



**V Міжнародная  
навуковая  
канферэнцыя  
«МАНІТОРЫНГ  
І АЦЭНКА СТАНУ  
РАСЛІННАГА СВЕТУ»  
8-12 кастрычніка 2018  
Мінск - Белавежская пушча  
Беларусь**

# МАТЭРЫЯЛЫ



**Нацыянальная акадэмія навук Беларусі**

**Кіраўніцтва справамі Прэзідэнта  
Рэспублікі Беларусь**

**Міністэрства прыродных рэсурсаў  
і аховы навакольнага асяроддзя  
Рэспублікі Беларусь**

**Міністэрства лясной гаспадаркі  
Рэспублікі Беларусь**

**ДзНУ «Інстытут эксперыментальнай батанікі  
імя В.Ф.Купрэвіча нацыянальнай  
акадэміі навук Беларусі»**

**УА «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт»**

**Лесаўпарадкавальнае РУП «Белдзяржлес»**

**ДзПУ «Нацыянальны парк «Белавежская пушча»**

**МАНІТОРЫНГ І АЦЭНКА СТАНУ  
РАСЛІННАГА СВЕТУ**

**МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА**

**VEGETATION MONITORING  
AND ASSESSMENT**

**Прысвячаецца 90-годдзю  
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі і  
25-годдзю Нацыянальнай сістэмы маніторынгу  
навакольнага асяроддзя ў Рэспубліцы Беларусь**

**Мінск "Колорград" 2018**

УДК 502.175:[502.211:582](082)  
ББК 20.18я43  
М23

*Рэдакцыйная калегія:*

кандыдат біялагічных навук А.В. Пугачэўскі (адказны рэдактар),  
кандыдат біялагічных навук І.П. Вазнячук (адказны рэдактар), кандыдат біялагічных навук А.У. Суднік,  
І.М. Вяршыцкая, А.М. Бабіч, М.Л. Вазнячук

**Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету /** Матэрыялы V Міжнароднай навуковай канферэнцыі.  
Мінск - Белавежская пушча, 8 - 12 кастрычніка 2018 г. — Мінск: «Колорград», 2018. — 301 с.

В сборник включены материалы V Международной научной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира». Всего представлено 115 материалов 241 автора из 70 организаций и ведомств, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений, заповедников и национальных парков Абхазии, Беларуси, Казахстана, Сербии, США, России, Турции, Украины и Швеции.

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.

У зборнік уключаны матэрыялы V Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Маніторынг і ацэнка стану расліннага свету». Усяго пададзена 115 матэрыялаў 241 аўтара з 70 арганізацый і ведамстваў, навукова-даследчых і вышэйшых навучальных устаноў, заповеднікаў і нацыянальных паркаў Абхазіі, Беларусі, Казахстана, Сербіі, ЗША, Расіі, Турцыі, Украіны і Швецыі.

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 нагрузкі і шляхі іх вырашэння. Значная частка пададзеных працаў прысвечана праблемам аховы навакольнага асяроддзя і выкарыстання рэсурсаў расліннага свету.

Materials of V International scientific conference “Vegetation Monitoring and Assessment”. The book consists of 115 reports 241 authors from 70 scientific and educational organizations of Abkhazia, Belarus, Kazakhstan, Serbia, the USA, Russia, Turkey, Ukraine and Sweden, working in field of vegetation monitoring, nature conservation, forestry.

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 978-985-596-195-7

© Дзяржаўная навуковая установа  
«Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча  
Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі», 2018  
© Афармленне. ТАА «Колорград», 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Последние десятилетия, ставшие переломными для человечества в социально-политическом и технологическом отношениях, принесли с собой множество изменений и проблем в сферу природопользования и охраны природы. Тенденции, имеющие место в природе и обществе, требуют регулярного контроля состояния окружающей природной среды, важнейшей составляющей которой является растительный мир. Хотя уровень техногенного воздействия на леса, болота, луга, воды на территории Республики Беларусь, как и большинства стран бывшего СССР, в прошедшие 20–25 лет заметно снизился, трансформация природной растительности продолжается в результате изменения климата, глобализации, развития инфраструктуры, инвазий чужеродных организмов, радикальных изменений в структуре землепользования, интенсификации лесопользования. Эти процессы, различные по интенсивности, масштабам, направленности, требуют постоянного наблюдения и своевременного реагирования на их негативные проявления. Растет потребность в информации о состоянии флоры, растительности и растительных ресурсов для обоснования управленческих и проектных решений. Мониторинг становится главным инструментом оценки эффективности ограничений и запретов, установленных в отношении особо охраняемых природных территорий и отдельных объектов растительного мира. 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. В Республике Беларусь мониторинг растительного мира является одним из компонентов Национальной системы мониторинга окружающей среды, которая в 2018 году отмечает свое 25-летие. Мониторинг растительного мира представляет собой целостную взаимосвязанную упорядоченную систему наблюдений за состоянием, динамикой и прогнозирования изменений объектов растительного мира и средой их произрастания под воздействием природных и антропогенных факторов. Итогом функционирования и развития системы мониторинга является обеспечение информационных потребностей различных целевых групп (органы государственного управления, местные исполнительные и распорядительные органы, общественность), в том числе, своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния флоры, растительности и ресурсов растительного мира 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 прошедшие 20 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 Беларуси.

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 ГНУ «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 5 крупных международных научных конференции (в 1998, 2003, 2008, 2013 и 2018 гг.):

– 7–9 апреля 1998 г. состоялась первая из этого ряда 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, научных и образовательных учреждения, заповедники, национальные парки. 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 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси» состоялась II Международная научно-практическая конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного покрова». Организаторами конференции 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 Международная научная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», посвященная 80-летию Национальной академии наук Беларуси. На проведение конференции была выделена финансовая помощь Фондом Центрально-Европейской инициативы. Организаторами конференции выступили 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. Эта конференция подвела первые итоги развития систем и методов мониторинга растительных организмов и их сообществ.

– 30 сентября – 4 октября 2013 г. организована и проведена IV Международная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», которая состоялась на базе ГПУ «Национальный парк «Браславские озера». Конференция была организована с целью 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 явилось обобщение результатов мониторинга растительности, 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. организована V Международная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира», на базе ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуца». Для участия в работе конференции зарегистрировались 241 человек, которые представляют 70 ведомств, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений, заповедников и национальных парков Абхазии, Беларуси, Казахстана, Сербии, Соединенных Штатов Америки (Миннесота), России, Турции, Украины и Швеции. Материалы данной конференции опубликованы в этом сборнике. Конференция наметила пути развития систем и методов мониторинга растительного мира в условиях бурного развития информационных и дистанционных технологий, а также новых вызовов, порожденных развитием цивилизации, климата, биосферы.

Оргкомитет выражает сердечную признательность Председателю Президиума Национальной академии наук Беларуси Владимиру Григорьевичу ГУСАКОВУ и академику-секретарю Отделения биологических наук Национальной академии наук Беларуси Михаилу Ефимовичу НИКИФОРОВ, Министру природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Андрею Павловичу ХУДЫКУ и заместителю Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь Александру Николаевичу Корбуту, Министру лесного хозяйства Республики Беларусь Виталию Александровичу ДРОЖЖЕ, заместителю Управляющего делами Президента Республики Беларусь Андрею Валериевичу Стрелецкому, проректору по научной работе Белорусского государственного университета Василию Григорьевичу Сафонову, Генеральному директору республиканского унитарного предприятия «Белгослес» Андрею Алексеевичу КОЗАКУ, Генеральному директору государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Беловежская пуца» Александру Васильевичу БУРОМУ 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 V Международной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира»!

Стратегической целью государственной политики в области охраны окружающей среды в соответствии с Конституцией Республики Беларусь является достижение более высокого ее качества, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни населения, устойчивое социально-экономическое развитие страны.

Для контроля качества окружающей среды необходима организация длительных и регулярных наблюдений за ее состоянием, что обусловлено проявлением значительного числа актуальных экологических проблем: изменения климата, рост рекреации, развитие инфраструктуры, последствия крупномасштабных проектов по преобразованию природы, распространение чужеродных организмов, изменения в структуре землепользования и т.д. Информация о состоянии растительных ресурсов, охраняемых природных объектах, основанная на адекватных современных методах их оценки, является обязательным условием принятия научно обоснованных управленческих и проектных решений. И роль ученых в этом -главная.

Экологический мониторинг, наземный и дистанционный, становится главным инструментом оценки эффективности мер по защите окружающей среды. В соответствии с действующим природоохранным законодательством Национальная академия наук Беларуси в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь организует и проводит мониторинговые наблюдения в части биологического разнообразия, включая мониторинг растительного мира, мониторинг животного мира, комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях. Мониторинг отдельных типов растительности, видов и ресурсов растений проводится во всех странах Европы и в России, но только в Беларуси данные исследования интегрированы в единую государственную систему и носят регулярный характер, что высоко оценено исследователями разных стран.

От имени Национальной академии наук Беларуси желаю Вам, уважаемые коллеги, успешной и плодотворной работы. Уверен, что обмен знаниями, опытом, мнениями, который будет происходить во время заседаний и в кулуарах конференции, будут способствовать не только развитию науки и практики, но послужит дальнейшему сплочению научного сообщества участников конференции в вопросах рационального природопользования, сохранения биоразнообразия, обеспечения средообразующих и социально-значимых функций растительности в условиях тотального антропогенного воздействия и изменения климата.

Академик-секретарь Отделения биологических наук  
Национальной академии наук Беларуси, академик



М.Е. Никифоров

**ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО  
МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И  
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧАСТНИКАМ V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА»**

Мониторинг растительного мира выступает в качестве одного из основных инструментов, позволяющих объективно оценивать тенденции изменения состояния объектов растительного мира и среды их произрастания, выявлять угрозы функционирования экосистем, разрабатывать предложения по регулированию режимов охраны и использования мест произрастания объектов растительного мира, а также своевременно принимать управленческие решения.

Данные, полученные в рамках этого вида мониторинга, также позволяют оценивать эффективность выполнения природоохранных программ, планов действий и проектов в области сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, международных обязательств, принятых Республикой Беларусь в отношении природоохранных конвенций и соглашений.

Вопросу проведения мониторинга растительного мира и использования его данных уделяется особое внимание на уровне Правительства Республики Беларусь. Свидетельством тому является реализация подпрограммы 5 «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016 - 2020 годы.

Проведение в Беларуси V Международной научной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира» является еще одним подтверждением значимости этого направления работы.

В заключение хотелось бы пожелать успехов работе конференции и призвать ее участников консолидировать свой опыт и знания для обеспечения сохранения разнообразия видов растений и устойчивого использования их ресурсов.

Заместитель Министра природных  
ресурсов и охраны окружающей среды  
Республики Беларусь



А.Н.Корбут

**ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО**  
**МИНИСТРА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧАСТНИКАМ V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**  
**«МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА»**

Уважаемые участники конференции, коллеги!

Для меня большая честь и приятный долг приветствовать вас от имени многотысячного коллектива белорусских лесоводов.

Лесоводов из разных стран мира объединяет особое, оптимистичное отношение к жизни, любовь к природе, преданность избранной профессии. Нас соединяют леса, не знающие границ и представляющие собой единый организм, сохранение и устойчивое управление которым – общая забота.

С каждым годом возрастает значение международного сотрудничества в сфере мониторинга и оценки состояния растительного мира.

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь осуществляет плодотворное сотрудничество со странами ближнего и дальнего зарубежья. Подписаны соглашения о сотрудничестве в сфере лесного хозяйства с такими странами как Российская Федерация, Республика Казахстан, Латвийская Республика, Литовская Республика, Республика Польша, Словацкая Республика, Чешская Республика, Украина. Представители большинства из перечисленных стран участвуют в конференции и готовы поделиться своим опытом в вопросах мониторинга и оценки растительного мира.

В настоящее время возникает большое беспокойство за санитарное состояние наших лесов. Стремительное распространение энтомовредителей привело к значительным повреждениям сосновых насаждений в Беларуси и в приграничных государствах. С уверенностью можно охарактеризовать эту проблему как проблему международного масштаба.

Уважаемые коллеги! Уверен, что V Международная научная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира» поможет найти наиболее эффективные способы ранней диагностики поврежденных сосновых насаждений в наших лесах и станет важной вехой в развитии сотрудничества в сфере мониторинга и оценки состояния растительного мира.

Желаю участникам и гостям конференции плодотворных дискуссий, новых идей, интересных встреч, полезных деловых контактов.

С уважением,  
Министр лесного хозяйства  
Республики Беларусь



В.А.Дрожжа

**ПРИВЕТСТВИЕ УЧАСТНИКАМ  
V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА»  
ОТ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

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

Мы рады приветствовать Вас в Национальном парке «Беловежская пуца». Весьма примечательно, что эта конференция проходит именно здесь, на территории уникального всемирно известного природного комплекса.

Хочется отметить, что политика Республики Беларусь в области охраны окружающей среды направлена на улучшение экологической ситуации в стране, повышение эффективности использования природных ресурсов в интересах экономического роста и улучшения условий жизни населения. Осознавая важность и масштабы сохранения природного растительного покрова, все больше внимания уделяется вопросам устойчивости природных экосистем, рационального их использования, оценки их состояния, разработке методов реабилитации и технологий эколого-ориентированного ведения хозяйства. Особенно это актуально для тех охраняемых природных территорий, которые являются главными полигонами, созданными с целью сохранения генетического и популяционного разнообразия, воспроизводства и восстановления природных комплексов и объектов, совершенствования механизмов оптимизации использования природных ресурсов.

Проведение данной конференции будет способствовать выполнению ряда основных Целей устойчивого развития Беларуси до 2030 года, на выполнение которых направлена Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития. Это, прежде всего, защита и восстановление экосистем и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия.

В заключение, пожелаем успехов в работе конференции и призываем ее участников консолидировать усилия, опыт и знания в области охраны окружающей среды, рационального природопользования и обеспечения экологической безопасности.

Заместитель Управляющего делами  
Президента Республики Беларусь



А.В.Стрелецкий

**ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО  
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
УЧАСТНИКАМ V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА»**

Уважаемые коллеги, друзья! Разрешите всех вас поздравить с началом работы V Международной научной конференции «Мониторинг и оценка состояния растительного мира».

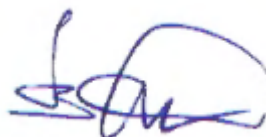
Эта конференция, проблематика которой посвящена актуальным вопросам развития системы мониторинга растительного мира, определения подходов, методов исследования и оценки состояния лесной, луговой, болотной, водной, растительности, вызывает несомненный научный и практический интерес.

Наше время характеризуется сложными биосферными процессами, происходящими под влиянием климатических изменений, трансформации природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека. Рост населения и крупных городов, развитие сети коммуникаций, увеличение сельскохозяйственных площадей, интенсивная лесохозяйственная деятельность, широкомасштабная гидромелиорация приводят к деградации естественного растительного покрова, распространению чужеродных видов, массовому развитию вредителей и болезням растений. Растительные сообщества служат прекрасным индикатором состояния окружающей среды. Как глобальные биосферные, так и локальные процессы находят отражение в изменении природных компонентов, поэтому мониторинг растительного мира является эффективным инструментом оценки состояния и изменений, происходящих в растительном мире.

Ученые и правительства различных стран, а также члены неправительственных организаций активно включаются в процесс, направленный на сохранение богатства естественного растительного покрова, поддержания биологического разнообразия планеты, поиск путей биосферно совместимого ведения хозяйства.

Конференция объединила широкий круг специалистов ряда стран, которые представили на обсуждение множество разноплановых проблем и актуальных нерешенных вопросов. Найти правильные ответы на них является одной из задач конференции. Разрешите пожелать вам удачной работы и успехов на благо нашего общего дела.

Проректор по научной работе,  
доктор физико-математических наук, профессор



В.Г.Сафонов

## **МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА В СОСТАВЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

В соответствии с Законом РБ «О растительном мире», мониторинг растительного мира (далее – МРМ) является видом мониторинга окружающей среды и проводится Национальной академией наук Беларуси (далее – НАН Беларуси) в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС). Организацию проведения МРМ осуществляет НАН Беларуси в соответствии с Положением о порядке проведения в составе НСМОС мониторинга растительного мира и использования его данных (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.04.2004 г. №412 с изменениями и дополнениями в постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 25.10.2011 г. №1426). Инструкция о порядке проведения МРМ в составе НСМОС (утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 12.10.2012 г. №52) устанавливает порядок проведения работ по МРМ в рамках НСМОС. Методика проведения МРМ в составе НСМОС утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 г. №405.

Мониторинг растительного мира – основанная на методах фитоиндикации система длительных и регулярных наблюдений за объектами растительного мира для оценки их состояния, среды их произрастания, а также прогноза развития и изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Цель МРМ – обеспечение государственных органов, заинтересованных юридических лиц и граждан информацией для принятия управленческих, проектных и технологических решений в области сохранения биологического разнообразия, рационального использования растительных ресурсов и поддержания качества окружающей среды.

Задачи МРМ: сбор, обобщение и анализ информации (фондовой, ведомственной, литературной и иной) об объектах растительного мира; оценка состояния объектов растительного мира на территории Беларуси;

- оценка качества среды произрастания объектов растительного мира и степени экологической безопасности на основе методов фитоиндикации;

- получение, хранение и накопление информации о текущем состоянии объектов растительного мира и среды их произрастания, прогноз их развития и изменения;

- информационное обеспечение принятия управленческих решений в области сохранения биологического разнообразия, рационального использования растительных ресурсов и охраны окружающей среды.

Направления МРМ:

- мониторинг луговой и лугово-болотной растительности;

- мониторинг водной растительности;

- мониторинг охраняемых видов растений и грибов;

- мониторинг ресурсообразующих видов растений и грибов;

- мониторинг инвазионных видов растений;

- мониторинг защитных древесных насаждений;

- мониторинг зеленых насаждений на землях населенных пунктов.

Объекты наблюдений МРМ – дикорастущие растения, образованные ими популяции, растительные сообщества или насаждения, находящиеся в их естественной среде произрастания (за исключением лесов), а также выращиваемые и используемые в целях озеленения и иных средообразующих, водоохраных, защитных целях (за исключением культивируемых сельскохозяйственных и декоративных растений). Объектами наблюдений в зависимости от направлений мониторинга растительного мира являются:

- растительные сообщества лугов, болот и среда их произрастания – в рамках мониторинга луговой и лугово-болотной растительности;

- растительные сообщества водоемов, водотоков и среда их произрастания – в рамках мониторинга водной растительности;

– популяции охраняемых в соответствии с международными договорами Республики Беларусь или занесенных в Красную книгу Республики Беларусь видов растений и грибов, а также среда их произрастания – в рамках мониторинга охраняемых видов растений и грибов;

– популяции и ресурсы кормовых, пищевых, лекарственных, технических и других дико-растущих хозяйственно ценных видов растений и грибов, а также среда их произрастания – в рамках мониторинга ресурсообразующих видов растений и грибов;

– популяции инвазивных видов растений, создающих угрозу жизни или здоровью граждан, сохранению биологического разнообразия, причиняющие вред отдельным отраслям экономики, а также среда их произрастания – в рамках мониторинга инвазивных видов растений;

– древесно-кустарниковые насаждения, используемые в защитных целях (за пределами земель лесного фонда и земель населенных пунктов) и среда их произрастания – в рамках мониторинга защитных древесных насаждений;

– насаждения на землях населенных пунктов и среда их произрастания – в рамках мониторинга зеленых насаждений на землях населенных пунктов.

Леса не являются объектом мониторинга растительного мира, поскольку проведение мониторинга лесов возложено не на Национальную академию наук Беларуси, а на Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Организация, проводящая мониторинг лесов в республике Беларусь – лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес».

Мониторинг растительного мира проводится на землях всех категорий, на которых в естественной среде произрастают растения, образованные ими популяции, растительные сообщества или насаждения.

Совокупность пунктов наблюдений по каждому из направлений МРМ образует сеть мониторинга растительного мира по данному направлению, а совокупность сетей всех направлений – сеть мониторинга растительного мира Республики Беларусь. На начало 2018 г. сеть МРМ включала 870 пунктов наблюдений, в том числе: 112 – мониторинга луговой и лугово-болотной растительности; 97 – мониторинга водной растительности; 269 – мониторинга охраняемых видов растений и грибов; 36 – мониторинга ресурсообразующих видов растений и грибов; 96 – мониторинга инвазивных видов растений; 173 – мониторинга защитных древесных насаждений; 87 – мониторинга зеленых насаждений на землях населенных пунктов.

Количество и местонахождение пунктов наблюдений определяются отдельно по каждому направлению мониторинга, исходя из целей, задач и потребностей в информации по соответствующему направлению МРМ. По возможности пункты наблюдений МРМ территориально совмещаются с пунктами наблюдений других видов мониторинга окружающей среды.

Мониторинговые наблюдения за состоянием объектов растительного мира проводятся с периодичностью от 1 до 5 лет в зависимости от потребности, которая определяется состоянием наблюдаемого объекта, его важности и необходимости в оперативной информации. При необходимости периодичность наблюдений может изменяться в зависимости от состояния объекта мониторинга: сокращаться при ухудшении состояния и увеличиваться – при его улучшении. Например, наблюдения за состоянием ягодников проводятся ежегодно, поскольку это необходимо для возможного установления ограничений на промышленную заготовку ягод и сроков начала заготовок. Периодичность наблюдений за состоянием популяций видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, назначается в зависимости от их состояния и наличия угроз благополучию этих популяций. На каждый пункт МРМ организация, осуществляющая проведение мониторинга, составляет и ведет паспорт пункта наблюдений мониторинга растительного мира (далее – Паспорт).

Базы данных МРМ регистрируются в установленном порядке в Государственном регистре информационных ресурсов (зарегистрированы под №1341001035-1341001040).

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 окружаю-

щей среды и рациональном использовании природных ресурсов и законодательством об информации и информатизации. Тем самым система наблюдений мониторинга максимально приближается к практическим потребностям землепользователей, а также органов, осуществляющих государственный контроль в области сохранения и рационального использования ресурсов растительного мира.

Проблемы функционирования системы МРМ. Одной из проблем развития системы МРМ в Беларуси и использование его данных является низкий уровень выделяемого бюджетного финансирования, в рамках которого крайне затруднительно проводить расширение сетей пунктов наблюдения отдельных направлений мониторинга, а также получать данные с уже заложенных и включенных в государственный реестр пунктов наблюдений НСМОС. Уменьшение финансирования и снижение целевых показателей (в порядке их приведения в соответствие с выделенным финансированием) ведет к невозможности:

- проведения мониторинговых исследований на уже заложенных пунктах наблюдения в соответствии с установленными регламентами и вынужденному увеличению периодичности наблюдений на пунктах мониторинга. Нарушение принципа регулярности наблюдений ведет к снижению качества и уровня достоверности информации;

- обеспечения полномасштабных наблюдений в соответствии с утвержденными методиками, поскольку пришлось уменьшить количество наблюдаемых параметров и число пунктов, на которых проводятся наблюдения, а это не позволяет сохранить необходимую репрезентативность НСМОС;

- развития системы мониторинга в целом как оптимизации сетей пунктов наблюдений, так и совершенствования материально-технической базы.

Таким образом, мониторинг растительного мира в Республике Беларусь представляет собой целостную взаимосвязанную упорядоченную систему наблюдений за состоянием, динамикой и прогнозом изменений объектов растительного мира и средой их произрастания под воздействием природных и антропогенных факторов. По итогам наблюдений МРМ получено немало результатов, имеющих большое практическое и научное значение, отражающих современную динамику растительного мира и растительных ресурсов. В перспективе система мониторинга растительного мира в сочетании с государственным кадастром растительного мира станет мощным инструментом информационного обеспечения принятия решений в области охраны и использования природных ресурсов.

**Пугачевский А.В.** – Директор ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси», кандидат биологических наук

**Судник А.В.** – Заведующий сектором мониторинга растительного мира ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси», кандидат биологических наук



# МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Елсукова Е.Ю., Кукушкин С.Ю.

## МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КОСТОМУКШСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, i.arestova@spbu.ru

*Monitoring research of vegetation of the Kostomuksha State Natural Biosphere Reserve has been conducted since 1997. They include detailed geobotanical descriptions of plant communities, analysis of morphometric indicators of vegetation, analysis of heavy metals in plants. The results are used as background for assessing the influence of the Kostomuksha mining and processing plant on the surrounding area and the city of Kostomuksha.*

Исследования растительных сообществ на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), граничащих с объектами прямого воздействия, ведутся в различных регионах и представляют несомненный интерес как для специалистов в области экологического мониторинга, так и для промышленных экологов. Подобные работы позволяют быстро фиксировать происходящие в экосистемах нарушения и разрабатывать программы по снижению негативных воздействий и на уровне конкретных предприятий, и на региональном уровне.

Одним из объектов, представляющим несомненный интерес для мониторинга, является Костомукшский государственный природный биосферный заповедник, расположенный на севере Республики Карелия (Россия). Заповедник был создан в 1983 г, до 40-х годов XX в. на данной территории располагались небольшие финские деревни и хутора. В 30 км к северо-востоку от заповедника находятся город Костомукша и Костомукшский горно-обогатительный комбинат (КГОК). При этом расположение города и КГОКа таково, что все выбросы рассеиваются в противоположную от заповедника сторону. Поэтому заповедные природно-территориальные комплексы (ПТК) используются в качестве фоновых при оценке воздействия комбината на экосистемы города.

Согласно кадастровым данным заповедника, около 80% его территории занято лесами, представляющими собой один из старейших на Северо-Западе России северо-таежный массив, практически не затронутый вмешательством человека. В лесном покрове абсолютно доминируют сосняки, они составляют около 85% всей покрытой лесом площади. Еловые леса занимают примерно 10% лесных земель и приурочены в основном к гидрографической сети, межрядовым и межхолмовым понижениям с влажными почвами. Фрагментарно встречаются березняки, которые возникли на местах бывших сенокосов и гарей. Очень редки осинники, они формируются на местах заброшенных сельскохозяйственных угодий.

Мониторинговые исследования на данной территории проводятся сотрудниками кафедры геоэкологии и природопользования СПбГУ с 1997 г. В качестве видов-индикаторов используются сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., брусника *Vaccinium vitis-idaea* L., черника *Vaccinium myrtillus* L., зеленые мхи и кустистые лишайники. Исследования включают детальные геоботанические описания растительных сообществ, анализ морфометрических показателей (высота отторгнутой корки сосны, высота прикрепления кроны сосны, проективное покрытие эпифитных лишайников на стволах сосен, жизненность и состояние хвои ели и сосны,

высота кустарничков, площадь листовых пластинок кустарничков), анализ содержания тяжелых металлов (ТМ) в коре сосны и кустарничках. Эти же параметры анализируются и во фрагментарных растительных сообществах, сохранившихся в городской черте Костомукши и вокруг КГОКа.

Как показали многолетние исследования, лесные сообщества заповедника достаточно бедны: на пробных площадках (ПП) видовой состав древесного и травяно-кустарничкового ярусов колеблется от 18 до 35 видов, синантропных видов в описаниях или нет вообще, или их не более 2. В городской черте и вокруг комбината видовой состав сообществ сокращается до 15–20 (ГОК) и 8–12 (Костомукша), растительный покров становится однообразным. Наблюдается повсеместная суховершинность древостоя, частично сухостой, фаут, а также уменьшение обилия и проективного покрытия эпифитных лишайников, прослеживается изменение структуры растительных сообществ по мере приближения к комбинату, отмечается уменьшение ярусности древостоя, нивелировка высот и диаметров стволов, выпадение подроста и подлеска. Под действием сернистого ангидрида и ТМ, содержащихся в воздухе, наблюдается хлороз и некроз листьев и хвои, снижение возраста хвои.

Анализ изменения морфометрических параметров кустарничков свидетельствует об уменьшении в среднем на 13–27% высоты кустов черники и брусники в зоне влияния Костомукшского ГОКа. Наиболее значимое снижение их высоты отмечено на расстоянии 1,5–2 км до КГОКа, где наблюдается максимальное содержание серы в почвах и растениях. Здесь же обнаружено высокое накопление Fe в пробах растений. С помощью критериев Фишера и Стьюдента установлены различия средних значений высоты кустарничков, произрастающих в зоне влияния КГОКа и в заповеднике. Наблюдается достоверная отрицательная зависимость между накоплением Fe, Mn и высоты кустарничков от расстояния до КГОК.

Увеличение концентрации Fe и сульфатов в зеленых органах кустарничков ингибирует рост листьев черники и брусники. Значимые различия ширины листовой пластинки брусники на фоновой и антропогенно нарушенной территории отмечены в 72% случаев, а длины – в 83%. Установлена достоверная отрицательная корреляция между длиной и шириной листьев брусники и содержанием в них сульфатов. Увеличение значений pH в условиях сильноокислой среды северотаежных ПТК, наоборот, положительно сказывается на их росте. Под действием токсичных выбросов увеличивается общая толщина листовой пластинки и уменьшается ее площадь.

Анализ содержания ТМ в растениях на территории заповедника показал, что концентрации большинства рассмотренных металлов не превышают кларк по В.В.Добровольскому (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в растениях Костомукшского заповедника, мг/кг сух. в-ва

	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	7	160	5	1	0,2
<i>Pleurozium schreberi</i>	104	187	54	4	3
<i>Hylocomium splendens</i>	137	265	51	5	3
<i>Pinus sylvestris</i> (хвоя)	4	140	35	2	1
<i>Pinus sylvestris</i> (кора)	28	23	9	1	0,2
кларк по В.В.Добровольскому	-	205	8	30	2

Интенсивная горнодобывающая деятельность КГОКа приводит к значительным изменениям химического состава компонентов геосистем. Наблюдаются существенные различия между накоплением ТМ в растениях фоновых и нарушенных территорий. Загрязнение природной среды в зоне воздействия комбината индицируется увеличением содержания Fe, Zn, Ni, Pb и Cd в индикаторных видах растений. В зоне влияния комбината концентрации Fe и Mn в бруснике превышают локальный биогеохимический фон в 2–4 раза. Содержание Fe в надземной массе черники также выше фона в 3–6 раз, однако в ягодах накопление Fe и Mn – ниже

фона в 2 раза. Отчетливо наблюдается увеличение содержаний этих ТМ по мере приближения к ГОКу.

Повышенное содержание Fe в зоне влияния ГОКа определяет накопление и других ТМ в растениях. В районе комбината отмечено превышение локального биогеохимического фона в индикаторных кустарничках по Zn, Ni и Pb в среднем в 2–3 раза. Существенное обогащение надземной биомассы и ягод брусники и черники свинцом на территории заповедника происходит у автомобильных дорог.

Анализ проб корки сосны, отобранных на территории детских садов в г. Костомукша показал превышение концентрации Cd, Zn, Pb и Ni над кларком соответственно в 9–21; 1,5–2; 4–7 и 1,5–6,5 раз. Концентрации Mn и Cu в корке сосны ниже кларка.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ ИАС 18.15.35.2018.

**Болботунов А.А., Дегтярева Е.В.**

## **ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

*УО «Полоцкий государственный университет»,  
г. Новополоцк, Республика Беларусь, dendro.psu@gmail.com*

***Sustainable forest development is the result of sustainable forest management. As the indicators of productivity, the width of the pine tree ring (*Pinus silvestris*) is adopted. Modeling is carried out on the information base of radial growth of forest in specially protected natural and urbanized areas. The forecast years of the minimum and maximum growth were identified.***

Сравнительная оценка меняющихся условий – важное звено в решении общей проблемы улучшения природопользования, требующее более глубокой увязки методов оценки всех природных ресурсов. При этом особую значимость приобретает усовершенствование систем и методов учета растительных ресурсов [1] как необходимость совершенствования информационной базы данных, характеризующейся способностью к воспроизводству и, с другой стороны, нести в себе элементы происходящего климатического воздействия за 30-летний период изменений.

В связи с совершенствованием планирования все более возрастает значение разработки научных прогнозов и на их основе планов и проектов, обновления и актуализации баз данных ретроспективной оценки событий. Требуется всестороннее исследование фактов во всех их связях и опосредованиях, рассмотрение явлений в их противоречиях, раскрытие объективных закономерностей развития этих явлений, анализ действительного состояния в ходе мониторинга.

Более совершенная оценка условий местопроизрастания на основе баз данных годичных колец древесных пород является одним из важных объективных вариантов экономической эффективности в период циклических изменений ответных реакций биоты. Методология долгосрочного планирования и проектирования продуктивности лесов и их состояния должна опираться на научный анализ факторов внутренней природы (ретроспективный анализ) и тенденций, вытекающих из материалов изменения климата за убедительно продолжительный период по ряду показателей, которые можно использовать для оценки лимитирующих факторов. Эта возможность рассматривается нами на основе минимаксного анализа ширины годичного кольца с оценкой реперных лет в дендрохронологическом анализе основных типов леса по лесообразующим породам хвойных высоковозрастных деревьев.

Устойчивое лесопользование – следствие устойчивого управления лесами. Это формирование и реализация системы мер, регулирующих воздействий на леса, тем самым обуславливает достижение и стабильное поддержание их целевой динамики, обеспечивающей непрерывное, неистощительное, многоцелевое лесопользование, сохранение и повышение производительности, устойчивости и биологического разнообразия лесов [2].

Основными индикаторами экологически устойчивого лесопользования являются состояние и продуктивность лесных экосистем, возможность выполнения ими средообразующих функций. Целенаправленное воспроизводство этих функций связано с двумя видами противоречий: между экологоориентированным хозяйствованием в лесу и лесозэксплуатацией. Механизм разрешения этих противоречий – система ценностных отношений, основанная на общих идеях устойчивого развития, специфике их проявления и реализации в лесном хозяйстве.

Стратегической целью государственной политики в области охраны окружающей среды на урбанизированных территориях является обеспечение экологически благоприятных условий для жизнедеятельности. Поставленная цель предполагает решение следующих задач:

- повышение эффективности использования природно-ресурсного потенциала при обеспечении целостности природных комплексов и удовлетворения общества в настоящем и будущем;

- обеспечение устойчивого снижения вредных воздействий на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

- совершенствование организационных, технических и планировочных решений по снижению негативного воздействия на окружающую среду;

- достижение уровня экологической безопасности, снижение угрозы жизнедеятельности населения и ущерба экономике страны от опасных гидрометеорологических явлений, чрезвычайных ситуаций технического характера.

Предстоит совершенствование инструмента моделирования состояния насаждений, продуктивности в связи с изменением региональных климатических условий до 2030 года – обозримого периода и за период потепления с 1988 года дендрохронологическими методами в ходе выполнения поставленной задачи по государственной программе.

Новая агроклиматическая область в Беларуси с учетом среднегодовой температуры воздуха с 1989 по 2017 гг. была самой высокой за всю историю экспериментальных наблюдений с 1881 г., а также с 2008 года по увеличению летних температур.

Период стационарных наблюдений на постоянных пробных площадях, на профилях север-юг и запад-восток Беларуси предполагал разработку вековых дендрошквал хвойных пород (сосны, ели, лиственницы) в разных климатических зонах. Значительное место уделено нами разработке дендрошквал, которые зафиксированы в бывшем Союзном банке дендрохронологической информации и в формируемом в настоящее время на базе Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси [3].

Выполнение на тестовом полигоне Фариновского лесничества Полоцкого лесхоза стационарных исследований позволило рассмотреть показатели, ответственные за формирование ширины годичного кольца (ШГК) за период потепления и сравнить с предыдущим периодом. В качестве факторов, формирующих радиальный прирост (РП), рассматривались показатели тепло-влагообеспеченности за разные периоды года и комплексные показатели такие, как гидротермический коэффициент, индекс континентальности, приход солнечной радиации, солнечная активность в числах Вольфа, гидрологические показатели с учетом динамики уровня грунтовой воды и капиллярной каймы за многолетний период. Осуществляется последовательная актуализация показателей ШГК и его структуры – ранней и поздней древесины, анализ оценки воздействия экстремальных ситуаций на минимальный и максимальный радиальный прирост, используя запатентованные (полезная модель) датчики для исследования сезонной динамики радиального прироста и выявления лимитирующих прирост факторов [4].

На рисунках 1 и 2 представлено моделирование и прогнозирование динамики РП в разных условиях местопроизрастания. Моделирование РП выполнено на основе анализа Фурье. В обоих случаях прогнозная линия после некоторого подъема показывает спад прироста к концу 20-х годов.

Ключевое значение оценки леса на корню для определения приемлемого уровня риска свидетельствует о необходимости комплексного подхода к решению проблем управления эко-

логическими рисками [2]. В период действия прогноза реперные годы минимального радиального прироста (2012, 2028 гг.) и адаптационные действия в этот период следует связывать с риском снижения состояния и продуктивности древостоев.

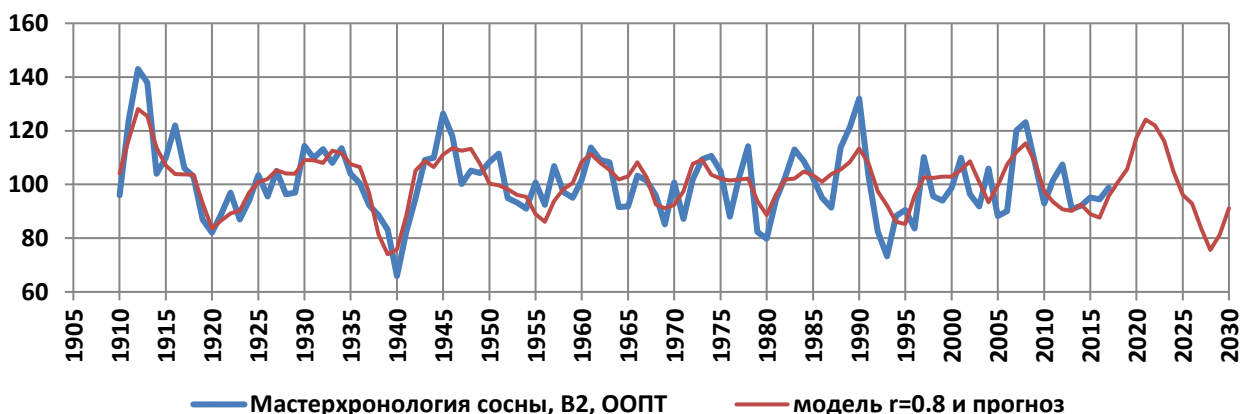


Рисунок 1 – Моделирование мастерхронологии сосны на ООПТ Белорусского Поозерья в условиях В<sub>2</sub> (сосняк елово-кисличный), %



Рисунок 2 – Моделирование дендрошкалы сосны, слабопроточное оз. Колпино, в условиях А<sub>4</sub>, (сосняк сфагновый)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Литреев А. О результатах работы в области использования и охраны земель, геодезической и картографической деятельности в 2017 году и задачах на 2018 год / А.О. Литреев // Земля Беларуси № 1 – 2018 – С. 7–11.
2. Неверов А.В. Лесное управление / Неверов А.В. [и др.] – Мн.: Печатковская школа, 2014. – 400 с.
3. Ермохин М.В. Белорусский банк дендрохронологических данных / М.В. Ермохин, В.В. Савельев // Ботаника (исследования): сб. науч. трудов / Ин-т эксперимент. бот. НАН РБ. Минск: Ин-т радиологии, – 2015 – Вып. 44. С. 133–139.
4. Патэнт на карысную мадэль № 10012 «Устройство для измерения радиального прироста хвойных пород деревьев» УО «ПГУ» Болботунов А.А., Лесковец С.В., 2013.12.16.

**Болондинский В.К., Придача В.Б., Сазонова Т.А.**

### **УСТЬИЧНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ГАЗООБМЕНА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ**

«Институт леса» – обособленное подразделение ФГБУН «ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,  
г. Петрозаводск, Российская Федерация, bolond@krc.karelia.ru

*Since 1990s we carried out investigations on plots with different levels of pollution to the West of Monchgor's 'Severonikel' integrated works. Various parameters of CO<sub>2</sub> gas exchange*

were compared between Kola Peninsula and relatively clean conditions in the southern Karelia. In trees which were in relatively good condition in the strong pollution zone, stomatal conductance decreased approximately 2 times in comparison on 'clear' sites. Disturbance of water supply of the damaged trees, along with the small amount of absorbed CO<sub>2</sub> per unit of transpired water in connection with decreasing of stomatal conductance creates the threat of a zero carbon balance and death of branches.

В течение нескольких лет нами проводились исследования водного режима и CO<sub>2</sub>-газообмена древесных растений на загрязненных территориях к западу от Мончегорского комбината «Североникель» (67°56' с. ш. и 32°55' в. д.). Более 10 лет велись комплексные исследования в различных типах сосняков в 50 км севернее Петрозаводска (62°13' с.ш. и 34°10' в.д.). Целью работы являлось сравнить влияние устьичной проводимости на суточную динамику газообмена (фотосинтеза и транспирации) побегов сосны обыкновенной в относительно чистых условиях южной Карелии и на территориях с разной степенью загрязнения.

В Карелии для регистрации CO<sub>2</sub>-газообмена и транспирации побегов 45-летних сосен использовались стационарные автоматические многоканальные установки (Болондинский, Кайбияйнен, 2003). Микрометеорологические исследования проводили по стандартным методикам. По данным транспирации, относительной влажности воздуха, температуры воздуха и хвои, рассчитывали устьичную проводимость. Для исследования состояния водного обмена деревьев измеряли величины водного потенциала побегов ( $\Psi$ ), используя методику камеры давления.

В Заполярье для измерения параметров газообмена применялась портативная система LI-6200 (фирма LI-COR, США). Пробные площади находились в относительно чистой зоне (A<sub>1</sub>) – на базе Хельсинского университета в Вярриэ-тундре в Лапландии (станция SMEAR 1), в зоне слабого воздействия (A<sub>2</sub>) – участок у деревни Уполокша в 50 км к западу от г. Мончегорска, в зоне сильного воздействия (A<sub>3</sub>) и в зоне деградации лесов (A<sub>4</sub>) – в 40 и 20 км от источника соответственно (рисунок 1). Исследования проводились на 10–15-летних соснах.

Комбинат «Североникель» (г. Мончегорск) является одним из основных источников загрязнения окружающей среды в Мурманской области. Наибольшие выбросы SO<sub>2</sub> в атмосферу (до 730 т сут.<sup>-1</sup>) наблюдались в 1970–1980-е годы. Прямое влияние SO<sub>2</sub> происходит путем проникновения частиц газа через устьица внутрь листа.



Рисунок 1 – Месторасположение опытных площадей в Мурманской области

На загрязненных участках Кольского полуострова деградация устьичного аппарата являлась одной из причин значительного снижения продуктивности фотосинтеза. Даже в зоне слабого воздействия (A<sub>2</sub>) наблюдалось загрязнение переднего двора устьиц. У сосен в относительно хорошем состоянии в зонах сильного воздействия наблюдалось по сравнению с чи-

стыми участками снижение примерно в 2 раза устьичной проводимости. Суточная продуктивность фотосинтеза падала в 3–4 раза. В ночной период в относительно чистых условиях устьица закрывались полностью, и устьичная проводимость имела нулевые значения. Максимальные величины устьичной проводимости наблюдались в ранние утренние часы, когда транспирационные потери были невелики. Скорость дальнейшего падения устьичной проводимости зависела от величин дефицита водяного пара в воздухе, оводненности ствола и побегов. У 1-летней хвой устьичная проводимость ( $g_{sw}$ ) на участке А<sub>3</sub> в ночное время изменялась от 0.005 до 0.012 моль м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>. Суммарная ночная транспирация ( $E$ ) не превышала 2–3% от суточных сумм  $E$  (рисунок 2). Еще больше были ночные величины  $g_{sw}$  у 2- и 3-летней хвой. 4-летняя хвоя в зоне А<sub>4</sub> встречалась крайне редко. По мере приближения к источнику загрязнения снижались как средние, так и максимальные величины  $g_{sw}$  и  $E$ .

