПРИДНЕПРОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОКРУГА ПОДЗОНЫ ШИРОКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫХ ЛЕСОВ	72
Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. НОВЕЙШИЕ СУКЦЕССИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ	75

Лавриненко О.В., Лавриненко И.А. ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРОГНОЗ СОСТОЯНИЯ ОСТРОВНЫХ ЕЛЬНИКОВ В ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ	77
Понтус А.Р., Пучило А.В., Романова М.Л., Давидович Ю.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНАЩЕННЫХ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫМИ И МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА	80
Попов А.Г. ИНТРОДУЦЕНТЫ ЦЕННЫХ 5-ХВОЙНЫХ ВИДОВ СОСЕН В ДЕНДРОАРХИВАХ ПИТОМНИКА «КЕДР» ИМКЭС СО РАН	83
Постников А.М., Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н. ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ СМЕНЫ ПОРОД С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ	84
Придача В.Б., Сазонова Т.А., Тарелкина Т.В., Семин Д.Е., Туманик Н.В. УГЛЕРОДНЫЙ И ВОДНЫЙ ОБМЕН ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СРЕДНЕТАЕЖНОГО СОСНЯКА ЧЕРНИЧНОГО	87
Рябов Н.С., Исаева Л.Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЕЛОВОГО ФИТОЦЕНОЗА В СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ПО ДАННЫМ ДВУХ ПЕРИОДОВ НАБЛЮДЕНИЙ	89
Сиземская М.Л., Сапанов М.К. МОНИТОРИНГ СОХРАННОСТИ И СПОНТАННОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ПОЛУПУСТЫНЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ	92
Старикова Л.И., Хозяшева Ю.Д. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ПОВИЛОБЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»	94
Хлебников В.Ф., Смулова Над.В., Смулова Нат.В. ВЛИЯНИЕ ROBINIA PSEUDOACASIA L. НА СТРУКТУРУ ДУБРАВ ПРИДНЕСТРОВЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ДРЕВОСТОЕВ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ УРОЧИЩА ПОПОВО ГРИГОРИОПОЛЬСКОГО РАЙОНА)	96
Цвирко Р.В., Русецкий С.Г., Жилинский Д.Ю. ВЛИЯНИЕ ВИЛЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ЛЕСНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ	98
МОНИТОРИНГ ЛУГОВОЙ, БОЛОТНОЙ И ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ И ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ	
Аверинова Е.А. К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ТРАВЯНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УРОЧИЩА «ОСТРАСЬЕВЫ ЯРЫ» (ЗАПОВЕДНИК «БЕЛОГОРЬЕ») И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ	102
Адамович Б.В., Жукова А.А. БУФЕРНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЛУПОГРУЖЕННЫХ МАКРОФИТОВ В ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ	104
Батуев В.И., Калюжный И.Л. МИКРОРЕЛЬЕФ МЕЗООЛИГОТРОФНОГО БОЛОТА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА ...	107
Бордок И.В., Маховик И.В., Волкова Н.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ БРУСНИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	109

Высоцкий Ю.И., Мерзвинский Л.М., Морозов И.М., Торбенко А.Б. РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В ГЛУБОКСКОМ РАЙОНЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ	112
Галанина О.В, Черненко П.А.2 ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ ВРЕМЕННОГО ЗАТОПЛЕНИЯ (ДАРВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК)	114
Гашкова Л.П. МОНИТОРИНГ ПОСТПИРОГЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕРХОВОГО БОЛОТА ...	118
Грищенко Н.Д. МОНИТОРИНГ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	121
Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ДИНАМИКУ УРОЖАЙНОСТИ ЛУГОВЫХ АССОЦИАЦИЙ ПОЙМЫ РЕКИ СОЖ	123
Егошин А.В. МОНИТОРИНГ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	126
Заров Е.А., Дмитриченко А.А., Каверин А.А., Лапшина Е.Д. ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ДОЛГОСРОЧНОГО МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА НАУЧНО- ПОЛЕВОЙ СТАНЦИИ МУХРИНО (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)	129
Зеленкевич Н.А., Жилинский Д.Ю., Груммо Д.Г., Мойсейчик Е.В., Петров В.Н., Роговский Н.М. ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТА «СЕРЖИЦКИЙ МОХ»	132
Климович А. А., Игнатовец О. С., Феськова Е. В., Адамцевич Н.Ю., Совастей О.Г. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПУПАВКИ БЛАГОРОДНОЙ (СНАМАЕМЕЛУМ NOBILE (L.) ALL) НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА БЕЛАРУСИ	134
Кузнецов О.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ БОТАНИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОРФОВ В РЕКОНСТРУКЦИИ ДИНАМИКИ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ	136
Куликова Е.Я., Русецкий С.Г., Ермоленкова Г.В., Добыш К.В., Попко О.В. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ	139
Лавриненко И.А., Лавриненко О.В. ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И МЕСТООБИТАНИЙ ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ТУНДР	141
Москаленко Н.В., Потапенко А.М., Толкачёва Н.В., Машков И.А., Серенкова В.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И СПОСОБЫ ИХ РЕАБИЛИТАЦИИ	144
Новаковский А.Б., Панюков А.Н. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТУНДРОВОГО ФИТОЦЕНОЗА ПОСЛЕ АГРОИСПОЛЬЗОВАНИЯ	147
Нотов А.А., Нотов В.А., Иванова С.А., Зуева Л.В. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛЕМОХОРОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ КАК КОМПОНЕНТ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИОННОЙ ФРАКЦИИ ФЛОРЫ	149