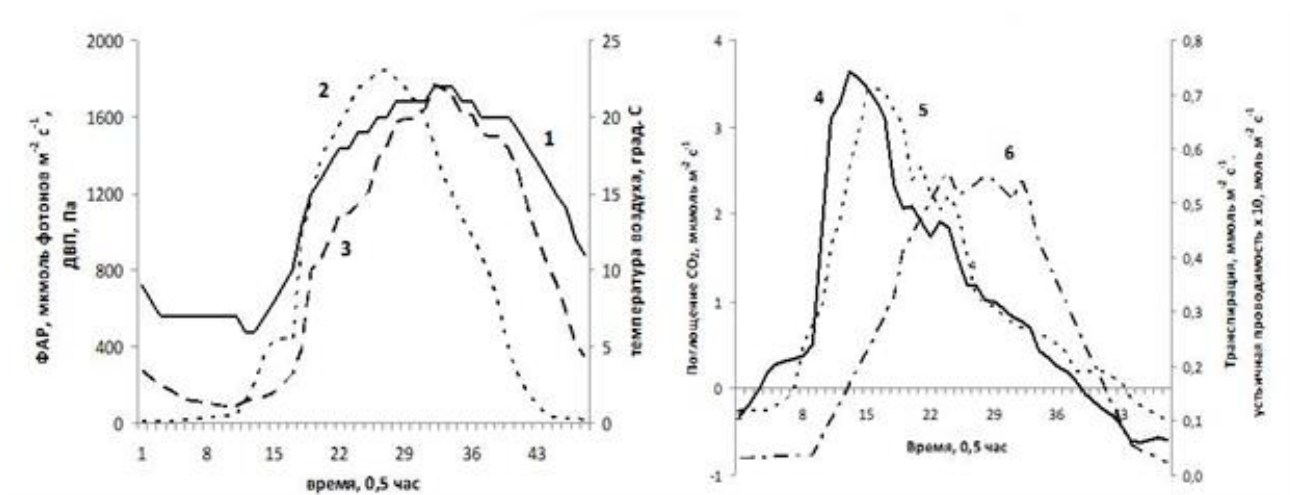


Рисунок 2 – Суточная динамика внешних факторов среды (1-температура воздуха, 2- ФАР, 3 – дефицит водяного пара в воздухе), CO<sub>2</sub>-газообмена (4), транспирации (5) и устьичной проводимости (6) в первую декаду июля у сосны в относительно хорошем состоянии в зоне сильного воздействия загрязнителей (А<sub>3</sub>)

Предрассветные величины водного потенциала побегов сосен ( $\Psi_{max}$ ) были весьма низки и достигали в разные дни значений  $-0.63 \pm 0.02$  -  $-0.8 \pm 0.03$  МПа. И только после длительного дождя в течение 3 суток величины  $\Psi_{max}$  поднялись до  $-0.45 \pm 0.01$  МПа. Наблюдалась тенденция уменьшения величин  $\Psi_{max}$  и  $\Psi_{min}$  с ухудшением состояния дерева. В условиях южной Карелии в предрассветные часы, при отсутствии водного дефицита в растении, величины  $\Psi_{max}$  –  $-0.2$  -  $-0.3$  МПа. Величины  $\Psi_{max} < -0.3$  МПа указывали на наличие дефицита влаги. Таким образом, низкие значения  $\Psi_{max}$  являются доказательством наличия существенного водного дефицита у исследуемых сосен на загрязненных площадях. Большую часть периода вегетации при комфортных внешних факторах и достаточном количестве влаги в почве растения находились в состоянии водного стресса.

Водный стресс являлся дополнительной причиной значительного снижения фотосинтеза, что в конечном счете приводило к массовой дефолиации и гибели сильно поврежденных деревьев. Выживанию растений способствовали невысокие температуры, обилие почвенной влаги, длинный световой день. Последние два десятилетия площадь техногенных пустошей не увеличивается, что в какой-то мере связано с уменьшением выбросов сернистого газа и других загрязняющих компонентов. В зонах деградации и сильного воздействия гибнут 25–35-летние деревья, но появляется подрост, часто в относительно хорошем состоянии. Наблюдаемое равновесие может быть в будущем нарушено в связи с глобальным потеплением. На Кольском полуострове продолжительность атмосферных засух постепенно увеличивается. Потенциальная опасность существования экосистемы заключена в невозможности полного закрытия устьиц. В засуху это может привести к гибели даже однолетних побегов. Другая опасность –



низкие фотосинтез и устьичная проводимость в утренние и дневные часы, нерациональная трата влаги и уменьшение ее содержания в стволе и ветвях.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (тема № 0220-2017-0002) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).

**Владимирова Н.А.<sup>1</sup>, Алейников А.А.<sup>2</sup>, Малахова Е.Г.<sup>1</sup>, Квашнина А.Е.<sup>1</sup>**

## **КАРТИРОВАНИЕ ВЕТРОВАЛОВ ПЕРИОДА 2010–2016 ГОДОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ДЕНЕЖКИН КАМЕНЬ» НА ОСНОВЕ ДЗЗ И НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ**

<sup>1</sup>ФГБУ «Государственный природный заповедник «Денежкин Камень»,  
г. Североуральск, Российская Федерация, [zarov.dk@gmail.com](mailto:zarov.dk@gmail.com)

<sup>2</sup>ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН», г. Москва, Российская Федерация

*The purpose of the study was to identify and map changes in the Denezhkin Kamen forests. As a result of the work the boundaries of areas damaged by windfalls were determined.*

Цель исследования заключалась в выявлении и картировании изменений в лесных насаждениях заповедника «Денежкин Камень». В результате проведенных работ определены границы и площади участков, поврежденных ветровалами.

**Введение.** Ветровалы оказывают сильное влияние на все лесные экосистемы: от тропических до бореальных. Массовые ветровалы, наряду со сплошными вырубками и пожарами, являются основными факторами нарушения растительного покрова в таежных лесах европейской части России [6]. Степень влияния ветровала на древостой обуславливается силой ветра, формой корней дерева и его устойчивостью к воздействию ветра. Ветровал и бурелом отдельных деревьев или их групп в лесу – явление, происходящее уже при скоростях ветра до 8–10 м/с, т. е. обычных средних. При скорости 20–24 м/с происходит более или менее массовый вывал старовозрастных либо пораженных корневыми гнилями деревьев.

Особенности распространения ветровалов в Уральском регионе описывают Мочалов [5]; Lassig, Moçalov [1]. Так, в 1975 г. на западном макросклоне Урала (север Пермской области) ураганом был повален лес на площади 260 тыс. га, а в Свердловской области за период с 1965 г. по 1995 г. от ветровалов в той или иной мере пострадали насаждения практически на всей территории области [5]. Массовый ветровал 1995 г. повредил практически весь лесной покров Висимского заповедника [2, 5].

В 2009–2010 гг. в европейской России случилось сразу несколько катастрофических ветровалов, в результате которых были уничтожены сотни тысяч гектаров лесных насаждений [3]. Было пройдено более 226 тыс. га леса в Ленинградской области, Карелии, Кировской, Московской, Ярославской, Костромской областях и Респ. Коми. Ориентировочно в 2010 г. и позднее произошел ряд ветровалов и на территории «Денежкиного Камня».

**Район исследований.** Исследования проводили в заповеднике «Денежкин Камень», расположенном на севере Свердловской области. Территория заповедника полностью включает в себя массив горы Денежкин Камень, восточные склоны Главного Уральского Хребта, хребта Хоза-Гумп, верховья рек Ивдель, Тальтия, Шегульта, Сосьва. Площадь заповедника – 80 тыс. га.

Заповедник «Денежкин Камень» является уникальным среди других по ряду параметров. Это единственный заповедник, полностью расположенный на восточном склоне главного Уральского водораздела. Он находится на пересечении не только ареалов некоторых животных, но и различных типов экосистем. Здесь сохранились довольно крупные участки естественной горной тайги, тундры, являющиеся резерватом для особо ценных, редких и эндемичных видов уральской горнотаежной флоры и фауны.



Несмотря на относительную близость и доступность, на территории, занятой заповедником, не было крупного промышленного освоения лесов и недр. На территории нет населённых пунктов и лесовозных дорог. Участки, испытывавшие влияние человека: бывший прииск Сольва и вырубки по краю территории – занимают незначительно малую площадь.

Исследование постветровальной динамики лесных экосистем заповедника, таким образом, имеет важное значение для изучения малонарушенных лесных территорий в целом.

**Материалы и методы.** Для выявления ветровалов использовались следующие источники данных:

1. Космическое изображение RapidEye (разрешение 5 м/пиксель), май 2014 г.
2. Космическое изображение Landsat (разрешение 30 м/пиксель) LC81660182013161LGN00.
3. Космическое изображение Sentinel-2 (разрешение 10 м/пиксель), июль 2016 г.
4. Полевые исследования.

На этапе полностью автоматизированного выявления ветровалов был создан синтезированный снимок RapidEye+Landsat для повышения пространственного разрешения данных до 5 м/пиксель и спектрального до 6 каналов (за счет присоединения среднего ИК-канала Landsat). После этого на результирующем изображении были выбраны тестовые участки для выявления ветровалов и проведена классификация в среде ENVI по спектральным характеристикам ветровала во всех диапазонах с использованием алгоритма «Дерево решений». Отдельные неверно классифицированные пиксели площадью менее 0.1 га были убраны из итоговой классификации.

Для уточнения результатов классификации была также предпринята обработка космического изображения Sentinel-2. Из изображения были вырезаны участки, на которых были обнаружены ветровалы в ходе предыдущего этапа. На каждом из участков была проведена автоматизированная классификация методом «Дерево решений» в среде ENVI, а результаты были проанализированы и уточнены с помощью экспертного дешифрирования.

Также часть ветровалов была обнаружена в ходе полевых исследований в 2017 г.

Оценку точности результатов дешифрирования планируется провести летом 2018 г. с привлечением полевых данных.

В среде ArcGIS 10.4.1 была создана карта всех выявленных ветровалов и рассчитаны их площади по речным бассейнам (таблица 1), а также распределение по экспозициям склонов (таблица 2).

Таблица 1 – Площади ветровалов по бассейнам рек

Бассейны рек	Площадь, га
Банная	10,7
Елминка	12,6
Еловки	31,7
Исток	7,6
Кондорка	27,1
Сольва	186,5
Сосьва	32,1
Супрея	55,1
Тальтия	51,4
Шегульта	24,3
Всего	439,2

Таблица 2 – Распределение площадей ветровалов по экспозициям склонов

Экспозиция	Площадь, га
северная	19,6
северо-восточная	39,8
восточная	133,4
юго-восточная	126,2
южная	62,5
юго-западная	12,5
западная	13,4
северо-западная	31,6
плато	0,1
Всего	439,2

Основная часть ветровалов приурочена к склонам восточной, юго-восточной и южной экспозиций, что может быть обусловлено господствующим направлением ветра в заповеднике и самой конфигурацией рельефа.

**Вместо заключения.** Отдельного пристального изучения требует распределение ветровалов по типам лесных формаций заповедника. Для этого требуется провести полевую верификацию результатов дешифрирования космических снимков и более точного картирования мелких ветровалов (меньше пикселя Sentinel-2). Эта работа планируется на полевой сезон 2018 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Lassig R., Močhalov S.A. Frequency and characteristics of severe storms in the Urals and their influence on the development, structure and management of the boreal forests // *Forest Ecology and Management*. 2000. Vol. 135. P. 179–194.
2. Алесенков Ю.М., Поздеев Е.Г., Шлыкова Н.А., Теринов Н.Н., Иванина Н.А. О последствиях ветровала 1995 г. в Висимском госзаповеднике // *Леса Урала и хозяйство в них* / Министерство общ. и проф. образования РФ, Урал. гос. лесотехн. академия, Швейцар. федер. НИИ леса, снега и ландшафта. Екатеринбург, 1998. Вып. 20. С. 272–278.
3. Крылов А.М., Владимиров Н.А., Малахова Е.Г. Выявление и оценка площадей катастрофических ветровалов 2009–2010 гг. по данным космической съемки // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*: Вып. 200. СПб.: СПб ГЛТУ, 2012 – С. 197–207.
4. Методы мониторинга вредителей и болезней леса [Текст] / под общ. ред. В.К. Тузова. – Т. 3. – М.: ВНИИЛМ, 2004 – С. 135–136.
5. Мочалов С.А. Глобальное изменение климата и проблемы лесной экологии // *Известия Уральского государственного университета*. 2002. № 23. С. 48–53.
6. Уланова Н.Г. Структура и состав растительности на тринадцатый год после катастрофического ветровала сосняка при разных сценариях освоения [Текст] / Н.Г. Уланова, АН. Демидова, Н.Н. Богданова, ЕА. Зотева // *Актуальные проблемы геоботаники. III Всерос. школа-конференция*. Ч. II. – Петрозаводск: КарНЦ, РАН, 2007 – С. 245–249.

**Волкова Е. С., Мельник М. А.**

### **ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ПИХТОВЫЕ ЛЕСА СИБИРИ**

*ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»,  
г. Томск, Российская Федерация, elevolko@yandex.ru, melnik-m-a@yandex.ru*

*The experience of an information and analytical framework creating to identify the extent of degradation of Siberian fir forests damaged by under the influence of invasive bark beetle (*Polygraphus proximus* Blandf.) is presented in the article. The GIS geodatabase for multi-factor indicators including quantitative and qualitative characteristics of the negative processes is created on the platform ArcGIS. Information was processed and systematized by built-in modules. The results are presented in a series of thematic maps according to requirements of the solved management tasks.*

Пихта сибирская как один из компонентов темнохвойных лесов Сибири произрастает на обширной территории от Полярного круга до гор Алтае-Саянской горной области и хребта Хамар-Дабан, она играет многофункциональную роль для различных отраслей экономики. В последнее десятилетие на территории Южной Сибири учеными фиксируется широкомасштабное усыхание пихтовых лесов, связанное с проникновением дальневосточного вредителя – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf (Баранчиков, Кривец, 2010; Баранчиков и др., 2011; Гниненко, Клюкин, 2011; Кривец и др., 2015). Повреждение уссурийским полиграфом пихтовых насаждений уже привело не только к значительным материальным ущербам для многих отраслей народного хозяйства, но и вызвало в таежных экосистемах разнообразные негативные экологические эффекты, такие как сокращение биологического разнообразия, снижение продуктивности лесов, изменение гидрологического и светового режима, ослабление древостоев фитопатогенными грибами. Эколого-экономический ущерб от воздействия вредителем уже достигает высоких значений и продолжает увеличиваться.

Важными задачами в этих условиях становятся: выявление масштабов происходящей деградации и определение возможных рисков и последствий, а также прогноз дальнейшего распространения вредителя. Технология мониторинга состояния пихтовых насаждений, разработанная и реализованная на практике учеными ИМКЭС СО РАН (Кривец и др., 2017) включает комплексную оценку поврежденных полиграфом насаждений. В рамках проводимых исследований для пространственно-временного анализа и визуализации результатов подходящим современным инструментарием выступают геоинформационные системы (ГИС). Преимущество их использования состоит в перспективных возможностях создания, хранения и обработки базы данных, сочетающей цифровые, картографические и качественные характеристики всего комплекса необходимой для анализа информации. Полученные картографические продукты способствуют оперативному и эффективному принятию управленческих решений, сокращая при этом время на обработку обширной и разномасштабной информации. Для поставленных задач был выбран универсальный ГИС-пакет ArcGIS, который позволяет с помощью базовых функций и дополнительных модулей хранить и редактировать достаточно большую базу геоданных, проводить детальный пространственный анализ, быстро и наглядно визуализировать полученные результаты.

ГИС-анализ распространения уссурийского полиграфа в пихтовые леса Томской области проводится как в региональном, так и в локальном масштабах. Геоинформационные подходы к исследованию состояния пихтовых лесов в очагах массового размножения в границах участковых лесничеств позволяют получать серию тематических карт, отражающих детальные пространственно-временные изменения насаждений и составлять краткосрочный прогноз развития очага. Тогда как региональный анализ в границах области дает информацию не только о масштабах повреждения пихтовых лесов, но и позволяет проводить комплексное исследование различных факторов, влияющих на дальнейшее распространение вредителя. В результате реализации такого подхода появляется достоверная информация о масштабах повреждения пихтовых лесов, потенциальной опасности и направлении распространения вредителя, а также о величине экономического ущерба.

Данные, необходимые для формирования картографической основы, включают в себя топографическую карту, почвенную карту, карту лесов Томской области, карту лесохозяйственного районирования, карту лесопатологического районирования, административную карту области и т.д. Для наполнения атрибутивных таблиц количественной информацией использовались отчеты Департамента лесного хозяйства, Центра защиты леса Томской области, материалы лесохозяйственного регламента, материалы натурных полевых исследований ИМКЭС СО РАН.

Таким образом, структура базы данных включает два основных компонента: картографическая база геоданных и атрибутивная база данных, с помощью которых через инструменты пространственного моделирования создаются необходимые тематические карты. Картографическая база данных содержит такие слои или шейп-файлы, как: топографическая основа, отражающая элементы рельефа, водные объекты; почвенно-растительный покров с выделением типов ландшафта и типов леса с преобладанием пихты; лесохозяйственное районирование с выделением лесничеств, урочищ и участковых лесничеств; районирование области по целевому назначению лесов; административно-территориальное деление; предприятия ЛПК; местоположение метеостанций; дорожно-транспортная сеть и т.д. Кроме этого в картографическую базу геоданных вошли наборы растровых данных, в том числе: цифровая модель рельефа (ЦМР); отсканированные карты с бумажных носителей; карты-сплайны, построенные в результате пространственного моделирования. Необходимое условие – каждый создаваемый тематический слой должен соответствовать определенному классу пространственных объектов, и все пространственные геоданные должны быть приведены к единой системе координат с учетом проекций, искажений и уровня генерализации.

Атрибутивная база данных представлена в виде таблиц с необходимой для работы информацией, которая привязана к картографической основе и имеет количественную и качественную характеристики пространственных объектов. Для оценки степени распространения

полиграфа в атрибутивную базу данных заносились следующие показатели: основные таксационные характеристики насаждений (тип леса, породный и возрастной состав, запас, средний и текущий прирост, класс бонитета и др.), доля усыхания насаждения, средневзвешенная категория состояния деревьев, средняя скорость отмирания деревьев пихты в очагах уссурийского полиграфа. Комплексные показатели рассчитывались с помощью специальных функций с использованием разных авторских методик. Например, для расчета степени опасности распространения инвазийного вредителя и величины эколого-экономического ущерба использовались авторские методики (Кривец, Мельник и др., 2014). При этом в атрибутивные таблицы были внесены и интерполированы с помощью модуля Spatial Analyst количественные значения по основным факторам, способствующим распространению в пихтачах уссурийского полиграфа. Результатом данного подхода стала пространственная дифференциация пихтовых лесов по степени опасных факторов, обуславливающих распространение уссурийского полиграфа, с детальной характеристикой каждого вида природных опасностей.

Логическим завершением проектирования пространственной базы данных выступает процедура визуализации, предполагающая создание серии тематических карт. Электронные тематические карты, например, такие как «Комплексная оценка опасности возможного распространения уссурийского полиграфа», «Пространственное распределение возможности распространения уссурийского полиграфа», «Оценка эколого-экономического ущерба лесопользованию в пихтовых лесах Томской области, вызванная инвазией уссурийского полиграфа», были сформированы, исходя из требований поставленных задач и возможностей ГИС-технологий, и носят многоцелевой характер. В настоящее время идет дальнейшее пополнение базы геоданных, расширение картографической основы и списка решаемых задач.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 16-44-700782.

Гарбарук Д.К., Углянец А.В., Шумак С.В.

## НАКОПЛЕНИЕ $^{137}\text{Cs}$ ДОМИНАНТНЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В БЕРЕЗНЯКАХ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь, [dima.garbaruk.77@mail.ru](mailto:dima.garbaruk.77@mail.ru)

*In 2017, within the framework of the organization of permanent radiation and environmental monitoring of forest plantations on a typological basis in the exclusion zone of the Chernobyl NPP, were obtained data on the levels of contamination of  $^{137}\text{Cs}$  the dominant species of living ground cover in the most common types of forest birch formation. The ranked series of the distribution specific activity and transition coefficients of  $^{137}\text{Cs}$  to the underground and above-ground parts of the dominant species of shrub-grass layer of birch forests in the species and typological aspects were established.*

**Введение.** В живом напочвенном покрове (ЖНП) лесных насаждений накапливается значительное количество радионуклидов. Так в ЖНП суходольных сосняков содержится 0,35–0,65% от общего запаса  $^{137}\text{Cs}$  в биогеоценозе и 5,7–8,9% от его запаса в фитоценозе [1]. Основные исследования аккумуляции радионуклидов в ЖНП лесных насаждений выполнены в первое десятилетие после аварии на Чернобыльской АЭС [2]. Установлена прямая зависимость накопления  $^{137}\text{Cs}$  растениями с плотностью загрязнения им почвы, влиянием погодноклиматических и почвенно-грунтовых условий, наличием обменных форм и доступностью его для растений, и, главное, доказана видовая специфичность накопления его растениями. В дальнейшем вопросу содержания  $^{137}\text{Cs}$  в ЖНП уделялось немного внимания [3, 4].

Прошло более 30 лет с момента выброса радионуклидов в природную среду вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, что сопоставимо с периодом полураспада  $^{137}\text{Cs}$  (30,17 лет). В связи с этим представляет интерес современная оценка накопления  $^{137}\text{Cs}$  видами ЖНП основных лесных формаций зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. К числу таковых принадлежат березовые леса, занимающие 30% ее лесопокрытой площади.

**Объекты и методы исследований.** В рамках организации и проведения постоянного радиационно-экологического мониторинга лесных насаждений на типологической основе в трех наиболее распространенных типах леса березовой формации (кисличном, черничном и папоротниковом) в 2017 году было заложено по одному постоянному пункту наблюдения (ППН).

В качестве доминантных видов ЖНП, исходя из проективного покрытия ими почвы в насаждениях, определены: щитовник игольчатый, подмаренник душистый, крапива двудомная и осоки (sp.) в березняке кисличном; черника, молиния голубая и кукушкин лен обыкновенный в березняке черничном; злаки с преобладанием бора развесистого в березняке папоротниковом. У всех этих видов отобраны образцы надземной и подземной фитомассы. В пределах каждого ППН взята проба верхнего 20-сантиметрового слоя почвы. Удельная активность ( $A_y$ )  $^{137}\text{Cs}$  в почве и в фитомассе определялась на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре МКС-АТ1315. На их основе рассчитаны коэффициенты накопления ( $K_n$ ) и коэффициенты перехода ( $K_p$ ) данного радионуклида в компоненты преобладающих видов ЖНП березовых фитоценозов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Видоспецифичность накопления  $^{137}\text{Cs}$  различными частями растений ЖНП определяется физиологическими особенностями растений, их приспособленностью к условиям мест произрастания, селективностью поглощения отдельных химических элементов. Она проявляется в конкретных почвенно-гидрологических условиях (типах леса, эдафотопях и отдельных насаждениях) при корректирующем действии абиотических факторов [2, 4].

В березняках (таблица 1) на всех ППН величины  $A_y$   $^{137}\text{Cs}$  в надземной части доминантных видов растений ЖНП, кроме подмаренника душистого, выше, чем в подземной. Наиболее значительна эта разница у щитовника игольчатого, молинии голубой и бора развесистого.

Таблица 1 – Величины  $A_y$ ,  $K_p$  и  $K_n$   $^{137}\text{Cs}$  в компонентах ЖНП березовых лесов

Вид растения	Компонент	$A_y$ , Бк/кг	$K_p$ , п* $10^{-3}$ м <sup>2</sup> /кг	$K_n$
Березняк черничный				
Черника обыкновенная	надземная часть	8223	23,7	4,61
	подземная часть	7580	21,8	4,25
Молиния голубая	надземная часть	23435	67,5	13,14
	подземная часть	12942	37,3	7,26
Мох кукушкин лен обыкновенный	надземная часть	28171	81,1	15,80
Березняк кисличный				
Щитовник игольчатый	надземная часть	51377	93,8	18,76
	подземная часть	14896	27,2	5,44
Осока sp.	надземная часть	50185	91,6	18,33
	подземная часть	36407	66,5	13,30
Подмаренник душистый	надземная часть	25609	46,8	9,35
	подземная часть	27884	50,9	10,18
Крапива двудомная	надземная часть	37620	68,7	13,74
	подземная часть	27234	49,7	9,95
Березняк папоротниковый				
Бор развесистый	надземная часть	61972	96,5	16,33
	подземная часть	33892	52,8	8,93

В березняке кисличном  $A_y$   $^{137}\text{Cs}$  в надземной части снижается в ряду видов: щитовник игольчатый>осока sp.>крапива двудомная>подмаренник душистый; в подземной – в ряду осока sp.>подмаренник душистый>крапива двудомная>щитовник игольчатый. В березняке черничном эти распределения имеют следующий вид: надземная часть – кукушкин лен обыкновенный>молиния голубая>черника; подземная – молиния голубая>черника.

$K_n$  и  $K_n$   $^{137}\text{Cs}$  в подземной части всех растений ЖНП также ниже, чем в надземной, кроме подмаренника душистого. В кисличном и черничном типах леса ряды снижения этих коэффициентов в надземной и подземной частях видов ЖНП аналогичны рядам уменьшения  $A_y$   $^{137}\text{Cs}$  в них.

В типологическом аспекте  $A_y$  и  $K_n$   $^{137}\text{Cs}$  у доминантных видов растений ЖНП увеличиваются от березняка черничного до кисличного и папоротникового, то есть с повышением влажности почвы.

**Заключение.** Для березняков кисличного и черничного зоны отчуждения Чернобыльской АЭС установлены ранжированные ряды доминантных видов ЖНП для показателей  $A_y$ ,  $K_n$  и  $K_n$   $^{137}\text{Cs}$  в подземной и надземной частях растений. Различия в уровнях аккумуляции этого радионуклида компонентами растений ЖНП обусловлены их видовой специфичностью его накопления и условиями местопроизрастания, прежде всего условиями увлажнения почв.

Полученные данные являются частью базы исходных данных для постоянного радиационно-экологического мониторинга березовых лесов зоны отчуждения Чернобыльской АЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gupta, D. K. Impact of Cesium on Plants and the Environment / D. K. Gupta, C. Walther // Distribution of  $^{137}\text{Cs}$  Between the Components of Pine Forest of Chernobyl NPP Exclusion Zone / ed.: M. Kudzin, V. Zabrotski, D. Harbaruk. – Hannover, 2016 – P. 149–169.

2. Парфёнов, В. И. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси / В. И. Парфёнов, Б. И. Якушев, Б. С. Мартинович. – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – 578 с.

3. Матусов, Г. Д. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  живым напочвенным покровом лесных насаждений Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Г. Д. Матусов, В. Е. Рошин, В. И. Китиков // Современные проблемы радиобиологии : материалы междунар. науч. конф., Гомель, 14–15 окт. 2010 г. – Минск, 2010. – С. 77–78.

4. Гарбарук, Д. К. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  доминантными видами живого напочвенного покрова в суходольных сосняках зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. К. Гарбарук, А. В. Углянец, М. В. Кудин // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 14–17 сен. 2016 г. : В 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 2. – С. 222–225.

5. Переволоцкий, А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии, 2006. – 255 с.

**Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е.,  
Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Лукина Н.В.**

### **ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СУКЦЕССИОННОГО СТАТУСА ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация, [aleksey-gornov@yandex.ru](mailto:aleksey-gornov@yandex.ru)

*The successional status of the plains and mountain forests of the European part of Russia was assessed on the basis of the population approach. Plain forests have been explored in the Bryansk Polesye and on the Moskvoretsko-Oka Plain, and the mountain forests in the North-Western Caucasus. As a result of spontaneous development, diasporic subclimax forests with sustainable generation turnover in populations of a limited number of tree species are formed in the study areas in the Bryansk Polesye: four species (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* and *Ulmus glabra*); on the Moskvoretsko-Oka plain – two species (*Picea abies* and *Tilia cordata*); and in the North-Western Caucasus – two species (*Abies nordmanniana* and *Fagus orientalis*).*

Леса европейской части России долгое время подвержены комбинированному влиянию природных и антропогенных факторов. В результате этого значительная часть современного лесного покрова представлена вторичными древостоями, находящимися на различных стадиях восстановительных сукцессий [1, 4, 6, 7, 8, 12]. Цель работы – оценить сукцессионный статус хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода [3, 10, 11].

В работе применены демографические и геоботанические методы. Сукцессионные состояния в лесных сообществах характеризуются большой длительностью, превышающей жизнь исследователя. Поэтому пространственные ряды рассматривали в трактовке временных [1, 4, 7]. На исследуемых территориях в однотипных местообитаниях подбирали пространственный ряд и описывали предполагаемую сукцессионную смену сообществ. Сукцессионный статус лесов оценивали по индикаторам, которые разработаны отечественными популяционными биологами [3, 10]. К основным из них относятся: полночленность видового набора деревьев (как основных ценозообразователей) и онтогенетического состава их ценопопуляций.

Оценка сукцессионного статуса лесов проведена в равнинных и горных лесах европейской части России. Равнинные леса исследовали в Брянском полесье и на Москворецко-Окской равнине, горные – на Северо-Западном Кавказе [2].

Брянское полесье. Исследования проводили в юго-восточной части Брянского полесья в пределах заповедника «Брянский лес». В ботанико-географическом плане территория относится к Полесской подпровинции Восточноевропейской провинции Европейской широколиственнолесной области [9]. Выбран сукцессионный ряд формирования полидоминантных широколиственных лесов с елью на вершинах грив задровых местностей. На начальной стадии восстановления доминируют раннесукцессионные светолюбивые деревья (*Pinus sylvestris* и *Betula pubescens*), ценопопуляции которых обладают неполночленными онтогенетическими спектрами. Под их полог первыми внедряются виды с наибольшим радиусом разноса семян – *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia* и *Picea abies*. К моменту исследования, за 60 лет, они сумели сформировать инвазионный онтогенетический спектр с относительно высокой численностью особей. На промежуточной стадии, к 120 годам, в сообществах появились деревья с меньшим радиусом разноса семян: *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* и *Ulmus glabra*. Одна часть (клен и липа) сформировала многочисленные ценопопуляции с левосторонним онтогенетическим спектром, другая часть (ясень и ильм) – только инвазионные ценопопуляции. У клена и липы в окружающем растительном покрове сохранилось достаточное число генеративных особей, которые могут поставлять диаспоры для быстрого восстановления ценопопуляций, а у ясеня и ильма плодоносящих деревьев мало. На продвинутой стадии сукцессии (свыше 120 лет) в ценопопуляциях наиболее теневыносливых видов (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*) формируется устойчивый оборот поколений, а у слабо теневыносливого дуба – нет. В результате изученные сообщества со временем образуют полидоминантные субклимаксные ценозы, в которых будут отсутствовать сосна обыкновенная и дуб черешчатый.

Москворецко-Окская равнина. Исследования проводили на территории Валувеского лесопарка. В ботанико-географическом плане территория относится к Валдайско-Онежской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евразийской таежной (хвойно-лесной) области [9]. В сукцессионном развитии сообществ на Москворецко-Окской равнине выделено два варианта восстановления зональных хвойно-широколиственных лесов: на месте вырубок и на месте светлых лесов. Популяционный анализ показал, что на покровных суглинках на месте вырубленных лесов идет активное восстановление ценопопуляций наиболее теневыносливых видов – *Acer platanoides* и *Tilia cordata*. К 60 годам они сумели сформировать устойчивый оборот поколений. Под их пологом периодически появляются отдельные особи *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra* и *Picea abies*. Однако из-за низкой освещенности под пологом липы и

клена, а также из-за чрезвычайно малого притока семян они не могут сформировать полноценные популяции. Под липой и кленом не может прижиться подрост светлюбивого дуба черешчатого. Таким образом, на месте изученных сообществ, возникших в результате сплошных рубок, при спонтанном развитии без вмешательства человека со временем сформируется олигодоминантный кленово-липовый субклимакс без дуба, ясеня, ильма и ели. Ценопопуляционный анализ сообществ на месте светлых лесов показал, что здесь активно внедряются *Tilia cordata* и *Picea abies*. К 100 годам они сумели сформировать популяции с устойчивым оборотом поколений. Эти сообщества полностью лишены притока семян *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* и *Ulmus glabra*. При этом темный полог из липы и ели со временем не позволит приживаться подросту дуба. В итоге здесь возникает олигодоминантный елово-липовый субклимакс без дуба, ясеня, ильма и клена.

Северо-Западный Кавказ. Исследование проводилось в верховьях р. Пшехи (Краснодарский край, Апшеронское лесничество) и р. Белой (Республика Адыгея, Кавказский биосферный заповедник). Эта территория относится к Западной горной провинции Большого Кавказа [5]. По ботанико-географическому районированию территория относится к Колхидской подпровинции Евксинской провинции Европейской широколиственной области [9]. Выбран сукцессионный ряд формирования буково-темнохвойных лесов в среднегорном поясе Северо-Западного Кавказа. Древоостой в послерубочных лесах на первом этапе демуляции сформирован преимущественно из светлюбивых видов, которые отличаются высокой скоростью роста и большой дальностью разноса семян: *Betula pubescens*, *Carpinus betulus*, *Populus tremula*, *Quercus petraea* и др. Ценопопуляции этих видов, как правило, характеризуются прерывистыми онтогенетическими спектрами и только береза – регрессивным. Под их пологом к 50–70 годам представлены инвазионные ценопопуляции практически всех потенциальных ценозообразователей. Однако, начиная со второго этапа, доминирование в подросте получают наиболее теневыносливые виды – *Abies nordmanniana* и *Fagus orientalis*. Из-за усиления их участия в сообществе уменьшается численность ценопопуляций других видов деревьев. На заключительных этапах, когда пихта и бук выходят в верхний ярус, ценопопуляции большинства других видов деревьев становятся фрагментарными и постепенно исчезают. В результате на месте рубок с течением времени сформируются олигодоминантные буково-пихтовые леса субклимаксного типа. В этих ценозах из-за низкой освещенности восстановление других видов деревьев станет невозможным.

**Заключение.** Оценка сукцессионного статуса равнинных и горных лесов европейской части России на основе популяционного подхода выявила особенности в их структуре, которые определяют путь развития древоостоев. В результате спонтанного развития на исследуемых территориях формируются диапорические субклимаксные леса с устойчивым оборотом поколений в популяциях ограниченного числа видов деревьев: в Брянском полесье – четырех видов (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* и *Ulmus glabra*); на Москворецко-Окской равнине – двух видов (*Picea abies* и *Tilia cordata*); на Северо-Западном Кавказе – двух видов (*Abies nordmanniana* и *Fagus orientalis*).

Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10284) и государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. / Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004 а. Кн. 1. 479 с.; 2004 б. Кн. 2. 575 с.
2. Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Ручинская Е.В., Тебенькова Д.Н. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение. 2018. № 4. С. 1–15.
3. Евстигнеев О.И., Горнова М.В. Ельники высокотравные – климаксные сообщества на низинных болотах Брянского полесья // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017. V. 2 (3). P. 1–23.
4. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. / Отв.ред. Л. Б. Заугольнова, Т. Ю. Браславская. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 383 с.
5. Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ: Учебник для студентов. 5-е изд. М.: Высш. шк., 1986. 376 с.



6. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / Отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2008. 453 с.
7. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России / Отв.ред. Л. Б. Заугольнова. М.: Научный мир, 2000. 196 с.
8. Разнообразие и динамика лесных экосистем России. / Под ред. А.С. Исаева. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. Кн. 1. 461 с.; 2013. Кн. 2. 478 с.
9. Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 431 с.
10. Смирнова О.В. Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере Восточноевропейских лесов) // Лесоведение. 2004. № 3. С. 15–27.
11. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Оценка и прогноз сукцессионных процессов в лесных ценозах на основе демографических методов // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2001. Т. 106. № 5. С. 25–33.
12. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / Под. ред. О.В. Смирновой, Е.С. Шапошникова. СПб.: РБО, 1999. 549 с.

Данилина Д.М., Назимова Д.И., Коновалова М.Е.

## 50-ЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ СТРУКТУРЫ КОРЕННОГО ЧЕРНЕВОГО КЕДРОВНИКА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)

*Институт леса имени В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение  
ФГБНУ «ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»,*

*г. Красноярск, Российская Федерация, distailova@mail.ru, inpol@mail.ru, markonovalova@mail.ru*

***Abstract The results of long-term research in Pinus sibirica mountain chern forest type (West Sayan, 53° 01' N, 92° 59' E) on permanent plot 1,6 ha are presented. Spatial pattern of trees and mosaics of herb layer were studied using methods of fine-scale mapping and the other methods of geobotany and forest ecology. Sinusia of herb layer are characterized by definite composition of dominants, determinants and ecological-cenotic groups of species, which indicate microhabitats and ecotops. Their spatial pattern is undergone to changes but the main structural elements (sinusia, biogroups and parcels) remain similar during the 50-years period of monitoring.***

Многолетнее изучение структуры и динамики черневых кедровников проводится с 1960-хх гг. на Ермаковском научном стационаре Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, что отражено в ряде публикаций последних лет (Поляков, 2007; Семечкин, Исмаилова, 2007; Nazimova et al., 2014; Назимова и др., 2015; Овчинникова, Овчинников, 2016; Коновалова и др., 2017 и др.).

Целью данного исследования было изучение пространственной структуры коренного черневого кедровника, достигшего стадии климакса, и, в частности, роли отдельных элементов структуры *лесного фитоценоза* в поддержании многолетней динамической устойчивости коренного биогеоценоза.

Кедровник осочково-крупнотравно-папоротниковый (постоянная пробная площадь № 3, координаты 53° 01' с.ш., 92° 59' в.д., общая площадь 1,56 га) расположен в черневом высотнопоясном комплексе типов леса (ВПК). Это один из самых распространенных типов леса в черневом поясе Западного Саяна (Типы лесов ..., 1980; Кедровые леса ..., 1985). Проводились повторные таксационные и геоботанические описания по общей методике (Сукачев, Зонн, 1961). Вертикальная и горизонтальная неоднородность фитоценотической структуры изучалась методами картирования и профилирования. Мозаичность травяного покрова изучалась на уровне синузий (Сукачев, 1972). Состояние естественного возобновления пород оценивалось путем учета подроста на площадках 4 м<sup>2</sup> с привязкой к синузиям и микробиотомам в 1967, 2005, 2007, 2011 и 2017 гг. Соотношение обилия видов эколого-ценотических групп (ЭЦГ) послужило характеристикой структуры видового разнообразия каждой синузии (Молокова, 1992; Назимова и др., 2012).

По сравнению с таежными кедровниками черневые типы леса характеризуются относительной сложностью и выраженной согласованностью динамики структурных элементов. Дре-

востой кедровника на климаксовой стадии развития имеет характерный для черневых кедровников Западного Саяна смешанный состав (I ярус – 7К(246)ЗК(333)+П(182) ед.К(422), II ярус – 9П(134)1К(172), III ярус – 6П(74)ЗП(50)1Б(50), данные 2017 г.), сложную вертикальную структуру и неравномерную сомкнутость крон (0.3–0.9). Кедр по площади размещается группами (по 5±1 шт. со смыканием крон) в форме линейных структур и куртин, приуроченных к микроповышениям рельефа, образованным корневыми системами крупных кедров, ветровальными комплексами и старым валежом. За прошедший период наблюдения с 1966 г. по 2017 г. вертикальная структура древостоя усложнилась вследствие активного «врастания» в древостой молодого поколения пихты.

В ходе возрастной динамики насаждения (1965–2017 гг.) в травяном ярусе каждая сингузия сохраняет относительное постоянство числа видов, состава доминантов, при варьировании обилия отдельных видов. Динамика популяции лесообразователей (появление окон, вывалов, рост био групп пихты) играет ведущую роль, изменяя сингузиальную структуру нижних ярусов и верхние горизонты почвенных профилей.

Эколого-ценотические спектры видов травяного покрова дают интегральное представление о разногодичной изменчивости и постоянстве состава ЭЦГ в кедровнике (рисунок 1).

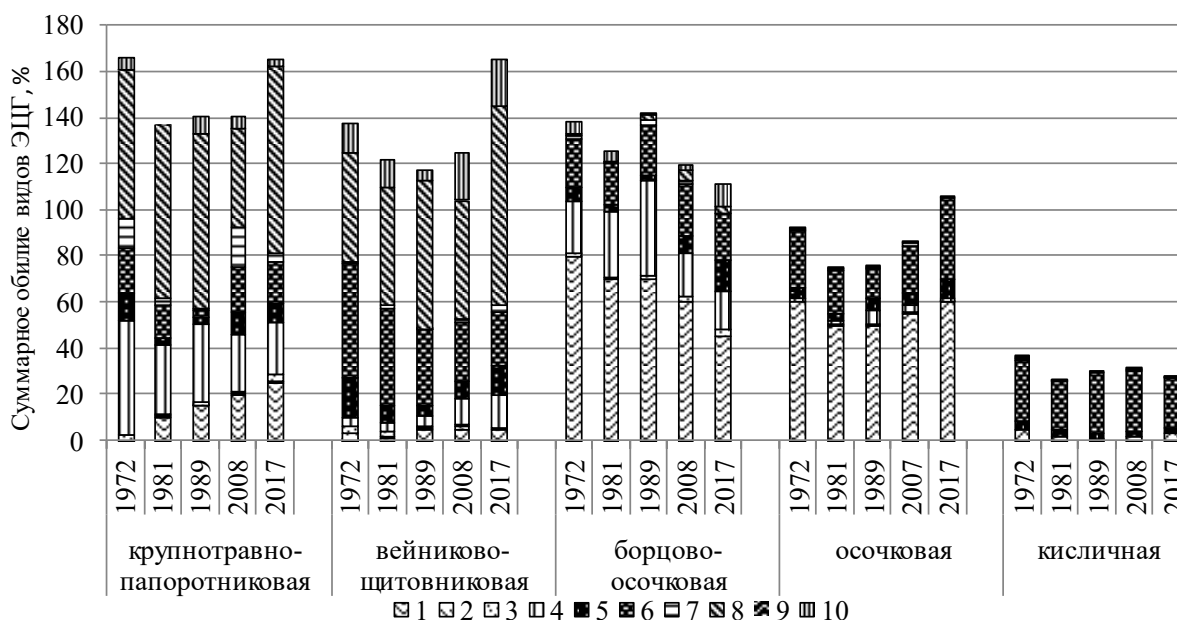


Рисунок 1 – Изменение спектров эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов и числа видов в сингузиях

1 – группа осочки; 2 – группа боровых видов; 3 – группа лугового и лугово-лесного разнотравья и злаков; 4 – лугово-лесное крупнотравье; 5 – теневые травы; 6 – таежное мелкотравье; 7 – неморальные реликты; 8 – крупные лесные папоротники; 9 – травяно-болотные виды; 10 – группа вейника тупоколоскового

Каждая сингузия на протяжении 50-ти лет наблюдения сохраняет свой видовой состав, соотношение ЭЦГ в спектре и состав доминантов. Эдификаторная крупнотравно-папоротниковая сингузия (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris expansa*, *Diplazium sibiricum*, *Aconitum septentrionale*, *Paesia anomala*, *Crepis sibirica*, *Calamagrostis obtusata*, *Anemone baicalensis* и др.), развиваясь в условиях наибольшего освещения, сохраняет господство видов лугово-лесного крупнотравья и крупных лесных папоротников с участием неморальных реликтов, нарастающим долей осочки (*Carex macroura*) к 2017 г. Вейниково-щитовниковая (*Dryopteris expansa*, *Calamagrostis obtusata*) развита под более сомкнутым пологом кедра и пихты с заметным уча-

ствием видов таежного мелкотравья. Борцово-осочковая (*Carex macroura*, *Aconitum septentrionale*) и ее обедненный вариант осочковая синузии приурочены к более сухим и выпуклым участкам микрорельефа и подкрановым участкам кедров. Кисличная синузия (*Oxalis acetosella*) сохраняет доминирование таежного мелкотравья с незначительным участием теневых трав и приурочена к биогруппам пихтового подроста и мелкому валежу. Отдельные колебания долей видов и ЭЦГ по годам в каждой синузии связаны с погодными флюктуациями, изменением освещенности, но в целом незначительны либо случайны. Новых синузий в структуре травяного покрова не отмечается, хотя границы мозаик подвижны, соотношения по площади меняются. В господствующей крупнотравно-папоротниковой синузии возобновление кедра протекает медленно и приурочено к микроповышениям, валежу и ветровальным комплексам. Напротив, в осочковой синузии, где снижена конкуренция трав, возможны периодические вспышки возобновления кедра в годы высокого плодоношения.

Выявлено, что на протяжении полувекowego периода исследований (с 1965 г. по 2017 г. при отсутствии засух, пожаров, нашествий вредителей) поддерживается динамическое равновесие в составе эдификаторного яруса, тогда как популяция пихты и ее возрастная структура меняются быстрее и влияют на взаимоотношения синузий нижних ярусов и их роль в процессе возобновления. Высокий уровень биоразнообразия, многокомпонентность состава, сосуществование разных эколого-ценотических групп видов травяного яруса, формирующих устойчивые синузии, а также видов с разными стратегиями выживания – все это вместе обеспечивает устойчивость коренного лесного биогеоценоза в условиях неравновесности среды обитания в горах. Разнообразие микробиотопов и синузий внутри биогеоценоза поддерживает устойчивость горной экосистемы в целом и будет иметь большое значение для моделирования процесса возобновления и размещения деревьев в пространстве на последующих стадиях развития пихтово-кедрового древостоя в черневом поясе гор.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 18-05-00781 А).

Домнина Е.А.<sup>1</sup>, Тимонов А.С.<sup>1,2</sup>, Кантор Г.Я.<sup>1,2</sup>

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, Российская Федерация, botany-vsuv@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт биологии Коми НЦ УрО РАН», г. Сыктывкар, Российская Федерация, ecolab2@gmail.com

*The technique of aerial photography of forest areas with the use of an unmanned aerial vehicle (quadrocopter) is considered. Optimal parameters of shooting are offered. The results of the interpretation of the images and the ortho-photoplane are proposed to be used to assess the state of forest ecosystems.*

В настоящее время дистанционные методы широко используются в исследовании состояния природных ресурсов и в экологическом мониторинге окружающей среды [1]. Много публикаций посвящено использованию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученных с космических аппаратов. Однако их использование имеет свои ограничения при мониторинге относительно небольших территорий. Это, прежде всего, мелкий масштаб и низкое разрешение космоснимков. Кроме того, затруднено получение космоснимков, сделанных в определенный момент времени, например, в определенные фазы. Традиционная аэрофотосъемка с самолетов и вертолетов, помимо высокой стоимости, имеет многочисленные организационные проблемы, весьма затрудняющие ее использование, особенно для крупномасштабной съемки небольших территорий.

В последнее время для выполнения аэрофотосъемки появилась возможность использования легких беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в частности, квадрокоптеров, которые могут осуществлять аэрофотосъемку небольших территорий в удобное время. Использование ГИС-технологий позволяет проводить анализ полученных детальных аэрофотоснимков (АФС) высокого разрешения и полученных на их основе ортофотопланов как для корректного и объективного построения карт, так и для выявления и прослеживания временных и пространственных изменений, происходящих на исследуемой территории [2]. БПЛА широко применяют для жанровых видео- и фотосъемок, однако для целей экологического мониторинга, геоботанического картографирования и оценки состояния растительности они почти не используются. Это обусловлено с одной стороны малой осведомленностью о возможностях их использования, а с другой – отсутствием методических разработок по практическому их применению для целей мониторинга и оценки состояния растительности.

Целью исследования была отработка методики выполнения аэрофотосъемки с помощью квадрокоптера для оценки состояния лесных участков.

В качестве опытного полигона был выбран выдел леса на территории ООПТ регионального значения «Медведский бор» в Кировской области (РФ). Этот выдел представлен разновозрастным ельником и сосняком с отдельными деревьями осины и березы. Высота старых деревьев – 25–27 м, молодых – 10–15 м. Имеются участки с валежником. Рельеф слабонаклонный к югу, рассеченный неглубокими логами юго-восточного направления.

Для аэрофотосъемки мы использовали радиоуправляемый квадрокоптер Phantom-4 производства фирмы DJI (Китай), оснащенный штатной видеокамерой DJI FC330 высокого разрешения (Full HD) на гиросtabilизированном подвесе, обеспечивающем устойчивую ориентацию камеры независимо от наклонов аппарата при маневрах или под воздействием ветра, и навигационным приемником GPS/ГЛОНАСС.

Управлять этим аппаратом можно в ручном режиме при помощи штатного программного средства DJI GO 4. Однако наш опыт съемки лугов [3] показал, что в режиме ручного управления при возникновении преград прямой видимости (деревья, строения) между пультом управления и квадрокоптером происходит потеря связи, и аппарат автоматически возвращается на место старта. Кроме того, при ручном управлении трудно соблюсти требуемые жесткие параметры полета: курс, скорость, высоту, ориентацию камеры. Поэтому аэрофотосъемку лучше осуществлять в режиме автопилота.

Для программирования автопилота можно использовать мобильное приложение Litchi, когда полетное задание задается непосредственно на мобильном устройстве (смартфоне или планшете), где на сенсорном экране касанием устанавливаются поворотные точки маршрута. Однако удобнее задание программировать на сайте Litchi Mission Hub (<https://flylitchi.com/hub>), где точки маршрута устанавливаются более точно. В качестве основы сайт использует космоснимки Google Maps.

Для упрощения создания полетного задания нами разработана специальная программа FlyPlan for Litchi, которая автоматически прокладывает оптимальный маршрут в пределах заданных границ съемки при заданной высоте и скорости полета, величине шага поперечного (между галсами) перекрытия с учетом емкости бортового аккумулятора (т.е. максимального допустимого времени полета). Файл полетного задания через сайт Litchi Mission Hub пересылается на подключенное к Интернету мобильное устройство, которое используется для управления квадрокоптером. При выполнении полета в режиме автопилота связь с Интернетом не обязательна. Непосредственно на мобильном устройстве устанавливаются параметры съемки: временной интервал между срабатыванием затвора камеры, баланс белого (автоматически или фиксированный), выдержка (автоматическая или фиксированная).

По опыту ранее выполненных нами съемок мы пришли к выводу, что съемку леса лучше всего проводить в пасмурную погоду, когда территория равномерно освещена, отсутствуют глубокие тени от деревьев и облаков, которые чрезвычайно затрудняют обработку снимков [2, 3].

Аэрофотосъемки проводились 30 октября 2017 г. В этот день была сплошная низкая облачность. Программы автопилота были подготовлены заранее; в качестве основы использован космоснимок с ресурса Яндекс Карты. Непосредственно перед запусками квадрокоптера на смартфоне пульта управления устанавливались режимы съемки: интервал времени между срабатыванием затвора фотокамеры, баланс белого, выдержка.

Для геометрической коррекции полученных с квадрокоптера АФС, склейки мозаики и формирования ортофотоплана мы использовали программное обеспечение Agisoft Photoscan. Результатом обработки является орторектифицированное изображение территории съёмки в формате GEOTIFF, которое можно открывать в качестве растровой карты в большинстве геоинформационных систем. Мы использовали ArcGIS 10.1.

Анализ полученных АФС и ортофотопланов показал следующее. Галсы лучше ориентировать в широтном направлении, камера должна быть ориентирована на север. Это облегчает формирование стереопар. Продольное и поперечное перекрытие должны быть не менее 75%. Выдержку следует устанавливать фиксированную, не более 1/100 с, баланс белого тоже фиксированный. Оптимальная высота полета, обеспечивающая достаточное разрешение снимков для распознавания древесной растительности, должна в 3–4 раза превышать высоту деревьев первого яруса (в нашем случае 75–100 м).

Так как съемка проводилась поздней осенью, на АФС и ортофотоплане хорошо различаются хвойные и лиственные деревья. По форме и рисунку кроны и оттенку ствола, а также по отсутствию листвы хорошо идентифицируются осины и березы. Ель и сосна хорошо различаются как по форме кроны, так и по цвету хвои. По размеру диаметра кроны и оттенку хвои можно судить о возрасте дерева. Можно достаточно точно рассчитать облесенную и не занятую деревьями площадь. В просветах отчетливо просматриваются поваленные деревья.

Авторы выражают признательность А. Г. Гальвасу, Генеральному директору ООО «Нюлинская лесная компания» за предоставленную возможность и содействие в проведении исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров А.А., Комаров А.А. Использование сопряженных данных дистанционного и наземного зондирования при оценке состояния растительного покрова. // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, ВятГУ 2018, кн. 1. С. 77–81.
2. Тимонов А.С., Домнина Е.А., Кантор Г.Я., Выбор оптимальных условий аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата для целей детального геоботанического картирования на примере пойменного луга. // Биодиагностика природных и природно-техногенных систем: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, ВятГУ 2017, кн. 2. С. 261–266.
3. Домнина Е.А., Тимонов А.С., Кантор Г.Я., Кислицина А.П., Савиных В.П., Опыт составления детальной карты растительности пойменного луга // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 1. С. 42–49.

**Ермохин М.В., Мычко В.Е., Кныш Н.В., Барсукова Т.Л., Лукин В.В.**

### **ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, yertaxim@yahoo.com*

*The dendrochronological analysis of four tree species (Scots pine, Norway spruce, English oak, and black alder) from eight stands growing on the territory of the Bytensky reserve (Pukhovichsky district, Minsk region) was carried out. The researches let to reconstruct the transformation of forest ecosystems under the impact of neighboring drainage network.*

Болота и лесоболотные экосистемы имеют огромное значение в поддержании гидрологического режима и микроклимата, сохранения биоразнообразия. Осушительная мелиорация

приводит к снижению уровня грунтовых вод, более быстрому сбросу паводковых вод, что существенно отражается на структуре и состоянии естественных экосистем. Исчезают ценные водно-болотные ландшафты, снижается численности редких видов растений и животных, происходит перестройка лесных экосистем. Причем осушение болот, спрямление рек и другие осушительные мелиорации ведут к изменениям гидрологического режима не только осушенных площадей, но и окружающих территорий. Многие осушительные сети, созданные на сельскохозяйственных землях и в лесах в 1950–80-х годах на территории Беларуси, к 1990–2000-м годам оказались заброшены. Динамика экосистем начала возвращаться в русло естественных процессов. Однако уже в конце 2000-х часть из них стали восстанавливать. Такие коренные изменения не могли не сказаться на состоянии примыкающих лесных экосистем. Особенно актуален этот вопрос для территорий, имеющих охраняемый статус: заказников, заповедников, национальных парков.

Оценка влияния изменяющихся условий произрастания на динамику экосистем может быть выполнена разными методами. В нашей работе мы использовали дендрохронологический метод, который позволяет реконструировать динамику радиального прироста и, на её основе, влияние различных факторов на лесные экосистемы.

Исследования проведены на территории заказника «Бытеньский», расположенного в Пуховичском районе Минской области (Беларусь). Он расположен в пределах обширной озерно-аллювиальной низины, дренируемой рекой Птичь, и сливаемой с ее поймой. Это обуславливает широкое распространение заболоченных открытых и лесных экосистем, среди которых встречаются минеральные острова с елово-широколиственными лесами. Благодаря их трудной доступности они долгое время находились вне сферы действия человека, что позволило сохраниться уникальным природным комплексам в малонарушенном состоянии.

К западной границе заказника примыкает польдер, а сам заказник в центральной части пересекают два магистральных канала («Щитковичский» и «Лава»). До недавнего времени каналы были заброшены и перегорожены бобровыми плотинами, однако в 2010-х начали предприниматься попытки их реконструкции.

С целью оценки влияния каналов на экосистемы был проведен дендрохронологический анализ образцов древесины сосны обыкновенной (в мелиоративно-производных сосняке багульниковом и черноольшаннике осоковом), ели европейской (в ельниках кисличном и кисличном мелиоративно-производном), ольхи черной (в черноольшанниках болотно-папоротниковых) и дуба черешчатого (в дубравах орляковой и кисличной), произрастающих на разном удалении от каналов. Всего проанализированы образцы из 150 высоковозрастных деревьев (по 40 ольхи и ели, 34 – дуба, 36 – сосны). Возраст отдельных деревьев сосны превышает 150 лет, дуба – 160, ели – 90, ольхи – 100. Такой высокий возраст деревьев подтверждает уникальность экосистем.

В годичном приросте деревьев четко отражены все изменения, происходящие на протяжении 160 лет динамики экосистем заказника. Особенно показательны в этом отношении образцы из деревьев сосны, произрастающих у канала «Щитковичский».

Первоначально каналы осушительной сети были построены в 1956–1957 гг., о чем свидетельствует резкое (более чем в 4 раза) увеличение радиального прироста деревьев. Затем в течение более 20 лет каналы постепенно заилились и зарастали. В 1988 году была проведена реконструкция осушительной сети, что обусловило еще большее понижение уровня грунтовых вод, но улучшило прирост деревьев. С этого времени экосистемы, непосредственно примыкающие к каналам «Щитковичский» и «Лава», окончательно трансформировались в мелиоративно-производные.

В 2006 году вступил в силу запрет на реконструкцию каналов и экосистемы начали снова смещаться в сторону заболоченных, об этом свидетельствует постепенное снижение прироста деревьев с 2009 года. Кроме этого, в те же сроки была выполнена реконструкция польдера, и канал «Лава» был отсоединен от прилегающей осушительной сети.

В экосистемах широколиственных лесов, формирующихся на повышенных элементах рельефа, восстановление гидрологического режима в результате деятельности бобров наоборот привело к повышению продуктивности.

Таким образом, влияние осушительных каналов имеет разную направленность в зависимости от типа экосистем (заболоченные или суходольные), однако во всех случаях их дренирующее воздействие изменяет лесные экосистемы. В докладе подробно рассмотрены особенности многолетней динамики радиального прироста сосны, ели, дуба и ольхи черной под влиянием резких изменений гидрологического режима.

**Жибуль А.А.**

## **МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

*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.***

В настоящее время в Беларуси мониторинг лесов осуществляется по двум направлениям:

- состояние лесов под воздействием антропогенных и природных факторов (*мониторинг состояния лесов*);
- состояние лесов под воздействием вредных насекомых и болезней (*лесопатологический мониторинг*).

В рамках функционирования Национальной системы мониторинга окружающей среды проводится мониторинг состояния лесов. Мониторинг состояния лесов начал проводиться с 1990 года в рамках программы международного сотрудничества по мониторингу и оценке влияния воздушного загрязнения на леса (ICP Forests).

Для ведения мониторинга в 1989 году на территорию страны на топографических картах масштаба 1:100 000 была спроектирована биоиндикаторная сетка с расположением вертикальных и горизонтальных линий через 16 км (с размером ячеек 16×16 км). В 1990 году на лесных землях, покрытых лесом, в местах пересечения линий этой сетки, было заложено 402 пункта наблюдений. Поскольку в связи с естественным ростом насаждений часть спелых насаждений вырубается с целью заготовки древесины, часть насаждений вырубается с целью расчистки территорий для других целей, часть насаждений погибает от воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов, то в последующие годы (с 1991 по 2011 год) также проводилась закладка пунктов наблюдений. Общее количество заложенных пунктов наблюдений на этой сетке составило 443 пункта, а в связи с рубкой насаждений к 2018 году осталось 392 пункта, то есть в среднем ежегодно по различным причинам вырубались 2 пункта наблюдений.

Обследование пунктов наблюдений проводилось один раз в год с 15 июня по 31 августа, в период, когда хвоя и листва полностью сформировались, и до начала осеннего старения. Наблюдение велось за отобранными по определенным принципам деревьями. Количество деревьев в пунктах наблюдений, подлежащих оценке, составляло от 10 до 24 штук. В целом в пунктах наблюдений, расположенных на сети 16×16 км, ежегодно обследовалось около 9 тысяч деревьев. Состояние обследуемых деревьев определялось методом биоиндикации, при котором учитывалось морфологическое изменение деревьев. Важнейшими визуальными признаками состояния деревьев являются густота и цвет кроны, наличие и доля усохших ветвей в кроне, состояние коры. Кроме биоиндикационных признаков состояния деревьев определяли видимые повреждения деревьев различными неблагоприятными факторами и степень повреждения ими различных частей дерева.

Проведение наблюдений в пунктах, расположенных на регулярной сети, обеспечило широкомасштабное обследование лесных насаждений и позволило наиболее простым способом получить случайную выборку модельных деревьев с относительно большой территории по

строгим и однозначным правилам. Так, усредненный породный состав древостоя лесного фонда, установленный по доле участия запасов лесообразующих древесных пород, имеет состав 6С2Б1Е1Олч+Д, Ос. Усредненный породный состав оцененного древостоя в пунктах наблюдений, установленный по соотношению количества оцененных деревьев, имеет формулу 6С2Б1Е1Ос+Олч, Д. В данном случае за единицу объема принято оцененное дерево. Таким образом, породный состав оцененного древостоя в пунктах наблюдений незначительно отличается от усредненного породного состава древостоя лесного фонда республики.

В результате проведенных наблюдений на основе первичных данных о состоянии и повреждениях оцененных деревьев получены достаточно точные данные о жизненном и санитарном состоянии, а также повреждениях и причинах гибели основных лесообразующих пород и лесов в целом.

Жизненное состояние определялось по дефолиации (потере или недостаточному развитию хвои/листвы) растущих и усохших в год обследования деревьев 1–3 классов роста по классификации Крафта, то есть без учета отставших в росте деревьев. Дефолиация кроны интегрирует в себе сложный комплекс абиотических и биотических, внутренних и внешних воздействий на дерево и, таким образом, комплексно отражает общее состояние конкретного дерева или, после соответствующего осреднения, всего участка, древесной породы и лесов в целом.

Санитарное состояние определялось по текущему отпаду деревьев 1–3 классов Крафта, то есть без учета естественного отпада, происходящего преимущественно за счет деревьев низших классов роста. Текущий отпад определялся как суммарная доля усыхающих и усохших в год обследования деревьев, а также ветровально-буреломных деревьев, образовавшихся в год обследования.

Причины повреждений и гибели определялись по наличию у деревьев 1–3 классов Крафта визуально наблюдаемых изменений или нарушений, оказывающих неблагоприятное влияние на функционирование деревьев или приводящих к их гибели.

За время проведения мониторинга неоднократно отмечались периоды ухудшения жизненного и санитарного состояния лесов. Первичными причинами, вызывавшими ухудшение состояния насаждений, были в основном засухи и сильные ветры. После сильных засух, отмечавшихся на значительной территории республики в 1992, 2002 и 2015 годах, наблюдалось существенное уменьшение доли деревьев с дефолиацией кроны до 10% (без признаков ослабления), увеличение удельного веса деревьев с дефолиацией 26–100% (сильно ослабленные, усыхающие и усохшие) и текущего отпада (рисунок 1).

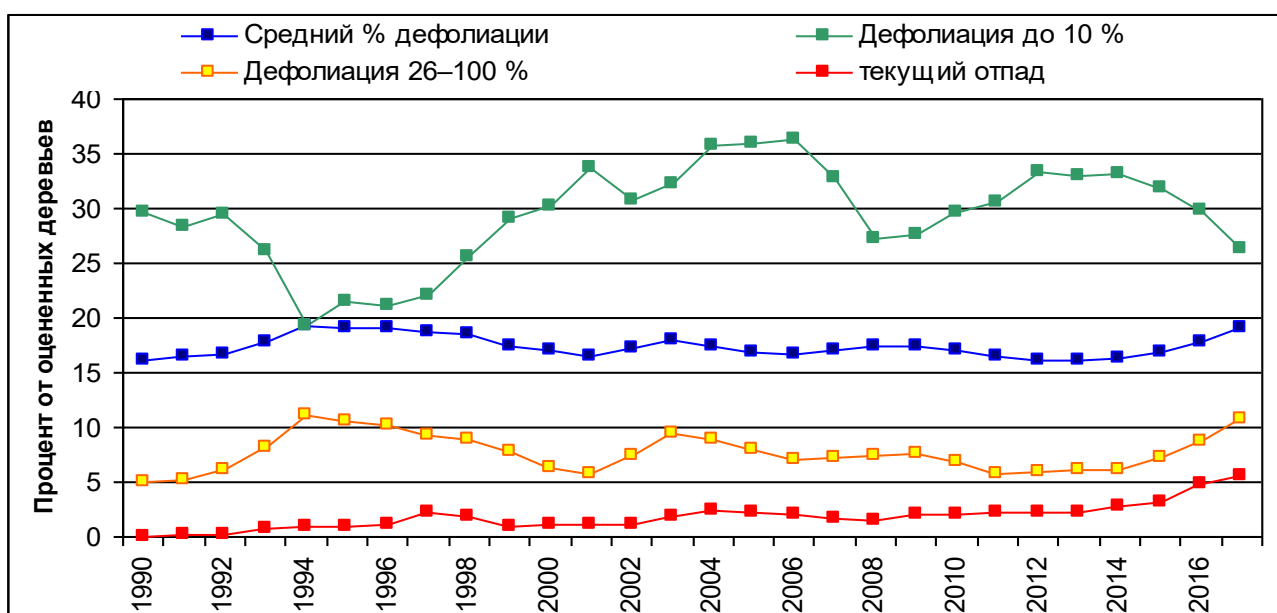


Рисунок 1 – Динамика дефолиации и текущего отпада оцененных деревьев за период проведения мониторинга



Существенное увеличение текущего отпада в 1997–98-х годах вызвано штормовым ветром, достигавшим местами скорости 115 км/час, пронесшимся 23 июня 1997 года над большей частью Брестской и Минской областей. Затем зимой значительная часть наклоненных ветром деревьев погибла от снеголома.

В целом за период с 1994 по 2013 год текущий отпад составлял в основном от 1 до 2,3% от оцененных деревьев. Среднегодовое значение за этот период составило 1,7%. Начиная с 2014 года текущий отпад деревьев начал ежегодно увеличиваться и в 2017 году достиг 5,6% от оцененных деревьев. Основными природными факторами, вызывавшими повреждение и гибель деревьев в последние годы, были: 2015 год – пожары, 2016 год – сильные ветры, 2017 год – насекомые вредители леса.

В 2017 году наличие патологических процессов различной интенсивности наблюдалось в насаждениях всех основных лесных формаций. Гибель деревьев была вызвана в основном воздействием стволовых вредителей. В целом удельный вес погибших деревьев в 2,5 раза превысил среднегодовое значение за период проведения мониторинга. При этом доля погибших деревьев сосны была в 3 раза больше, чем среднее значение; ели и березы — более чем в 2 раза; ясеня — в 4 раза больше среднегодового значения.

Существенное увеличение доли погибших деревьев сосны наблюдалось только в последние два года. В целом же из всех древесных пород сосна была наиболее устойчивой. Средняя ежегодная доля погибших деревьев составила 1,2% (в 2017 году – 4,1%) от оцененных деревьев. Для сравнения, у ели этот показатель составил 2,8% (в 2017 году – 7,8%). Значительная доля погибших деревьев частично связана с тем, что по южной части республики проходила граница ареала сплошного распространения ели. В настоящее время в связи с потеплением климата происходит естественное смещение границы ее произрастания. Как следствие, на большей части республики ель произрастает в экстремальных для своего существования условиях.

Зеленская Ю.В.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УСЫХАНИЯ ДУБРАВ

ГЛХУ «Буда-Кошелевский опытный лесхоз», г. Буда-Кошелево,  
Республика Беларусь, blood\_13\_soul@mail.ru

*This article is devoted to a very acute problem at the moment – the shrinking and disappearance of valuable oak plantations. This topic is relevant for the Republic of Belarus. Researchers agree that the reason for the degradation of oak forests is due to a complex of interrelated factors: biotic (pests and diseases), abiotic, and also the physiological response of the tree itself.*

Дубрава как природное сообщество (биогеоценоз) является одним из наиболее сложных среди наземных биогеоценозов. Любой биогеоценоз развивается и эволюционирует. Ведущее значение в процессе смены наземных биогеоценозов принадлежит растениям, но их деятельность неотделима от деятельности остальных компонентов системы, и биогеоценоз всегда жив и изменяется как единое целое. Смена идет в определенных направлениях, а длительность существования различных биогеоценозов очень различна.

Ослабление и периодическое усыхание дубрав стало глобальным явлением и отмечено практически по всему ареалу произрастания разных видов дуба. Массовые усыхания дубрав на больших площадях зафиксированы в лесах Западной Европы, США, Средней Азии, Беларуси, России, Украины и ряде других регионов.

Усыхание дубрав в результате негативного воздействия климатических факторов, в частности, засух, происходит периодически на больших площадях, часто повторяясь в одних и тех же регионах. В XX в. в лесоводственной научной литературе были зарегистрированы 4 волны

массовых усыханий дубрав: 1901–1906 гг., 1927–1930 гг., 1941–1944 гг. и 1964–1980 гг. Усыхание дубрав наблюдалось и в другие годы, но на сравнительно небольших территориях и в меньших объемах.

Однако авторы многочисленных работ по деградации и усыханию дубрав сходятся во мнении, что причина деградации дубрав обусловлена не одним каким-либо фактором, а комплексом взаимосвязанных факторов, которые сложно и по-разному сочетаются в различных природно-климатических зонах и часто проявляются в течение длительного периода времени.

В литературе имеются сведения об усыхании дубрав и в Республике Беларусь в 1940–1945 гг., начале и середине 1970-х гг. и 2003–2008 гг. [1–3].

Усыхание дуба черешчатого в насаждениях в период их массового усыхания в 2003–2008 гг. имело различный характер. На отдельных небольших по площади участках отмечалось полная гибель дубовых насаждений, вызванная локальными причинами абиотического характера (подтопление, смена древесных пород в результате полного выпадения дуба из состава насаждения, повреждение пожаром).

Некоторые исследователи рассматривают деградацию дубрав как опасный новый феномен, который может привести к исчезновению дубовых лесов, другие рассматривают ее как регулярный циклично повторяющийся феномен, присущий всем растениям и лесным экосистемам. Существуют две модели, объясняющие процессы деградации дубрав. Первая – «цепная» модель заболевания по Хустону [4]. Он рассматривал деградацию дубрав как прямонаправленный линейный процесс, при котором здоровые деревья все более интенсивно ослабляются случайной комбинацией стрессовых факторов, вследствие чего они, вероятно, становятся более уязвимыми для вторичных патогенов, которые обычно не могут инфицировать здоровые деревья.

Другая – «спиральная» модель была предложена Манионом (1991 г.). В рамках данной модели выделены три группы факторов, вызывающих деградацию дубрав, которые действуют параллельно-последовательно (т.е., возможно и значительное перекрывание их действия). Первоначально на насаждение дуба влияют предрасполагающие факторы, действующие в течение длительного времени, постепенно ослабляя деревья; симптомы деградации при этом не проявляются. После этого начинает действовать вторая группа стрессовых факторов. Они действуют эпизодически, но являются настоящими инициализирующими факторами, так как деревья уже ослаблены предрасполагающими факторами и не способны более защищать себя с той же эффективностью против данных стрессовых факторов. И, наконец, деревья подвергаются воздействию третьей, усиливающей, группы факторов, обычно биотических по происхождению, окончательно ослабляющих деревья и вызывающих их отмирание [4].

Основное различие между указанными моделями состоит в том, что по «спиральной» модели, основное значение имеет история популяции до деградации, а факторы, которые непосредственно вызывали ослабление и деградацию, могут изменяться в зависимости от конкретных условий произрастания, и вид фактора не имеет особого значения, в то время как, по «цепной» модели, деградация и отмирание популяции будут в любом случае, если воздействия неблагоприятных факторов на популяцию станут слишком многочисленными и (или) интенсивными. Патогенные организмы, которые вызывают отмирание деревьев, имеют такое же важное значение, как и другие факторы.

Причины усыхания дубрав самые разные, в том числе обусловленные действием биотических факторов (вредители и болезни), абиотических факторов, а также физиологической реакцией самого дерева. При этом в качестве одного из наиболее распространенных внешних симптомов их усыхания отмечается усыхание ветвей в кроне, вызванное комплексом различных факторов [5–7].

К числу абиотических факторов, вызывающих усыхание дубрав в Беларуси, исследователи относят изменения гидрологического режима, происходящие на огромных территориях, сопровождающиеся обмелением крупных рек, снижением уровня грунтовых вод, а также периодически повторяющиеся летние засухи, резкие температурные колебания в зимний и весенний

периоды, изменения экологических условий роста насаждений в результате его изреживания и другие локальные факторы (ветровалы, буреломы, снеголомы и др.).

Среди биотических факторов более сильное воздействие на состояние ослабленных дубовых насаждений оказывают многие фитопатогенные грибы, повреждающие различные органы растущих деревьев. Среди них следует выделить три группы фитопатогенов, вызывающих повреждения листового аппарата, некрозные болезни ветвей, корневые и ствольные гнили деревьев. Большинство отмеченных болезней носит хронический характер, развивается на ослабленных деревьях в течение многих лет и способствует более быстрому их отмиранию. Также в дубравах республики периодически наблюдается массовое развитие листогрызущих насекомых, которое вызывает частичную или полную дефолиацию деревьев, приводящее к дальнейшему ослаблению дубрав и другим нежелательным последствиям. Ствольные вредители, заселяющие ослабленные деревья, ускоряют отмирание отдельных деревьев и целых насаждений [8–10].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лосицкий, К.Б. Дубравы Белорусской ССР / К.Б. Лосицкий // Дубравы СССР. – Т. IV. М.–Л.: Гослесбумиздат, 1952. – С. 3–72.
2. Лосицкий, К.Б. Восстановление дубрав / К.Б. Лосицкий. – М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – 359 с.
3. Сазонов, А.А. Оценка последствий массового усыхания дубовых лесов Беларуси 2003–2008 гг. / А.А. Сазонов // Труды БГТУ. Сер. I «Лесное хоз-во», 2009. – Вып. XVII. – С. 304–307.
4. Houston, D.R. Diagnosing and perverting dieback and declines / D.R. Houston // Norton Arbor. Quart. – 1974. – Vol. 10, № 4. – P. 55–59.
5. Ильюшенко, А.Ф. Формирование вторичной кроны дуба и ее роль в динамике состояния древостоев / А.Ф. Ильюшенко, М.Г. Романовский // Лесоведение. – 2000. – № 3. – С. 65–72.
6. Сазонов, А.А. Усыхание ветвей как фактор ослабления дубрав Беларуси в период депрессии 2003–2008 гг. / А.А. Сазонов // VII Чтениях памяти О.А. Катаева: Вредители и болезни древесных растений России: матер. конф., Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2013 г. / СПбГЛТУ; редкол.: А.В. Селиховкин, Д.Л. Мусолин. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 79–80.
7. Сазонов, А.А. Региональные закономерности усыхания ветвей дуба (*Quercus robur* L.) в период депрессии дубрав Беларуси 2003–2008 гг. / А.А. Сазонов // VIII Чтениях памяти О.А. Катаева: Вредители и болезни древесных растений России: матер. конф., Санкт-Петербург, 18–20 ноября 2014 г. / СПбГЛТУ редкол.: Д.Л. Мусолин, А.В. Селиховкин. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 69.
8. Хвасько, А.В. Особенности развития мучнистой росы дуба в условиях Беларуси и усовершенствование защитных мероприятий: автореф. дис... канд. с.-х. наук / БГТУ. – Минск, 2004. – 20 с.
9. Хвасько, А. В. Закономерности возникновения и развития грибных болезней дуба в условиях Беларуси / А. В. Хвасько // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 9–11 окт. 2013 г. / Институт леса НАН Беларуси; редкол.: А. И. Ковалевич [и др.]. – Гомель, 2013. – С. 140–144.
10. Федоров, Н.И. Поражение мучнистой росой и некрозными заболеваниями дуба черешчатого, произрастающего в различных лесорастительных условиях РБ / Н.И. Федоров, А.В. Хвасько // Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–9 апр. 1998 г. / Ин-т экс. бот. им. В.Ф. Купревича НАН Б.– Минск, 1998.– С. 279–281.

**Зорин В. П.**

### **МОДЕЛЬНЫЕ ЛЕСА БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА И ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ**

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, zorin@belstu.by*

*The article deals with the issues related to the concern of International organizations on the application of measures for protection the sukhodolnykh of ecosystems, in particular forest biogeocenoses, the analysis of which allows assessing the quality of the environment and the conditions of the site. In order to involve the public in decision-making processes related to the environment*

*(Aarhus Convention), raising awareness of the public and local people about the processes of improving the national forest policy and the system of forest relations – a network of Model Forests has been created in the system of the Ministry of Forestry. The reasons for the necessity of their creation are presented.*

Осложнение экологической обстановки на планете вызывает обоснованную озабоченность Международных организаций по принятию мер для защиты экосистемы суши и содействия их рациональному использованию, т. е. устойчивому управлению лесами.

Леса занимают 30% поверхности суши Земли и служат источником жизни.

Беларусь является полноправной страной, подписавшей одиннадцать природоохранных конвенций и протоколов, регулирующих систему действий и мер по сохранению определенных компонентов окружающей среды:

- Конвенция ООН о биологическом разнообразии;
- Рамочная конвенция ООН об изменении климата;
- Конвенция о трансграничном изменении воздуха на большие расстояния;
- Конвенция о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусская конвенция), Указ Президента Беларуси № 726 от 14.11.1999 г.

В Беларуси механизмом реализации конвенций и «Повестки дня на XXI век», определенных ООН по окружающей среде и развитию, является Национальная стратегия социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года, разработанная в соответствии с Законом Республики Беларусь «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Республики Беларусь».

С целью реализации вышеперечисленных актов в Беларуси создана сеть «Модельные леса» в системе Минлесхоза Беларуси.

Основной причиной зарождения международного движения по созданию модельных лесов стали такие проблемы, как истощение доступных лесных ресурсов, сохранение биоразнообразия, устаревшие методы и технологии лесопользования, лесовосстановления, разработка критериев устойчивого управления лесами, международная система сертификации устойчивого управления лесами и использование лесопродукции.

Модельные леса рассматриваются как научно-практическая платформа для системного наблюдения за состоянием лесов и анализа их динамики в результате воздействия антропогенных и техногенных факторов.

В решении данных проблем самое важное – исследовать, знать и контролировать пределы допустимого вмешательства в природные процессы, при которых природная среда (лесной биогеоценоз) будет эффективно выполнять геохимические и экологические функции.

Очевидно, что для этого требуется создание общетерриториальных комплексных систем, позволяющих осуществлять широкий систематический мониторинг состояния растительности на длительный период.

Согласно лесорастительному районированию Юркевича И. Д. и Гельтмана В. С., модельные леса созданы в трех геоботанических подзонах: дубово-темнохвойных лесов, грабово-дубово-темнохвойных лесов и широколиственно-сосновых лесов.

В северной подзоне дубово-темнохвойных лесов (Оршано-Могилевский лесорастительный район) модельный лес создан в границах Чаусского лесхоза на площади лесного фонда около 17 тыс. га и 6,3 тыс. га сельхозугодий (23,5 тыс. га). Поскольку данный лесхоз находится на границе северной и центральной лесорастительных подзон, вблизи южной границы естественного ареала распространения ели, одной из целей создания данного модельного леса является оценка уязвимости и адаптация ели европейской к изменениям климата.

В подзоне грабово-дубово-темнохвойных лесов Неманско-Предполесского лесорастительного района модельный лес создан в пределах Щорсовского, Мирского и Любчанского лесничеств Новогрудского лесхоза на площади лесного фонда около 20 тыс. га и 6,5 тыс. га сельхозугодий (26,5 тыс. га).

В южной подзоне широколиственно-сосновых лесов Полесско-Приднепровского лесорастительного района модельный лес организован на базе лесов ГОЛХУ «Мозырский опытный лесхоз» на площади около 15 тыс. га и 7,0 тыс. га сельхозугодий (22 тыс. га).

На территории модельных лесов возможна организация наблюдений за динамикой ландшафтного состояния данной территории:

- динамика таксационной характеристики лесного фонда;
- площадь стихийных бедствий и влияние их на окружающую среду;
- исследование динамики лесовосстановления на фоне анализа гидрологических исследований и качества почвенно-грунтовых условий;
- применение дендроиндикационных методов, основанных на исследовании размеров годовичного прироста по диаметру (т. е. ширина годовичного кольца), являющихся интегральным показателем, характеризующим с высокой степенью точности взаимосвязь состояния условий внешней среды с величиной годовичного прироста, что позволяет анализировать и прогнозировать возможные изменения климата.

Применение способа оценки состояния древостоев по количеству выделяемого кислорода  $O_2$ , концентрации в воздухе  $O_3$  и повышенному содержанию в воздухе промышленной пыли даст возможность анализировать состояние «здоровья» лесных биогеоценозов, так как ослабленные деревья выделяют больше специфических газов, что используют насекомые при выборе древостоев для размножения.

Причины усыхания лесов состоят не только в действии загрязнения воздуха, но и являются результатом загрязнения и подкисления почв, влияющих на мелкие корни деревьев. Кислые дожди снижают насыщенность почвы основаниями, способствующими выносу кальция и магния, а также повышению содержания алюминия, что оказывает негативное воздействие на рост и развитие корней. Таким образом, данные по изучению влияния техногенных эмиссий на состояние лесных экосистем являются одним из показателей сертификации лесов.

Предложения по использованию модельных лесов в качестве полигонов для организации системного наблюдения за уровнем техногенного загрязнения и реакции растительных компонентов на негативный экологический фактор позволят создать новый механизм международного научно-технического сотрудничества по выработке общего понимания устойчивого управления лесами с учетом результатов их экологического состояния.

Качество почвенного питания растений зависит от физического и биохимического составов почвы, наличия необходимых химических элементов, физической глины, увлажнения (застойное, проточное) и теплового режима почвы.

Наибольшее значение для растительности в составе атмосферного воздуха имеет кислород; углекислый газ, в свою очередь, является одним из основных компонентов в синтезе органического вещества. Кроме данных химических элементов, в атмосферном воздухе присутствуют также примеси воздуха, основную массу которых составляет пыль (растворимые и нерастворимые компоненты). Находящиеся в атмосфере поллютанты, дым оказывают различное влияние на жизнедеятельность растений и их «здоровье».

Пришло время, когда устойчивое управление лесами необходимо оценивать не только по соблюдению действующих требований Международных критериев и показателей устойчивого управления лесами, но и по состоянию устойчивости экосистемы (биогеоценоза) сопротивляться воздействию антропогенной нагрузке («здоровье лесов») и включить этот показатель в систему сертификации лесов.

В соответствии с Государственной программой «Белорусский лес» на 2016–2020 годы, а также Лесным кодексом Республики Беларусь ст. 97, предусматривается мониторинг лесов посредством системы регулярных наблюдений за состоянием лесов, оценки и прогноза изменений, происходящих в лесных биогеоценозах.

Государственная программа предусматривает:

- оптимизацию направлений мониторинга лесов (более детальный мониторинг лесов на участках лесного фонда, на которых динамика изменений состояния лесов под воздействием

внешних факторов более значительная, и минимизация качества наблюдений на участках лесного фонда, которые в меньшей степени подвержены влиянию различных факторов), а также совершенствование методики состояния лесов;

– оптимизацию и совершенствование критериев и индикаторов устойчивого управления лесами в соответствии с принятым Общеввропейским процессом «Леса Европы».

Стратегическим планом развития лесохозяйственной отрасли на период 2015–2030 гг. поставлена задача повышения уровня информированности местного населения и широкой общественности в сфере управления лесами и ведения лесного хозяйства.

Все предусмотренные правительством задачи в области лесного хозяйства могут быть успешно реализованы при непосредственном использовании созданных модельных лесов и совершенствовании лесной сертификации.

В настоящее время существует международная сеть модельных лесов, в нее входят 57 модельных лесов, объединенных в 5 международных региональных территорий, задачей которых является пропаганда успешных практик устойчивого ведения лесного хозяйства и организация новых модельных лесов.

Тематика проектов модельных лесов разнообразна. Она включает как инновационные проекты постиндустриального уровня, требующие серьезного научного обеспечения, так и более простые, но важные для занятости и повышения уровня жизни местного населения.

Для Беларуси все описанные направления деятельности модельных лесов актуальны. Конкретные направления должны устанавливаться применительно к ландшафту, т. е. к территории модельного леса, в процессе переговоров со всеми заинтересованными сторонами.

В этой связи главная цель наших исследований на территории модельных лесов заключается в комплексной оценке ответной реакции сосновых, еловых и других фитоценозов как модельных объектов на изменение химизма окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека, как на региональном, так и на общетерриториальном уровне, с учетом индивидуальной специфики техногенных загрязнений.

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

## **ГЕНОФОНД СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ**

*ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, isozyme@mail.ru*

*Stands of Scots pine of the National Parks "Belovezhskaya Pushcha" and "Pripyatsky", Berezinsky Biosphere Reserve have been studied by isoenzyme analysis. High indicators of genetic diversity are established for the analyzed stands:  $P_{95} = 0.65$ ;  $P_{99} = 0.90$ ;  $A = 3.25$ ;  $A_{1\%} = 2.50$ ;  $H_e = 0.257$ ;  $H_o = 0.267$ . The level of genetic diversity typical for the pine formation of Belarus is preserved in stands of Scots pine of specially protected natural territories.*

Популяционно-генетические исследования лесных древесных растений, проводимые в различных странах, показывают, что в основу сохранения генофонда и генетического улучшения лесов должны быть положены закономерности внутривидовой изменчивости и дифференциации природных популяций [1, 2, 3]. Неоднократно высказывались предположения о повышении устойчивости популяций с увеличением гетерозиготности. Однако до сих пор существует вопрос: что следует принимать за норму и к каким показателям изменчивости стремиться. По мнению Ю.П. Алтухова [2], точкой отсчета при генетическом мониторинге популяционных систем, испытывающих антропогенное воздействие, является состояние генетического оптимума, унаследованное нативной системой популяций от предкового генофонда. Примером нативного генофонда могут служить заповедные территории, где минимизированы антропогенные воздействия. Одной из оптимальных моделей в Беларуси для изучения и получения информации о состоянии генофонда сосны обыкновенной, который формировался с ограничением

антропогенного фактора на протяжении длительного периода времени (более 600 лет), являются древостой Национального парка (НП) «Беловежская пуца».

Целью исследования являлось установление уровня генетического разнообразия сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) из насаждений особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Всего было изучено девять насаждений из НП «Беловежская пуца», НП «Припятский», Березинского биосферного заповедника.

Исследование проведено методом изоферментного анализа. Электрофоретическое фракционирование и гистохимическое окрашивание осуществлено по стандартным методикам [4]. В качестве экспериментального материала использованы диплоидные ткани почек. Анализ проведен на основе одиннадцати ген-ферментных систем, которые кодируются 20 изоферментными локусами (Aat-1, -2, -3; Adh-1, -2; Dia-1, -2; Fe; Gdh; Gpi; Idh; Lap-1, -2; Mdh-1, -2, -3; 6-Pgd-1, -2; Pgm-1, -2). Достоверность различий показателей средней гетерозиготности определялась на основании коэффициента Стьюдента [5].

На основе полученных аллельных частот для всех исследованных древостоев ООПТ были рассчитаны основные показатели генетического разнообразия, которые представлены в таблице 1. Для сравнения приведены средние значения полиморфизма для генетических резерватов, плюсовых насаждений и древостоев естественного происхождения сосны обыкновенной лесов хозяйственного использования Беларуси, полученные нами ранее.

Как следует из таблицы, доля полиморфных локусов в сосновых древостоях ООПТ по 95% критерию варьирует от 0,60 до 0,65, в целом составляя 0,65, что соответствует значениям показателя в плюсовых насаждениях и древостоях лесов хозяйственного использования. Показатель  $P_{99}$  находится в диапазоне от 0,80 до 0,95, составляя в целом 0,90 и превышая полученные значения для лесных генетических резерватов, плюсовых насаждений и древостоев лесов хозяйственного использования. Показатель числа аллелей на локус (A) изменяется от 2,70 до 3,10 и в целом равен 3,25, что несколько ниже, чем для всей сосновой формации Беларуси. В то же время значения параметра  $A_{1\%}$  находятся в пределах от 2,25 до 2,50. В целом величина  $A_{1\%}$  в древостоях ООПТ (2,50) превышает данный показатель, установленный для всех групп исследованных древостоев: леса хозяйственного использования (2,35), плюсовые насаждения (2,35), генетические резерваты (2,45).

Таблица 1– Значения показателей генетической изменчивости в древостоях сосны обыкновенной на территории Беларуси

Древостои	Доля полиморфных локусов		Среднее число аллелей на локус		Средняя гетерозиготность*	
	$P_{95}$	$P_{99}$	A	$A_{1\%}$	ожидаемая $H_e$	наблюдаемая $H_o$
НП «Беловежская пуца»	0,65	0,95	3,10	2,50	0,259±0,006***	0,275±0,006***
Березинский биосферный заповедник	0,65	0,85	2,95	2,25	0,252±0,005**	0,259±0,005**
НП «Припятский»	0,60	0,90	2,65	2,30	0,255±0,009	0,268±0,009**
В целом для ООПТ	0,65	0,90	3,25	2,50	0,257±0,004***	0,267±0,004***
Генетические резерваты	0,60	0,85	3,30	2,45	0,259±0,006***	0,269±0,006***
Плюсовые насаждения	0,65	0,80	3,40	2,35	0,253±0,003***	0,258±0,003***
Леса хозяйственного использования	0,65	0,85	3,60	2,35	0,240±0,002	0,247±0,002

\* – значения показателей приведены с ошибкой среднего; \*\* – достоверно превышают значение показателя для лесов хозяйственного использования по 95% критерию; \*\*\* – достоверно превышают значение показателя для лесов хозяйственного использования по 99% критерию

Как следует из таблицы, доля полиморфных локусов в сосновых древостоях ООПТ по 95% критерию варьирует от 0,60 до 0,65, в целом составляя 0,65, что соответствует значениям показателя в плюсовых насаждениях и древостоях лесов хозяйственного использования. Показатель  $R_{99}$  находится в диапазоне от 0,80 до 0,95, составляя в целом 0,90 и превышая полученные значения для лесных генетических резерватов, плюсовых насаждений и древостоев лесов хозяйственного использования. Показатель числа аллелей на локус (A) изменяется от 2,70 до 3,10 и в целом равен 3,25, что несколько ниже, чем для всей сосновой формации Беларуси. В то же время значения параметра  $A_{1\%}$  находятся в пределах от 2,25 до 2,50. В целом величина  $A_{1\%}$  в древостоях ООПТ (2,50) превышает данный показатель, установленный для всех групп исследованных древостоев: леса хозяйственного использования (2,35), плюсовые насаждения (2,35), генетические резерваты (2,45).