Олешук Е.Н., Сак М.М., Гриц А.Н., Бабков А.В., Усик А.В. ОЦЕНКА ПРИЧИН РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ г. МИНСКА	152
Пушкин А.А., Судник А.В., Севрук П.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОС ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ	155
Романова М.Л., Понтус А.Р., Ермоленкова Г.В., Червань А.Н. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГЕОСИСТЕМ ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ	158
Савина Н.В., Кубрак С.В., Милько Л.В., Кильчевский А.В. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ МАРКИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛОРУССКОЙ ФЛОРЫ	159
Савицкая К. Л. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ БЕЛАРУСИ	161
Садковская А.И., Созинов О.В. ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ПОБЕГОВ VACCINIUM VITIS-IDAEA L. НА ВОЗРАСТНОМ ГРАДИЕНТЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЯКА МШИСТОГО (PINETUM PLEUROZIOSUM)	164
Сапанов М.К., Елекешева М.М. ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЯСЕНЯ ПЕНСИЛЬВАНСКОГО В ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РЕКИ УРАЛ	165
Смирнова М.А. ПОЙМЕННЫЕ ЛУГОВЫЕ СООБЩЕСТВА РЕКИ МЕЗЕНЬ (НА ОТРЕЗКЕ ДЕР. ЧУЧЕПАЛА – Г. МЕЗЕНЬ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)	168
Сысой И.П. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ	170
Турчин Л.М. ЧУЖЕРОДНЫЕ ВРЕДОНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	173
Чумаков Л.С., Масловский О.М., Сысой И.П., Лазарь М.А., Христюк-Макарова Я.А., Шиманович Р.В., Рыбко Н.Г. ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В БЕЛАРУСИ	174
Davidovich Y.S. THE USE OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN STUDYING SOIL AND VEGETATION COVER PROPERTIES ACCORDING TO THE DATA OF REMOTE SENSING OF THE EARTH IN THE THERMAL WAVELENGTH RANGE	178
МОНИТОРИНГ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ТЕХНОГЕННО НАГРУЖЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
Арепьева Л.А., Невечёра В.С. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ACER NEGUNDO L. В АНТРОПОГЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ГОРОДА КУРСКА	180
Ашихмина Т.Я., Домнина Е.А., Тимонов А.С., Адамович Т.А. О МОНИТОРИНГЕ ЗАРАСТАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ	182

Бревдо Е.Ю., Мейсурова А.Ф. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ПИГМЕНТОВ У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МХОВ И ЛИШАЙНИКОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ ...	185
Воронецкая А.Н. НАКОПЛЕНИЕ 137CS СЪЕДОБНЫМИ ГРИБАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ	188
Гарбарук Д.К., Углянец А.В., Шумак С.В. РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	191
Исаченко Т.Е., Исаченко Г.А. МОНИТОРИНГ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	193
Катаева М.Н., Беляева А.И. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ	196
Колбас А.П., Колбас Н.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП БИОРЕМЕДИАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА)	198
Колбас А.П., Колбас Н.Ю., Дашкевич М.М., Качанович П.В. МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНЫХ ГЕОЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА	200
Константинов А.В., Пантелеев С.В., Падутов А.В. САНИТАРНО-ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	203
Кориняк С.И., Миркина Е.В., Прасол В.П., Сердюкова В.Д. АНАМОРФНЫЕ МИКРОМИЦЕТЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В РЕСПУБЛИКАНСКОМ БИОЛОГИЧЕСКОМ ЗАКАЗНИКЕ «СТИКЛЕВО»	205
Кравчук Л.А., Яновский А.А., Баженова Н.М. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ГОРОДАХ	208
Мейсурова А.Ф., Нотов А.А. СОПРЯЖЕННЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ИНДИКАТОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИШАЙНИКОВ	211
Пугачевский А.В. ПРОБЛЕМНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ, ПРИВОДЯЩИХ К УНИЧТОЖЕНИЮ И/ЛИ ПОВРЕЖДЕНИЮ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	213
Рыбакова Н.А., Глазунов Ю.Б. ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ	216
Сидорова О.В., Чуракова Е.Ю., Кочерина Е.В. МОНИТОРИНГ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА	219
Судник А.В., Вознячук И.П. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЙ г. МИНСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ .	221
Судник А.В., Вознячук И.П., Шавалда Е.С., Владимирова И.Н., Голушко Р.М. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ МИНСКОЙ	224

КОЛЬЦЕВОЙ АВТОДОРОГИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 20-ЛЕТНИХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	
Судник А.В., Савицкая К.Л., Голушко Р.М. СОСТОЯНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОММУНИКАЦИЙ	228
Трофимова Н.В., Сазыкина М.Ю., Мамлеева Э.Р. К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)	231
Хох А.Н. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ В СОЧЕТАНИИ С ФОРМАЛЬНЫМ НЕЗАВИСИМЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ АНАЛОГИЙ КЛАССОВ	234
Шавалда Е.С. ФОРМИРОВАНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ Г. МИНСКА И МИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПОЗИЦИИ «ВЫЕМКА»	236
Шамаль Н.В., Король Р.А., Сеглин В.Н., Копыльцова Е.В. ЗАПАС И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ В ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ПГРЭЗ	241
Яковлев А.П., Булавко Г.И., Белый П.Н. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ ЩЕЛОЧНОЙ ПРИРОДЫ В БЕЛАРУСИ: ИСТОЧНИКИ, НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ, СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ	243
Yavuz M. MONITORING OF AIR POLLUTION ON XANTHORIA PARIETINA (L.) TH.FR IN ISTANBUL	246
МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ	
Марозаў І.М., Высоцкі Ю.І., Марозава І.М. РЭІНТРАДУКЦЫЯ ANEMONE SYLVESTRIS НА БЕЛАРУСКІМ ПААЗЕР'І	249
Абсалямов Р.Р., Кочнева А.А. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ...	251
Автушко С.А., Ивкович Е.Н. МОНИТОРИНГОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА VOTRUSNIASEAE NORAN. В БЕРЕЗИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ	254
Антонович А.О. ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ РОДА АМАНИТА В МИКОБИОТЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ БЕЛАРУСИ	256
Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Сомов В.В., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В КАЛЬДЕРЕ ВУЛКАНА ГОЛОВНИНА (ЗАПОВЕДНИК «КУРИЛЬСКИЙ»)	259
Байбар А.С., Пузаченко М.Ю., Сандлерский Р.Б., Кренке А.Н. ИНВАРИАНТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ПОКРОВА (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ)	261
Веревкина Е.Л. ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО» (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	264