Значения ожидаемой гетерозиготности ( $H_e$ ) и наблюдаемой гетерозиготности ( $H_o$ ) варьируют в пределах 0,252–0,259 и 0,259–0,275 соответственно, в среднем составляя 0,257 и 0,267 соответственно. Необходимо отметить, что средние значения  $H_e$  и  $H_o$ , рассчитанные для древостоев сосны обыкновенной в НП «Беловежская пуца», являются одними из самых высоких, установленных для сосняков естественного происхождения в Беларуси. При этом, проанализированные древостои НП «Беловежская пуца» достоверно превышают по средним значениям показателей  $H_e$  и  $H_o$  леса хозяйственного использования ( $P < 0,01$ ), показателя  $H_o$  – плюсовые насаждения ( $P < 0,05$ ). Принимая во внимание гипотезу о том, что с увеличением возраста древостоя происходит смещение в сторону сохранения наиболее гетерозиготных деревьев [6, 7], полученный результат может быть объяснен тем, что большую часть проанализированных сосняков НП «Беловежская пуца» составляют старовозрастные (более 140 лет). В то же время исследованные древостои 75 и 40 лет также характеризуются высокими значениями гетерозиготности. Это позволяет предположить, что еще одной причиной полученных результатов может являться меньшая подверженность древостоев НП «Беловежская пуца» антропогенному воздействию на протяжении длительного периода времени.

Таким образом, на примере сосны обыкновенной установлено, что в ряду «леса хозяйственного использования → плюсовые насаждения → лесные генетические резерваты → древостои ООПТ» наблюдается взаимосвязь между величиной показателя средней гетерозиготности и степенью интенсивности лесохозяйственной деятельности: чем сильнее антропогенное воздействие, тем ниже показатели гетерозиготности. Некоторым исключением в настоящем исследовании (по  $H_e$ ) стали древостои сосны обыкновенной НП «Припятский», которые не показали достоверного превышения по данному показателю над лесами хозяйственного использования. Однако это объясняется не низким значением  $H_e$  (оно составляет 0,255 и даже выше такового в Березинском биосферном заповеднике), а сравнительно малым размером проанализированной к настоящему времени выборкой насаждений и деревьев для данного национального парка. В целом показано, что в насаждениях сосны обыкновенной ООПТ в полной мере сохраняется уровень генетического разнообразия, характерный для сосновой формации Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов Ю.П. Генетика популяций и сохранение биоразнообразия / Ю.П. Алтухов // Соросовский обзор. журнал. – 1995. – № 1. – С. 32–43.
2. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.
3. Милютин Л.И. Генетико-эволюционные основы устойчивости лесных экосистем / Л.И. Милютин // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 16–20.
4. Гончаренко Г.Г. Руководство по исследованию хвойных видов методом электрофоретического анализа изоферментов / Г.Г. Гончаренко, В.Е. Падутов, В.В. Потенко. – Гомель: Полеспечат, 1989. – 164 с.
5. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.



6. Генетическая изменчивость сосны обыкновенной в возрастных группах / Н.В. Старова [и др.] // Генетика. – 1990. – Т. 26, № 3. – С. 498–505.

7. Kosinska J. Genetic variability of Scots Pine Maternal Populations and Their Progenies / J. Kosinska, A. Lewandowski, W. Chalupka // *Silva Fennica*. – 2007. – Vol. 41, № 1. – P. 5–12.

Каплевский А.А., Уланова Н.Г.

## ЧЕТЫРЁХЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ПОДРОСТА И ПОДЛЕСКА ЕЛЬНИКА ПОСЛЕ ГИБЕЛИ ДРЕВОСТОЯ В ОЧАГЕ РАЗМНОЖЕНИЯ КОРРОДА-ТИПОГРАФА

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
г. Москва, Российская Федерация, [Dron\\_of\\_geobot@list.ru](mailto:Dron_of_geobot@list.ru)

*We studied dynamics of undergrowth in dead unharvested spruce forest and in clear cut compared with same undamaged spruce forest during four years. The study showed the similarity of the undamaged forest to the unharvested stand, and the difference of these phytocenoses from clear cut.*

Изменение лесной растительности в очагах усыхания ели после вспышек численности короеда-типографа (*Ips typographus*) до сих остается неизученным явлением, так как в европейской части России с конца XIX столетия не наблюдалось таких масштабных вспышек. В Московской области неожиданная вспышка массового размножения короеда-типографа началась в 1999 г. и продолжалась до 2002 г. Вторая вспышка началась в 2009 г. после засушливого лета и достигла пика в 2012 г. Массовое назначение сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели за несколько лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих статус заповедности.

Выдвигается гипотеза: сохранение сухостоя ели в очагах усыхания древостоя ели после вспышки численности короеда-типографа позволяет сохранить лесное сообщество, близкое к исходному. В образовавшемся сообществе динамика фитоценоза будет направлена на восстановление лесного сообщества уже в первые годы после гибели древостоя.

Цель проведенных исследований – выявление особенностей изменения структуры фитоценоза ельника после гибели древостоя в сравнении с фитоценозами после рубки сухостоя и исходным лесом.

На территории Звенигородской биостанции МГУ (Московская область) в 2013 г. заложены рядом три постоянные пробные площади одинакового размера (800 м<sup>2</sup>) в ельнике зеленчуковом: с погибшим в 2012 году древостоем ели, на сплошной рубке сухостоя ели зимой 2012–2013 гг. и с живым древостоем ели (контроль). Исследования проведены в августе 2014, 2015, 2016 и 2017 гг. по единой методике. На пробных площадях заложены по три трансекты длиной 40 м и шириной 1 м. Изучен видовой состав, численность и высота деревьев из категории подроста и кустарников подлеска. Выявлены изменения, прошедшие в течение двух лет в подросте и подлеске. Сравнительный анализ с контролем и между площадями двух технологий уборки сухостоя проведен с использованием статистических методов.

Мы считаем, что до начала вспышки численности короеда доли видов были примерно равны на всех трёх пробных площадях.

Подсчитана встречаемость видов подроста и подлеска в исследуемых фитоценозах (рисунк 1). Фитоценозы контрольного ельника зеленчукового с сохранившимся древостоем и с погибшим древостоем отличаются по эколого-фитоценозическим условиям. После гибели ели произошло увеличение доли липы (*Tilia cordata* Mill.), появилась рябина (*Sorbus aucuparia* L.). Существенно снизилась доля клёна (*Acer platanoides* L.).

В подросте вырубки преобладают берёза (*Betula pendula* L.) семенного происхождения и порослевая осина (*Populus tremula* L.), нехарактерные для исходного сообщества, распространена черёмуха (*Prunus padus* L.). Доля клёна почти в 3 раза меньше, чем на контрольной площадке (рисунок 1).

На контрольной площадке преобладает подрост клёна, отмечено возобновление ели, черёмухи, дуба (*Quercus robur* L.), рябины и липы. Состав подроста сообщества контрольной площадки на протяжении исследования изменялся незначительно, в 2015 году отмечено увеличение роли дуба, однако в 2016 году его доля вновь сократилась.

Таким образом, для короедника можно говорить о формировании кленового леса с липой и рябиной, на вырубке – мелколиственный лес с преобладанием берёзы, сообщество контрольной площадки остаётся стабильным.

Важной особенностью исследуемого ельника с погибшим древостоем ели является отсутствие в нём елового подростка. Показано, что возобновление ели в очагах поражения короедом-типографом идёт только за счёт подростка, появившегося до начала вспышки. Для ЗБС отмечено как присутствие, так и отсутствие подростка ели в зависимости от типа ельника.

В составе подлеска ельника с погибшим древостоем ели стабильно большую роль сохраняют лещина (*Corylus avellana* L.), бересклет (*Euonymus verrucosa* Scop.) и жимолость (*Lonicera xylosteum* L.), характерные для исходного фитоценоза. В 2014 году подлесок короедника отличается от подлеска контроля только соотношением видов – увеличилась доля малины (*Rubus idaeus* L.) и сократилась доля жимолости (рисунок 2). В последующие годы в короеднике происходит увеличение роли лещины, доли других видов при этом, изменяются незначительно. На контрольной площадке в это время идёт распад кустов жимолости и исчезает малина, отмеченная в первый год исследований. При этом доля бересклета остаётся постоянной. В 2015 году происходит вселение в короедник и контрольное сообщество ивы козьей (*Salix caprea* L.).

На вырубке сильно изменился состав подлеска: появились бузина (*Sambucus racemosa* L.), волчье лыко (*Daphne mezereum* L.), ива козья. Ведущая роль в сообществе в 2015 году перешла к малине – она составляет уже более 75% от общего числа особей подлеска. Происходит формирование сообщества малинника. Доля лещины, преобладающей в короеднике и на контрольной площадке, стала заметно ниже. В 2015 году она имеет равную с ивой козьей долю в подлеске. Значительно уменьшилась и роль бересклета.

Мониторинг структуры подростка деревьев в течение трех лет позволил определить направления развития фитоценозов при различных технологиях уборки сухостоев ели после вспышки численности короеда-типографа. Фрагмент широколиственного леса (липово-кленовый фитоценоз с рябиной и лещиной) формируется при сохранении сухостоя ели, фрагмент мелколиственного вторичного леса (осинник с черёмухой) – при вырубке и вывозе сухостоя из ельника. Различие в судьбе фитоценозов связано с сохранением и разрастанием всего подростка и подлеска при отсутствии нарушений почвенного покрова в короеднике. Это позволяет сообществу сохранить устойчивость и естественный ход развития. На вырубке же сообщество резко изменилось, доминирующее положение заняли виды, не характерные для исходного фитоценоза.

При технологии проведения санитарных рубок сухостоя происходит вторичная сукцессия с переходом лугового сообщества во вторичный березняк с осинкой. Сохранение сухостоя и естественный ход лесовосстановления ведет к сохранению лесного фитоценоза и изменению лишь соотношения доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с липой и клёном, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса.

Сложные по структуре леса замещают монокультуры ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Продолжение многолетних мониторинговых наблюдений позволит дать прогноз и оценить риски использования разных технологий лесовосстановления леса после катастрофических нарушений.

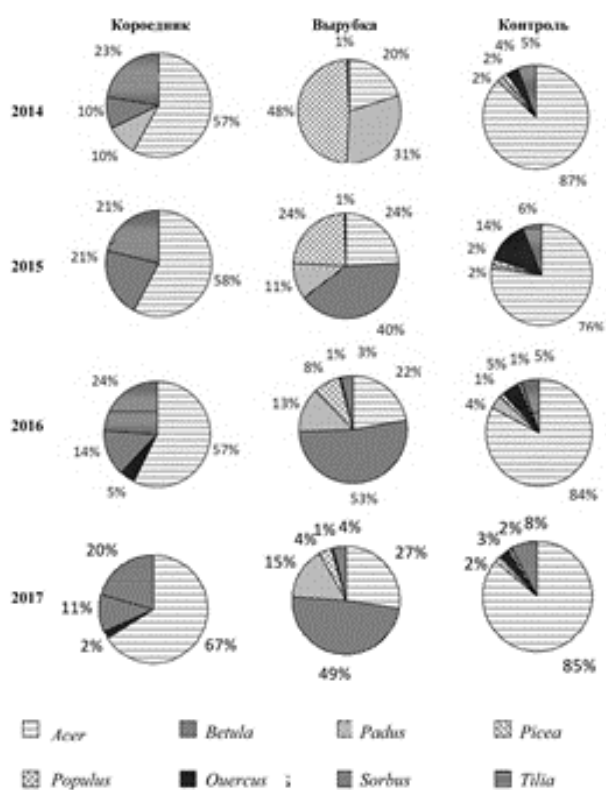


Рисунок 1 – Соотношение встречаемости видов подроста в 2014–2017 годах

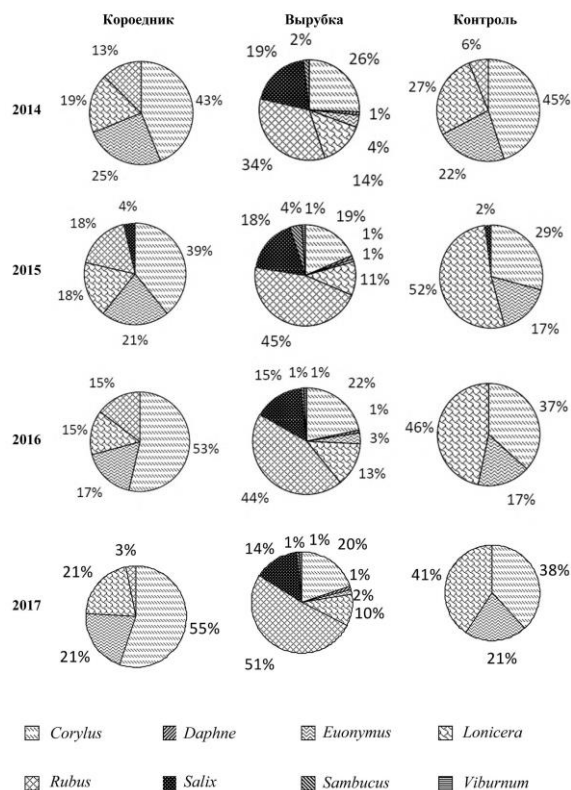


Рисунок 2 – Соотношение встречаемости видов подроста в 2014–2017 годах

Кныш Н.В.<sup>1</sup>, Ермохин М.В.<sup>1</sup>, Каган Д. И.<sup>2</sup>

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) РАЗНЫХ ГАПЛОТИПОВ

<sup>1</sup> ГНУи «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, knyshnv@gmail.com

<sup>2</sup> ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

*In Belarus, specialists have identified 14 different haplotypes of the English oak. The oak trees of haplotype № 1 are the dominant one and found throughout the country. The trees of haplotype № 2 are distributed only in certain regions.*

*The main goal of our research was to identify the changes in radial increment of oak trees of haplotypes № 1 and № 2 due to the climatic factors. Studies showed that the radial increment of the trees of haplotype № 2 is mainly associated with the weather conditions of this year, while radial increment of the trees of haplotype № 1 is associated with the weather conditions of this and the previous year.*

На территории Европы учеными было проанализировано около двух тысяч популяций дуба черешчатого, что позволило составить карту расселения дуба в Европе в голоцене. На территории Беларуси учеными из Института леса НАН Беларуси было выделено 14 различных гаплотипов дуба черешчатого [1]. Доминирующим является гаплотип № 1, занимающий 50% от всех гаплотипов и встречающийся по всей республике. На долю гаплотипа № 2 приходится 12%, и распространен он только в определенных районах страны.

Мы провели сравнительный анализ деревьев гаплотипа № 1 и гаплотипа № 2, произрастающих в одном лесном массиве на территории Узножского лесничества, Василевичского лесхоза. Определение принадлежности деревьев к определенному гаплотипу проведено сотрудниками Института леса НАН Беларуси.

Для гаплотипа № 1 и № 2 были построены древесно-кольцевые хронологии протяженностью до 170 лет. Угнетения в радиальном приросте деревьев обоих гаплотипов наблюдались в 1875, 1895, 1940, 1984, 2003 и 2015 годах. Это говорит о том, что оба гаплотипа одинаково реагировали на изменения климатических условий (рисунок 1).

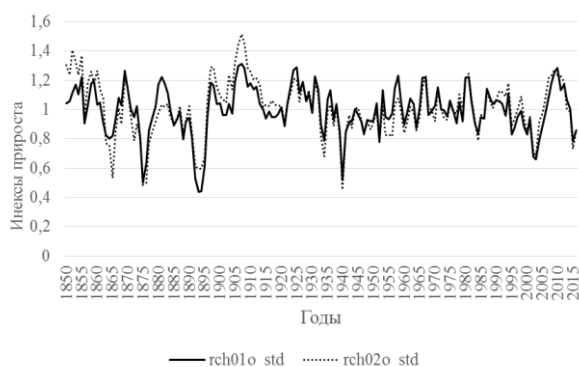


Рисунок 1 – Стандартизированные древесно-кольцевые хронологии RCH01o и RCH02o

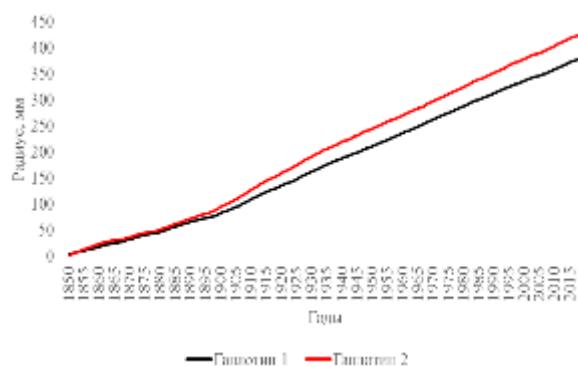


Рисунок 2 – Динамика прироста по радиусу деревьев дуба черешчатого разных гаплотипов

Результаты сравнительного анализа динамики прироста стволов по радиусу показывают, что до рубки материнского древостоя в конце 1890-х годов скорость прироста по диаметру деревьев гаплотипа № 2 была меньше, чем у деревьев гаплотипа № 1. Однако после рубки древостоя оставшиеся деревья гаплотипа № 2 растут более интенсивно, чем деревья гаплотипа № 1. В 1910-х годах деревья гаплотипа № 2 обогнали по приросту деревья гаплотипа № 1 (рисунок 2).

Результаты корреляционного анализа между древесно-кольцевыми хронологиями RCH01o и RCH02o показали, что гаплотип № 1 и № 2 имеют очень высокий коэффициент корреляции (0,90), свидетельствующий о том, что внешние факторы среды практически одинаково влияют на прирост деревьев обоих гаплотипов.

Анализ коэффициентов корреляции стандартизированных древесно-кольцевых хронологий RCH01o (гаплотип № 1) и RCH02o (гаплотип № 2) с метеорологическими параметрами (осадки, температура) показал значимое положительное влияние осадков декабря предыдущего года и июня текущего года у обоих гаплотипов. Хронология гаплотипа № 1 (RCH01o) имеет значимый положительный коэффициент корреляции с осадками августа предыдущего года и температурой октября предыдущего года. У хронологии гаплотипа № 2 значимый положительный коэффициент корреляции с температурой наблюдается для декабря предыдущего года.

Аналогичные зависимости сохраняются и в коэффициентах функции отклика, которая объясняет 47,4% вариации прироста у деревьев гаплотипа № 1 и 40,8% – у гаплотипа № 2. У гаплотипа № 2 более значимой является корреляция с осадками июля, а у гаплотипа №1 – с осадками сентября и ноября предыдущего года.

Анализируя в целом связь прироста с режимом осадков и температур, можно сделать вывод о том, что на прирост деревьев гаплотипа № 2 преимущественно оказывают влияние климатические условия текущего года, в то время как на прирост деревьев гаплотипа №1 – условия текущего года и конца предыдущего года. Возможно, именно с этим связана более высокая скорость прироста деревьев гаплотипа № 2, которые быстрее адаптируются к меняющимся условиям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалевич, О. А. SSRP-анализ хлоропластной ДНК дуба черешчатого, произрастающего в Беларуси / О.А. Ковалевич, Д.И. Каган, В.Е. Падутов // [Текст] ил., табл. Доклады Национальной академии наук Беларуси, 2011, Т. 55, № 6. – С. 100-104.

## ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НАРУШЕННЫХ ЛЕСОВ

ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация, knsvetl@gmail.com

*The study presents the results of a remote assessment of disturbed forests state on the example of dark coniferous taiga after a massive outbreak of Siberian moth (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetw) in the Krasnoyarsk region in 1994-1995. The Landsat satellite data made it possible to reveal considerable changes in the forest cover corresponding to serious damage to the crowns of stands (loss of needles more than 75%) and to determine the area of dead forests.*

Бореальные леса России подвержены ежегодному воздействию насекомых-вредителей, среди которых сибирский шелкопряд оказывает наиболее разрушительное, а иногда катастрофическое влияние на хвойные древостои. Для мониторинга состояния лесной растительности на обширных и труднодоступных территориях Сибири и Дальнего Востока целесообразно применять космические снимки. Для дистанционных данных, полученных со спутников Landsat, накоплен огромный архив снимков более чем за 30-летний период, начиная с 1984 г., который предоставляет большие возможности для оценки долговременных изменений в лесах.

На территории России площади очагов насекомых-вредителей леса составляют ежегодно около 2 млн га. Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetw) является самым опасным вредителем хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока. Вспышки увеличения численности этого насекомого-вредителя, вызванные сочетанием благоприятных погодных условий, особенно разрушительны в темнохвойной тайге с преобладанием пихты и кедра. Одна из последних крупных вспышек массового размножения сибирского шелкопряда произошла в лесах Красноярского края в 1994–1995 гг. – площадь погибших лесов в результате составила около 200 тыс. га. Поврежденные сибирским шелкопрядом хвойные леса становятся очагами размножения различных стволовых вредителей, которые окончательно превращают поврежденные участки леса в сплошные сухостои и приводят к полной гибели древостоев.

Для дистанционной оценки состояния темнохвойной тайги после массового размножения сибирского шелкопряда, на примере тестового участка площадью около 100 тыс. га в Красноярском крае, использованы разновременные спутниковые данные высокого пространственного разрешения Landsat. Космические снимки Landsat получены до начала вспышки размножения шелкопряда в июне 1989 г. и после воздействия вредителя – в третьей декаде июня 2000, 2002, 2006, 2014 и 2017 гг. По данным Landsat рассчитаны производные индексные изображения  $SWVI$  по формуле  $SWVI = (b_{NIR} - b_{SWIR}) / (b_{NIR} + b_{SWIR})$ , где  $b$  - значения отражения в ближнем (NIR в диапазоне 0,775–0,90 мкм) и среднем (SWIR в диапазоне 1,55–1,75 мкм) инфракрасных каналах съемки. Значения яркости в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра позволяют выделять участки растительности с ухудшенным состоянием, которое связано как с нарушением процесса фотосинтеза при повреждении хвои (листьев), так и с воздействием на лес атмосферной или почвенной засухи.

Выявление изменений коротковолнового вегетационного индекса ( $\Delta SWVI$ ) проведено при помощи статистического расчета разностного изображения индексов. Для каждого пиксела разностного изображения вычисляется разница между его значением и средним значением изображения, если она превышает выбранный пороговый критерий, то пиксел относят к классу «изменений», если меньше – то к классу «без изменений». Экологическая интерпретация индекса  $SWVI$  означает, что при оптимальном содержании влаги в клетках зелёной растительности его значение существенно выше, чем у насаждений с ухудшенным состоянием крон. В качестве порогового критерия при расчете разностного изображения использовано стандартное отклонение ( $\sigma$ ) в 3 вариантах –  $0,5 \sigma$ ,  $1 \sigma$  и  $1,5 \sigma$ . Разница значений индекса ( $\Delta SWVI$ ) между 1989 и 2000 годами, равная пороговому критерию  $1 \sigma$ , позволила выявить изменения,

произшедшие в лесном покрове, которые соответствовали 3 и 4 классам повреждения (сильное и сплошное повреждение крон древостоев – потеря хвои более 75%). Сведения о степени повреждения крон древостоев хвоегрызущим вредителем получены по данным лесопатологических обследований Восточно-Сибирского лесостроительного предприятия в очагах воздействия сибирского шелкопряда в 1995–1996 гг. На рисунке 1 приведены изображения  $\Delta SWVI$  за периоды 1989–2000, 2000–2017 и 1989–2017 гг.

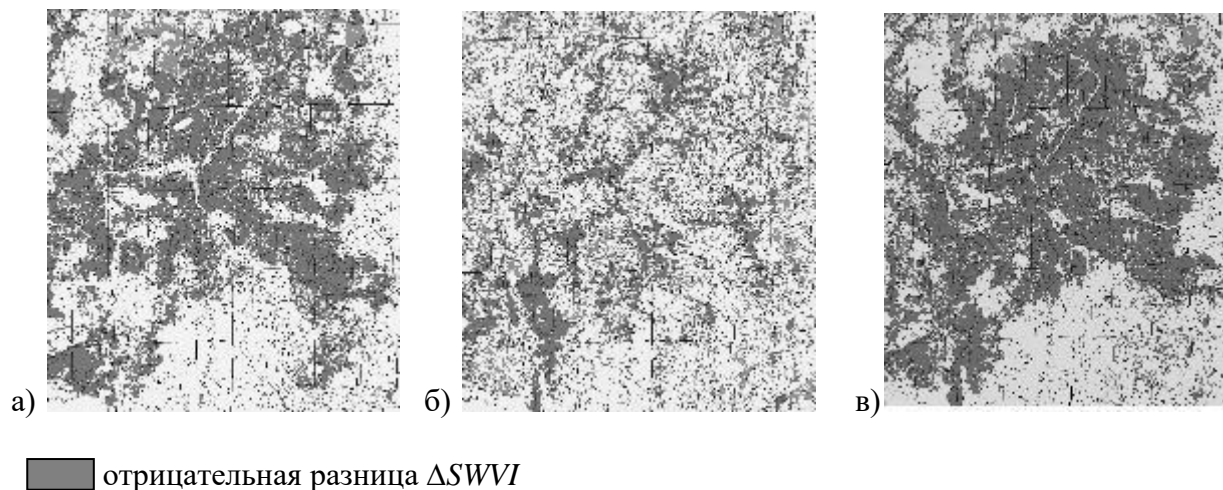


Рисунок 1 – Изображения  $\Delta SWVI$  для временных периодов:  
а) 1989–2000 гг.; б) 2000–2017 гг.; в) 1989–2017 гг.

С использованием разностного индексного изображения  $\Delta SWVI$  1989–2000 гг. создана маска лесов, погибших в результате воздействия сибирского шелкопряда, включающая 878 таксационных выделов, и рассчитаны средние значения индексов  $SWVI$ . Для сравнения, из таксационной базы лесостроительства 1992 года, проведенного до возникновения массовой вспышки размножения шелкопряда, были отобраны 158 выделов хвойных и 157 выделов лиственных насаждений, не подвергшихся в период с 1989 по 2017 гг. влиянию различных деструктивных факторов, а также таксационные выделы, отнесенные по данным лесопатологических обследований к 3 и 4 классам повреждения, для которых также рассчитаны индексы  $SWVI$  (рисунок 2).

На графиках средних значений  $SWVI$  хорошо заметен одинаковый тренд изменений для поврежденных (3 и 4 классы) и погибших насаждений. Самые низкие значения индекса принадлежат классу «погибшие», который был образован на основе разностного изображения  $\Delta SWVI$  1989–2000 гг. Таким образом, можно констатировать, что класс «погибшие», выделенный по дистанционным данным, более корректно отображает границы очага повреждения, чем 4 класс «сплошное повреждение», выявленный в результате лесопатологических обследований.

При помощи программных средств ArcGIS на основе изображений  $\Delta SWVI$  рассчитаны площади нарушенных лесов. В 2000 г., по данным Landsat, площадь лесов, погибших под воздействием сибирского шелкопряда, составила около 19,2 тыс. га. После двух крупных пожаров в 2004 г. и 2011 г. и в результате совокупности ряда деструктивных факторов площадь погибших лесов увеличилась к 2017 г. до 20,4 тыс. га. Частые пожары на территории бывшего шелкопряда затрудняют процесс лесовозобновления, поэтому большая часть растительности находится на начальной стадии сукцессионного цикла. Для более детальной дистанционной оценки состояния растительности необходимо использовать снимки сверхвысокого пространственного разрешения.

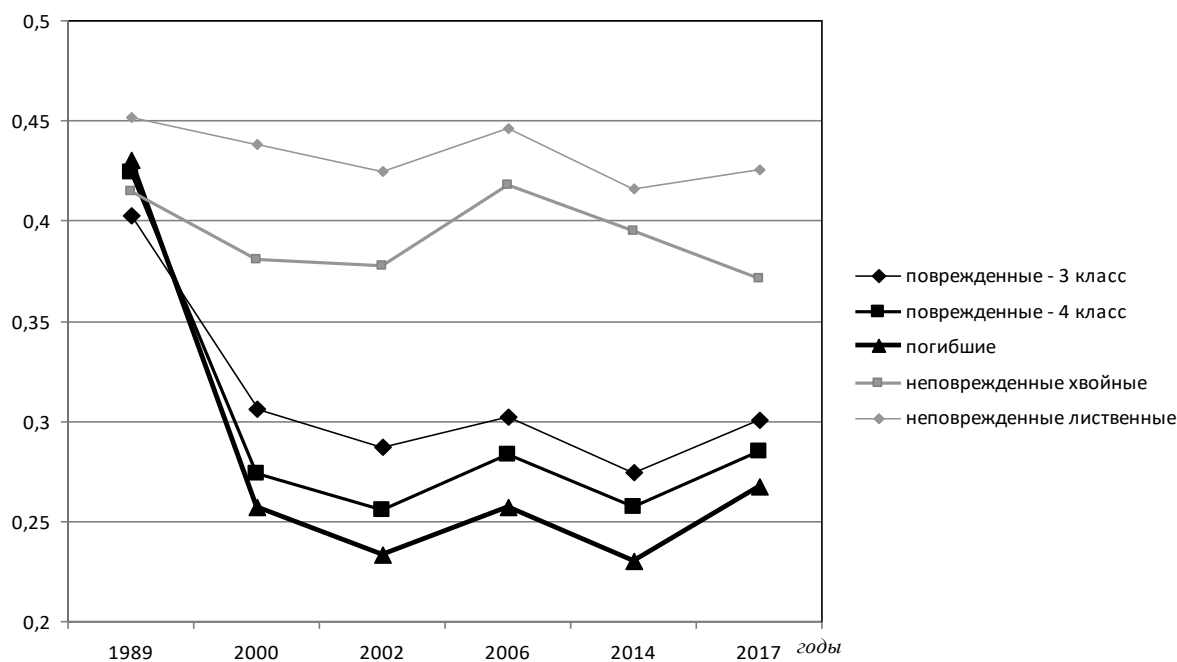


Рисунок 2 - Средние значения индексов SWVI

Работа выполнена в рамках исследования по теме Государственного задания ЦЭПЛ РАН №0110-2018-0001 «Концепция спутникового мониторинга состояния и динамики лесных экосистем».

Козел А.В., Блинцов А.И., Ларина Ю.А., Хвасько А.В.

## ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ-РИЗОФАГОВ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, kozel@belstu.by

*Features of monitoring and estimation of prejudice caused by cockchafer larvae to the woody planting material in forest nurseries are stated in the article. The most unbiased predictable indices of expected damage from this group of pests are given. Some recommendations for use of proposed indices are offered.*

Изложены материалы по особенностям проведения мониторинга и оценки ущерба посадочному материалу древесных растений от личинок хрущей (*Melolonthinae*) в лесных питомниках. Приведены наиболее объективные прогнозные показатели ущерба от этой группы вредителей. Предложены некоторые рекомендации по использованию предлагаемых показателей.

С каждым годом потребность в качественном посадочном материале возрастает в связи с тем, что в районах интенсивного ведения лесного хозяйства лесовосстановление осуществляется в основном только лесокультурными методами. Кроме того, лесной фонд Беларуси уже третий год подряд ощущает на себе последствия экстремальных изменений погодных условий. Так, в 2015 г. лесоводы республики столкнулись с аномальной засухой, в 2016 г. – с прохождением ураганов, в 2017 г. – с усыханием сосны – новым патологическим явлением для нашей страны. Все это нанесло значительный ущерб лесному хозяйству. В результате ураганов образовались ветровально-буреломные участки общей площадью около 5,5 тыс. га. После их разработки на площади около 5,0 тыс. га лесовосстановление осуществлялось путем создания лесных культур. По данным Министерства лесного хозяйства, на конец 2017 г. из-за усыхания сосны сплошными санитарными рубками пройдено более 26 тыс. га сосняков. Такие участки

также нуждаются в скорейшем облесении. Сложившаяся ситуация потребует в ближайшем будущем от лесхозов интенсификации выращивания качественного посадочного материала всех лесообразующих пород. Выполнение данной задачи в некоторых районах сопряжено с определенными трудностями, среди которых одна из основных – развитие почвообитающих вредителей, повреждающих корни, прорастающие семена, всходы и сильно снижающих запланированное качество и выход посадочного материала, нанося тем самым в ряде случаев значительный ущерб питомническому хозяйству лесхозов.

В настоящее время в Беларуси практически отсутствует единая общепринятая методика проведения мониторинга лесных питомников на наличие такого рода вредителей, нет сведений о влиянии степени заселенности почвы ризофагами на качество и выход посадочного материала, а вместе с этим нет и четких обоснованных критериев прогноза ущерба молодым растениям, что в совокупности затрудняет достоверность оценки реальной угрозы от ризофагов.

Основными прогнозными показателями оценки ущерба в лесных питомниках от пластинчатоусых-ризофагов в лесных питомниках предлагаем считать:

1. Степень заселенности почвы ризофагами (абсолютная, относительная), их видовой и возрастной состав. В настоящее время существуют определенные количественные показатели вредоносности насекомых, служащие для оценки экономического порога вредоносности, т. е. значения плотности популяции вредителя, при которых для предотвращения ущерба целесообразно и экономически оправдано применение защитных мероприятий. Такие показатели приводятся и для пластинчатоусых-ризофагов. Согласно ТКП 252–2010 (02080) [1], истребительные защитные мероприятия против личинок майских хрущей целесообразны при наличии в почве на 1 м<sup>2</sup> не менее 8 личинок младших или 5 личинок старших возрастов (принимая во внимание, что личинки майских хрущей имеют три возраста, эти критерии не могут восприниматься однозначно). По нашему мнению, данный показатель необходимо устанавливать путем расчета коэффициента суммарной заселенности почвы на основе примерных показателей степени заселенности почвы вредными насекомыми по видам и возрастам, свидетельствующих об угрозе для сохранности посевов и посадок древесных и кустарниковых пород, предложенных А.И. Ильинским [2]. Рассчитываться этот коэффициент должен для отделений, занятых черным и сидеральным парами, на основе данных почвенных обследований, проведенных поздней весной и в конце лета – начале осени года, предшествующего году отведения таких участков под посевное или школьное отделения.

2. Количество жуков в период дополнительного питания на кормовых деревьях, располагающихся по периметру территории лесного питомника. Суть данного критерия состоит в том, что весной, с началом выхода жуков из почвы, в насаждениях, прилегающих к территории питомника или расположенных неподалеку и имеющих в составе не менее 2–3 единиц листовенных пород, пригодных для прохождения дополнительного питания, необходимо с интервалом в 1–2 дня вести наблюдения за численностью имаго. Места дополнительного питания жуков майских хрущей оценивают в баллах: достаточное количество кормовых деревьев (3 и более единиц листовенных пород) – 1; недостаточное (до 2 единиц листовенных пород) – 2. В период лёта и дополнительного питания в местах концентрации жуков оценивается их численность (низкая – до 100 шт. на дерево; средняя – 101–500; высокая свыше 500). В случае существенного возрастания численности жуков (в среднем более 3 экз./м<sup>2</sup>), наличия достаточного количества кормовых деревьев и высокой концентрации жуков в кронах должно быть организовано детальное лесопатологическое обследование. В настоящее время в нашей стране проведение данного вида надзора осуществляется согласно [1]. Однако в данном документе отсутствуют данные о критериях и прогнозных показателях сроков начала лёта и массового лёта хрущей, длительности их генераций. Следует отметить, что именно эти данные являются основополагающими для ведения лесопатологического мониторинга за пластинчатоусыми-ризофагами.

3. Материалы почвенных обследований ближайших регионов с целью определения годов массового лёта, максимального и минимального ущербов путем составления календарей



жизни наиболее вредоносных ризофагов. Установление лётных годов, т. е. годов минимального ущерба, и численности отдельных колен (поколений) имеют важное практическое значение, т. к. дают возможность своевременно планировать и осуществлять защитные мероприятия против ризофагов. Минимальный вред от хрущей наблюдается в годы лёта самого многочисленного по численности колена (господствующего). Именно в эти годы в почве преобладают личинки первого возраста, а, соответственно, ущерб, наносимый ими, будет наименьшим. Когда личинки господствующего по численности колена находятся значительную часть вегетационного периода в третьем возрасте, будет наблюдаться максимальный ущерб. Установление периодичности лётных годов и годов максимального ущерба, составление календарей жизни хрущей невозможны без достоверных данных о продолжительности их генераций. Поэтому изучение данного вопроса имеет важное научное и практическое значение.

4. Величина отпада целевых древесных растений на площадях посевного, школьного и др. отделений питомника в результате деятельности почвообитающих вредителей. В действующих питомниках в рамках лесопатологического мониторинга должен быть организован постоянный надзор за состоянием посевов и посадок, для чего на территориях существующих питомников следует проводить обследования по отделениям и различными методами в зависимости от обследуемой площади. На участках, занятых посадочным материалом, необходимо систематически проводить рекогносцировочное обследование в целях своевременного обнаружения очагов почвообитающих вредителей. При этом осматривается вся площадь посевов и посадок, отмечается их состояние; в случае выявления очагов определяются их площадь, вид и возраст вредителя, степень поврежденности растений. Для отделений, где обнаружены почвообитающие вредители, следует провести оценку ущерба посевам и посадкам путем закладки учетных площадок длиной 1 п.м. по ширине всей ленты. На площадках ведут учет численности растений по трем категориям состояния: 1 – без признаков ослабления; 2 – усыхающие; 3 – усохшие, причем растения двух последних категорий разделяют на: с неповрежденными корневыми системами и с наличием повреждений почвообитающими вредителями. Величину ущерба определяют по суммарному количеству учтенных усыхающих и усохших растений с поврежденными корневыми системами с последующим пересчетом на единицу площади.

Предлагаемые критерии оценки ущерба позволят своевременно и достоверно определить угрозу, назначить и провести защитные мероприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Порядок проведения лесопатологического мониторинга лесного фонда // Парадак правядзення лесапаталагічнага маніторынга ляснаго фонда: ТКП 252–2010 (02080). Введ. 01.10.10. – Минск: Мин-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2010. – 64 с.

2. Наставление по борьбе с вредителями и болезнями древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках и культурах: утв. Госкомитетом лесного хозяйства СССР 06.05.1968. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1970. – 92 с.

**Козорез А.И.**

### **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДРОСТА И ПОДЛЕСКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОХОТОУСТРОЙСТВА**

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, s\_kozorez@mail.ru*

*The article gives a method for estimating the carrying capacity of forest for the main species of deers in Belarus: moose, red deer and roe deer.*

Оценка качества лесных охотничьих угодий Беларуси преимущественно связана с оценкой пригодности местообитаний для оленьих как основного объекта ведения охотничьего хозяйства. При этом оценивается состояние кормовой базы для оленьих, ее объемы и использование. На основании данных показателей принимаются решения о размере оптимальной численности и регулировании фактической численности оленьих. Но следует отметить, что

оценка состояния подроста и подлеска, которые формируют основные запасы древесно-веточных кормов (далее – ДВК) проводится для отдельных объектов, отличающихся наибольшей значимостью в качестве мест обитания оленьих или же при принятии решений о вселении (реинтродукции) отдельных видов.

Для получения объективных данных предварительно перед полевыми работами проводится инвентаризация лесных охотничьих угодий с использованием ГИС-технологий. При этом проводится выделение типов лесных охотничьих угодий, исходя из основных таксационных показателей, обуславливающих наличие подроста и подлеска: вида земель, преобладающей породы в насаждении, типа леса, возраста насаждения, полноты.

В процессе измерений закладываются трансекты длиной 25 м и шириной 4 метра, на которых производится абсолютный пересчет всех пород подроста и подлеска (по стволикам) в горизонте так называемого «кормового яруса» (кормовой зоне оленьих). При этом применяются стандартные градации 0–0,5–1,0–1,5–2,0–2,5–3,0 метра (6 ступеней высоты), употребляемые для оценки запасов кормов для оленьих с оценкой каждого растения по степени его повреждения. Оценка повреждений производится по пяти категориям (таблица 1).

Для расчета запасов кормов используются данные о массе поедаемых побегов оленьими с одного деревца (куста) в зависимости от полноты насаждения. На основании количества стволиков, их распределения по ступеням высоты, а также массы съедаемых побегов с одного стволика рассчитываются запасы древесно-веточных кормов сначала на 1 га, а затем на всю площадь, занятую тем или иным типом охотничьих угодий. При этом вводятся поправки на степень повреждения стволика (таблица 1). Результаты суммируются, и получается величина запасов ДВК на всей площади лесхоза или охотничьего хозяйства. Расчет запасов ДВК позволяет корректировать оптимальную численность оленьих на оцениваемой территории и принимать решение о снижении фактической численности или ее повышении.

Таблица 1 – Критерии оценки повреждаемости оленьими пород из состава подроста и подлеска

Категория повреждения стволика растения	Характер повреждения оленьими	Коэффициент для расчета запасов кормов
Здоровое	Без видимых признаков повреждения оленьими	1
Слабо поврежденное	Оленьими повреждены отдельные боковые побеги растений	0,75
Средне поврежденные	Оленьими повреждена верхушечный побег и боковые побеги	0,5
Сильно поврежденное	Растение оленьими повреждено до стадии потери роста	0,25
Усохшее	Растение, погибшее вследствие повреждений оленьими	0

Однако следует отметить, что данные корректировки весьма условны, поскольку не учитывают доступность кормов для оленьих, а также предпочтительность тех или иных кормов отдельными видами оленьих. При сопоставлении запасов ДВК и встречаемости экскрементов оленьих высокую корреляционную связь с ними имеет встречаемость экскрементов лося. Эта связь коррелирует с общими запасами кормов (запасы кормов, образуемые в сумме лиственными и хвойными породами). Для оленя благородного и косули европейской, наоборот, она имеет место с запасами ДВК лиственных пород, а связь между встречаемостью экскрементов и общими запасами ДВК выражена слабо (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции связи запасов ДВК и встречаемости экскрементов оленьих

Вид оленьих	Коэффициент корреляции связи запасов лиственных ДВК и встречаемости экскрементов	Коэффициент корреляции связи общих запасов ДВК и встречаемости экскрементов
Лось	$r=0,67$ ( $p=0,0089$ )	$r=0,88$ ( $p=0,00004$ )
Олень	$r=0,73$ ( $p=0,003$ )	$r=0,24$ ( $p=0,4083$ )
Косуля	$r=0,60$ ( $p=0,0247$ )	$r=0,23$ ( $p=0,4228$ )

Изучение запасов кормов на трансектах позволяет также определять важные показатели состояния зимней кормовой базы.

Для этого на основе перечета стволиков подроста и подлеска на трансектах устанавливают такие важные показатели состояния зимних пастбищ оленьих, как частота встречаемости ( $S$ ) каждой породы, обилие каждой породы ( $G$ ) в составе зимней кормовой базы, повреждаемость (предпочтительность) ( $P$ ) каждой породы, а также доля в кормовом балансе ( $Q$ ). Данные показатели позволяют более объективно оценить состояние зимних пастбищ оленьих в лесных угодьях, чем расчеты общих запасов кормов. В данном случае на первый план выходят такие показатели как предпочтительность ( $P$ ) и доля в кормовом балансе ( $Q$ ) для пород, являющихся индикаторами голода: береза и ель. Достижение предпочтительности для этих пород 100% и при этом достижении ими в доле кормового баланса более 50% свидетельствует о явном истощении кормовой базы для оленьих и необходимости регулирования численности этой группы животных. Однако в Беларуси такие значения пока не просматриваются. В таблице 3 представлены данные о состоянии зимних пастбищ оленьих в трех комплексах лесных массивов, отличающихся наибольшими биомассами крупных фитофагов на единицу площади: «Красный Бор», «Налибокская пуца» и «Ружанская пуца». В данных лесных массивах хотя и наблюдается высокая степень повреждаемости растений из состава подроста и подлеска, но при этом растения из состава «индикаторов голода» не составляют значительной доли в кормовом балансе оленьих.