Вознячук И.П. ПРОГНОЗ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ИХ ПОПУЛЯЦИЙ И ЭКОЛОГО- ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ В ГРАНИЦАХ БЕЛАРУСКОГО АРЕАЛА	267
Вознячук И.П., Нестюк А.М. ВОПРОСЫ СОХРАНЕНИЯ, УХОДА, СОДЕРЖАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ САДОВО-ПАРКОВОГО НАСЛЕДИЯ БЕЛАРУСИ	270
Гаранович И.М., Гринкевич В.Г., Блинковский Е.Д. ВИДОВОЙ СОСТАВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКА ДРУЖБЫ НАРОДОВ	273
Голубков В.В. МОНИТОРИНГ <i>LEPTOGIUM RIVULARE</i> (ACH) MONT. В БЕЛАРУСИ	275
Дадашева Л.К. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ <i>TULIPA L.</i>	277
Добронравина В.Н., Волкова Е.А., Храмцов В.Н., Кушневская Е.В. ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НИЖНИХ ЯРУСОВ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЗАКАЗНИКА «ОЗЕРО ЩУЧЬЕ» (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ) В 2011–2022 ГГ.	280
Дубовик Д.В., Лебедько В.Н., Савчук С.С., Скуратович А.Н. МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛОРЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»	282
Ежов О.Н. АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГРИБЫ НА ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ, ВСТРЕЧАЕМОСТЬ, ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И НОВЫЕ ДАННЫЕ	284
Еловичева Я.К. ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО В СРАВНЕНИИ С СОВРЕМЕННЫМ ЕЕ СОСТОЯНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»)	287
Кантерова А.В., Кантор К.В., Сидоренко А.В. ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ – ПРЕДСТАВИТЕЛИ МИКОБИОТЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ИЗ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ	290
Кориняк С.И. ГРИБЫ РОДА <i>RHYLLOSTICTA</i> В ДУБРАВАХ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ВЫДРИЦА»	293
Королькова Е.О. МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ЛУГОВ ПОЛИСТОВСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)	295
Кравчук В.В., Кравчук В.Г. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ МЕДУНИЦЫ МЯГОНЬКОЙ	297
Кулебякина Е.В., Протасова А.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИЙ «В ПОИСКАХ КАЛИПСО» НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ (НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ «ВОДЛОЗЕРСКИЙ» И «ПААНАЯРВИ»)	299
Масловский О.М., Левкович А.В., Сысой И.П., Христюк-Макарова Я.А., Чумаков Л.С., Лазарь М.А., Шиманович Р.В. МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ	302

Мороз Е.Л. ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ О МИКСОМИЦЕТАХ (МУХОМУСЕТЕС) НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ» (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)	304
Моцный В.В., Гомолко А.А. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ДОМИНИРОВАНИЕМ РОБИНИИ ЛЖЕАКАЦИИ (ROBINIA PSEUDOACACIA L.) НА ТЕРРИТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕЛОВАЯ ГОРА»	306
Олейникова Е.М. ВИТАЛИТЕННАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ВИДА	308
Пересторонина О.Н., Савиных Н.П., Гальвас А.Г. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «БЕЛАЕВСКИЙ БОР» (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	311
Петров В.Н., Свирид А.А. ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	313
Петрушина М.Н. МОНИТОРИНГ СУБСРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ ЛАНДШАФТОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «УТРИШ»	317
Писарчук Н.М., Куприянов Д.А., Тимашкова А.В. ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ОСВЕЙСКИЙ» НА ПРОТЯЖЕНИИ ПОСЛЕДНИХ 12 000 ЛЕТ	320
Полячок Т.С., Нестюк А.М., Вознячук Н.Л. СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО КОМПЛЕКСА УСАДЬБЫ ХРЕПТОВИЧЕЙ В АГРОГОРОДКЕ ЩОРСЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА	323
Ручинская Е.В. СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕЛОВИЦКИЕ СКЛОНЫ» (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)	326
Судник А.В., Вознячук И.П., Грищенко Н.Д., Степанович И.М., Рудаковский И.А. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ» КАК ОСНОВА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ДАННОЙ ООПТ	328
Цуриков А.Г., Голубков В.В., Белый П.Н., Болсун И.М. ЛИШАЙНИКИ РОДА ВРУОRІА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ПРИПЯТСКИЙ»	331
Шабашова Т.Г., Беломесяцева Д.Б., Яцына А.П., Алейников С.А., Сельчук Ф. МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ГРИБОВ В БЕЛАРУСИ	333
Ярмош В.Г., Звягинцев В.Б. МОНИТОРИНГ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕНДРОФЛОРЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАРКОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ	336
СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ-УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ	339
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	342
УКАЗАТЕЛЬ ФАМИЛИЙ	343

Навуковае выданне

Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету

Матэрыялы

VI Міжнароднай навуковай канферэнцыі
(9–13 кастрычніка 2023 г., Мінск – Ляскавічы, Беларусь)

За змест матэрыялаў нясуць адказнасць аўтары артыкулаў.

Адказы за выпуск І. П. Вазнячук
Рэдактар Т. С. Палячок

Падпісана да друку 19.09.2023. Фармат 60,84/8.
Папера афсетная. Друк лічбавы. Ум. друк. арк. 42,62
Ул.-выд. арк. 25,20. Тыраж 150 экз. Заказ 330.

РУП «Інфармацыйна-вылічальны цэнтр
Міністэрства фінансаў Рэспублікі Беларусь».
Пасведчанні аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца,
вытворцы, распаўсюджвальніка друкаваных выданняў
№ 1/161 ад 27.01.2014, № 2/41 ад 29.01.2014.
Вул. Кальварыйская, 17, 220004, г. Мінск.