Таблица 3 – Состояние зимних пастбищ оленьих в отдельных лесных массивах Беларуси

Порода	Показатели								
	«Красный Бор»			«Ружанская пуца»			«Налибокская пуца»		
	S	P	Q	S	P	Q	S	P	Q
Ива	4,8	87,0	5,2	4,3	26,5	0,8	37,8	100,0	11,2
Крушина	27,4	99,6	35,1	34,1	49,9	26,3	80,0	99,8	65,7
Осина	4,8	66,7	0,5	31,9	75,6	19,5	24,4	100,0	9,8
Рябина	21,0	100,0	7,9	24,6	50,0	8,1	40,0	100,0	5,7
Береза	27,4	82,1	11,9	60,9	44,6	27,8	40,0	97,7	4,1
Ясень	-	-	-	2,2	100,0	0,5	0,0	-	-
Сосна	19,4	71,9	5,3	19,6	5,0	0,8	6,7	100,0	0,2
Сосна (культ.)	6,5	50,7	4,5	-	-	-	4,4	100,0	0,2
Ель	32,3	27,0	4,4	36,2	4,4	1,4	40,0	35,5	2,4
Бересклет	-	-	-	2,2	100,0	0,6	0,0	-	-
Клен	-	-	-	0,7	20,0	0,1	0,0	-	-
Дуб	-	-	-	22,5	54,2	4,7	13,3	87,5	0,3
Граб	-	-	-	2,9	75,0	0,3	0,0	-	-
Жимолость	-	-	-				0,0	-	-
Черемуха	4,8	93,9	23,7	2,2	97,9	4,2	2,2	100,0	0,1
Смородина	1,6	100,0	0,3	2,2	12,5	0,1	4,4	100,0	0,2
Можжевельник	9,7	100,0	1,4	52,9	10,8	4,1	0,0	-	-
Лещина	0,0	-	-	9,4	11,1	0,6	6,7	0,0	0,0

## ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СИБИРСКИХ ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ В ЗОНЕ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»,  
г. Томск, Российская Федерация, krivec\_sa@mail.ru

***The characteristic of the developed technology of regional monitoring of the state of Siberian fir forests damaged by *Polygraphus proximus* Blandf. - aggressive invasive bark beetle of Far Eastern origin is given. The basis of monitoring technology is a comprehensive assessment of damaged stands, reflecting both the state of the components of the ecosystem, and its functioning as a whole. The structure of the monitoring system, methods and parameters for recording and assessing changes in disturbed forests, and the results of technology implementation for the example of the Tomsk region are described.***

Уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) – эндемичный дальневосточный короед, проникший в темнохвойные экосистемы Южной Сибири в результате случайного завоза. В последнее десятилетие этот вид стал массовым стволовым дендрофагом пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. и новым фактором деградации пихтовых лесов в 7 регионах Сибирского федерального округа Российской Федерации: Томской, Кемеровской, Новосибирской области, Алтайском и Красноярском крае, республиках Алтай и Хакасия.

В настоящее время уссурийский полиграф является одним из самых опасных вредителей сибирских пихтовых лесов. Широкое повсеместное и продолжающееся распространение инвазионного вида, наличие интенсивных очагов его массового размножения, слабые защитные механизмы пихты сибирской против чужеродного вредителя, высокий инвазионный статус вида как трансформера темнохвойных экосистем, влияющего на различные компоненты биоразнообразия, – все это требует разработки эффективных методов слежения за нарушенными лесами.

Структурными элементами системы мониторинга пихтовых лесов в зоне инвазии уссурийского полиграфа являются: проектирование и создание натурной сети пунктов контроля состояния лесов по группам и категориям их защитности; вид мониторинга (преимущественно лесопатологический – в эксплуатационных лесах или комплексный экосистемный – на особо охраняемых природных территориях) и порядок его организации и проведения; обоснование и характеристика методов и параметров регистрации, оценки текущих изменений в поврежденных лесах и прогноза вероятного развития событий в условиях природно-климатических и лесохозяйственных особенностей сибирских регионов.

Основой технологии мониторинга является комплексная оценка поврежденных полиграфом насаждений, отражающая как состояние отдельных компонентов экосистемы, так и ее функционирование как единого целого. Комплексная оценка проводится с использованием принципов биогеоэкологических исследований, методов оценки состояния и устойчивости экосистем, экологической оценки свойств местообитаний, оценки жизненного состояния древесных растений, методов лесопатологических исследований, в том числе адаптированных к конкретной инвазийной ситуации или разработанных впервые.

В рамках этой технологии нами используется макроскопический уровень описания экосистем. В качестве индикаторов состояния приняты параметры, позволяющие выявить наиболее существенные изменения компонентов лесной экосистемы под воздействием внешних факторов, вместе с тем удовлетворяющие общим базовым свойствам индикаторов: чувствительность, способность к агрегативности, простота интерпретации, научная обоснованность.

Прежде всего, это параметры состояния растительного покрова: видовой состав доминантов, выполняющих основную средообразующую роль; сомкнутость крон древесного яруса;

возрастной состав ценопопуляций и жизненное состояние (виталитет) древесных эдификаторов в разных онтогенетических фазах; проективное покрытие доминирующих видов подчиненных ярусов растительности; экологические спектры сообществ; экологическая валентность фитоценозов; аспектность фитоценозов.

Наряду с растительным покровом, в поврежденных инвайдером насаждениях оценивается трансформация химического, физического и гумусного состояния почв, животного населения (видовое разнообразие ключевых таксонов наземных и почвенных беспозвоночных, орнитофауны, мелких млекопитающих; трофическая структура стволового энтомокомплекса; плотность популяций видов-доминантов, в том числе уссурийского полиграфа как инициатора изменений), биогеоценоза в целом (изменения микроклимата; соотношение запасов живой биомассы древостоя и мертвого органического вещества; скорость деструктивных процессов).

Из-за трудоемкости эта система индикаторов в полном объеме применяется при проведении комплексных наземных научных исследований в наиболее ценных лесах (на особо охраняемых природных территориях), в которых выявлены очаги массового размножения уссурийского полиграфа и где проводятся длительные режимные наблюдения на постоянных пробных площадях для выявления динамики экосистем и хода сукцессионных процессов.

В эксплуатационных пихтовых лесах в рамках лесопатологического мониторинга осуществляются краткосрочные обследования для установления расширения границ инвазии, которые выявляются как дистанционными, так и наземными методами, с учетом основных факторов риска распространения полиграфа, а также интенсивные наблюдения в местах наибольшей деградации пихтовых лесов для выяснения конкретных причин их ослабления и характеристик очагов усыхания. Для такой оперативной оценки состояния насаждений используется ограниченный набор наиболее информативных показателей (характеристики состояния древесного яруса и естественного возобновления, популяционные параметры уссурийского полиграфа), определяемых на временных пробных площадях.

Разработанная технология мониторинга реализована на примере Томской области – одного из наиболее изученных регионов инвазии уссурийского полиграфа. Значительная территориальная изменчивость современных пихтовых лесов области по ландшафтно-типологическим признакам, возрасту, санитарному состоянию, устойчивости к неблагоприятным факторам, по состоянию и динамичности популяций уссурийского полиграфа обусловила необходимость создания широкой сети мониторинга с разными программами наблюдений, наиболее глубоких и разносторонних на особо охраняемых природных территориях, составляющих экологический каркас региона.

В 2012–2018 гг. на территории лесного фонда области создана пространственно распределенная сеть пунктов мониторинга состояния насаждений, включающая 46 пробных площадей, на которых проведена комплексная оценка текущего состояния и степени трансформации основных компонентов пихтовых биоценозов в связи с инвазией уссурийского полиграфа, в том числе на 7 ООПТ регионального значения. На 8 ключевых участках осуществляется длительный комплексный мониторинг, позволяющий отслеживать состояние основных компонентов лесной экосистемы в долговременном режиме.

С целью оптимизации мониторинга в труднодоступных таежных районах Сибири разработана технология использования беспилотных летательных аппаратов для выявления усыхания пихтарников в очагах размножения уссурийского полиграфа, что позволяет визуально оценить площадь повреждения лесов в режиме реального времени, дистанционно наметить лесопатологические выделы и маршрут для их детального наземного обследования, объективно наметить точки для организации пунктов мониторинга в связи с состоянием древостоев, разработать рекомендации для проектирования мероприятий по защите леса.

Разработанные подходы могут применяться в экологическом мониторинге лесных экосистем, для совершенствования лесопользования и лесозащиты как в Томской области, так и в других регионах инвазии уссурийского полиграфа в Сибири.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Томской области в рамках научного проекта № 16-44-700782.

Кузнецова А.И.<sup>1</sup>, Лукина Н.В.<sup>1</sup>, Гераськина А.П.<sup>1</sup>, Тихонова Е.В.<sup>1</sup>, Горнов А.В.<sup>1</sup>,  
Шевченко Н.Е.<sup>1</sup>, Горнова М.В.<sup>1</sup>, Тебенькова Д. Н.<sup>1</sup>, Смирнов В.Э.<sup>1,2</sup>

## ДИНАМИКА ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ГОРНЫХ И РАВНИННЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ХОДЕ ИХ СУКЦЕССИОННОГО РАЗВИТИЯ

<sup>1</sup> ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация, [nasta472288813@yandex.ru](mailto:nasta472288813@yandex.ru)

<sup>2</sup> «Институт математических проблем биологии РАН» – филиал ФГУ «ФИЦ Института  
прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН», г. Пуцзино, Российская Федерация

*Soil organic carbon stock changes in the course of successions of the plain (Moscow and Bryansk regions) and mountain (North-Western Caucasus) forests in the European part of Russia have been estimated. It has been demonstrated that organic carbon accumulation in soil forming on different rocks was regulated by successional dynamics of the predominant plant species with different quality of residues and soil biota, namely by earthworms.*

Дана оценка изменения запасов почвенного органического углерода, обусловленного сукцессионной динамикой горных и равнинных хвойно-широколиственных лесов европейской части России на разных почвообразующих породах. Эта проблема актуальна в связи с изменением климата и вкладом лесов в сток углерода. Объекты исследования – хвойно-широколиственные леса Москворецко-Окской равнины, Северо-Западного Кавказа и Брянского полесья на разных стадиях восстановительной сукцессионной динамики [2].

На всех объектах проведена оценка сукцессионного статуса лесов с использованием индикаторов климаксового состояния сообществ [3, 5], а также количественные учеты доминирующих групп почвенной мезофауны [1].

В лесах на каждой стадии сукцессии/типе леса заложено по 3 постоянных пробных площади размером 0.25 га, всего 27 пробных площадей. На каждой пробной площади закладывался опорный разрез, а также в трехкратной повторности с помощью почвенного бура отбирались смешанные образцы из почвенных горизонтов. Во всех образцах определяли рН водной вытяжки потенциометрически, содержание углерода, азота проводилось на CHN анализаторе (EA 1110 (CHNS-O)). При расчете запасов углерода пользовались методическими указаниями по количественному определению объема поглощения парниковых газов (2017). В ходе сукцессионного развития лесов происходит закономерное изменение запасов почвенного углерода, обусловленное как изменением содержания углерода, так и запасов подстилки, а также плотностью и мощностью минеральных горизонтов почв.

В ходе сукцессионного развития хвойно-широколиственных лесов Москворецко-Окской равнины на суглинках накопление углерода в подстилке выражено только на терминальной стадии. Это связано с преобладанием опада хвои ели, который разлагается медленнее, чем опад лиственных деревьев, что способствует формированию местообитаний для почвенной биоты, непосредственно связанной с подстилкой, но при этом не активизируются процессы разложения. Тенденции накопления углерода в ходе сукцессионного развития лесов в гумусовых горизонтах суглинистых почв в основном определяются плотностью горизонтов, которая регулируется изменением биомассы почвенных дождевых червей. На терминальной стадии сукцессии плотность А горизонта увеличивается в 1,5 раза при уменьшении биомассы собственно почвенных червей в 2,7 раза по сравнению с предыдущими стадиями.

На начальных и терминальных стадиях сукцессий хвойно-широколиственных лесов Брянского полесья на песчаных почвообразующих породах накопление углерода в подгоризонтах подстилки L и FH изменяется разнонаправленно. Для подгоризонта L характерна тенденция к накоплению углерода на терминальной стадии, что в первую очередь обусловлено

более высокой массой этого подгоризонта. В подгоризонтах FН накопление углерода выражено на начальной стадии сукцессии, что в первую очередь обусловлено низким качеством опада и относительно низкой биомассой почвенной биоты. В целом общие запасы углерода в подстилке уменьшаются на терминальной стадии сукцессии, где биомасса червей выше. Тенденции накопления углерода в минеральных горизонтах песчаных почв в основном определяются мощностью горизонтов, которая регулируется, наряду с другими факторами, древесной растительностью через изменение объема промывающих почву атмосферных осадков.

На терминальной стадии сукцессии горных хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа, формирующихся на суглинках, происходит возрастание запасов углерода в подстилке и их снижение в гумусовом горизонте А – основном аккумуляторе углерода в почвах. Изменение запасов углерода в этих горизонтах почв обусловлено сменой доминирования древесных растений, формирующих опад разного качества, то есть с разным содержанием азота и вторичных метаболитов. Отношение С/Н в горизонте А регулируется как качеством опада, так биомассой и численностью почвенных червей. Показано, что без учета вклада нижних горизонтов почв В и ВС, залегающих на глубине от 20 до 80 см и ниже, достоверная оценка запасов почвенного углерода невозможна, поскольку вклад этих горизонтов в общие запасы углерода в почвах может превышать 20%.

Таким образом, изменения запасов углерода в почвах хвойно-широколиственных лесов в ходе их сукцессионного развития регулируются как сменой доминирующих растений с разным качеством опада, так и почвенной биотой.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007, программы Президиума РАН № 0110-2018-0005 и при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10284).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии / Под ред. М.С. Гилярова, Б.Р. Стригановой. М.: Наука, 1987. С. 9–26.
2. Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Казакова А.И. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение. 2018. № 6. С. 16–30.
3. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 383 с.
4. Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2017 г. N 20-р «О методических указаниях по количественному определению объема поглощения парниковых газов» [Электронный ресурс]. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (дата обращения 01.07.2018).
5. Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов Европейской России / О.В. Смирнова, М.В. Бобровский, Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов // Успехи современной биологии. 2006. Т. 126, № 1. С. 26–48.

Курпатов А.М., Ермохин М.В.

### ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕСИСТОСТИ РЕГИОНА БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ ЗА ПЕРИОД 1930–2010-Х ГОДОВ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [almikur@gmail.com](mailto:almikur@gmail.com)

*The presentation shows the results of the analysis of the typological structure of the forests of Belovezhskaya Pushcha that appeared on the non-forest lands in 1930. The basis for the selection of the site are the boundaries of the forests of the national park of 2015 and the topographic map of the middle 1930s.*

В современном мире изменения в растительном покрове в первую очередь связаны с хозяйственной деятельностью человека. Даже на особо охраняемых территориях многие участки, которые в настоящее время заняты лесом, в прошлые века использовались в сельском

хозяйстве. Поэтому при оценке состояния лесных экосистем очень важно знать историю их развития.

В рамках нашей работы было выполнено сравнение современной лесной площади Национального парка «Беловежская пуца» (материалы базового лесоустройства 2015 г.) и лесной площади региона по материалам топографических карт масштаба 1:100000, составленных военно-топографическим управлением Генштаба РККА в 1930-х годах с состоянием местности на 1936 год.

Была проведена векторизация лесопокрытой площади в среде программного продукта QGIS. Путем наложения двух векторных слоев (границ лесной площади национального парка и лесопокрытой площади середины 1930-х годов) были отобраны участки, располагавшиеся на землях сельскохозяйственного назначения, болотах, в поймах рек, иными словами, те, что не были покрыты лесом в середине 1930-х годов.

Общая площадь лесов на бывших нелесных землях составляет 7,6 тыс.га (таблица 1). В типологической структуре лесов преобладают сосняки мшистые (2,6 тыс.га) и орляковые (1,7 тыс. га), которые появились (в том числе в виде лесных культур) преимущественно на бывших полях и суходольных лугах. После прекращения сенокосения под лесом оказалась часть низинных болот и пойменных земель. В настоящее время более 1,9 тыс.га таких земель занято черноольшанниками и пушистоберезняками. Отдельные участки заросли ивняками. Следует отметить и появление на бывших нелесных землях насаждений (лесных культур) с доминированием чужеродных видов: робинии псевдоакации, сосны Банка, дуба красного, которые являются очагами потенциального распространения этих видов в естественные экосистемы. В пространственном отношении большая часть выделов располагается в южной и северо-восточной части пуци на землях, переданных в состав пуци из Волковысского и Пружанского лесхозов. В докладе приведен детальный анализ произошедших изменений.



Таблица 1 – Типологическая структура лесов Беловежской пушчи, появившихся на нелесных землях с 1930-х по 2010-е годы

Серия типов леса	Площадь по породам, га														Итого			
	Сосна	Ель	Дуб	Вяз	Клён	Липа	Граб	Береза повислая	Береза пушчатая	Ольха чёрная	Осина	Ивы	Лещина	Сосна Банкса	Робиния псевдоакация	Дуб красный	га	%
Лишайниковая	2,7																2,7	<0,1
Вересковая	82,2																82,2	1,1
Мшистая	2652,9						80			0,8				5,3	0,6		2739,6	35,8
Орляковая	1692,3	11,8	1,2		1,8		156,5			45,4						1	1910	25,0
Черничная	140,5	11,1	3,1				139,6										294,3	3,8
Кисличная	232,4	99,7	17,2		29		44,9		97,6	27	0,5	0,4			0,6		568,6	7,4
Долгомошная	21,4	4,7					34,3	1,6			0,4						62,4	0,8
Сытевая				0,8			3,9		19,1	1,2							26,4	0,3
Крапивная		0,9				1,8	16,3		196,7	3,9							219,6	2,9
Папоротниковая		5	2,1				70,2		229,6								306,9	4,0
Багульниковая	6,4																6,4	0,1
Осоковая	28,5							411,3	659								1098,8	14,4
Осоково-сфагновая	13,9							73,1									87	1,1
Болотно-папоротниковая									4,4								4,4	0,1
Осоково-травяная								118,4									118,4	1,5
Приручейно-травяная	4,3						4,9	0,2									9,4	0,1
Таволговая									110,9		0,6						111,5	1,5
Всего, га	4877,5	133,2	23,6	0,8	30,8	1,8	550,6	604,6	1317,3	78,3	1,5	0,4	0,4	5,3	0,6	1,6	7648,6	100
Всего, %	63,8	1,7	0,3	<0,1	0,4	<0,1	7,2	7,9	17,2	1,0	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	100	

## СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ

ФГБПН «Ильменский государственный заповедник»,  
г. Миасс, Челябинская обл., Российская Федерация, lesina@ilmeny.ac.ru

*The authors compared the significance of ground forest fires of the condition of ground vegetation. For that reason the  $\alpha$ -diversity and the abundance of the grass-shrub and moss layer were estimated at 9 constant sites in pine forests of the Southern Urals.*

Леса – самые высокоорганизованные и значимые экосистемы Земли, на состояние которых влияют пожары [2]. Цель работы: изучить влияние низовых пожаров на ценопопуляций (ЦП) бореальных видов в условиях заповедного режима.

Работы проводились в 2010–2016 гг. в Ильменском государственном заповеднике, который находится на Южном Урале в подзоне предлесостепных сосновых и березовых лесов бореально-лесной зоны. На постоянных площадях мониторинга после воздействия низового пожара с разной степенью интенсивности. Для изучения реакций ТКЯ были заложены 9 ПП в сообществах, относящихся к сосновым древостоям разного типа увлажнения (от сухих – ТЛУ 1, ТЛУ 2 до влажных – ТЛУ 3): 1) «контрольный» топоэкологический профиль (ПП 36, 37, 38 – климаксовое сообщество); 2) «вторичный пожар» (ПП 30, 31, 32 – низовой пожар в 2004 г. и в 2010 г.); 3) «первичный пожар» (ПП 33, 34, 35 – низовой пожар в 2010 г.). На ПП определяли экологическую плотность в местах скоплений и возрастной состав ЦП фоновых видов ТКЯ. Оценку состояния ЦП проводили по классификации «дельта-омега» [1], основанную на использовании индексов возрастности ( $\Delta$ ) и эффективности ( $\omega$ ).

В результате исследования оказалось, что интенсивность воздействия на сообщество было больше на площадях после «первичного пожара», где индекс жизненного состояния древостоя в 2016 г. (через 6 лет) составлял от 0,15 до 0,22, в то же время на площади после «вторичного» низового пожара индекс составлял от 0,44 до 0,49.

В 2016 г. на площадях после «первичного пожара» наблюдали кардинальные изменения во всех ярусах лесного сообщества. На всех ПП доминировала ива с проективным покрытием 90%, в ТКЯ было отмечено 10 видов с обилием не более 1%, моховой ярус отсутствует. Коэффициент видового сходства ТКЯ между площадями послепожарной сукцессии и контрольными площадями низкий ( $K=0,25-0,33$ ).

На ПП при «вторичном» пожаре мы наблюдаем изменения видового состава в мохово-лишайниковом, травяно-кустарничковом и кустарниковом ярусах. Кустарниковый ярус на постпожарных площадях (ПП 30, 31, 32) не сомкнут и представлен 4 видами (*Chamaecytisus ruthenicus*, *Rubus idaeus*, *Salix caprea*, *Padus avium*), из которых последние два не встречаются в контрольных сообществах. Покрытие мохового яруса отмечали 5–10%, и образован он видами рода *Polytrichum* (допожарные виды мхов погибли). Видовое разнообразие травяно-кустарничкового яруса составляет на ТЛУ 1, ТЛУ 2 – 30 видов, ТЛУ 3 – 40 видов, что гораздо больше числа видов на «контроле»: ТЛУ 1, ТЛУ 2 – 21–22 вида, ТЛУ 3 – 32. Видовое разнообразие на площадях всех типов увлажнения повысилось за счет появления синантропных (*Achillea millefolium*, *Agrimonia pilosa*, *Deschampsia cespitosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Cirsium setosum*, *Chamerion angustifolium*, *Conyza canadensis*, *Epilobium montanum*, *Kadenia dubia*, *Lappula squarrosa*, *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale*, *Urtica dioica*, *Vicia sepium*, *Viola canina*) и аборигенных (*Dryopteris carthusiana*, *Fragaria viridis*, *Lathyrus pratensis*, *Filipendula vulgaris*) видов. Коэффициент видового сходства ТКЯ между площадями послепожарной сукцессии и контрольными площадями низкий ( $K=0,27-0,38$ ).

Доминантами ТКЯ в исследуемых сообществах были *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaeae*. Эти виды на «контрольных» не горевших ПП и на «вторичных» горельниках образуют многочисленные ЦП. На площадях послепожарной сукцессии ЦП восстанавливающиеся с

большим количеством молодых побегов. Экологическая плотность на площадях мониторинга после «вторичного пожара» у черники увеличивается, по сравнению с «контролем», у брусники – уменьшается, что связано с разной скоростью разрастания (таблица 1). На площадях мониторинга после первичного пожара эти виды представлены единичными молодыми растениями, с проективным покрытием менее 1%.

*Orthilia secunda* – самый устойчивый вид к пирогенным воздействиям. Хорошо восстанавливается во всех изученных сообществах, благодаря длиннокорневищной корневой системе, способствующей вегетативному разрастанию вида. При пирогенном воздействии в ЦП появляется большое число молодых растений (таблица 1).

*Trientalis europaea*. При пирогенном воздействии восстановление популяции идет быстро, с образованием зрелых ЦП с большим числом генеративных побегов и высокой экологической плотностью, тогда как в сообществах на «контроле» формируются переходные ЦП (таблица 1).

Таблица 1 – Экологическая плотность и тип популяции модельных видов в разных условиях контроля и послепожарной сукцессии

Вид	ПП «Контроль» Э* побегов/ м <sup>2</sup> Тип популяции Проективное покрытие %			ПП «Вторичный» низовой пожар Э. пл. побегов/ м <sup>2</sup> Тип популяции Проективное покрытие %		
	ТЛУ 1	ТЛУ 2	ТЛУ 3	ТЛУ 1	ТЛУ 2	ТЛУ 3
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	48 3 40	64 3 70	10 3 20	66 М 5	66 М 30
<i>V. vitis-idaeae</i>	49 3 60	52 3 30	25 3 80	17 М 5	16 М 20	25 П 10
<i>Orthilia secunda</i>	7 П 20	13 П 20	10 П 20	13 М 10	15 М 10	17 М 10
<i>Trientalis europaea</i>	10 П 10	9 П 10	7 П 10	12 3 5	15 3 5	9 3 5
<i>Chimaphila umbellata</i>	6 П 10	3 П 10	5 П 10	-	9 М 1	4 М 1
<i>Maianthemum bifolium</i>	-	-	8 П 10	9 М 10	13 М 10	7 М 10
<i>Neottianthe cucullata</i>	5 М 1	5 М 1	7 М 1	2 М 1	2 М 1	3 М 1

Примечание: Э\* – экологическая плотность в местах скопления, тип популяции – М (молодая), П (переходная), З (зрелая), С (старая) [1].

*Chimaphila umbellata*. При пирогенном воздействии восстановление популяции идет медленно. В ЦП преобладают молодые растения. Проективное покрытие вида низкое, экологическая плотность отличается незначительно от «контроля» (таблица 1).

*Maianthemum bifolium*. На «контроле» произрастает на ПП с хорошим увлажнением (ТЛУ 3). В горельниках заповедника восстанавливается на всех площадях. Экологическая плотность и проективное покрытие вида не отличается от «контроля» (таблица 1).

Установлено, что на контрольных площадях Ильменского заповедника встречаются редкие виды из семейства орхидные (*Neottianthe cucullata*, *Goodyera repens*, *Cypripedium guttatum*, *Platanthera bifolia*).

На III послепожарной сукцессии в заповеднике происходит восстановление только *Neottianthe cucullata*, с хорошим семенным возобновлением. Образованные ЦП молодые малочисленные с низкой экологической плотностью (таблица 1).

Благодарности: Работа выполнена при поддержке 18-5-5-43 «Функционирование биогеоценозов и геохимия биокосных взаимодействий в горнопромышленных регионах».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Живатовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
2. Чашина О. Е., Куянцева Н. Б., Мумбер А. Г., Потапкин А. Б., Веселкин Д. В. Живой напочвенный покров сосновых лесов под влиянием лесных пожаров в районе выбросов Карабашского медеплавильного комбината // Электронный научный журнал «Вестник оренбургского педагогического университета. 2017, № 4. С.44–53.

Луферов А.О.

### **МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УСЫХАЮЩИХ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, А ТАКЖЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК. ВЗГЛЯД ЛЕСОУСТРОИТЕЛЯ**

*РДЛУП «Гомельлеспроект», г. Гомель, Республика Беларусь, antonyforest@mail.ru*

*The analysis of normative legal documentation and practice of detection and monitoring of damaged coniferous stands is given. The order of carrying out of sanitary-improving actions by forestry enterprises of Belarus is analyzed. The shortcomings and problems in the monitoring of dieback stands and the designation of reforestation measures for forest inventory operations have been identified.*

В условиях массового усыхания хвойных насаждений в лесхозах Беларуси в последние годы особенно актуальным становится своевременное выявление очагов повреждения для скорейшего принятия решений о проведении санитарно-оздоровительных мероприятий. Во многих случаях при более раннем выявлении очага вредителей можно было бы обойтись, к примеру, выборочной санитарной рубкой для предотвращения распространения угрозы на соседние таксационные выделы, в то время как приходится проводить сплошную санитарную рубку в уже погибшем насаждении.

Однако оперативное выявление очагов усыхания – крайне непростая и затратная задача с точки зрения использования человеческих ресурсов. Безусловно, огромную пользу приносит использование БПЛА (дронов, квадрокоптеров) в практике лесного хозяйства, но это крайне дорогостоящее оборудование, которое есть в арсенале не каждого лесхоза. Актуальные спектрональные снимки высокого разрешения также помогают в значительной степени, но в то же время выявление, например, очагов соснового усыхания по ним – сложная задача, требующая высокого уровня квалификации специалиста. Однако что касается использования снимков – здесь самая большая проблема состоит в их актуальности: даже снимок месячной давности может не показать текущей ситуации, ведь счёт при усыхании ведется уже на недели.

На нижних уровнях обнаружения, в лесу (лесниками, мастерами леса, другими работниками лесхоза), проблема состоит в банальной нехватке человеческих ресурсов и, как следствие, времени на более детальное исследование лесных насаждений. Кроме того, объём документов, который нужно оформить для проведения санитарно-оздоровительных мероприятий, довольно внушительный: листок сигнализации (первичный документ), акт обследования расстроенных лесных насаждений, перечетные ведомости, карты-схемы участка, сводные ве-

домости пробных площадей, лесорубочный билет. А если усыхание произошло в рекреационно-оздоровительных или природоохранных лесах – и этого перечня документов уже будет недостаточно.

Основанием для назначения санитарно-оздоровительных мероприятий по видам и объёмам служат материалы экспедиционного лесопатологического обследования, акты обследования поврежденных и расстроенных насаждений, а также лесоустроительный проект (Санитарные Правила в лесах Республики Беларусь, 2016).

РУП «Белгослес» ежегодно проводится лесная инвентаризация на десятой части лесного фонда Республики Беларусь (в среднем, около 950 тыс. га), к примеру, в 2018 году устраивается 13 лесохозяйственных учреждений. Это довольно значительная площадь детального обследования лесного фонда. Таксатор должен заходить в каждый таксационный выдел, который подвергается глазомерно-измерительной таксации с использованием аэрофотоснимков высокого разрешения.

Подробно обследуется и санитарное состояние насаждений – учитывается свежий, старый сухостой и захламленность (в т.ч. ликвидная). Указывается вид и год повреждения, процент поврежденных деревьев, степень и причины повреждения, отдельно даётся характеристика их жизнеспособной и погибшей части. Для погибшей части лесного насаждения с наличием товарной древесины определяется состав, возраст, средняя высота и диаметр по породам, класс товарности, класс бонитета, тип леса, запас на 1 га ликвидной древесины, а также на 1 га сухостойных деревьев и захламленности, в том числе ликвидной (Инструкция о порядке организации и содержании лесоустроительных работ, составе лесоустроительной документации и авторском надзоре за реализацией лесоустроительных проектов, 2017).

Информация об обнаруженных расстроенных насаждениях должна передаваться на уровень лесничества, чтобы оперативно были приняты меры по обследованию и отводу с последующим проведением сплошной санитарной рубки (в течении 3 месяцев с момента обнаружения, который отсчитывается с момента написания листка сигнализации). Однако на практике это срабатывает далеко не всегда. Ситуацию могла бы улучшить возможность выписки листков сигнализации таксаторами при проведении полевых лесоинвентаризационных работ в момент обнаружения повреждения – в этом случае вырубка расстроенного насаждения происходила бы быстрее.

Еще хуже обстоит ситуация с представлением сведений по назначенным выборочным санитарным рубкам и рубкам очистки от захламленности – это происходит в конце полевого сезона при сдаче лесничества таксатором. К тому моменту поврежденное насаждение вполне может перерасти в расстроенное, и вместо проведения выборочной санитарной рубки будет проводиться уже сплошная санитарная рубка, причём повреждение разрастётся на большую площадь, что можно было бы предотвратить своевременно проведенным мероприятием меньшей интенсивности. В конечном итоге, даже если мероприятие запроектировано лесоустройством или усыхание оперативно обнаружено таксатором, лесхозу всё равно необходимо оформить вышеперечисленный перечень документации, сделать переотвод участка, который уже может не совпасть с картографическими материалами лесоустройства, что также привносит путаницу в рабочий процесс.

При проектировании санитарно-оздоровительных мероприятий у таксаторов также возникают трудности: не каждый может выявить первичные признаки заражения стволовыми вредителями и, соответственно, реальные объёмы усыхания – здесь вопросы к опыту и квалификации. Кроме того, следует признать, что современная нормативно-правовая база по вопросу назначения и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий также несовершенна.

Проблемы есть как в выявлении поврежденных насаждений, так и при лесовосстановлении образованных участков вырубок после проведения сплошных санитарных рубок. Так, по Гомельскому ПЛХО на 09.02.2018 года числилось более 5000 га сосняков, требующих проведения сплошных санитарных рубок.

Эти площади – потенциальный фонд для лесовосстановления, которое в большинстве своём происходит путём посадки лесных культур нередко с преобладанием той же сосны (хотя рекомендуется посадка смешанных насаждений с долей участия сосны не более 50%), устойчивость и жизнеспособность которой по прошествии десятков лет снова окажется под вопросом.

Во многих случаях, при наличии оставленных источников обсеменения, предпочтительнее будет естественное восстановление леса, которому можно поспособствовать проведением мер содействия. Содействие может производиться путем сохранения здоровых деревьев (или их куртин) при проведении рубок. Это могут быть и лиственные породы, а также деревья второго яруса, подрост, что особенно целесообразно в условиях отсутствия семенных деревьев главных пород. В некоторых случаях возможно проведение комбинированных мер лесовосстановления – подсадка сеянцев и саженцев на площади до 20% участка, подсев семян. На вырубках суходольных типов леса обязательно проведение минерализации почвы для стимулирования естественного возобновления леса. Эти меры позволят обеспечить формирование более устойчивых смешанных разновозрастных насаждений.

При лесоустроительном проектировании рекомендуется убрать привязку к площади, как к фактору, влияющему на назначение мероприятий по лесовосстановлению в суходольных типах леса (сосняки мшистые, орляковые, вересковые, брусничные), которые в основном и подвержены усыханию. Следует более гибко подходить к проектированию, учитывая все особенности конкретного участка.

В конечном итоге, преодолеть существующую проблему усыхания хвойных насаждений и качественно восстановить образующиеся площади вырубок возможно лишь совместными усилиями всех подразделений лесного хозяйства Беларуси – это касается и мониторинга, и проектирования, и выполнения санитарно-оздоровительных и лесовосстановительных мероприятий на практике.

Малышева Н.В.<sup>1</sup>, Моисеев Б.Н.<sup>2</sup>, Филипчук А.Н.<sup>1</sup>, Золина Т.А.<sup>1</sup>

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА СТОКА И ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЛЕСАХ РОССИИ. МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

<sup>1</sup>ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», г. Пушкино, Московская область, Российская Федерация,  
nat-malyшева@yandex.ru, aphilipchuk@yandex.ru, tzolina@gmail.com

<sup>2</sup>ООО НПЦ «Лесное дело», г. Москва, Российская Федерация, bmoiseev@yandex.ru

*In the light of the Russian Federation international obligations and measures to abate GHG emissions contained in the Paris Agreement, the upgraded methodology of calculating the sequestration capacity of Russian forests has been developed and discussed. Serviceability of the methodology and computer program demonstrated by the example of coniferous-broad-leaved (mixed) forest zone of the European-Ural part of Russia. Comparative analysis of carbon stock in the biomass accounted with the developed technique with State Forest Inventory data on permanent sample plots performed. Carbon stock in biomass in the tested area designed on technique accounted for 78,59±28,29 t C/ha and according to State Forest Inventory data on permanent sample plots was 88,91±35,61 t C/ha. Ambiguity evaluations at a confidence interval of 95% is 36,7% and 41,23% respectively. The results of carbon accumulation and carbon balance assessments presented on the maps.*

В рамках Парижского соглашения Россия приняла добровольные обязательства сократить выбросы парниковых газов (ПГ) к 2030 г. на 25–30% по сравнению с 1990 г., при условии учета способности лесов поглощать ПГ и смягчать последствия изменения климата [<http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Russia/1/Russian%20Submi>

ssion%20INDC\_rus.doc]. Планирование и осуществление практических мер по противодействию и смягчению последствий изменения климата требует наличия адекватной информации об объекте учета, в частности, о запасах и потоках углерода в лесах, регулярного слежения за временной динамикой стоков и эмиссий ПГ. Эта задача реализуется посредством проведения национальных инвентаризаций (национального кадастра) выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, в том числе по сектору землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ/LULUCF). Методология и требования к подготовке данных национальных инвентаризаций выбросов/стоков парниковых газов разрабатывает Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК/ИРСС). Результаты инвентаризаций публикуют в виде национальных докладов о кадастре и национальных сообщений в соответствии с международными обязательствами стран, подписавших Рамочную конвенцию ООН (РКИК ООН) и Киотский протокол. В России подготовку такой национальной отчетности и разработку методов оценки выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ выполняют научные организации и региональные подразделения Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета).

В соответствии с международными правовыми документами и методическими рекомендациями МГЭИК (2003 г., 2006 г.), разработана Методика учета поглощения CO<sub>2</sub> лесами Российской Федерации, которая пока не имеет официального статуса. В свете международных обязательств Российской Федерации и мер по государственному регулированию выбросов ПГ, предпринимаемых для ратификации Парижского соглашения, совершенствование методики учета поглощения/эмиссий CO<sub>2</sub> лесами приобретает особую актуальность. Рекомендации МГЭИК носят рамочный характер и оставляют достаточно широкий простор странам в выборе конкретных способов расчета с учетом национальных данных и трактовки терминов. Предложенная для обсуждения Методика основана на использовании данных официальной федеральной и отраслевой статистической отчетности (Государственный лесной реестр – ГЛР, отчеты об исполнении полномочий – ОИПы, формы ведомственной отчетности – ЛХ, формы отчетности Федеральной службы государственной статистики – Росстата) и принятой в лесном хозяйстве России терминологии для учетных категорий. Особенность методического подхода к оценке поглощения углерода лесами заключается в расчете годового изменения запасов углерода в фитомассе лесов по величине среднего прироста запасов стволовой древесины разных древесных пород и групп возраста с учетом конверсионных коэффициентов для преобразования прироста запасов древесины в прирост фитомассы.

Отличительной особенностью методики является пересмотр объектов учета стока/эмиссий CO<sub>2</sub>. Такими объектами являются *все лесные земли* как лесного фонда, так и других категорий, на которых расположены леса. Информация об этих категориях земель содержится в официальной статистической отчетности. Другой отличительной особенностью разработанной Методики служит использование инструментария геоинформационных систем (ГИС) на предварительном и заключительном этапе работ. С помощью инструментария ГИС идентифицированы страты, соответствующие современному отраслевому варианту лесорастительного районирования, со значениями конверсионных коэффициентов для пересчета запасов древесины в фитомассу и других параметров, необходимых для численной оценки поглощения углерода лесами. В программной среде ArcGIS подготовлена карта деления территории России на лесорастительные зоны и лесные районы, соответствующая нормативно-правовым документам Минприроды РФ. Эта цифровая основа использована для стратификации территории России на «географически обусловленные таксономические единицы» – учетные единицы углеродного баланса регионального уровня. Исходные данные по территориальным единицам управления лесами (лесничествам) локализованы по стратам с однородными лесорастительными условиями. Все операции по стратификации, привязке данных и конверсионных коэффициентов проведены в среде ГИС, благодаря доступным функциональным возможностям анализа геопространственных данных.

Разработаны и программно реализованы алгоритмы расчетов запасов углерода, годового накопления запасов углерода, эмиссий углерода в результате воздействия деструктивных



факторов (верховые и низовые пожары, насекомые-вредители и болезни леса, заготовка и вывозка древесины) и углеродного баланса по основным резервуарам (пулам), рекомендованным МГЭИК: надземная фитомасса, подземная фитомасса, мертвая древесина (валежная и сухостойная), лесная подстилка и органическое вещество (ОВ) почвы. Экспериментальная апробация методики проведена по данным статистических наблюдений на 01.01.2016 г. Работоспособность методики и программной реализации продемонстрированы на примере зоны хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Европейско-Уральской части России. Сравнительный анализ расчетных данных, полученных при программной реализации Методики, с результатами государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) по 16 субъектам зоны хвойно-широколиственных лесов, в которых она завершена, показал, что средние значения запасов углерода в биомассе по всем пулам (без пула подстилки), рассчитанные по разработанной Методике (данные ГЛР), составили  $78,59 \pm 28,29$  т С/га, по методике ГИЛ (данные постоянных пробных площадей – ППП) –  $88,91 \pm 35,61$  т С/га.

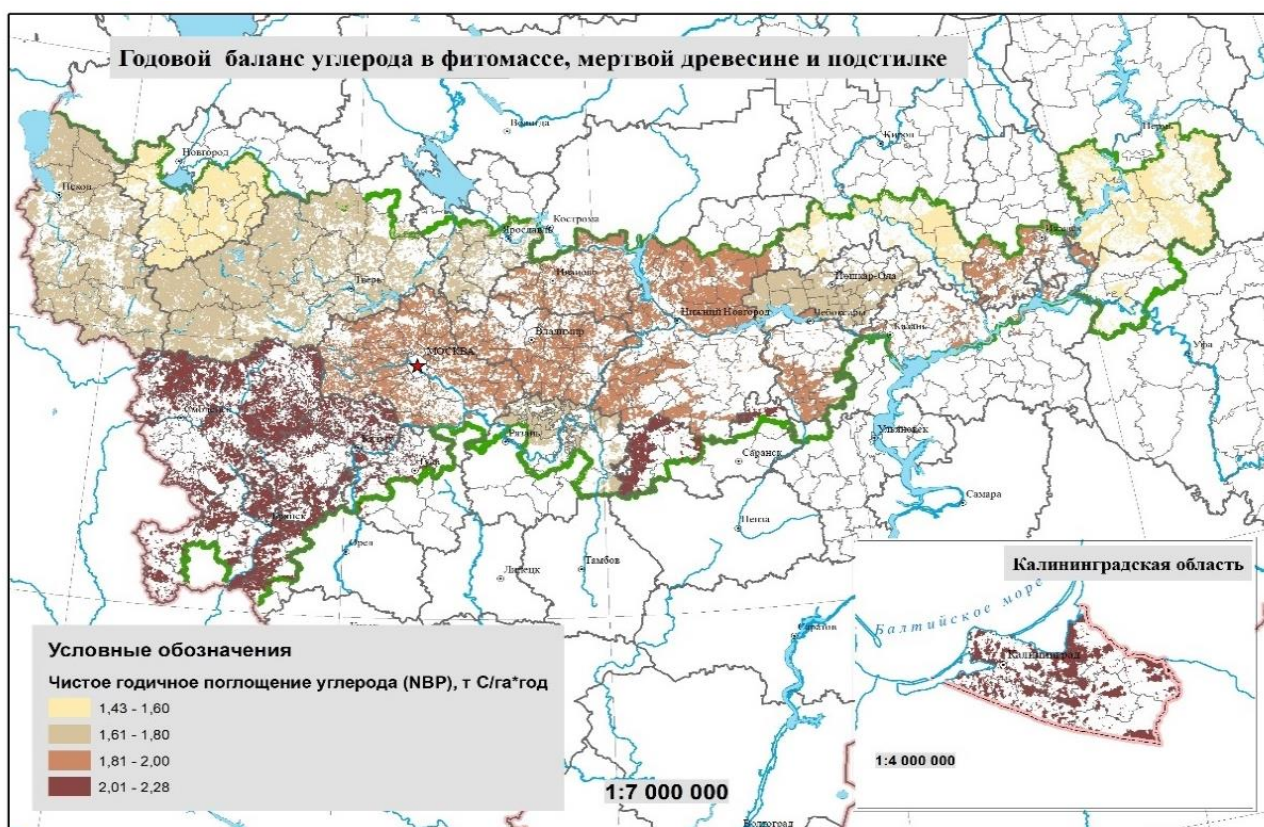


Рисунок 1 – Годичное поглощение углерода (NBP) хвойно-широколиственными лесами Европейско-Уральской части России

Неопределенность оценок при доверительном интервале 95%: 36,7% (Методика/ГЛР) и 41,23% (ГИЛ/данные ППП). Приведенное сопоставление расчетных оценок свидетельствует о работоспособности Методики и ее программной реализации. Расчеты чистого годового поглощения углерода лесными экосистемами (чистой биомной продукции – NBP) зоны хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Европейско-Уральской части России проиллюстрированы рисунком 1.



## МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛИСТВЕННОЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ПРОСТОЙ СВЕЖЕЙ СУБОРИ НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ

ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, lyubov.melnik.93@mail.ru

*The paper presents studies of natural renewal in the Nikolsky forest dacha in the Moscow region. Dynamics of rock composition for the period from 2007 to 2015. Shows that after carrying out two methods of clarification at the research site, there is an increase in self-sowing spruce, European larch retains its second position.*

Для лесоводов первостепенное значение имеет экология возобновления леса. Возобновительные процессы способствуют биологическому равновесию в лесу, обеспечивают постоянство его существования, а, следовательно, и пользования им [2]. Подрост, даже если он не используется для лесовозобновления, всегда показывает устойчивость и жизнеспособность древесных пород, особенно это важно для пород интродуцентов, одной из которых в Центральной России, является лиственница европейская [6]. В Подмоскovie лиственница – ценная порода, показывающая высокую продуктивность и устойчивость [1, 4, 5, 6].

Основной целью данной работы является мониторинг, оценка успешности и динамики естественного возобновления лиственницы европейской в условиях простой свежей субори Никольской лесной дачи.

Объект исследований расположен на территории Никольской лесной дачи в Воря-Богородском лесничестве Щёлковского учебно-опытного лесхоза Московской области. Материнское насаждение представлено культурами лиственницы, созданными в 1871 г. Тип лесорастительных условий В<sub>2</sub> (простая свежая субора). В 143-летнем возрасте насаждение характеризовалось Iа классом бонитета, составом первого яруса 9Л1СедЕ, второго яруса – 8Е2Кл. Запас стволовой древесины 1 яруса – 1217 м<sup>3</sup>/га, второго – 16 м<sup>3</sup>/га. Общий запас стволовой древесины – 1233 м<sup>3</sup>/га [5].

Исследования динамики естественного возобновления лиственницы европейской проводились в период с 2007 по 2015 гг. Пробная площадь МН-1, размером 20×50 м, разбита на 10 секций (квадраты 10×10 м); для удобства выполнения учётов, каждая из 10 секций делилась ещё на 4 более мелких клетки 5×5 м [3]. Ближе всего к лиственнице расположены секции А и Б. В каждой секции проводили сплошной перебор древесных растений, в результате исследованиями была охвачена территория площадью 1000 м<sup>2</sup>.

В 2007 году среди учтённого самосева наибольшим количеством была представлена ель – 26,8 тыс. шт/га, затем следуют: сосна – 24,5 тыс. шт/га, лиственница – 21,6 тыс. шт/га, осина – 4,0 и берёза – 3,1 тыс. шт/га. В 2012 и 2015 гг. на объекте после выполнения сплошных учётов проводились рубки ухода за хвойными породами. Динамика породного состава представлена в таблице 1.

За период наблюдений на объекте исследований среднее количество лиственницы сократилось почти втрое – с 21,6 до 7,8 тыс. шт/га, при минимальном значении 400 шт/га и максимальном 20,8 тыс. шт/га, на экспериментальных клетках. Учёты естественного возобновления в 2009 г. показали, что средняя густота лиственницы составляет 18,7 тыс. шт/га [3]. По данным учёта 2015 г., естественное возобновление лиственницы наиболее успешно проходит на секции Е, здесь доля её участия – 24% в составе, среднее количество – 15,4 тыс. шт/га. На дальних секциях З и И, на расстоянии 50–60 м от источника семян, участие лиственницы всего 4–9%, а количество – 1,1–1,3 тыс. шт/га. Следует отметить, что в декабре 2010 г., после ледяного дождя, у согнутых экземпляров лиственницы мышевидными грызунами были повреждены побеги текущего года, но сами растения не погибли и потом оправились. Отрицательно влияет на лиственницу мокрый снег, от которого растения в большинстве случаев погибают.

Таблица 1 – Динамика породного состава на пробной площади МН-1

Древесная порода	Количество растений по годам учёта, тыс. шт/га			
	2007	2009	2012	2015
Лиственница	21,6	18,7	11,7	7,8
Сосна	24,5	6,6	2,3	1,6
Ель	26,8	24,5	19,5	17,8
Берёза	3,1	12,1	7,6	7,5
Осина	4,0	8,2	4,3	5,0
Рябина	–	4,5	3,3	3,6
Ива	–	5,5	2,0	2,6
Всего	80,0	80,1	50,7	45,9

Несмотря на то, что в 2007 г. естественное возобновление сосны было 24,5 тыс. шт/га, в настоящее время его можно оценить как неудовлетворительное – 1,6 тыс. шт/га. Лучше всего порода представлена на секциях Б, Е и Ж, где соответственно было учтено 1,7; 2,2 и 5,4 тыс. шт/га. Причинами такого результата являются теплые зимы 2006 и 2008 гг., способствовавшие поражению самосева сосны шютте, что и привело к её гибели на большинстве экспериментальных секций.

Естественное возобновление ели имеет относительно стабильную динамику. Наиболее успешно оно проходит на 9 секциях, а на секции Е ель достигает количества 29,4 тыс. шт/га. После проведения на объекте исследований двух приёмов рубок ухода под основным пологом древесной растительности, который формируют лиственница, ель и сосна, наблюдается повсеместное увеличение самосева ели. Мягколиственные породы за трёхлетний период после первого ухода восстанавливают свою исходную численность за счёт поросли и сохранившихся при рубках экземпляров диаметром меньше 1 см.

По данным последнего учёта, выполненного в 2015 г., количество растений по породному составу представлено следующим образом: ель – 17,8 тыс. шт/га, лиственница – 7,8 тыс. шт/га, берёза – 7,5 тыс. шт/га, осина – 5,0 тыс. шт/га, остальные породы – меньше 4,0 тыс. шт/га. В целом состав естественного возобновления на пробной площади – 39Е17Л16Б11Ос8Р6Ив3С, при количественной характеристике 45,9 тыс. шт/га. Что касается динамики породного состава, в 2007 г. он был 3Е3С3Л1Ос+Б, в 2009 г. – 3Е2Л2Б1Ос1С1Ив+Р, в 2012 году – 4Е2Л2Б1Ос1Р+С+Ив и на момент наших последних исследований в 2015 г. практически не изменился – 4Е2Л2Б1Ос1Р+Ив+С.

Таким образом, мониторинг естественного возобновления показывает, что после проведения двух приёмов рубок ухода на объекте исследований наблюдается появление самосева ели под основным пологом, лиственница европейская сохраняет вторые позиции, возобновление сосны неудовлетворительное. Мягколиственные породы за трёхлетний период после первого ухода восстанавливают свою исходную численность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карасев Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосквья путём интродукции лиственницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Карасев Николай Николаевич – М., 2009. – 21 с.
2. Мелехов И.С. Лесоведение: учебник для вузов. – М.: Лесная промышленность, 1980. – 408 с.
3. Мельник П.Г., Насыпайко Н.Ю. Естественное возобновление лиственницы в Центральной России // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2012. – № 1 (84). – С. 74–79.
4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Никольская лесная дача Щёлковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ // Примеры отечественного опыта устойчивого лесопользования и лесопользования: сборник статей / под общ. ред. Н. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М.: WWF России, 2013. – С. 151–176.
5. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. – М.: ФБГОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.
6. Тимофеев В.П. Природа и насаждения Лесной опытной дачи Тимирязевской сельскохозяйственной академии за 100 лет. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 168 с.

## МОНИТОРИНГ СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Мытищинский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана»,  
г. Мытищи, Российская Федерация, melnik\_petr@bk.ru

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт лесоведения РАН», с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация,

<sup>3</sup>BMG TRADA Certifying AB, г. Гётеборг, Королевство Швеция, alla.m.vronskaya@gmail.com

*Nikolskaya Dacha (Forest Estate) is a classical forest research object which includes studies in the field of forest management and forest monitoring. The first forest management activities were conducted by the students of the Petrovskaya Academy of Agriculture and Forestry under the supervision of prof. M.K. Tursky. The retrospective analysis of forest dynamics conducted between 1872 and 2004 showed initial domination of deciduous species while spruce and pine were secondary species. The proportion of coniferous species increased since 1954 due to the proper forest management. A clear tendency towards the increase in forest areas covered by coniferous species was observed since 1880s. However, due to an intense forest exploitation since the mid-1980s, the growth of deciduous species was again promoted.*

Изучению динамики лесных экосистем давно уделяется большое внимание – познание динамических процессов позволяет глубже и разносторонне понять особенности наблюдаемого объекта или явления, выявить присущие ему тенденции, дать прогноз на будущее. Поэтому длительные наблюдения за временной изменчивостью биогеоценозов и их отдельных компонентов всегда были важной составной частью стационарных исследований, проводившихся в разных регионах нашей страны [1].

Никольская лесная дача в Щёлковском учебно-опытном лесхозе Московской области представляет собой уникальнейший лесоводственный объект. Она ценна в историческом, природном и лесохозяйственном аспектах, является классическим объектом в области лесоустройства и лесоводственного мониторинга [4].

Первое лесоустройство в Никольской лесной даче было выполнено в 1884 году под руководством профессора Митрофана Кузьмича Турского силами студентов Петровской земледельческой и лесной академии. Главное внимание при лесоустроительных работах было обращено на порядок эксплуатации, который должен был обеспечить лёгкость ведения хозяйства в будущем, постоянство пользования и повышение продуктивности насаждений. Общий обзор порядка эксплуатации дачи охватывал шестидесятилетний период, т.е. вплоть до 1943 г.

Следующее лесоустройство в Никольской лесной даче было выполнено в 1935 г. Оно связано с организацией в 1934 г. Щёлковского райлесхоза, в который входил Огудневский производственный участок общей площадью 9616 га. С 1954 года лесоустройства проводились регулярно в 1964, 1974, 1984, 1994 и 2004 годах. Благодаря сохранившимся данным проводимых лесоустройств, нам удалось выполнить ретроспективный анализ динамики лесного фонда Никольской лесной дачи с 1872 г. по 2004 г., который показывает, что первоначально в насаждениях преобладали мягколиственные породы, ель и сосна занимали второстепенные позиции. Благодаря правильному ведению лесного хозяйства к 1954 г. и по настоящее время хвойные породы занимают преобладающее место [4].

Породный состав лесов Никольской лесной дачи на 74,5% представлен хвойными и на 24,9% мягколиственными породами, причём за 10-летний период доля последних увеличилась на 2,9%, а площадь, занимаемая хвойными породами, за это время сократилась на 119 га. Начиная с 1974 года наблюдается неуклонное уменьшение площадей, занимаемых сосной, за 40-летний период она уменьшилась на 150,7 га или на 16,5%, что является следствием предпочтения ели как главной породы в лесокультурной практике Щёлковского учебно-опытного лесхоза. Лесоустройством 1994 года зафиксировано только 0,4 га молодняков сосны I класса возраста, хотя их резкое сокращение, почти в 3 раза, отмечено еще при лесоустройстве 1984

года. Несмотря на это с 1984 года началось и сокращение площадей еловых насаждений, которое особенно резко проявилось за последние 10 лет. Площадь ельников за 20-летний период сократилась на 119 га или на 8,7%.

Площади, занимаемые лиственницей, составляют всего 6,7 га. Искусственные древостои лиственницы европейской уникальны, ибо нигде в средней полосе России нет посевных лесокультур этой ценной хвойной породы [4]. В условиях ближней части Никольской лесной дачи лиственница европейская судетская (*Larix decidua* subsp. *sudetica* (Domin) Domin) способна формировать насаждения с исключительно высоким запасом стволовой древесины более 1000 м<sup>3</sup>/га [3]. С 2007 года здесь выполняются исследования дальности эффективной диссеминации и динамики естественного возобновления лиственницы европейской как экспериментальной основы для изучения закономерностей расселения и миграционных возможностей этого вида [2]. Есть основание предполагать, что очередным лесоустройством, намеченным на 2018 год, будет зафиксировано увеличение площадей, занимаемых лиственницей за счёт молодняков I класса возраста естественного происхождения, сформировавшихся на вырубках.

Дуб как ценная древесная порода впервые зафиксирован в Никольской лесной даче ревизией лесоустройства 1899 года, за последние полвека его площадь варьировала от 9,3 до 22,9 га, в настоящее время – 15,1 га. Мягколиственные породы в Никольской даче представлены берёзой, осинкой, ольхой и липой. Первым лесоустройством было зафиксировано их преобладание, однако с началом правильного ведения лесного хозяйства доля их неуклонно снижалась. В начале XXI века, занимаемая берёзой площадь, увеличилась на 133,1 га, что является следствием отсутствия лесохозяйственных уходов за молодняками в последнее время. Липа впервые зафиксирована лесоустройством 1984 года, её площадь незначительно увеличивается и к настоящему времени составляет 3,0 га.

За последнее время динамика возрастной структуры хвойных лесов характеризуется значительным ростом площади спелых и перестойных насаждений, которые показали максимальный рост: за 50-летний период (с 1954 г. по 2004 г.) она увеличилась в 4,1 раза у сосны и 15,4 раз у ели. Наблюдается асимметричность распределения древостоев сосны по группам возраста: молодняки занимают 2,7% площади, средневозрастные – 6,1%, приспевающие – 13,0%, спелые и перестойные – 78,2%. Возрастная структура ельников несколько лучше: молодняки занимают 21,6% площади, средневозрастные – 9,1%, приспевающие – 18,9%, спелые и перестойные – 50,4%. Негативными особенностями динамики хвойных пород Никольской лесной дачи является сокращение площади молодняков и увеличение спелых и перестойных насаждений.

Следует отметить, что к середине 80-х годов прошлого столетия наблюдалась тенденция к увеличению площадей, занимаемых хвойными насаждениями, и уменьшение доли лиственных пород. Однако практика усиленной эксплуатации хвойного хозяйства с начала 90-х годов XX века способствует росту площадей, занимаемых мягколиственными породами. Такая тенденция характерна и для других районов европейской части России. Существующая возрастная структура сосняков и ельников Никольской лесной дачи далека от оптимальной. Хвойные насаждения имеют неблагоприятную возрастную структуру, которая с точки зрения главного принципа лесопользования за последнее время ухудшилась, в лесном фонде наблюдается недостаток молодняков сосны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Динамика хвойных лесов Подмосковья / Л.П. Рысин, А.В. Абатуров, Л.И. Савельева и др. – М.: Наука, 2000. – 221 с.
2. Мельник Л.П. Особенности диссеминации лиственницы в Никольской лесной даче // Леса Евразии – Белорусское Поозерье: Материалы XII Международной конференции молодых учёных, посвященной 145-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2013. – С. 185-189.
3. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Результаты интродукции лиственницы в северо-восточное Подмосковье // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2005. – № 2 (38). – С. 36-40.
4. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт лесоводственного мониторинга в Никольской лесной даче. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 112 с.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО  
ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ  
ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

г. Москва, Российская Федерация, knsvetl@gmail.com

<sup>2</sup> ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН»,

г. Москва, Российская Федерация, nikitina.al.dm@gmail.com

*Abstract. The study is devoted to the assessment of the quantitative changes of vegetation cover characteristics in the Curonian Spit (between 2007 - 2017) using the "Random Forest" classification of multispectral satellite images of high spatial resolution. In the course of the work, the areas with the high values of dynamics of the vegetative cover stability indicators were identified, characterizing the decline in the stability of the natural complexes of the Curonian Spit. The study presents dynamics maps of the main indicators of ecosystem monitoring in the territory of the national park.*

Цель исследования – оценка изменений площадной структуры основных типов растительного покрова национального парка (НП) «Куршская коса» за период 2007–2017 гг. на основе мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения.

Около 70% природных ландшафтов Куршской косы относятся к категории слабоустойчивых, неустойчивых и сильнонеустойчивых, что связано с постоянными интенсивными водно-ветровыми эрозионными и антропогенными воздействиями [1], поэтому мониторинг состояния растительности, являющейся основным стабилизирующим компонентом экосистем Куршской косы, – важная составляющая природоохранной деятельности НП.

Для анализа и картографирования динамики растительного покрова Куршской косы использовались разновременные космические снимки с пространственным разрешением 10 м, полученные со спутников Alos (ANVIR-2) и Sentinel-2A. Даты съемки выбраны ближе к середине вегетационного периода – июнь 2007 г. и июль 2017 г. соответственно. Материалы съемки соответствуют уровню предварительной обработки 1С и представлены в проекции UTM 34 (WGS 84). В качестве наземных данных для обучения и проверки точности классификации использованы таксационная база данных лесоустройства 2003 г. НП «Куршская коса» и данные полевых наземных обследований лесной растительности в 2017 году (выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект 17-05-01129)).

Для классификации космических снимков Alos и Sentinel-2A выбран алгоритм классификации с обучением Random Forest («Случайный лес»), реализованный в среде RStudio. Классификация осуществлялась путем построения 1000 деревьев на основе 3-х спектральных каналов (G, R, NIR). Эталонная выборка разделялась на 2 группы: участки для обучения и контрольные участки для проверки. Репрезентативные наборы эталонов сформированы для 11 классов: водные объекты; открытые песчаные дюны и пляж; псаммофильная растительность на дюнах; луговая растительность; несомкнувшиеся культуры сосны; сосняки молодые (10–50 лет); сосняки средневозрастные (51–90 лет); сосняки старовозрастные (91–140 лет); еловые леса; березняки; черноольховые леса. Применение метода Random Forest показало хорошие результаты распознавания основных природных объектов на территории Куршской косы по данным Alos и Sentinel-2A – общая оценка достоверности классификации по коэффициенту Каппа составила более 0,8.

При анализе матрицы ошибок определения тематических классов отмечено, что максимальная ошибка распознавания принадлежит классам несомкнувшихся культур сосны и старовозрастным соснякам. В основном перепутывание происходит между разными возрастными

градациями сосняков. Также довольно существенная ошибка возникает при распознавании березовых древостоев, большая часть ошибочно классифицированных березняков отнесена к черноольшаникам. Наиболее достоверно распознается класс черноольховых лесов, т.к. черная ольха практически не создает на косе смешанных древостоев и представлена, в основном, зрелыми насаждениями от 65 до 90 лет.

Для исследования информативности и возможности применения съемки с российских космических аппаратов (КА) в целях изучения растительного покрова в данной работе рассматривались мультиспектральные данные со спутников Ресурс-П (съемочная аппаратура Геотон-Л1) и Канопус-В (съемочная аппаратура ПСС и МСС). Космические снимки со спутника Канопус-В, полученные 5 августа 2015 г., наиболее близки по пространственному разрешению (10, 5 м) к параметрам спутниковых данных Sentinel-2A. Спутниковое изображение с КА Ресурс-П получено 10 июля 2017 года, пространственное разрешение мультиспектральной съемки составляет около 3 м. Классификация спутниковых изображений российских КА проведена также с использованием алгоритма Random Forest с аналогичными параметрами.

Общая точность классификации снимка с КА Ресурс-П по коэффициенту каппа составила 0,78. Анализ матрицы ошибок результатов классификации показал значительно меньшую точность распознавания молодых и средневозрастных сосняков, черноольховых лесов и луговой растительности в сравнении с результатами классификации Sentinel-2A. В целом применение данных Ресурс-П позволяет получать при классификации более детальные контуры природных объектов по сравнению с другими спутниковыми изображениями (рисунок 1).

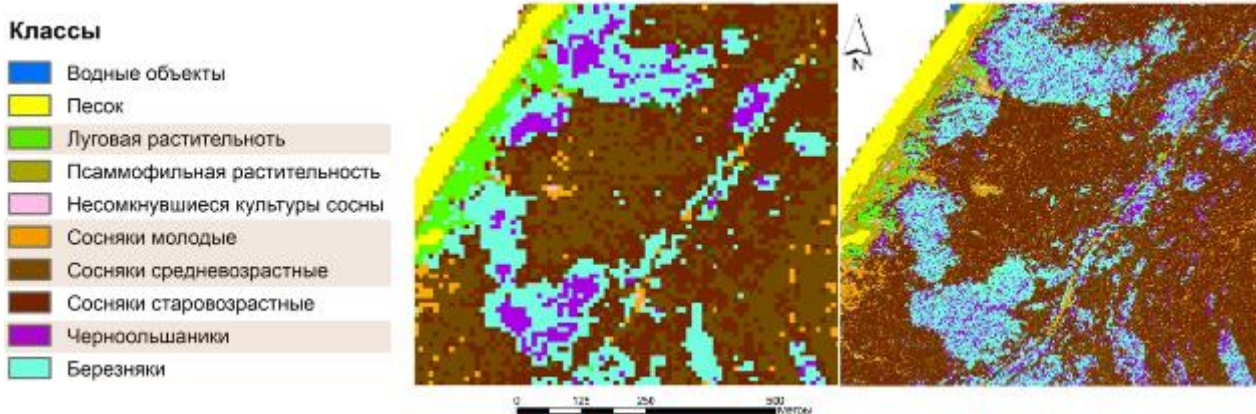


Рисунок 1 - Фрагменты результатов классификации снимков Sentinel-2A и Ресурс-П.

Меньшая точность классификации в сравнении с данными Sentinel-2A и Alos обусловлена недостаточной степенью предварительной радиометрической и геометрической коррекции российских спутниковых данных – наличие полос и сбойных пикселей, несогласованность зональных изображений.

Точность классификации данных Канопус-В по сравнению с данными Sentinel-2A также ниже – коэффициент каппа равен 0,73. Можно отметить более высокую фрагментарность классов для изображения Канопус-В по сравнению с результатами классификации снимка Sentinel-2A, что может быть следствием присутствия большего количества «шума» в исходных данных российского спутника, а также различием в параметрах радиометрического и спектрального разрешения.

Предварительные результаты классификаций спутниковых данных Ресурс-П и Канопус-В позволяют говорить о перспективности их применения для целей картографирования растительности, однако необходимы улучшение процедур предварительной пространственной и радиометрической коррекции и дальнейшие комплексные и детальные исследования информативности материалов съемки.

По результатам классификаций снимков Alos (2007 г.) и Sentinel-2A (2017 г.) проведены оценка и картографирование изменения растительного покрова на основе расчета показателей

динамики (лесистость территории, доля хвойных пород в древостое, доля песков, покрытых растительностью и доля развеваемых песков) основных типов растительности, рассчитанных в границах лесотаксационных кварталов. Выявлены участки с наиболее высокими изменениями показателей (+29/-12%), которые обусловлены как абиотическими, так и антропогенными факторами. В целом при оценке изменения структуры растительного покрова НП прослеживаются следующие тренды: увеличение лесистости и доли песков, покрытых растительностью, со стороны Куршского залива в результате лесозащитных мероприятий; уменьшение лесистости и увеличение доли развеваемых песков со стороны морского побережья в результате разрушения авантюны под воздействием ветро-волновой и рекреационной нагрузки.

Таким образом, использование спутниковых данных высокого пространственного разрешения позволило количественно оценить изменения площадных характеристик основных типов растительности за 10-летний период и составить карты динамики растительного покрова, которые дают представление об интенсивности и направленности динамических процессов природного и антропогенного происхождения, влияющих на устойчивость наземных экосистем полуострова. Участки с высокими значениями динамики показателей в негативном тренде, ведущим к снижению устойчивости природных комплексов, требуют более детальных материалов съемки и анализа экологического состояния территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шаплыгина Т. В., Волкова И. И. Геоэкологические аспекты рекреационного природопользования в национальном парке «Куршская коса». // В сб. «Проблемы природопользования, сохранения биоразнообразия и культурного наследия на особо охраняемых природных территориях России». Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. - 2017. - С. 128–134.

**Придача В.Б., Сазонова Т.А., Тихова Г.П., Новичонок Е.В.**

### **ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ**

*«Институт леса» – обособленное подразделение ФГБУН «ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,  
г. Петрозаводск, Российская Федерация, pridacha@krc.karelia.ru*

*The paper presents the results of studies of the effects of abiotic factors, drought, nitrogen treatment and deforestation on the parameters of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O-exchanges of coniferous and deciduous tree species of the European part of Russia. Carbon and water exchange of woody plants were studied using the portable photosynthesis system LI-COR 6400XT (LI-COR Inc., USA) and the pressure chamber Plant Moisture Vessel SKPM 1400 (Skye Instruments Ltd., UK). The observed differences of investigated parameters of coniferous and deciduous plants under variation of external conditions are caused by specific features of the ecology, biology, and behavioral strategy of these species.*

Значение лесов бореальной зоны неопределимо для биосферы. Леса России составляют пятую часть всех мировых лесных ресурсов, в том числе более половины бореальных лесов планеты (Лукина и др., 2015). Одними из основных лесообразующих пород европейской территории России являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth). Способность сосны существовать в самых разнообразных условиях по длине дня, продолжительности вегетационного периода, плодородию почв, в условиях переувлажнения и засухи обеспечила ей ареал от 70 до 37° с.ш. и от 7 до 127° в.д. (Лантратова, 1991). Обладая такой широкой областью распространения, сосна является полиморфным видом, образующим множество форм и разновидностей как в пределах географических зон и ареала, так и в пределах одной популяции (Правдин, 1964; Козубов, Муратова, 1986). Береза также широко распространена во всех природных зонах Северного полушария с умеренным климатом, что способствует высокому полиморфизму фенотипических признаков представителей рода *Betula* L.

Вместе с тем видовое разнообразие лесов таежной зоны, различия в фенологических и экофизиологических особенностях видов и их реакции на градиент действия факторов среды в суточной и сезонной динамике создают сложную структуру функционального взаимодействия. В этой связи представляет интерес комплексная оценка влияния факторов внешней среды на показатели  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена хвойного и лиственного растений.

Проведенное в условиях сосняка черничного свежего европейской части средней тайги ( $62^\circ 13' \text{N}$ ,  $34^\circ 10' \text{E}$ , Южная Карелия) исследование влияния абиотических факторов (освещенности, температуры и относительной влажности воздуха, дефицита упругости водяного пара) на суточные ритмы водного потенциала облиственных (охвоенных) побегов сосны и березы в вегетационной динамике показало, что вклады ведущих факторов среды в формирование величины водного потенциала для хвойного и лиственного растения сопоставимы и не имеют значимых межвидовых различий. Показано сходство доминирования ведущих факторов для обоих видов, в частности, в июле – солнечной радиации, августе – относительной влажности воздуха, сентябре – температуры воздуха. Вместе с тем в период интенсивного роста (июнь) выявлены межвидовые отличия приоритета влияния факторов среды на водный обмен сосны (относительной влажности воздуха) и березы (солнечной радиации), что, вероятно, обусловлено межвидовыми особенностями формирования побегов и листьев (хвои) хвойного и лиственного растения. Также нами отмечена некоторая инертность отклика водного потенциала побегов древесных растений на резкие изменения абиотических факторов в течение суток, что обусловлено механизмом эндогенной регуляции водного гомеостаза.

Многолетние исследования влияния влагообеспеченности песчаных почв на параметры водообмена сосны позволили нам выделить варианты умеренного увлажнения и засухи, отличающиеся по напряженности метеофакторов и типичные для вегетационного периода в Южной Карелии. Оценка влияния атмосферной засухи на водный статус деревьев сосны разной жизненности в условиях сосняка лишайникового ( $61^\circ 13' \text{N}$ ,  $34^\circ 10' \text{E}$ , Южная Карелия) при достаточной оводненности почвы не выявила различий предрассветных водных потенциалов ( $\Psi_{max}$ ) охвоенных побегов между господствующими и угнетенными деревьями, различающимися по величине годовых приростов и относящимися, соответственно, ко II и IV классам роста и развития. Диапазон значений  $\Psi_{max}$  побегов сосны разной жизненности составил –  $0.44 \pm 0.01 \dots -0.79 \pm 0.04$  МПа. При снижении запасов влаги в почве установлено значимое уменьшение  $\Psi_{max}$  угнетенных деревьев до  $-1.39 \pm 0.05$  МПа, значения  $\Psi_{max}$  господствующих деревьев остались при этом равными  $-0.75$  МПа. При восполнении почвенных влагозапасов дождевыми осадками показано уменьшение водного дефицита в растениях, в частности, повышение значений  $\Psi_{max}$  как у господствующих, так и угнетенных деревьев, составивших –  $0.58 \pm 0.06$  и  $-0.57 \pm 0.05$  МПа соответственно. Отмеченная динамика  $\Psi_{max}$  обусловлена разнокачественной реакцией сосны в связи с дифференциацией по жизненности в условиях разного почвенного увлажнения. Так, в условиях дефицита почвенной влаги большую чувствительность к действующему фактору «засуха» проявляют угнетенные деревья сосны, для которых также был отмечен и больший диапазон изменчивости исследуемых показателей. Господствующие деревья, напротив, отличаются в большей степени гомеостатированностью параметров водообмена вследствие большей конкурентоспособности за ресурсы в условиях водного стресса.

Оценка влияния аммонийного азота (40 г (N) на дерево) на морфофизиологические показатели листа обычной березы (*B. pendula* Roth) с прямослойной древесиной и ее разновидности – карельской березы с узорчатой древесиной (*B. pendula* Roth var. *carelica* (Merclín) Hämet Ahti) – в условиях супесчаных почв ( $61^\circ 83' \text{N}$ ,  $34^\circ 15' \text{E}$ , Южная Карелия) выявила внутривидовые особенности внутрикрановой динамики показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена листа исследуемых форм берез. У карельской березы внесение  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  не оказало влияния на интенсивность фотосинтеза, а водный потенциал ее облиственного побега не зависел от положения в пространстве кроны дерева. При этом для обеих форм берез было установлено более сильное влияние фактора удобрения на устьичную проводимость, интенсивность транспирации и вод-



ный потенциал. Вариабельность интенсивности фотосинтеза обеих форм берез в большей степени была обусловлена фактором положения побега в кроне. Выявленные отличия внутрикрупной динамики показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена листа карельской березы при воздействии азотного удобрения по сравнению с березой повислой свидетельствуют о различиях в напряженности водообмена исследуемых берез вследствие внутривидовых особенностей структуры проводящих тканей ствола дерева. При этом, в отличие от снижения водного потенциала облиственного побега березы повислой в вертикальном градиенте кроны в акропетальном направлении, постоянство водного потенциала в пространстве кроны карельской березы, несмотря на более высокое ксилемное сопротивление и большие гидравлические ограничения скорости водного потока вследствие структурных аномалий ее древесины, вероятно, обеспечивается резервным пулом воды в вакуолях паренхимных клеток древесины и коры (Новицкая, 2011). Также следует отметить однонаправленное влияние  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  на показатели мезоструктуры листа исследуемых берез, которое проявилось в тенденции снижения покровных тканей и, напротив, увеличения фотосинтетических тканей листа. Вместе с тем в целом нами выявлена низкая степень пластичности (RDPI, relative distance plasticity index) комплекса морфофизиологических показателей обеих форм берез (0.1–0.2) в ответ на доступность азота в почве.

Исследование влияния антропогенной трансформации соснового древостоя ( $62^{\circ}10'N$ ,  $33^{\circ}60' E$ , Южная Карелия), в частности, сплошной рубки, на показатели  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена листа березы повислой (*B. pendula* Roth), осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench) и сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.) в большинстве случаев показало однонаправленную реакцию разных видов на изменение условий среды. Устьичная проводимость, интенсивность фотосинтеза и транспирации, фотосинтетическая эффективность использования воды как у хвойного растения, так и у лиственных видов уменьшались в условиях сосняка черничного по сравнению с вырубкой. При этом наибольшая степень пластичности устьичной проводимости, интенсивности фотосинтеза и транспирации отмечена у хвойного растения, что свидетельствует о его более высоком адаптационном потенциале по сравнению с лиственными растениями. Одинаково низкие значения степени пластичности показателей водного обмена хвойного и лиственных растений обусловлены, вероятно, общей стратегией поддержания оводненности тканей на постоянном уровне.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (тема № 0220-2017-0002) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).

Пугачевский А.В.

## КОНЦЕПЦИЯ МОНИТОРИНГА ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, avr@biobel.by

*The report outlines the concept of a system for monitoring the effects of climate change in forest ecosystems as a tool for informing forestry response to such changes and initiation of adaptation measures. The principles of the monitoring system, its purpose and objectives, objects, program, methodology, observation procedures, the network of observation points and the field of application of remote sensing materials are grounded. Criteria and indicators of the response of forest ecosystems as well as the effectiveness of measures for adaptation of forests and forestry to climate change have been determined.*

Изменения климата неизбежно отражаются на состоянии и функционировании лесных экосистем. Организация прямых наблюдений за последствиями изменений климата в лесах

затруднена, поскольку, во-первых, сами климатические изменения не носят четко определенного характера и проявляются в разной степени на разных участках земной поверхности, и, во-вторых, формы и интенсивность реакции различных элементов лесных экосистем на эти изменения весьма различны. Кроме того, прямодействующие метеофакторы (осадки, температура, свет) в значительной степени трансформируются компонентами лесной экосистемы.

Особенности взаимодействия глобальной климатической системы и многокомпонентного и разнородного лесного покрова определяют основные принципы и методы мониторинга последствий изменения климата в лесах.

Система мониторинга последствий изменения климата в лесных экосистемах (МПИКЛ) проектируется как инструмент своевременного реагирования лесного хозяйства на них и принятия мер по адаптации. Существующие подходы к мониторингу лесов в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь не отвечают в полной мере потребностям оценки их реакции на изменения климата.

В рамках проекта «Развитие лесного сектора Республики Беларусь», финансируемого Глобальным экологическим фондом и Всемирным банком, в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси по заказу Министерства лесного хозяйства разработана концепция МПИКЛ. Концепция включает в себя обоснование принципов, программу и методику МПИКЛ, систему критериев и индикаторов оценки эффективности мер по адаптации лесного хозяйства к изменению климата.

Система МПИКЛ строится на следующих принципах:

– **способность отображать динамику обусловленных изменением климата параметров** лесных экосистем;

– возможность **оценки характера, масштабов и эффективности принятых мер по адаптации** лесов и лесного хозяйства к изменению климата;

– **долговременность**, которая необходима вследствие непрерывного воздействия климатических факторов и продолжительности устойчивых изменений в климатической системе в сочетании с длительным временем существования лесов;

– **географическая репрезентативность** должна быть обеспечена, поскольку изменения климата носят региональный и глобальный характер, и, соответственно, отклик экосистем имеет соответствующие масштабы;

– **экологическая** (формационно-типологическая) **репрезентативность** должна быть обеспечена ввиду неоднозначной и несинхронной реакции на изменение климата лесов, образованных разными лесообразующими породами и произрастающими в различных почвенных и орографических условиях;

– **комплексность** должна быть обеспечена сочетанием различных видов наблюдений: а) собственно мониторинга лесных экосистем, включая дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ); б) мониторинга условий природной среды (прежде всего климатических), а также анализом ведомственных источников информации;

– **многоуровневая организация системы** мониторинга должна обеспечивать оценку реакции лесных экосистем на всех основных уровнях их организации (компонентов экотопа, популяций лесообразующих пород, фитоценоза, лесотипологического комплекса/ландшафта, лесного покрова природного региона и страны);

– **относительная простота методик** важна ввиду необходимости поддержания значительной по масштабам (количеству пунктов наблюдений, пространственной протяженности) сети мониторинга и, соответственно, приемлемой стоимости поддержания эффективной системы мониторинга;

– **совместимость с другими формами мониторинга** лесов и окружающей среды крайне важна ввиду необходимости использования всего массива информации, полезной для оценки реакции лесов на изменение климата, получаемой различными ведомствами, странами в процессе долгосрочных наблюдений, а также возможности снижения трудовых и финансовых затрат путем совмещения сетей и методов мониторинга.

**Система МПИКЛ** ориентирована на оценку: а) реакции лесных экосистем на изменение климата; б) характера и масштабов принятых мер по адаптации лесного хозяйства к изменению климата и их эффективности на основе соответствующих критериев и индикаторов.

**Критерии и индикаторы реакции лесных экосистем на изменение климата** характеризуют в динамике: а) состояние, б) структуру лесных экосистем, в) продуктивность лесов, г) условия их произрастания.

**Критерии и индикаторы эффективности мер по адаптации лесного хозяйства к изменению климата оценивают:** а) степень (%) реализации мер по адаптации лесного хозяйства к изменению климата; б) достижение целевых показателей, на выполнение которых направлены те или иные меры по адаптации по установленным для этого срокам; в) состояние лесов или их компонентов в меняющемся климате на определенной территории; г) достижение положительного углеродного баланса в лесных экосистемах территории.

Комплекс мер по адаптации включает два основных направления:

– *планово-распорядительное*: разработка отраслевой стратегии и целевых программ адаптации к меняющимся климатическим условиям, а также внесение изменений в нормативно-правовую базу и справочную литературу отрасли в связи с происходящим изменением климата;

– *организационно-хозяйственное*: комплекс хозяйственных мероприятий, определенных отраслевой стратегией и программами адаптации, на уровнях Министерства лесного хозяйства, областных производственных лесохозяйственных объединений, предприятий отрасли и направленных на целевое изменение состава и структуры лесов, повышение их устойчивости, извлечение выгод из изменений климата.

Исходя из необходимости сохранения лесных экосистем в условиях меняющегося климата принципы адаптации лесного хозяйства к изменению климата сводятся к:

– достижению повышения устойчивости лесов при любом сценарии динамики климата;

– прогнозированию состава лесов на основе материалов учета лесного фонда, лесного законодательства, нормативной базы лесного хозяйства;

– разработке и реализации рекомендаций по составу будущих лесов на основе зонального и формационно-типологического подхода;

– учету основных видов пользования, а также состояния вредных и полезных энтомокомплексов и болезней леса, как факторов, ведущих или способствующих изменению формационной (породной) структуры лесов;

– достижению средствами адаптации отрасли к новым погодно-климатическим условиям не только преодоления негативных последствий этих изменений, но и наиболее полное извлечение выгод из них;

– интеграции рекомендаций по адаптации в нормативную базу лесного хозяйства.

Применение критериев и оценка индикаторов эффективности должны сочетаться с плановыми лесоустроительными работами, т.е. проводиться каждые 10 лет.

### **Концепция и программа МПИКЛ.**

**МПИКЛ** – система наблюдений за лесными экосистемами и лесным фондом и их оценка с целью выявления влияния на них климатических изменений, установления эффективности мер по адаптации, прогноза их изменения в будущем при наиболее вероятных сценариях изменения климата.

**Цель МПИКЛ** – информационное обеспечение принятия управленческих, проектных и технологических решений в области охраны, устойчивого использования лесных ресурсов, экологической безопасности, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия на основе оценки состояния лесных экосистем, их динамики и прогноза развития в условиях изменения климата.

### **Задачи МПИКЛ:**

– оценка состояния, динамики и структуры лесных экосистем и лесного фонда по совокупности критериев, основанных на биоиндикационных, лесоводственных и экологических показателях, материалах ведомственной статистической отчетности;

- обобщение сведений о мерах, предпринятых юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, по адаптации к изменению климата;
- выявление климатических факторов, оказывающих влияние на состояние, динамику и структуру лесных экосистем и лесного фонда в целом, оценка характера и степени их проявления;
- прогноз состояния, динамики и структуры лесных экосистем и лесного фонда по результатам мониторинговых наблюдений и оценок;
- разработка рекомендаций по адаптации лесов и лесного хозяйства к изменению климата для принятия управленческих и проектных решений;
- накопление и хранение результатов мониторинга, их предоставление заинтересованным сторонам.

**Объекты МПИКЛ:** 1) лесные экосистемы; 2) лесной фонд; 3) система мероприятий по адаптации лесов и лесного хозяйства к изменению климата.

Стратегия МПИКЛ заключается в организации и проведении контроля за состоянием лесных экосистем на основании анализа ведомственной информации о состоянии лесов, мерах по их адаптации к изменению климата, результатов наблюдений за состоянием лесов на мониторинговых сетях и материалов ДЗЗ, обобщения результатов инвентаризации лесов. Ее реализация состоит из двух этапов и, соответственно, уровней организации:

1) закладка сети МПИКЛ и проведение исследований на пунктах наблюдений, а также получение материалов ДЗЗ;

2) сбор, обобщение и анализ мониторинговой информации, полученной на сетях наблюдений; материалов гидрометеорологических наблюдений, лесоустройства; ведомственных материалов учета повреждения и гибели лесов, лесных пожаров; данных ДЗЗ; а также ведомственной информации отраслевого, регионального и локального уровней.

**Сеть МПИКЛ.** Компонентами сети МПИКЛ являются *постоянные пункты наблюдений (ППН) и постоянные пробные площади (ППП)* – объекты наблюдений площадного типа фиксированного размера и формы, закрепленные в натуре. ППН и ППП закладываются в репрезентативных, однородных по составу растительности участках леса, в отношении которых по специальной программе (методике) на регулярной основе проводится комплекс мониторинговых наблюдений.

Сеть пунктов наблюдений МПИКЛ формируется на базе существующих: сети мониторинга состояния лесов (ICP-Forests), сети комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды. При этом методики расширяются или адаптируются, сами пункты дополнительно оснащаются и оборудуются. Недостающие пункты наблюдений будут развернуты с учетом формационно-типологических и территориальных особенностей лесов с целью достижения репрезентативности сети.

Общая численность пунктов наблюдения – не менее 100 ППП и не менее 400 ППН за состоянием лесов, равномерно размещенных по территории Беларуси, лесным формациям и типам леса.

**Периодичность наблюдений.** Мониторинговые наблюдения за состоянием лесных экосистем в рамках МПИКЛ проводятся:

- ежегодно – при проведении наблюдений за факторами окружающей среды на ППП, при анализе материалов ДЗЗ;
- раз в 5 лет – при проведении наблюдений за лесными экосистемами на ППН и ППП;
- раз в 10 лет в процессе мониторинга лесного фонда в ходе очередных туров лесоустройства.

**Финансирование работ по МПИКЛ** осуществляется в рамках Государственных программ, обеспечивающих функционирование и развитие Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, и иных источников.

**Пользователи информации МПИКЛ:** органы государственного управления Респуб-

лики Беларусь (Минлесхоз, Минприроды, Управление делами Президента Республики Беларусь и др.), государственные лесохозяйственные и природоохранные учреждения, научные организации, общественные экологические организации, население.

**Регламент МПИКЛ** включает программу и методику его проведения.

Программа работ включает регламенты: а) закладки пунктов наблюдений и наблюдений на них, б) оценки состояния экосистем (на основе ведомственной информации, результатов наблюдений на ППП и ППН, данных ДЗЗ) и в) оценки степени угроз экосистемам и их компонентам.

**Сроки проведения наблюдений на сети МПИКЛ:** июль–сентябрь. Анализ площади нарушений в лесном фонде, обусловленных климатическими факторами, – по завершении года.

**Методы МПИКЛ** определяются потребностями в информации, необходимой для выявления и оценки динамики лесов, обусловленных устойчивыми изменениями параметров климата. Система методов и конкретных методик МПИКЛ в известной мере совпадает с хорошо апробированными в рамках Международной кооперативной программы по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса, Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, комплексных исследований лесных экосистем наземными и дистанционными методами.

Комплекс методов МПИКЛ включает: статистико-аналитические, режимные гидрометеорологические, дендрохронологические, фенологические, эколого-флористические, фитоценологические, лесопатологические, эколого-физиологические, дистанционные и метод математического моделирования.

Оценка структуры лесных фитоценозов, их биометрических параметров, распределения деревьев по классам повреждения и категориям жизненного состояния, расчет индексов состояния древостоев, определение видового состава и проективного покрытия подлеска, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, характеристика естественного возобновления производятся на ППП и ППН, а измерения радиального прироста деревьев, динамики уровня грунтовых вод – только на ППП сети МПИКЛ.

Состояние деревьев оценивается на основе общеевропейской методики мониторинга лесов (Руководство..., 2006). На каждой ППП оборудуется скважина с автоматическим измерением уровня грунтовых вод автономным датчиком, который накапливает данные в течение заданного интервала времени и передает их посредством SMS сообщений.

Лесной покров эталонных полигонов (не менее 40 площадью 100 кв. км каждый) оценивается ежегодно средствами ДЗЗ.

**Данные ДЗЗ для целей МПИКЛ** используются в двух направлениях:

1) для выявления и определения площадей нарушений, обусловленных климатическими факторами (ветровалы, буреломы, массовые усыхания древостоев, пожары и др.), изменения покрытой лесом площади на эталонных полигонах;

2) для оценки биофизических и биохимических характеристик растительности на эталонных полигонах, таких как биомасса, площадь листовой поверхности, доля поглощаемой фотосинтетически активной радиации, концентрация хлорофилла. Эти характеристики важны для определения актуального состояния растительности и дают представление о ее роли в углеродном цикле. Их оценки основываются на интерпретации устойчивых отношений поглощения/отражения света в различных спектральных диапазонах и выражаются в относительных индексах (NDVI, LAI, EVI, NDWI и др). Они перспективны для построения ретроспективных рядов климатозависимых характеристик лесных экосистем.

Свободно доступные в настоящее время архивы изображений, полученных со спутников серий Landsat, Terra/Aqua-MODIS, Sentinel, предоставляют возможность получать и накапливать объективные данные об изменениях в структуре лесных экосистем и их состоянии. Доступность высокопроизводительных систем обработки данных ДЗЗ, таких как Google Earth Engine, позволяют выполнять обработку данных и интерпретацию результатов без дополнительных расходов.

Материалы ДЗЗ предполагается получать от открытых съемочных систем:

- для мониторинга состояния крон в районах ППН и ППП и оценки физических характеристик поверхности, требующих мультиспектральной съемки в оптическом и ближнем ИК диапазонах с высоким пространственным разрешением – Sentinel-2, Landsat-8, БКА, Канопус-В;
- для определения продукционных и фенологических характеристик лесов, требующих мультиспектральной съемки в оптическом и ближнем ИК диапазонах со средним пространственным разрешением – Terra/Aqua-MODIS;
- для определения биофизических характеристик растительности, требующей радиолокационной съемки – Sentinel-1 (RVI).

Пушкин А.А.<sup>1</sup>, Машковский В.П.<sup>1</sup>, Коцан В.В.<sup>1</sup>, Ильючик М.А.<sup>2</sup>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ УСЫХАЮЩИХ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, aa\_pushkin@mail.ru, mashkovsky@tut.by, wolodia250@belstu.by  
<sup>2</sup> РУП «Белгослес», г. Минск, Республика Беларусь, michail555@rambler.ru

*The algorithm and main results of deciphering of shrinking spruce stands on the basis of the use of the spectral indices EVI, NDWI, DMCI, PSRI, NBR are present in this work. The works were performed using the materials space remote sensing of the Sentinel-2 for the territory of the Orshan forest enterprise.*

Участившиеся в настоящее время случаи массовых усыханий лесных насаждений ставят перед лесным хозяйством республики задачу своевременной диагностики и ресурсной оценки таких древостоев. Одним из наиболее эффективных путей решения данной задачи является использование данных дистанционного зондирования Земли – материалов аэро- и космических съемок. При этом использование материалов космической съемки является наиболее простым и наименее затратным вариантом оценки усыхающих лесных насаждений, поскольку данные съемки ряда систем космического зондирования находятся в открытом доступе (Landsat, Sentinel-2). Кроме того, данные системы космической съемки являются мультиспектральными, имеют значительное количество спектральных диапазонов, что позволяет решать задачи диагностики усыханий лесных насаждений на ранних стадиях.

В представленной работе выполнена оценка возможностей диагностики усыхающих еловых насаждений на территории ГЛХУ «Оршанский лесхоз» на основе использования ряда специализированных спектральных индексов, определяемых по материалам космической съемки системы Sentinel-2.

Методика проведения работ включала следующие основные этапы:

- полевые обследования усыхающих еловых насаждений Оршанского лесхоза;
- подбор и предварительная обработка материалов космической съемки;
- расчет специализированных спектральных индексов;
- статистическая оценка спектральных индексов и дешифрирование космического снимка.

Полевые обследования усыхающих еловых насаждений выполнялись с целью создания достоверной обучающей выборки, используемой в дальнейшем при дешифрировании. На данном этапе также создан эталонный векторный слой усыхающих еловых насаждений по материалам визуального дешифрирования материалов аэрофотосъемки и космической съемки сверхвысокого пространственного разрешения.

Обработка материалов космической съемки, расчет спектральных индексов и дальнейший анализ результатов проводился с использованием программных функций геоинформационной системы Quantum GIS.

На территорию Оршанского лесхоза подобран космический снимок системы Sentinel-2 на дату усыхания еловых насаждений – 06.05.2017 г. Предварительная обработка космического снимка включала проведение процедуры атмосферной коррекции изображения, а также его обрезку в пределах территории мониторинга – еловой формации Оршанского лесхоза.

На основе анализа существующих методик расчета и литературных источников подобран комплекс спектральных (вегетационных) индексов, характеризующих состояние растительности:

- EVI (Enhanced Vegetation Index) – улучшенный вегетационный индекс;
- NBR (Normalized Burn Ratio) – нормализованный разностный индекс гарей;
- NDWI (Difference Water Index) – нормализованный разностный водный индекс;
- DMCI (Dry Matter Content Index Romeroetal) – индекс сухости;
- PSRI (Plant Senescence Reflectance Index) – индекс отражения света среднего инфракрасного диапазона огрубевшим углеродом растительных тканей.

Расчет данных спектральных показателей производился для каждого пикселя изображения в соответствии с установленными формулами. Полученные значения заносились в базу данных.

Проведенный статистический анализ спектральных индексов показывает, что в целом их среднеарифметические значения для усыхающих и здоровых еловых насаждений различаются достоверно (таблица 1).

Распознавание усыхающих еловых насаждений на космическом снимке выполнялось на основе средних арифметических значений спектральных индексов. При этом средние арифметические значения рассматривались как координаты центров тяжести облаков точек обеих групп в гиперпространстве, координатные оси которого соответствуют используемым спектральным индексам. Алгоритм распознавания предусматривает вычисление для каждой точки (пикселя) декартовых расстояний до центров тяжести облаков точек здоровых и погибших насаждений, измеряемых в соответствующих стандартных отклонениях по следующим формулам:

$$L^{3Д} = \frac{\sqrt{\sum_i (\bar{x}_i^{3Д} - x_i)^2}}{\sigma_i^{3Д}} \quad (1)$$

$$L^{ПОГ} = \frac{\sqrt{\sum_i (\bar{x}_i^{ПОГ} - x_i)^2}}{\sigma_i^{ПОГ}} \quad (2),$$

где  $L^{3Д}$  и  $L^{ПОГ}$  – расстояния от точки до центров тяжести облаков точек здоровых и погибших насаждений соответственно;  $\bar{x}_i^{3Д}$  и  $\bar{x}_i^{ПОГ}$  – средние арифметические значения  $i$ -го вегетационного индекса для групп здоровых и погибших насаждений соответственно;  $x_i$  – величина  $i$ -го вегетационного индекса для точки;  $\sigma_i^{3Д}$  и  $\sigma_i^{ПОГ}$  – среднеквадратические отклонения  $i$ -го вегетационного индекса для групп здоровых и погибших насаждений соответственно.

Решение о том, что пиксель соответствует погибшему насаждению, принимается в том случае, если величина  $L^{3Д}$  оказывалась больше, чем значение  $L^{ПОГ}$ .

Таблица 1 – Статистические показатели спектральных индексов еловых насаждений по данным Sentinel-2 (ГЛХУ «Оршанский лесхоз»)

Спектральный индекс	Здоровые насаждения		Усыхающие насаждения		t-критерий
	среднее значение	СКО	среднее значение	СКО	
EVI	0,2279	0,0541	0,1830	0,0512	57,08
NBR	0,3346	0,1403	0,2471	0,1348	-32,58
NDWI	-0,5826	0,0882	-0,5469	0,0752	-39,48
DMCI	-0,2595	0,0417	-0,2390	0,0372	-10,61
PSRI	0,1120	0,0926	0,1243	0,0860	49,93

Примечание: Среднее значение – среднеарифметическое значение индекса; СКО – среднеквадратическое отклонение.

Проверка работоспособности алгоритма показала, что при использовании одного вегетационного индекса доля пикселей, которые правильно отнесены к соответствующей группе насаждений, доходит до 73,2% (при использовании спектрального индекса NDWI). Максимальная доля пикселей, которые правильно отнесены к здоровым насаждениям, также имеет место при использовании индекса NDWI и составляет 73,7%. Классификация по вегетационному индексу EVI позволяет правильно классифицировать максимальное количество пикселей, соответствующих поврежденным насаждениям – 67,3%.

Использование всех пяти вегетационных индексов EVI, NDWI, DMCI, PSRI и NBR одновременно позволяет 75,5% общего количества пикселей правильно распределить по группам (здоровые и поврежденные). Доля правильно распределенных пикселей, относящихся к здоровым насаждениям, составила 76,0%, а относящихся к поврежденным – 62,4%.

Наилучший результат классификации получен при использовании четырех вегетационных индексов: EVI, NDWI, DMCI и PSRI. Из общего количества пикселей при данном варианте правильно распределены 76,4%. Из пикселей, относящихся к здоровым насаждениям, 77,0% попали в свою группу, а среди пикселей, представляющих погибшие насаждения – 62,3%.

Дальнейшее повышение точности дешифрирования усыхающих еловых насаждений требует использования разновременных данных космической съемки и увеличение объема обучающей выборки.

Рыбакова Н.А.

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПАРЦЕЛЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ В ЮЖНОТАЕЖНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ И НА ВЫРУБКАХ

ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, 1986620@gmail.com

*Abstract. According to the data of 20-year observations (Yaroslavl region, the Northern Forest Experimental Station of the Institute of Forest Science RAS), studied regularities in the dynamics of the parcel structure of birch forests (*Betula pendula* Roth.) with natural restoration under their canopy of spruce (*Picea abies* L.) and on felling of birch forests with preservation of the young growth and the second layer of preliminary generation of spruce.*



В Институте лесоведения РАН (Северная ЛОС, Ярославская обл.) проводятся многолетние стационарные исследования по изучению совместной динамики древостоев березы и восстанавливающейся в них популяции ели, а также в насаждениях на вырубках различной давности. На серии постоянных пробных площадей (ПП) в течение 20 лет выполняется широкий комплекс наблюдений, включающих в т.ч. изучение динамики парцеллярной структуры лесного фитоценоза. При выделении парцелл нами были приняты определенные диагностические признаки для древесного, кустарникового и травяно-кустарничкового ярусов фитоценоза. В древесном ярусе основанием для выделения парцелл приняты различия в ярусности (первый ярус, второй ярус, подрост), стадии онтоценогенеза верхнего яруса, видовом составе (доминирующий и субдоминирующий виды) и сомкнутости полога еловой популяции. На постоянных пробных площадях проводилось картирование всех деревьев, измерение параметров стволов и их крон, оценка состояния; таксация кустарников (виды, густота, высота); геоботаническое описание травяного и мохового ярусов;

В результате исследований в производных березняках в возрасте от 41 до 115 лет с естественным восстановлением популяции ели в кислочно-черничной группе типов леса выделено 22 парцеллы, различающиеся строением всех ярусов фитоценоза. Динамика парцеллярной структуры березняков обусловлена возрастной их трансформацией, сопровождающейся изменением морфоструктуры популяции ели. В березняках в возрасте от 41 до 115 лет (стадии возрастного развития: возмужание, зрелость, старение) по сходству строения древесного яруса выявлено 5 групп парцелл: Б<sub>1</sub>-Е<sub>нп</sub> (березовая с несомкнутым подростом ели), Б<sub>1</sub>-Е<sub>сп</sub> (березовая с сомкнутым подростом), Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub> (березовая с сомкнутым вторым ярусом ели), Б<sub>1</sub>-Е<sub>2н</sub> (березовая с несомкнутым вторым ярусом ели), Б<sub>1</sub> (березовая с единичным еловым подростом) (таблица 1).

В стадии возмужания березняка (41–50 лет) наблюдается высокая дробность парцеллярной структуры – на 1 га выделено до 120 участков различных парцелл площадью 80–120 м<sup>2</sup>. В древостое преобладают парцеллы с несомкнутым (Б<sub>1</sub>-Е<sub>нп</sub>, 39% площади) и сомкнутым подростом ели (Б<sub>1</sub>-Е<sub>сп</sub>, 22%). Лишь около 9% популяции ели образует парцеллы со вторым ярусом (Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>). Значительную площадь занимают «окна» (Б<sub>1</sub>, 30%). В начале стадии зрелости березняка (51–70 лет) число участков парцелл постепенно уменьшается с 112 до 80 шт. га<sup>-1</sup>, нарастает монопарцеллярность структуры фитоценоза.

Таблица 1 – Представленность групп парцелл в возрастных группах березняков

Стадии возрастного развития березняков	Возрастная группа березняков, лет	Число участков парцелл, шт. га <sup>-1</sup>	Доля групп парцелл, % численность участков парцелл, шт. га <sup>-1</sup>				
			Б <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> -Е <sub>нп</sub>	Б <sub>1</sub> -Е <sub>сп</sub>	Б <sub>1</sub> -Е <sub>2</sub>	Б <sub>1</sub> -Е <sub>2н</sub>
Возмужание	41-50	120	30/48	39/36	22/24	9/12	-
Зрелость	51-60	112	15/33	20/16	22/11	43/32	-
	61-70	80	7/32	-	2/16	91/32	-
	71-80	11	-	-	-	100/11	-
Старение	81-90	11	-	-	-	100/11	-
	91-100	15	4/3	-	-	92/10	4/1
	101-110	21	7/9	5/6	-	88/6	-
	115	21	6/9	6/6	-	88/6	-

В последнем десятилетии стадии зрелости березняка (71–80 лет) древостой имеет монопарцеллярную структуру (Б<sub>1</sub>-Е<sub>2</sub>, 100%). Численность участков парцелл значительно снижается

(до 11 шт.га<sup>-1</sup>), парцеллы различаются только по доминирующим видам напочвенного покрова. Разрушение монопарцеллярности строения древостоя наступает в стадии старения березняков в возрасте 91–100 лет, что связано с интенсивным изреживанием второго яруса ели. Начинают появляться парцеллы с разреженным, несомкнутым вторым ярусом Б<sub>1</sub>-Е<sub>2н</sub>. Дальнейшее увеличение численности парцелл связано с появлением молодого подроста ели на участках группового вывала берез. Число участков парцелл постепенно возрастает с 11 до 21 шт.га<sup>-1</sup>. Ель, вышедшая в первый ярус древостоя, не образует отдельных парцеллярных участков ввиду одиночного расположения таких деревьев в насаждении. Отсутствуют парцеллы с доминированием возобновления ели, так как пополнение еловой популяции идет очень слабо, и преобладающая часть всходов гибнет в первые 5 лет.

Динамика парцеллярной структуры лесного фитоценоза на вырубках березняка с сохранением ели предварительной генерации наблюдалась нами в течение 20 лет через 2, 7, 12 и 22 года после рубки древостоя. Наблюдения позволяют уже на начальной фазе лесообразовательного процесса выявить виды-эдификаторы, размещение и представленность участков, на которых выражена смена хвойных на мелколиственные, а также с определенной вероятностью дать прогноз стратегии формирования древостоев.

Вырубки отличаются большим парцеллярным разнообразием: на вырубках 55-летнего березняка выделено 29 парцелл, объединенных в 11 групп по сходству структуры древесного яруса, количество отдельных парцеллярных участков достигает 111 шт.га<sup>-1</sup> площадью от 10 до 450 м<sup>2</sup>. Количество парцелл по сравнению с контрольной пробной площадью в 55-летнем березняке увеличилось почти в три раза. В течение 22 лет после рубки количество парцелл постепенно сократилось до 21, отдельных парцеллярных участков – до 53 шт.га<sup>-1</sup>.

Изменение парцеллярной структуры фитоценозов на вырубках происходит весьма интенсивно. На пасаках 2-летних вырубков выделено 22 парцеллы (72 шт. га-1), преобладают парцеллы с елью предварительной генерации в стадии молодняка (38% площади пасаек) и жердняка (21%). На 7-летних вырубках интенсивный рост ели после удаления полога березы приводит к доминированию парцелл с елью в стадии жердняка (45%) и увеличению их площади на 12-летних вырубках до 60%. В парцеллах с несомкнутым подростом ель почти полностью переходит в стадию молодняка. Однако на 12-летних вырубках увеличивается дробность структуры фитоценоза, количество парцелл возросло до 26, что связано с разнообразием напочвенного покрова. На 22-летних вырубках в некоторых парцеллах формируется первый ярус ели численностью 1,0 тыс.экз.га<sup>-1</sup> (средняя высота 15,6 м), начинается семеношение ели. Такие участки отнесены нами к парцеллам с елью в стадии возмужания и доминируют на 22-летней вырубке (55%). Жердняк ели сохраняется на 32% пасаек.

По границе пасаек и волоков, где при рубке березы был поврежден напочвенный покров и подрост ели, наблюдается наибольшее парцеллярное разнообразие. Здесь формируются парцеллы с возобновлением осины (10% площади пасаек), с подростом ели и возобновлением осины (12%). Значительный отпад осины вследствие сильного повреждения лосем приводит в течение 20 лет к формированию на таких участках жердняка ели.

Таким образом, на пасаках через 22 года после рубки березы сформировалось сомкнутое еловое насаждение, с численностью ели в первом ярусе 0,73 тыс.экз.га<sup>-1</sup> (средний возраст – 56 лет, высота – 15,9 м), во втором ярусе 0,90 тыс.экз.га<sup>-1</sup> (возраст – 50 лет, высота – 8,9 м).

На участках, где до рубки количество осины в составе 1 яруса древостоя превышало 30%, сразу после рубки появляется порослевое возобновление осины (численность – до 110 тыс.экз.га<sup>-1</sup>), которое в течение 20 лет формирует осинник в стадии жердняка (33% площади волоков). Возобновление березы по сравнению с осинной задерживается на 10 лет из-за быстрого зарастания волоков высокорослыми травами, в результате чего молодняк березы (20% площади волоков) формируется лишь через 20 лет после рубки. Последующее возобновление ели в течение двадцати лет не образует отдельных парцелл в результате сохранности лишь 7% всходов ели и их некомпактного размещения.

## ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО И УГЛЕРОДНОГО ОБМЕНА КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

«Институт леса» – обособленное подразделение ФГБУН «ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,  
г. Петрозаводск, Российская Федерация, sazonova@krc.karelia.ru

*Long-term study of water exchange parameters (the water flow rate in the xylem of the trunk, the absolute moisture of the xylem, root water potential, shoot water potential) of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees was held under conditions of fresh blueberry pine forest in the European part of the middle taiga (South Karelia). The quantitative estimation of resistances to water flow in different parts of the water conducting system of a woody plant was carried out. The effect of variability of hydraulic conductivity on photosynthesis is discussed.*

В последнее время в исследованиях гидрологического и углеродного циклов особое внимание уделяется бореальным экосистемам северного полушария, поскольку для этой зоны прогнозируются наиболее выраженные аномальные явления погоды и глобальные климатические изменения. Для понимания и прогноза возможной реакции лесных сообществ на эти воздействия необходима система мониторинга за их состоянием. Цель нашей работы – исследование взаимосвязи функциональных показателей водообмена между собой и фотосинтезом для деревьев *Pinus sylvestris* в условиях таежной зоны для выявления особенностей механизма их эндогенной регуляции.

Исследования проводили в сосновом древостое европейской части средней тайги в Южной Карелии (61°13'N, 34°10' E). Почва – песчаный иллювиально-гумусово-железистый подзол. Грунтовые воды на глубине 1.5–1.7 м (Сазонова и др., 2011). В течение ряда вегетационных периодов с мая по сентябрь изучали суточную динамику скорости водного потока по ксилеме ствола ( $U$ , м<sup>3</sup> м<sup>-2</sup> сек<sup>-1</sup>), водных потенциалов охвоенных побегов ( $\Psi_{ноб}$ , МПа) и интенсивность фотосинтеза ( $P$ , мкмоль СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>). Для измерения  $U$  и определения абсолютной влажности древесины ( $W_a$ , %) использовали тепловой импульсный метод (Кайбияйнен и др., 1981). Измерения  $\Psi$  охвоенных побегов и корней проводили с помощью камеры давления Plant Moisture Vessel SKPM 1400 (Skye Instruments Ltd., Великобритания). Водные потенциалы почвы ( $\Psi_n$ , МПа) измеряли с помощью тензиометра. Регистрацию СО<sub>2</sub>-газообмена побегов проводили с помощью многоканальной автоматической установки на базе стационарного инфракрасного газоанализатора Infracalor 4 (VEB Junkalor Dessau, Германия).

Сопротивления в звеньях «почва – корень» ( $R_{n-к}$ , МПа сек м<sup>-3</sup>), «корень – охвоенный побег» ( $R_{к-ноб}$ , МПа сек м<sup>-3</sup>) рассчитывали по формулам:

$$R_{n-к} = \Psi_n - \Psi_k / \bar{U}_{yд} S_c \quad (1), \quad R_{к-ноб} = \Psi_k - \Psi_{ноб} / \bar{U}_{yд} S_c \quad (2),$$

где  $\Psi_n$ ,  $\Psi_k$  и  $\Psi_{ноб}$  – усредненные за вегетационные периоды среднесуточные величины водных потенциалов почвы, корней и охвоенных побегов;  $\bar{U}_{yд}$  – средняя за вегетацию среднесуточная скорость водного потока по стволу;  $S_c$  – площадь проводящей ксилемы ствола в месте измерения  $\bar{U}_{yд}$ .

Для определения площади активной (водопроводящей) ксилемы ствола использовали метод красок, который заключается во введении контрастной жидкости (подкрашенной фуксином воды) в ксилему ствола дерева.

Удельное сопротивление ( $R_{yд}$ , МПа сек м<sup>-2</sup>), характеризующее сопротивление движению влаги единицы поперечного сечения (м<sup>2</sup>) и единицы длины (м) ксилемы от корней до охвоенных побегов, рассчитывали по формуле (3):

$$R_{yд} = \text{grad } \Psi / \bar{U}_{yд} \quad (3),$$

где  $\text{grad } \Psi = \Psi_k - \Psi_{ноб} / h$ ,  $h$  – расстояние от земли до части кроны, в которой определяются  $\Psi_{ноб}$ .

Анализ данных многолетних наблюдений показателей водного режима *Pinus sylvestris* в условиях сосняка черничного свежего показал, что средние за вегетационный период минимальные за день значения водных потенциалов почвы ( $\Psi_n$ ), корней ( $\Psi_k$ ) и охвоенных побегов ( $\Psi_{ноб.}$ ), а также скорости водного потока по ксилеме ствола ( $\bar{U}_{yd}$ ) обладают малой вариабельностью в межгодичной динамике, и их величины равны  $-0.03$ ,  $-0.32 \pm 0.02$ ,  $-1.0 \pm 0.02$  МПа и  $3.2 \pm 0.1$  г см<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup> ( $8.9 \times 10^{-6}$  м<sup>3</sup> м<sup>-2</sup> сек<sup>-1</sup>) соответственно. Используя эти величины, по формулам (1) и (2) мы рассчитали сопротивления движению влаги в звеньях «почва – корень» ( $R_{n-k}$ ) и «корень – охвоенный побег» ( $R_{k-ноб.}$ ), которые составили  $2.2 \times 10^6$  и  $5.5 \times 10^6$  МПа сек м<sup>-3</sup> соответственно. При этом установили, что величина  $R_{k-ноб.}$  в 2.5 раза превосходит  $R_{n-k}$ , что свидетельствует об увеличении сопротивления и, напротив, снижения проводимости ксилемы вдоль транспортного пути. Наше исследование проходило в условиях сосняка черничного, для которого характерен высокий уровень почвенной влагообеспеченности, о чем свидетельствует высокое значение  $\Psi_n$  в течение всех лет исследований. В тоже время известно, что в условиях дефицита почвенной влаги у деревьев сосны были получены более высокие значения  $R_{n-k}$  по сравнению со значениями  $R_{k-ноб.}$  (Roberts, 1977).

Если в межгодичной динамике вариабельность изучаемых переменных водного режима невелика, то, как показали результаты наших многолетних наблюдений (Сазонова и др., 2011), величины  $U_{yd}$  и  $\Psi_{ноб.}$  закономерно изменяются в течение суток и вегетационного периода. Поэтому следует ожидать таких же изменений и величин сопротивления. Действительно, проведенный по формуле (3) расчет удельного сопротивления движению влаги по стволу *Pinus sylvestris* показал, что величина  $R_{yd.}$  не остается постоянной. Ее изменения происходят в пределах от  $0.39 \times 10^4$  до  $0.84 \times 10^4$  МПа сек м<sup>-2</sup>. При этом нами было отмечено, что при одном и том же значении  $\text{grad } \Psi = \Psi_k - \Psi_{ноб.} / h$  в стволе могут регистрироваться водные потоки с разной скоростью. Кроме того, при уменьшении влажности ксилемы ствола ( $W_a$ ) было показано снижение скорости водного потока при постоянстве  $\text{grad } \Psi$ . Дальнейшее сопоставление величин  $R_{yd.}$  и  $W_a$  обнаружило их тесную взаимосвязь. Так, при высоких значениях  $W_a$  (125–115%), которые были получены в холодные и влажные дни весны и осени или в ранние утренние часы летом, а также после обильных дождей, наблюдались более низкие гидравлические сопротивления (более высокие проводимости). Напротив, более низким величинам  $W_a$  (105–95%), полученным в сухие жаркие периоды лета, соответствовали более высокие значения гидравлического сопротивления (более низкие проводимости). Следовательно, чем выше значения  $W_a$ , тем ниже гидравлическое сопротивление (выше проводимость), и напротив, уменьшение  $W_a$  приводит к увеличению сопротивления (уменьшению проводимости).

Известно, что изменение гидравлической проводимости водопроводящих путей приводит к изменению устьичной проводимости (Nardini, Salleo, 2000 и др.), что, в свою очередь, может влиять на интенсивность фотосинтеза. Действительно, результаты наших многолетних исследований суточной динамики фотосинтеза ( $P$ ) и водного потенциала охвоенных побегов сосны показали, что от уровня водного дефицита, сформировавшегося к предрассветному часу, в определенной мере зависело время наступления максимума фотосинтеза ( $P_{max}$ ). Уровень водного дефицита, который мы оценивали по величине предрассветного водного потенциала ( $\Psi_{max}$ ), был непосредственно связан с влажностью ксилемы ствола ( $W_a$ ), изменение которой приводило к изменению сопротивления движению влаги по ксилеме ствола. Высокий водный дефицит ( $\Psi_{max} - 0.6 \dots - 0.7$  МПа) отмечали прежде всего в июне в период «белых ночей», когда небольшой транспирационный расход влаги происходил практически всю ночь. Кроме того, такие значения  $\Psi_{max}$  наблюдали в периоды «атмосферных засух», которые чаще всего приходились на конец июля – начало августа. В такие периоды время наступления максимального фотосинтеза сдвигалось на более ранние утренние часы, и депрессия фотосинтеза продолжалась более длительное время. Это приводило к снижению суточной продуктивности фотосинтеза. Так, например, сопоставление данных по водному и углеродному обмену сосны для дней, отличающихся уровнем водного дефицита в предрассветные часы ( $\Psi_{max}$ ), соответственно  $-0.35$  и  $-0.67$  МПа, выявило существенные различия и по величинам среднедневной продуктивности  $P$ , равной соответственно 48 и 20 мг СО<sub>2</sub> г<sup>-1</sup> сутки<sup>-1</sup>.

Таким образом, проведенное нами исследование позволило дать количественную оценку пороговых величин гидравлической дисфункции древесного растения, а также установить связь предрассветных величин водного потенциала с формой суточных кривых фотосинтеза и его дневной продуктивностью, что представляет особую ценность при прогнозировании возможного отклика как отдельного вида, так и лесной экосистемы в целом на изменения природной среды и климата. Вместе с тем такая оценка важна для понимания динамики структуры и видового состава растительного сообщества в ответ на изменение условий внешней среды.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (тема № 0220-2017-0002) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-04-01087-а).

Сапанов М.К.

## РЕЗУЛЬТАТЫ 65-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, [sapanovm@mail.ru](mailto:sapanovm@mail.ru)

*The abstract summarizes researches about climatic conditions conducted from the middle of the twentieth century at the Caspian lowland region between Volga and Ural rivers. There have been revealed the connection between climate warming and moisture level cycles on one side and productivity of virgin grass communities, artificial forest ecosystems and crops on the other side. The importance of continuous long-term monitoring of various components of ecosystems as a way to analyze their condition has been confirmed.*

Современное глобальное потепление климата доказано многолетними метеорологическими наблюдениями, однако механизмы и степень его влияния на природные экосистемы изучены недостаточно. Проблема настолько серьезна, что ее обсуждают в ООН, создают специализированные научные журналы, формируют научные проекты планетарного масштаба. Прогнозируются необратимые катастрофические природные явления: затопление освоенных территорий, таяние вечной мерзлоты, сдвиг географических природных зон. В изначально засушливых регионах ожидается усиление процессов аридизации и климатического опустынивания, более того, в некоторых прибрежных государствах предостерегается невозможность проживания населения вследствие повышения относительной влажности воздуха до опасного уровня (Барталев и др., 2008; Золотокрылин, Титкова, 2010; Аненхонов, 2012; Chen, Weber, 2014; Liu et al., 2014; Nan et al., 2015; Christoph S., 2015).

Целью исследований стала оценка влияния потепления климата на состояние природной среды и, в частности, растительных экосистем. В работе подводятся итоги изучения изменения природно-климатических условий с середины XX века на Прикаспийской низменности междуречья Волги и Урала. За основу взяты исследования механизмов функционирования экосистем суши, выполненные на Джаныбекском стационаре Института лесоведения РАН (49°23' N и 46°47' E).

За исследуемый период здесь произошло постепенное повышение ежегодной средней температуры воздуха на 2.2<sup>0</sup>С, в большей степени за счет холодного сезона года. Увеличилось количество годовых атмосферных осадков на 25 мм, главным образом за теплое полугодие и в определенный период (1987–1994 гг.). Изменилась частота поверхностного стока весенних талых вод. Все эти изменения обусловили волновую динамику общей увлажненности территории (Сапанов, 2018). Однако в последнее десятилетие тренды температур воздуха изменили направление: отмечается зимнее похолодание и летнее потепление.

Выявленная сопряженная динамика уровней воды в почвогрунтах Северного Прикаспия, оз. Челкар и Каспийском море, а также общая водность региона обусловлены чередованием

периодов разной увлажненности на фоне постепенного повышения среднегодовой температуры воздуха. Образно говоря, динамику уровня воды в экосистемах Прикаспия можно представить как общее климатогенное «водяное дыхание» огромной территории (Сапанов, 2007, 2010, 2017).

Такие изменения наложили своеобразный отпечаток на функционирование естественных и искусственных экосистем, например, целинных травяных сообществ, лесных насаждений и зерновых культур.

Было выявлено, что продуктивность естественных степных травяных сообществ зависит от уровня пресных грунтовых вод (определяет их доступность корневым системам растений), суммы осадков за декабрь и январь (определяет влагозарядку почв) и испаряемости за май и июнь (определяет условия вегетации) (Сапанов, Сиземская, 2015).

При этом волнообразная динамика и положительный прямолинейный тренд изменения продуктивности объясняется разными периодами увлажненности территории на фоне потепления климата. Однако общее повышение температуры воздуха более чем на 2<sup>0</sup>С не нарушает динамически-равновесного состояния в функционировании этих экосистем и не способствует проникновению инородных видов растений.

Из культурных растений на рассматриваемой территории повсеместно встречаются древесно-кустарниковые насаждения и посевы зерновых. Нормальное состояние насаждений на зональных типах почв исконно безлесных территорий возможно лишь при дополнительном почвенном водоснабжении, необходимом для обеспечения транспирации деревьев в течение всего вегетационного сезона. Летние осадки улучшают условия вегетации, смягчая атмосферную засуху (Сапанов, 2003).

На равнинных территориях дополнительное накопление влаги в почве возможно только за счет перераспределения снега в пользу лесонасаждений (Сапанов, 2003). Поэтому тенденция потепления холодного периода года отрицательно сказывается на количестве твердых осадков, а также увеличивает вероятность выпадения мокрого снега, который не переносится при метелях.

Наилучшие условия для развития лесонасаждений были в период повышенной увлажненности территории (1980–1994 гг.), когда усыхание деревьев было минимальным или его не было вовсе. До этого периода и после него расстройство лесных культур наблюдалось достаточно часто. Процесс усыхания деревьев усиливается в экстремально засушливые годы (например, в 1972 г.), наибольшая массовая гибель и распад древостоев происходит при повторении засух из года в год (например, в 2006–2007 гг.). Такие погодные условия не дают деревьям нормально завершить сезонный цикл развития и накопить запасные питательные вещества для следующего года (Сапанов, 2005, 2006).

Как видим, современное наращивание лесокультурных работ в аридных регионах России, очевидно, малоперспективно вследствие дальнейшего ухудшения условий влагообеспеченности в результате потепления климата.

Зерновые культуры в Северном Прикаспии выращивались многими сельскохозяйственными предприятиями (совхозами, колхозами), хотя данная территория считается зоной рискованного земледелия (Большаков и др., 1983; Сапанов и др., 2005, 2015). В некоторые годы засуха полностью губила посевы на корню (1972 г. и в 1975 г.). Наибольший урожай был собран в 1978 г., урожаи были стабильными и выше средних значений в годы повышенного увлажнения (1980–1994 гг.). В годы последующих засух урожаи зерновых культур были настолько малы, что почти все зерноводческие хозяйства разорились. Основная часть сельскохозяйственных полей заброшена. Появляющиеся небольшие частные фермерские хозяйства посевов зерновых культур не производят (Сапанов и др. 2015).

По-видимому, в рассматриваемом регионе выращивание в промышленных масштабах лесных насаждений и зерновых культур малоперспективно не только вследствие их экологического несоответствия условиям местопроизрастания, но и циклической изменчивости климатических условий.

При этом устойчивое потепление климата в течение десятилетий дает основание предполагать и дальнейший рост температуры воздуха, однако изменение в последние годы его сценария (повышения за счет теплого периода года, а не холодного) указывает на иллюзорность любых долгосрочных прогнозов. По-видимому, на современном этапе невозможно достоверно определить особенности дальнейшего изменения природы. В этой связи важно не прекращать комплексные мониторинговые исследования в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Проект № 18-05-00246).

Судник А.В.

## **ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НОВОПОЛОЦКОГО НПК ПО ДАННЫМ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЗА 25-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

*The dynamics of state of forests on local network of forest monitoring in the zone of the influence of the largest stationary source of discharges in Belarus – Novopolotsk oil-industrial complex – is shown. The general state of forests is subject to significant fluctuations for period 1992–2017.*

Леса в зоне воздействия Новополоцкого нефтепромышленного комплекса (далее – ННПК) уникальны как объект исследований. С одной стороны, регион отличается повышенной лесистостью, с другой – ННПК по объему техногенных эмиссий в атмосферу стабильно занимает лидирующие позиции в Беларуси. С 1991 по 1999 гг. в Новополоцком промрайоне произошло существенное (более чем в 3 раза) сокращение поступления в атмосферу промышленных эмиссий, однако с 2000 г. объемы выбросов снова начали возрастать. Помимо мощной техногенной нагрузки леса санитарно-защитной зоны ННПК подвержены и другим видам антропогенного воздействия: разветвленная дорожная сеть, многочисленные линии электропередач, продуктопроводы, промплощадки, свалки, очистные сооружения, мелиоративные и отводные каналы, интенсивная рекреация, различные виды строительства. Кроме того, на природную растительность негативное воздействие оказывают аномальные погодные явления, прежде всего периодически повторяющиеся засухи, малоснежные зимы, экстремальные температуры и ураганные ветры. Комплекс всех этих факторов оказывает непосредственное влияние на лесную растительность вблизи Новополоцкого НПК.

Сформированная в 90-х годах прошлого столетия локальная сеть лесного мониторинга «Новополоцк», охватывающая экологически наиболее напряженную часть лесного массива в регионе исследований, позволила оценить в динамике изменение за 25-летний период состояния лесов и предложить комплекс мероприятий по повышению их устойчивости.

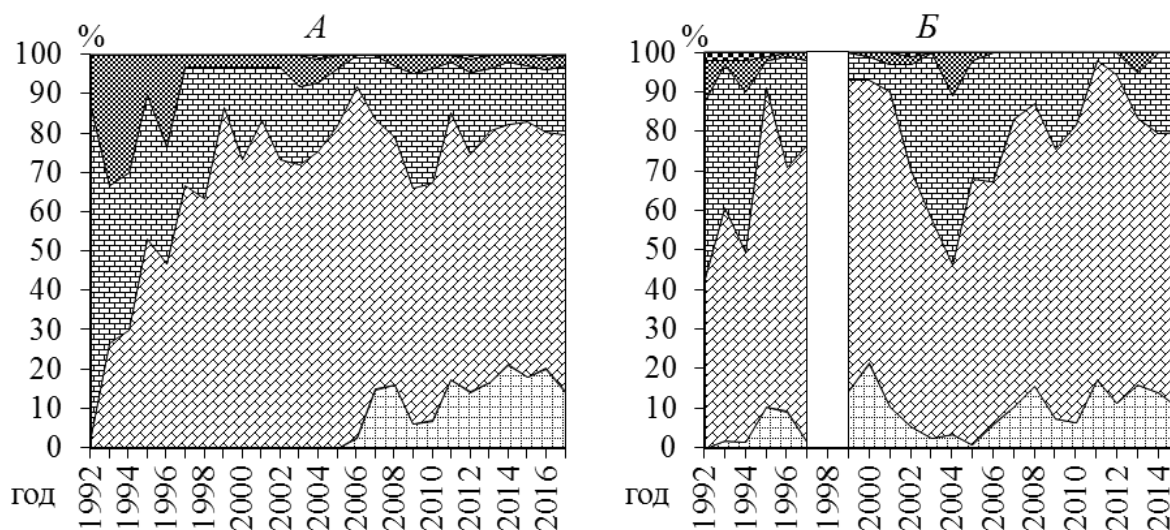
Интегральная оценка состояния санитарно-защитной зоны ННПК на уровне массива в целом показала, что в период после пусков заводов произошла активная смена коренных биогеоценозов на производные от них ассоциации, занимающие различное положение в динамических рядах деградации или восстановления коренных сообществ. Зоной наиболее интенсивных процессов трансформации лесных фитоценозов выступила полоса вдоль внешнего периметра промышленного комплекса, непосредственно примыкающая с подветренной стороны к промышленным зонам, отличающихся наибольшими объемами выбросов.

Общее состояние лесов в окрестностях ННПК можно признать удовлетворительным. Самым неблагоприятным для древостоев за период исследования (1992-2017 гг.) оказались экологические условия 1992 г. В этот год в лесах доминировали ослабленные (44,9%) и здоровые

с признаками ослабления (42,9%) древостои; в этом же году было выявлено наибольшее количество поврежденных древостоев (10,2%). С 1992 по 2000 гг. в погодичной динамике наблюдалась позитивная тенденция улучшения состояния насаждений, которая проявилась в появлении здоровых, увеличении доли здоровых с признаками ослабления, снижении числа ослабленных и поврежденных древостоев. Это в первую очередь определялось снижением техногенной нагрузки. Отклонения от общей тенденции в отдельные годы связаны с погодно-климатическими условиями. Два этих фактора (техногенный и погодно-климатический) являются определяющими для состояния лесов региона. Так, на фоне устойчивого снижения объема эмиссий в 1990-е худшие показатели состояния древостоев имели место в засушливые годы. В тоже время, засуха 1999 г., хотя и была одной из наиболее тяжелых и продолжительных, на состоянии древостоев в этот год отразилась не слишком сильно. Оно ухудшилось в 2001-2005 гг., а с 2006 г. снова стало улучшаться.

В 2017 г. доля здоровых древостоев (на сети мониторинга) составила 13,8%; здоровых с признаками ослабления – 69,7%; ослабленных – 13,8%; поврежденных – 2,6% (рисунок 1Б). В среднем для лесов обследованной территории индекс жизненного состояния древостоев составляет 85,17%, а лесные насаждения характеризуются как «здоровые с признаками ослабления».

На трансектах в буферной (500-метровой) зоне у ННПК также доминируют здоровые с признаками ослабления древостои, доля которых возростала с начала исследований (рисунок 1А). Начиная с 2006 г. в буферной зоне появились здоровые насаждения, а наибольшее их количество (21,1%) было отмечено в 2014 г. В 2017 г. в буферной зоне по сравнению с предыдущим годом отмечено увеличение доли здоровых с признаками ослабления деревьев на 5,2% (которая составила 65,5%) и ослабленных – на 1,7%, за счет уменьшения количества здоровых – на 6,1%. Доля поврежденных деревьев в последние 10 лет варьирует в пределах 1,8–3,8%.



Категории жизненного состояния древостоев:

- Здоровые;
- ▨ Здоровые с признаками ослабления;
- ▤ Ослабленные;
- ▧ Поврежденные;
- ▩ Сильно поврежденные;

Рисунок 1 - Распределение обследованных древостоев в окрестностях ННПК по категориям жизненного состояния в 1992–2017 гг. (А – буферная зона; Б – окрестности)



Сходная тенденция имела место и в распределении деревьев различной степени дефолиации крон. До 2000 г. на постоянных пунктах учета (ППУ) росла, с небольшими вариациями, доля неповрежденных деревьев. С 2001 г. в окрестностях ННПК преобладают слабоповрежденные деревья. Вследствие засух начала 2000-х их доля упала в 2004 г. до 58%, в 2005 г. – до 60,5%. Доля неповрежденных деревьев сократилась при этом до 24-28%, а численность среднеповрежденных особей возросла на 6-7% по сравнению с 2000 г., сильноповрежденных и усохших – примерно на 1%. С 2006 г. доля неповрежденных деревьев снова стала увеличиваться при снижении числа средне- и сильноповрежденных. В 2017 г. количество неповрежденных деревьев составляло 57,7%. Доля слабоповрежденных и среднеповрежденных деревьев – 37,3 и 3,3% соответственно. При этом численность сильноповрежденных деревьев за последние 5 лет не изменялась (0,1–0,7%), что вполне приемлемо.

В буферной зоне за весь период обследования преобладали слабоповрежденные деревья, численность которых варьировала в отдельные годы от 41 до 69%. Исключением оказался 2008, 2011, 2013–2016 гг., когда доминирующими оказались неповрежденные деревья (более 50%), а доля слабоповрежденных деревьев сократилась до 40,0%. Наблюдается тенденция на уменьшение среднеповрежденных деревьев: если в 1993 г. их количество составляло 41,8%, то в 2015 – 3,0%. Количество сильноповрежденных деревьев за весь период исследования варьировало в отдельные годы от 0,1% до 2,3%.

Деревья большинства наблюдаемых насаждений с 1995 по 2006 годы имели в среднем дефолиацию крон 16–25%; с 2006 по 2017 гг. – 10–15%. Обследованные в окрестностях ННПК древостои в 2017 г. имели среднюю дефолиацию крон 13,85%, варьируя от участка к участку в пределах от 4,0 до 43,3%. Наиболее высокой средней дефолиацией крон характеризовались осина (средняя дефолиация 38,1%) и дуб (22,5%); затем в порядке снижения этого показателя следуют береза пушистая (17,8%), ольха серая (15,0%), ель (14,8%), береза повислая (14,3%), сосна (12,8%), ольха черная (7,6%). Из этого перечисления наиболее интересно положение ели, т.к. эта порода характеризуется повышенной «чувствительностью» к техногенному воздействию и ее устойчивость к потерям хвои и способность к восстановлению массы хвои ниже, чем у других пород. Поэтому неудивительно, что на территориях вблизи заводов у этой породы обнаружен и один из самых высоких показателей дефолиации.

Несмотря на неблагоприятные для растительности региона погодно-климатические условия отдельных лет и рост объема техногенных эмиссий в последние годы состояние лесов в окрестностях г. Новополоцка остается в целом удовлетворительным. Вместе с тем состояние отдельных участков вызывает озабоченность и требуется проведения мероприятий по поддержанию устойчивости и функциональной эффективности рекреационных, защитных и средообразующих свойств лесных экосистем.

**Судник А.В., Савельев В.В., Владимирова И.Н., Голушко Р.М.**

## **ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

***In the thirteen regions of Belarus the state of protective forest plantations was assessed. The results of monitoring indicate the current trend of deterioration of trees and protective properties of plantations with increasing age and the absence of care. A detailed inventory of protective stands is necessary with the organization of full-scale monitoring observations.***

Вопрос о защитном лесоразведении в Беларуси возник после начала работ по осушению болот, в результате которого ветровая эрозия поразила не только осушенные торфяники, но и

прилегающие к ним минеральные почвы. Эродированные и эрозионно-опасные почвы на территории Беларуси занимают около 4 млн га или 19% площади, из которых 3,1 млн га приходится на осушенные земли, большая часть которых используется в качестве сельскохозяйственных угодий. Защита почв как основного средства производства в земледелии от опасных явлений природы приобретает все большее значение в связи с разрушением плодородного слоя и снижения качества сельхозугодий на осушенных землях. Рациональное природопользование в таких агроландшафтах предусматривает ряд мероприятий, направленных на охрану окружающей среды и оптимизацию экологического состояния в нарушенных экосистемах.

Основной целью защитного лесоразведения было определено не получение древесины или других продуктов лесопользования, а предупреждение и борьба с неблагоприятными природными процессами, наносящими урон сельскому хозяйству. В результате защитного действия древесных насаждений:

- снижается ущерб от водной и ветровой эрозии, в первую очередь наносимый пыльными и «черными» торфяными бурями;
- улучшается микроклимат (водный и ветровой режим) сельскохозяйственных угодий, что обеспечивает повышение урожайности с/х культур и продуктивности скота;
- повышается сохранность и сроки действия гидромелиоративной сети;
- образуется дополнительный запас древесины;
- создаются условия для повышения биоразнообразия животного и растительного мира на сельскохозяйственных землях, в том числе полезных насекомоядных и охотничьих птиц и животных;
- улучшаются условия труда работников сельского хозяйства вследствие улучшения агроклиматических и эстетических условий.

Начало полезащитного лесоразведения положено в 1960-е годы. Всего в республике была создана сеть полезащитных насаждений различной конструкции на площади 7523 га, хотя основная часть (53,5%) полезащитных насаждений создана в 1970–1980-е годы. Существовала хорошо организованная система проектирования (в организациях системы «Белгипрозема»), создания полезащитных полос (силами лесхозов на договорной основе). По ряду причин (созданные полезащитные полосы оказались бесхозными не только в плане их принадлежности, но и ответственности за состоянием) значительная часть посадок к настоящему времени утрачена, снизила свою эффективность, насаждения не инвентаризировались более 30 лет. По данным земельного кадастра площадь защитных насаждений в Республике Беларусь составляет 1718,5 тыс. га. Аргументы сторонников удаления полезащитных полос о том, что урожайность растениеводства и при отсутствии полезащитных лесных полос не изменилась или даже возросла, несостоятельны, поскольку рост урожаев обусловлен интенсификацией производства и инновациями в сельском хозяйстве. На фоне нормального защитного лесоразведения прирост урожаев был бы еще выше, а затраты на их получение – ниже.

После 30–40 лет эксплуатации многие сохранившиеся полезащитные лесные полосы нуждаются в уходе или реконструкции. Выборочные исследования полезащитных насаждений, проведенные Институтом леса НАН Беларуси в Гомельской области [1], показали, что среди них есть погибшие или уничтоженные (27,5%), требующие ремонта и реконструкции (30%), нуждающиеся в проведении ухода (27%) и выполняющие защитные функции удовлетворительно (15,5%).

Исследования состояния полезащитных древесных насаждений различных конструкций и разного функционального назначения проводились в рамках мониторинга защитных древесных насаждений (далее – МЗДН) в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь в соответствии с Методикой проведения мониторинга растительного мира [2]. Создание локальных сетей МЗДН на землях сельскохозяйственного назначения на территории Белорусского Полесья начато в 2008 году в Лунинецком районе Брестской области. В 2009–2010 гг. были созданы локальные сети пунктов наблюдения МЗДН в Столинском, Малоритском районах Брестской области и Хойникском районе Гомельской области. В 2014–2015 гг. были проведены повторные наблюдения в Брестской области.

Таблица 1 – Динамика состояния деревьев на пунктах наблюдения МЗДН  
в различных административных районах

Административный район	Год наблюдений	Категория состояния деревьев, шт./%					ВСЕГО	Индекс состояния, %
		Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Сухие		
Смолевичский	2007	<u>604</u>	<u>267</u>	<u>38</u>	<u>4</u>	<u>26</u>	<b>939</b>	85,87
		64,3	28,4	4,0	0,4	2,8	<b>100,0</b>	
	2014	<u>534</u>	<u>224</u>	<u>55</u>	<u>16</u>	<u>108</u>	<b>937</b>	76,16
		57,0	23,9	5,9	1,7	11,5	<b>100,0</b>	
Лунинецкий	2007	<u>869</u>	<u>120</u>	<u>26</u>	<u>5</u>	<u>25</u>	<b>1045</b>	92,22
		83,2	11,5	2,5	0,5	2,4	<b>100,0</b>	
	2014	<u>807</u>	<u>442</u>	<u>105</u>	<u>13</u>	<u>27</u>	<b>1394</b>	83,15
		57,9	31,7	7,5	0,9	1,9	<b>100,0</b>	
Лидский	2009	<u>735</u>	<u>84</u>	<u>11</u>	<u>2</u>	<u>15</u>	<b>847</b>	94,25
		86,8	9,9	1,3	0,2	1,8	<b>100,0</b>	
	2015	<u>748</u>	<u>252</u>	<u>40</u>	<u>6</u>	<u>15</u>	<b>1061</b>	88,66
		70,5	23,8	3,8	0,6	1,4	<b>100,0</b>	
Малоритский	2008	<u>1275</u>	<u>129</u>	<u>25</u>	<u>10</u>	<u>6</u>	<b>1445</b>	95,21
		88,2	8,9	1,7	0,7	0,4	<b>100,0</b>	
	2015	<u>724</u>	<u>313</u>	<u>68</u>	<u>8</u>	<u>14</u>	<b>1127</b>	86,13
		64,2	27,8	6,0	0,7	1,2	<b>100,0</b>	
Столинский	2010	<u>839</u>	<u>102</u>	<u>4</u>	<u>1</u>		<b>946</b>	96,41
		88,7	10,8	0,4	0,1	0,0	<b>100,0</b>	
	2015	<u>1111</u>	<u>383</u>	<u>73</u>	<u>22</u>	<u>55</u>	<b>1644</b>	85,73
		67,6	23,3	4,4	1,3	3,3	<b>100,0</b>	
Узденский	2015	<u>323</u>	<u>81</u>	<u>36</u>	<u>2</u>	<u>7</u>	<b>449</b>	87,80
		71,9	18,0	8,0	0,4	1,6	<b>100,0</b>	
Минский	2015	<u>995</u>	<u>210</u>	<u>138</u>	<u>13</u>	<u>31</u>	<b>1387</b>	86,36
		71,7	15,1	9,9	0,9	2,2	<b>100,0</b>	
Любаньский	2016	<u>583</u>	<u>373</u>	<u>117</u>	<u>11</u>	<u>114</u>	<b>1198</b>	74,41
		48,7	31,1	9,8	0,9	9,5	<b>100,0</b>	
Бобруйский	2010	<u>472</u>	<u>176</u>	<u>63</u>	<u>12</u>	<u>32</u>	<b>755</b>	82,25
		62,5	23,3	8,3	1,6	4,2	<b>100,0</b>	
	2016	<u>414</u>	<u>238</u>	<u>66</u>	<u>11</u>	<u>6</u>	<b>735</b>	82,66
		56,3	32,4	9,0	1,5	0,8	<b>100,0</b>	
Хойникский	2010	<u>303</u>	<u>13</u>	<u>46</u>	<u>16</u>	<u>8</u>	<b>386</b>	85,83
		78,5	3,4	11,9	4,1	2,1	<b>100,0</b>	
	2016	<u>192</u>	<u>100</u>	<u>33</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<b>332</b>	82,92
		57,8	30,1	9,9	0,6	1,5	<b>100,0</b>	
Верхнедвинск	2008	<u>452</u>	<u>55</u>	<u>14</u>	<u>3</u>	<u>11</u>	<b>535</b>	92,76
		84,5	10,3	2,6	0,6	2,1	<b>100,0</b>	
	2017	<u>343</u>	<u>106</u>	<u>9</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<b>463</b>	90,92
		74,1	22,9	1,9	0,6	0,4	<b>100,0</b>	
Россонский	2008	<u>348</u>	<u>41</u>	<u>15</u>	<u>0</u>	<u>34</u>	<b>438</b>	87,37
		79,5	9,4	3,4	0,0	7,8	<b>100,0</b>	
	2017	<u>298</u>	<u>123</u>	<u>22</u>	<u>5</u>	<u>14</u>	<b>462</b>	85,10
		64,5	26,6	4,8	1,1	3,0	<b>100,0</b>	
Бельнический	2017	<u>889</u>	<u>458</u>	<u>93</u>	<u>5</u>	<u>18</u>	<b>1463</b>	85,24
		60,8	31,3	6,4	0,3	1,2	<b>100,0</b>	

В рамках МЗДН на землях сельскохозяйственного назначения проведены исследования на 146 ключевых участках в 13 административных районах, в том числе: в Смолевичском (8 КУ), Узденском (5), Минском (16) и Любанском (14) районах Минской области; Лунинецком (20), Столинском (18), Малоритском (13) районах Брестской области; Лидском (12 ключевых участков) районе Гродненской области; Верхнедвинском (5) и Россонском (5) районах Витебской области; Бобруйском (10) и Бельничском (15) районах Могилевской области; Хойникском районе (5) Гомельской области. По результатам сравнительного анализа состояния защитных древесных насаждений за период 2010–2017 гг. определены тенденции в изменении распределения деревьев по категориям состояния и выполнения ими защитных функций. В совокупности на всех пунктах наблюдения ежегодно было обследовано от 2,5 до 5,5 тыс. деревьев 13 древесных пород.

Полученные результаты повторного обследования защитных древесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения свидетельствуют о существующей тенденции ухудшения состояния деревьев (таблица 1) и защитных свойств насаждений с увеличением возраста и отсутствием уходов. Сохранение таких насаждений в хорошем состоянии без снижения защитных свойств возможно только путем проведения в некоторых из них интенсивного лесоводственного ухода и формирования высокоэффективной (продуваемой) конструкции. Для выполнения таких работ потребуется привлечение денежных средств и специалистов лесного хозяйства.

Учитывая породный состав защитных посадок, их возраст и конструкцию, не за горами массовый естественный отпад деревьев. В результате пойдет усиление ветровой эрозии, а это приведет к снижению урожайности. По нашему мнению, необходима, прежде всего, детальная инвентаризация защитных лесных насаждений с организацией полномасштабных мониторинговых наблюдений, которые определяют объемы работ и затраты на восстановление полос и создание новых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волович П.И. Полезащитные насаждения в рациональном природопользовании осушенных земель // Веды. № 3, 2012, С.4.
2. 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.Купровича НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2011. – 165 с.

Татарников Д.В.

### **МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НИЖНИХ ЯРУСОВ, ВЫЗВАННАЯ ОБРАЗОВАНИЕМ СОМКНУТОГО ПОЛОГА ЕЛОВОГО ПОДРОСТА В ЮЖНОТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ**

ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, orobus@land.ru

*Age-related dynamic of southern taiga birch forests was studied. The growth of spruce recruits during twenty years have led to the appearing of dense canopy of spruce crowns, which has decreased significantly sun penetration to the field layer vegetation. As result, the nemoral (deciduous hardwood forests related) and the sun forest species were being decreased and eliminated, the boreal (taiga forests related) species were stable. Boreal mosses were increasing their quantity and distribution.*

Возрастные изменения производных южнотаежных березняков изучаются на стационарных объектах лесной опытной станции Института лесоведения РАН в Ярославской области. В частности, в течение 20 лет фиксировались изменения на 14 объектах в березняках биологически средневозрастных (45–80 лет), по своему возрастному развитию находящихся в стадии

«созревания», когда интенсивное изреживание сомкнутого березового древостоя заканчивается, его численность стабилизируется, рост в высоту и по запасу древесины отдельных деревьев замедляется, тогда как запас насаждения активно растет. Общее конкурентное давление березового древостоя на подчиненные ярусы ослабевает, так как в результате изреживания под его пологом улучшается световой режим, а также снижается ежегодное потребление им дефицитных элементов минерального питания, таких как азот и фосфор. Последнее происходит не только в результате уменьшения густоты древостоя, но и в результате возрастания роли внутреннего круговорота элементов в растущих деревьях, когда часть необходимых для построения новой фитомассы элементов реутилизируется из отмирающих частей дерева.

Важнейшей составляющей происходящих демутиационных изменений в южнотаежных березняках является развитие под пологом березового древостоя популяции ели, являющейся в данном регионе коренной лесообразующей породой. Постоянные объекты наблюдения подбирались так, чтобы сомкнутость елового полога составляла на момент закладки объекта не менее 50%. При этом основная масса растущих под пологом березового древостоя экземпляров ели, образующих сомкнутый полог, появилась на 10-30 год после поселения березы. После смыкания крон елового подроста начинается его изреживание, в результате которого наиболее загущенные участки разреживаются, прогалы в еловом пологе исчезают по мере разрастания и смыкания еловых крон. В итоге густота подпологовой ели выравнивается.

Поскольку продуктивность подпологовой ели значительно ниже, чем у свободнорастущей, то и ежегодное потребление элементов минерального питания также значительно ниже. Но двойное затенение пологом березового древостоя и сомкнувшегося подроста ели создает на уровне почвы существенный дефицит света. Поэтому наблюдающиеся изменения в травяно-моховом покрове обусловлены главным образом резким снижением доступности света в результате смыкания крон елового подроста.

Типологически изучавшиеся березняки принадлежали к кисличному и черничному типам леса. Изначально в травяно-моховом покрове помимо собственно бореальных видов присутствовали светолюбивые лесные виды, такие как вейник наземный, костяника, золотая розга, луговик дернистый, скерда болотная и другие, а в кисличниках также часто встречались неморальные виды, главным образом звездчатка жестколистная, бор развесистый, осока пальчатая и некоторые другие. В ходе двадцатилетних наблюдений зафиксирована выраженная «бореализация» травяно-мохового покрова: светолюбивые и неморальные виды значительно сократили свое участие в живом напочвенном покрове, исчезнув со многих учетных площадок на фоне стабильности видов бореальных, как кустарничков (черника, брусника), так и мелко-травья (кислица, майник, седмичник, голокучник, ожика волосистая, ортилия однобокая). Бореальные мхи (плевроциум и дикранум) существенно увеличили свою встречаемость и обилие. Обнаруженная на всех без исключения объектах тенденция обеднения травяно-мохового покрова светолюбивыми и неморальными видами есть закономерный результат возрастного развития древесных ярусов, в первую очередь образования и развития сомкнутого полога елового подроста.

На двух объектах размером 25x25 м в березняках-кисличниках с сомкнутым пологом елового подроста в 1999 году была произведена полная вырубка подпологовой ели. Основной целью был анализ хода роста ели на массовом материале. Попутно также фиксировались последовавшие изменения в травяно-моховом покрове на протяжении последующих 15 лет.

Перед рубкой подроста травяно-кустарничковый ярус был разрежен и обеднен видами, в сравнении с близлежащими участками без елового подроста. Светолюбивые и неморальные виды сократили свое участие до минимума, встречаясь единично. Моховой покров был хорошо развит. После рубки елового подроста общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса быстро растет, уже на третий год увеличиваясь с 30–40% до 60–70%, проективное покрытие мхов уменьшается. В дальнейшем происходит стабилизация проективного покрытия живого напочвенного покрова в условиях относительно благоприятного светового режима.

Наиболее реактивными в первые годы после рубки оказались преимущественно мелкие

бореальные виды, способные к вегетативному размножению, давшие всплеск обилия – кислица, голокучник, майник, а также бор. К восьми годам эти виды несколько снизили свое обилие на фоне разрастания более крупных трав и черники. Виды с более крупными побегами реагировали на улучшение условий не так быстро, зато их разрастание продолжалось весь период наблюдений. Это щитовники, вейник наземный, костяника, черника. В целом на рубку подроста положительно реагируют виды разной экологии: как светлюбивые, так и теневыносливые, как бореальные, так и неморальные, как травы, так и кустарнички, как виды корнеподстилочные (звездчатка, кислица), так и относительно корнеуглубленные (щитовники игольчатый и австрийский, вейник наземный).

Размещение отдельных видов травяно-кустарничкового покрова перед рубкой подроста было неравномерным по площади участка, особенно мало видов встречалось под густыми куртинами елового подроста. В таких жестких условиях наибольшую встречаемость обнаружили кислица и голокучник. После рубки елового подроста видовая насыщенность отдельных участков травяно-кустарничкового яруса в пределах вырубленной площади выравнивается за счет распространения многих видов в локации, где они отсутствовали на момент рубки. Внедрение видов извне вырубленных участков единично и несущественно сказывается на облике нижних ярусов.

Таким образом, полная вырубка елового подроста на экспериментальных участках предотвращает обеднение видового состава травяно-кустарничкового покрова. Если такое обеднение видового состава уже произошло, то после вырубki елового подроста происходит быстрое восстановление видовой насыщенности травяно-кустарничкового яруса.

Углянец А.В., Гарбарук Д.К., Вороненко С.А.

## НАКОПЛЕНИЕ $^{90}\text{Sr}$ ФОНОВЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕРЕЗНЯКОВ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь, uhlianets@mail.ru

*Differences in the accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  by background species of living ground cover plants in birch forests in the exclusion zone of the Chernobyl NPP are determined by the species specificity of their absorption of this radionuclide. The data obtained are part of the base data for continuous radiation-ecological monitoring of birch forests in the exclusion zone of the Chernobyl NPP.*

**Введение.** Живой напочвенный покров (ЖНП) играет значимую средообразующую роль в лесных фитоценозах. Составляющие его растения благодаря поверхностному расположению корней в почве более интенсивно накапливают радионуклиды в насаждениях, подвергшихся радиоактивному загрязнению [1], а ежегодное отмирание всей или части их фитомассы обеспечивает активное вовлечение аккумулированных радионуклидов в биологический круговорот.

Установлено [2], что содержание  $^{90}\text{Sr}$  в растениях ЖНП определяется наличием доступных для них форм, увеличивающихся со временем, и плотностью загрязнения им почв ( $A_{\text{пов}}$ ). С повышением влажности почв накопление  $^{90}\text{Sr}$  растениями снижается [3, 4]. В работе [5] указывается на тесную корреляцию этого радионуклида с органическим веществом почвы и кальцием. Он не связывается глинистыми минералами и легко доступен растениям [6]. Выявлена видовая специфичность накопления  $^{90}\text{Sr}$  растениями [2].

К настоящему времени запасы  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах за счет естественного распада (период полураспада 28,8 лет) сократились более чем наполовину. С другой стороны, данный радионуклид выпал в основном в составе топливных частиц, и по мере высвобождения

количество его свободных форм росло. В связи с увеличением подвижности в почве аккумуляция  $^{90}\text{Sr}$  в растительности с течением времени увеличивалась [2, 4]. Очевидно, что весьма актуальным вопросом является оценка накопления  $^{90}\text{Sr}$  в ЖНП лесных фитоценозов.

Абсолютное большинство исследований накопления радионуклидов элементами лесных насаждений посвящено сосновым лесам. Между тем в лесном фонде зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) второе место по распространению занимают березовые леса – 30%.

Цель исследований – выявить на современном этапе особенности накопления  $^{90}\text{Sr}$  ЖНП в наиболее распространенных типах леса березовой формации в зоне отчуждения ЧАЭС.

**Объекты и методы исследований.** Объекты исследований – фоновые виды ЖНП. В березняке кисличном это щитовник игольчатый, подмаренник душистый, крапива двудомная, осока sp., в березняке черничном – черника, молиния голубая, кукушкин лен обыкновенный, в березняке папоротниковом – бор развесистый. Отбор образцов надземной и подземной фитомассы этих видов, а также почвы из верхнего 20-сантиметрового слоя в насаждениях был произведен в 2017 году. Удельная активность ( $A_y$ )  $^{90}\text{Sr}$  в образцах определялась на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре МКС-АТ1315. Были рассчитаны коэффициенты перехода ( $K_p$ ) и накопления ( $K_n$ ) радионуклида в компоненты преобладающих видов ЖНП.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В 2017 году в березняках (таблица 1) более высокие  $A_y$ ,  $K_p$  и  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  в надземной части растений ЖНП по сравнению с подземной отмечены у черники, подмаренника душистого, крапивы двудомной; в подземной части – у щитовника игольчатого, осоки sp., бора развесистого. Показатели аккумуляция этого радионуклида надземной и подземной частями молинии голубой близки.

В березняке кисличном ряд снижения  $A_y$   $^{90}\text{Sr}$  в надземной части фоновых видов ЖНП выглядит следующим образом: крапива двудомная > подмаренник душистый > щитовник игольчатый > осока sp.; в подземной – щитовник игольчатый > осока sp. > крапива двудомная > подмаренник душистый. Для преобладающих видов ЖНП березняка черничного получены следующие распределения: надземная часть – черника > молиния голубая > кукушкин лен обыкновенный; подземная часть – черника > молиния голубая. Для сравнения отметим, что в 2013 году в березняке черничном при плотности загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$  249,1 кБк/м<sup>2</sup>  $A_y$  и  $K_p$   $^{90}\text{Sr}$  у черники были выше в надземной фитомассе, у молинии голубой – в корнях [7].

Таблица 1 – Величины  $A_y$ ,  $K_p$  и  $K_n$   $^{137}\text{Cs}$  в компонентах фоновых видов ЖНП березовых фитоценозов

Вид растения	Компонент	$A_y$ , кБк/кг	$K_p$ , $n \cdot 10^{-3}$ м <sup>2</sup> /кг	$K_n$
Березняк черничный, $A_{\text{пов}}=44,4$ кБк/м <sup>2</sup>				
Черника обыкновенная	надземная часть	1,2	26,6	5,19
	подземная часть	0,7	16,0	3,12
Молиния голубая	надземная часть	0,4	8,2	1,59
	подземная часть	0,4	9,6	1,87
Мох кукушкин лен обыкновенный	надземная часть	0,4	8,8	1,72
Березняк кисличный, $A_{\text{пов}}=223,0$ кБк/м <sup>2</sup>				
Щитовник игольчатый	надземная часть	3,4	15,5	3,10
	подземная часть	4,6	20,7	4,15
Осока sp.	надземная часть	2,2	10,0	1,99
	подземная часть	3,0	15,7	3,14
Подмаренник душистый	надземная часть	3,6	16,3	3,26
	подземная часть	1,0	4,5	0,91
Крапива двудомная	надземная часть	5,0	22,3	4,47
	подземная часть	2,7	11,9	2,39
Березняк папоротниковый, $A_{\text{пов}}=55,8$ кБк/м <sup>2</sup>				
Бор развесистый	надземная часть	0,5	8,2	1,38
	подземная часть	1,7	30,9	5,22

Учитывая видовую специфичность накопления  $^{90}\text{Sr}$  растениями [2], анализ его аккумуляции растениями ЖНП по типам леса следовало бы выполнить на примере одних и тех же

видов. Однако в силу разного видового состава растений, образующих ЖНП в исследованных березняках, это оказалось невозможным. В целом в типологическом аспекте  $A_{\gamma}^{90}\text{Sr}$  фоновых видов растений ЖНП повышается от березняка черничного и папоротникового до кисличного, то есть с ростом плотности загрязнения почвы, а  $K_{\text{п}}$  и  $K_{\text{н}}$  этого радионуклида в компоненты фитомассы оказались сугубо специфичными (таблица 1).

**Заключение.** Получены показатели аккумуляции  $^{90}\text{Sr}$  фоновыми видами растений ЖНП в березняках зоны отчуждения ЧАЭС. Их различия определены видовой специфичностью накопления данного радионуклида. Результаты являются частью базы исходных данных для постоянного радиационно-экологического мониторинга березовых лесов зоны отчуждения ЧАЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фокин, А. Д. Сельскохозяйственная радиология: учебник для вузов / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Торшин. – М. : Дрофа, 2005. – 367 с.
2. Парфёнов, В. И. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси / В. И. Парфенов, Б. И. Якушев, Б. С. Мартинович. – Минск : Наука і тэхніка, 1995. – 578 с.
3. Переволоцкий, А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах / А. Н. Переволоцкий. – Гомель : Институт радиологии, 2006. – 255 с.
4. Щеглов, А. И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: по материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М. : Наука, 2000. – 268 с.
5. Кузнецов, А. В. К ландшафтно-экологической характеристике миграции радиоизотопов стронция и цезия в условиях Полесья / А. В. Кузнецов, В. А. Генералова // тез. докл. I Всесоюз. радиобиол. съезда., Москва, авг. 1989 г. – Пушкино, 1989. Т. 2. – С. 465–466.
6. Поступление радионуклидов в растения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nez-naniya.net/agrojekologija/radiacionnaja-bezopasnost>. – Дата доступа: 18.10.2013.
7. Состояние водных систем, лесорастительных комплексов, животного мира и динамика процессов, определяющих радиационно-экологическую обстановку в зонах отчуждения и отселения Чернобыльской АЭС : отчет о НИР (промежут.) / Полесский гос. радиационно-экологический заповедник; рук. Ю. И. Бондарь. – Хойники 2013. – 179 с.

Уланова Н.Г.

### ОЦЕНКА ДИНАМИКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ» В ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДЛИТЕЛЬНЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
г. Москва, Российская Федерация, [NUlanova@mail.ru](mailto:NUlanova@mail.ru)

*The natural mechanism of the decay of the spruce stands, as the final stage of the dynamics of spruce phytocenoses in the European part of Russia, is realized by massive windthrows, fires or bark-beetle outbreaks. The main basic laws of biodiversity change are considered depending on the main factors of disturbances after natural and anthropogenic catastrophes. An example of spruce vegetation dynamics after bark-beetle outbreak is considered. Preservation of deadwood and windfall areas of spruce forests leads to a natural course of reforestation, preserving forest phytocenoses, changing only the ratio of dominant species at the stand.*

Естественный природный механизм распада древостоя ели, как конечный этап динамики еловых фитоценозов на заключительной стадии сукцессии в европейской части России, реализуется массовыми ветровалами, пожарами или очагами сухостоя при вспышках численности короеда-типографа.

1. Интенсивность нарушения фитоценозов после природных и антропогенных катастроф. Катастрофические природные явления, вызывающие гибель ельников, создают разные по масштабу нарушения. При пожарах происходит гибель значительной части древостоя и



подпологовой растительности, при этом диапазон почвенных повреждений очень велик. При массовых ветровалах происходит варьирование масштабов гибели древостоя и напочвенного покрова при незначительных нарушениях почвенного покрова. При частичном сохранении древостоя и подроста на ветровалах в травяно-кустарничком ярусе (ТКЯ) происходит лишь перераспределение доминирования видов с незначительным изменением видового состава. В очагах усыхания ели при вспышках численности короеда-типографа почва и напочвенный покров практически не страдает, однако доля погибших елей изменяется от 0 до 100%. Степень нарушения экосистемы при катастрофах, ведущих к гибели ельников, и определяет скорость восстановления растительности на горельниках, ветровальниках и в очагах усыхания ели.

2. Увеличение биоразнообразия: видового богатства и структурного разнообразия. Природные и антропогенные катастрофы ведут к разной интенсивности трансформации исходных фитоценозов. В результате происходит увеличение биоразнообразия в новых сообществах (рисунок 1), в очагах сухостоя ели незначительно, выше при массовых ветровалах. При полном уничтожении древостоя ели (не только погибшего) в ходе сплошной рубки происходит кардинальное изменение почвенного и лесных сообществ в травяные и кустарниковые, что ведет к принципиальному изменению растительного покрова ельников. В новых луговых сообществах биоразнообразии резко увеличивается за счет нелесных видов.

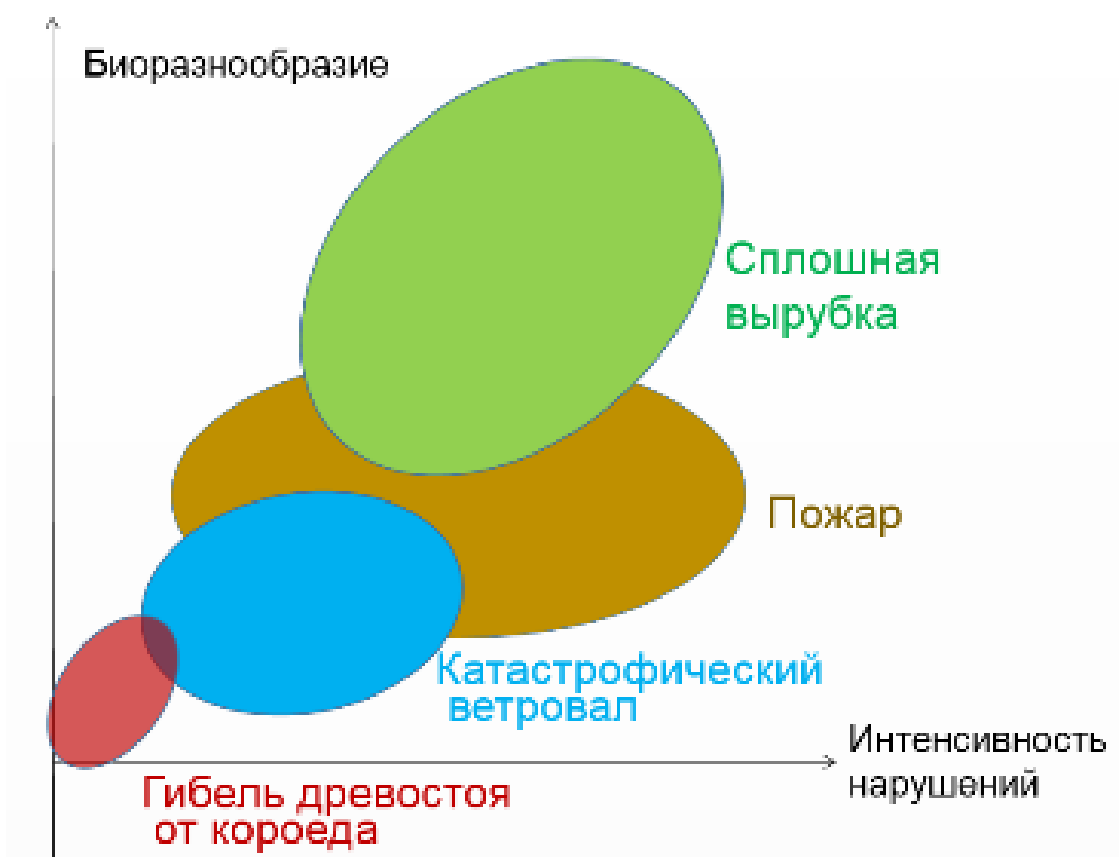


Рисунок 1 – Изменение биоразнообразия еловых фитоценозов при различной интенсивности нарушений древостоя, травяно-кустарничкового яруса, мохового и почвенного покрова после сплошной вырубке, массовых ветровалов и в очагах поражения короедом-типографом

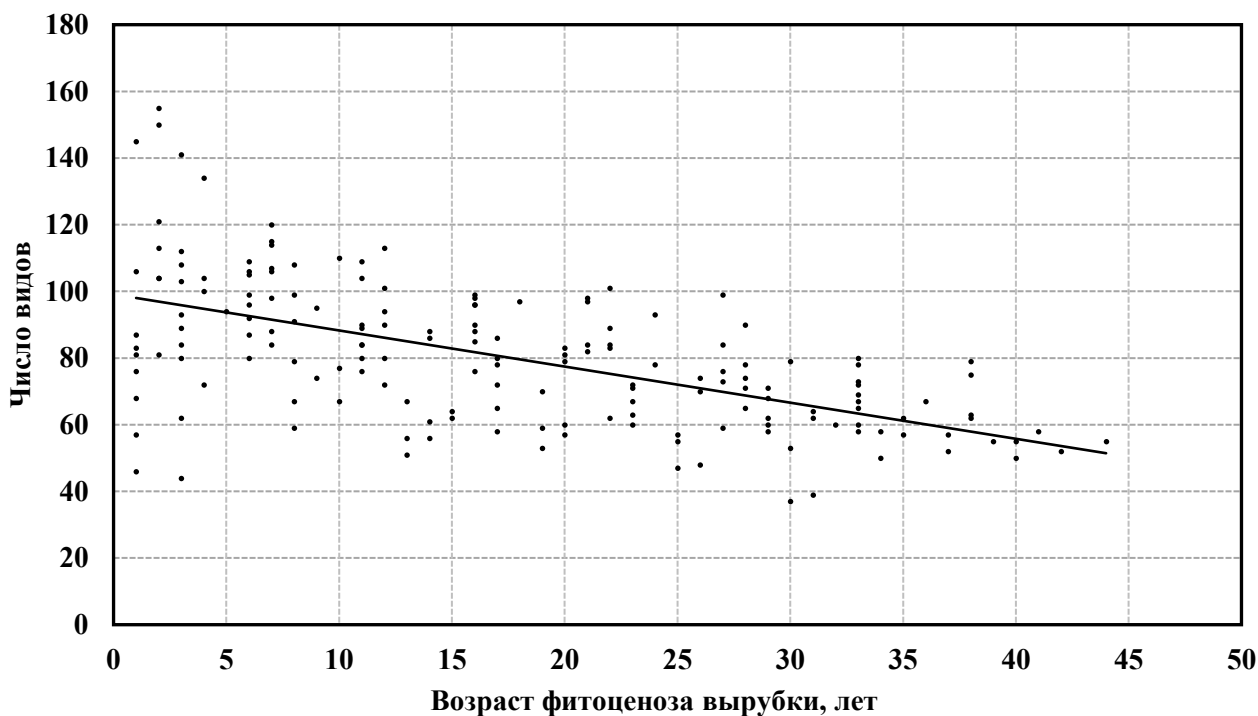


Рисунок 2 – Изменение видового богатства растительности после сплошной рубки в ельниках по результатам мониторинговых наблюдений за 35 лет

Уникальные мониторинговые наблюдения в течение 35 лет на 28 постоянных площадях размером 2 га на сплошных вырубках в охранной зоне Центрально-лесного заповедника (Тверская область) позволили проанализировать динамический тренд изменения видового богатства растительности и интенсивность его варьирования по годам в течение первых 45 лет с момента вырубki коренных ельников черничных, кисличных и липняковых (рисунок 2). Диапазон колебаний значений числа видов на ППП в пределах каждого возраста после вырубki оказался очень большим, что связано, вероятно, со значительными различиями флористического богатства исходных типов леса. Можно говорить лишь о тенденции уменьшения флористического богатства в процессе формирования молодого леса в среднем от 100 до 55 видов. Восстановление лесных фитоценозов происходит к 20 годам после уничтожения исходного ельника, а к 30 годам – флористического состава.

**3. Восстановительная динамика фитоценозов после катастрофических нарушений.** Изменения растительности зависят от исходного типа леса. Так, в очагах усыхания елей в Московской области в ельниках черничных, кислично-черничных флуктуации идут через рябиновый лес с подростом ели. В ельниках зеленчуковых и сложных демутация проходит через стадию липняков с кленом и подростом ели. В ельниках сложных с лещиной неполночленная вторичная сукцессия заканчивается лещинником.

Ведение лесного хозяйства в ельниках требует проведения сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели в случае вспышек короеда-типографа, расчистки массовых ветровалов и пожарищ. Массовое назначение сплошных рубок за последнее 10 лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. В результате происходят вторичные сукцессии с формированием березняков или осинников, реже ельников и сосняков.

Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих заповедный статус. Сохранение сухостоя и ветровальных участков ельников приводит к естественному ходу лесовосстановления, сохраняя лесные фитоценозы, изменяя лишь соотношение доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с широколиственными по-

родами, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса. Сложные по структуре леса замещают монокультуры ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Именно такие естественные леса, вероятно, характерны для зоны хвойно-широколиственных лесов.

Исследования выполнены в рамках государственного задания МГУ № 01201157316.

Усс Е.А.

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД БЕЛАРУСИ

РДЛУП «Гомельлеспроект», г. Гомель, Республика Беларусь, nauka\_les@mail.ru

*At present, in the state of the forest fund of Belarus, there are significant changes affecting the commodity structure of forest stands. Determination of the qualitative state of forest phytocenoses suggests the monitoring of forests using various methods of studying their components.*

Бореальные хвойные и суббореальные широколиственно-хвойные леса Беларуси выполняют важнейшие экологические функции и имеют большое экономическое значение. На протяжении последнего столетия они испытывают значительные нагрузки в результате интенсивного хозяйственного освоения (гидролесомелиорация, побочное пользование, различные виды рубок и т.п.), лесных пожаров, воздействия промышленного загрязнения. Это способно привести к нарушению механизмов биорегуляции лесных фитоценозов. В связи с этим возникает необходимость всестороннего изучения состояния насаждений, их структуры и динамики, позволяющего прогнозировать последствия различных природных и антропогенных нарушений.

Одним из главных показателей лесных ресурсов является товарная структура, которая характеризуется выходом деловой древесины по категориям крупности, выходом дров и отходов в процентах от запаса или в абсолютных величинах. Товарная структура характеризует качество выращиваемой и отпускаемой древесины. Характеристика товарной структуры используется при определении суммы попенной платы – основной части лесного дохода, при обосновании возраста главной рубки, выборе главных пород, выявлении эффективности лесохозяйственных мероприятий, различных экономических расчетах, оценки рациональности разделки хлыстов, планировании поставок лесоматериалов от заготовителей к потребителям, составлении балансов производства – потребления древесины и в ряде других задач.

Несмотря на то, что показатель товарной структуры насаждений относится к категории хозяйственных критериев, он напрямую характеризует качественное состояние изучаемого древостоя, т.к. основан на соотношении количества здоровых и поврежденных деревьев. Проведенные на основе использования методов измерительно-перечислительной таксации многолетние исследования показали, что в состоянии лесного фонда республики произошли существенные изменения. Это согласуется с материалами, отмеченными в ряде научных публикаций (Ермаков, 1987; Багинский, Есимчик, 1996; Качановский, 1999; Русаленко, 2012 и др.). Так, интенсификация режима хозяйственного воздействия, основанная на своевременном проведении рубок промежуточного пользования, лесозащитных и других мероприятий, оказывает непосредственное влияние на ранг среднего дерева в древостое, а также на соотношение деловых и дровяных стволов в насаждениях (к возрасту их спелости), что свидетельствует о соответствующих изменениях в товарной структуре древостоев.

Действующие в настоящее время товарные таблицы разработаны В.Ф. Багинским и А.Г. Костенко (1978). При их составлении вышеуказанные авторы использовали сортиментные таблицы Ф.П. Моисеенко (1972), ряды распределения числа стволов по ступеням толщины и соотношения деловых и дровяных стволов в древостоях. Необходимо отметить, что в основу последнего, четвертого, издания сортиментных таблиц Ф.П. Моисеенко положены ГОСТы

9462-71 и 9463-72, согласно которым к мелким лесоматериалам причисляются материалы, имеющие диаметр от 3 см до 13 см. В соответствии с действующими стандартами на круглые лесоматериалы хвойных и лиственных пород (СТБ 1711-2007 и 1712-2007) имеют место отличия в делении лесоматериалов по крупности. Так, к категории мелких лесоматериалов причисляются материалы, имеющие диаметр от 6 см до 13 см. Поскольку содержание товарных таблиц представляет собой количественную и качественную характеристику заготавливаемых лесоматериалов, предусматривая при этом их распределение по крупности, возникла необходимость пересмотра действующих товарных таблиц. В связи с этим сотрудниками РДЛУП «Гомельлеспроект» в рамках выполнения задания 1.3 ГНТП «Леса Беларуси – устойчивое управление, инновационное развитие, ресурсы» проводится разработка товарных таблиц, используемых для оценки товарности спелых и перестойных сосновых, еловых, дубовых, березовых, черноольховых и осиновых насаждений (№ ГР 20163836). В основу разработки вышеуказанных нормативов будут положены результаты комплексных экспериментальных исследований по обработке, обобщению и систематизации собранного полевого материала, количественно представленного следующим образом: в приспевающих, спелых и перестойных сосновых насаждениях заложено 500 пробных площадей, в черноольховых насаждениях – 185 проб, 203 объекта – в насаждениях осины, 358 пробных площадей – в еловых древостоях, 312 пробных площадей – в березняках и 235 опытных объектов – в дубравах. Накопленные данные охватывают как наиболее распространенные типы исследуемых формаций, так и менее распространенные типы. При этом большинство древостоев имеют среднюю полноту и характеризуются ростом по среднему для каждой формации классу бонитета, что соответствует требованиям, предъявляемым к разработке таблиц. Так, например, для дуба большинство насаждений, представленных в выборке, имеют II–III бонитет, основная масса насаждений ольхи черной, а также березы и ели характеризуются ростом по I–II классу бонитета, а осинники представляют собой наиболее продуктивные древостои (I<sup>b</sup>, I<sup>a</sup>, I бонитет). Что касается выборочной совокупности экспериментальных данных в зависимости от полноты, то большинство объектов относятся к среднеполнотным древостоям независимо от породного состава, что также соответствует предъявляемым требованиям по отношению к генеральной совокупности.

На основании обобщения экспериментальных данных для исследуемых насаждений разработаны ряды распределения числа стволов по диаметру, имеющие видоспецифичный характер, что свидетельствует о влиянии биологических особенностей древесных пород на строение формируемых древостоев. Следует отметить, что ряды распределения по отдельным породам дают хорошие результаты для совокупности древостоев, а для единичных насаждений могут быть значительные отклонения. В то же время данное положение детерминировано требованиями к составлению товарных таблиц и в полной мере им соответствует. Полученные нами ряды отличаются от известных результатов А.В. Тюрина (1930), Н.В. Третьякова и П.В. Горского (1952), В.Ф. Багинского и А.Г. Костенко (1978) большим размахом распределения, большей растянутостью рядов распределения, меньшей сосредоточенностью деревьев в средних ступенях толщины, а также статистическими параметрами распределения (величиной коэффициентов асимметрии и эксцесса), что объясняется особенностями влияния лесохозяйственной деятельности на строение приспевающих и спелых насаждений. Эти различия приводят к иной товарной структуре древостоев, затрагивающей выход лесохозяйственных сортиментов, дифференцированных по крупности. В текущем году сотрудниками предприятия будут разработаны товарные таблицы для основных лесобразующих пород. Исходя из составленных рядов распределения числа стволов и рассматривая их как соответствующие количества деревьев отдельной ступени толщины, по сортиментным таблицам будет определен выход из них отдельных сортиментов. В результате таких расчетов для деревьев всех ступеней толщины и суммирования выхода одноименных сортиментов в конечном итоге будет найден общий выход сортиментов из древостоя в целом, при этом общий выход всех сортиментов для древостоев разных средних диаметров составляет 100%, а выход отдельных видов сортиментов в процентах от общего количества (от 100). При отсутствии материала для всей амплитуды клас-

сов товарности (например, для осиновых древостоев первого класса товарности) их установление будет выполнено по экспертным оценкам. Необходимо отметить, что проведенные исследования указывают также на качественные изменения, происходящие в лесном фонде республики: при выполнении перечета растущих и сухостойных деревьев на пробных площадях отмечается возрастание количества деревьев, относящихся к категории усыхающих. Безусловно, степень повреждения последних сложно оценить глазомерно и объективная оценка фауности таких деревьев может быть проведена только при непосредственной раскряжке их стволов, однако влияние их численной представленности на класс товарности оцениваемого древостоя нельзя не учитывать. Кроме того, точность оценки запаса насаждений (в части соотношения деловой и дровяной категории) можно повысить вследствие введения (возвращения) категории полуделовых деревьев с четким назначением придержек к их определению.

Таким образом, определение качественного состояния насаждений с указанием последствий от отдельных воздействий, возможно на основе детального мониторинга лесов с использованием различных методов изучения компонентов лесных фитоценозов, позволяющих дать достоверную оценку происходящих в них изменений, в т.ч. по характеристике их товарной структуры.

**Яковлев А.П., Белый П.Н., Николайчук А.М., Булавко Г.И.,  
Антохина С.П., Вашкевич М.Н.**

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

*ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, A.Yakovlev@cbg.org.by*

*On the basis of forest taxation and phytoindication methods the estimation of a condition of pine phytocenosis located around the industrial enterprise on manufacture of cement is given. It is shown that the chronic pollution of forest communities with cement dust has a negative impact on the growth, development and sanitary condition of pine trees. On trial plots located at a distance of up to 4 km from the source of emissions, the number of trees in the category «healthy» is not more than 2.2%; «severely damaged» and «dying» reaches almost 24%. The general state of stands on TP-2-6 is assessed as «damaged» and requires scientifically based forest management in these areas.*

В нашей стране довольно полно изучены закономерности техногенной трансформации лесных экосистем под воздействием газообразных загрязнений кислой природы (Бусько и др., 1995, Сергейчик и др., 1998). Но исследований, связанных с изучением влияния хронического воздействия пылевых загрязнений воздуха с выраженной щелочной реакцией, в Беларуси не проводилось. Отклик лесных экосистем на воздействие щелочных поллютантов является наименее изученным в теоретическом и практическом плане из-за чего до настоящего времени не обоснован режим ведения хозяйства и особенности лесозащитных мероприятий в древостоях, находящихся в зоне негативного воздействия выбросов промышленных предприятий по производству цемента.

Целью проведения наших исследований являлась комплексная оценка воздействия длительного загрязнения среды аэротехногенными выбросами цементного завода на различные компоненты лесных биогеоценозов и выявление основных закономерностей изменения его структурной организации.

Исследования осуществлялись на территории Могилевской области, в которой расположено одно из крупнейших в республике промышленных предприятий по производству цемента – ОАО «Белорусский цементный завод», или БЦЗ. В августе 2012 г. на БЦЗ введена

новая линия по производству цемента «сухим способом», позволившая к декабрю 2017 года нарастить объемы выпуска портландцемента до 5,0 млн т.

С целью получения информации о влиянии хронического загрязнения воздуха цементной пылью на состояние компонентов сосновых биогеоценозов заложена сеть временных пробных площадей в насаждениях с преобладанием сосны обыкновенной III–IV класса возраста.

Выбор места закладки пункта наблюдений определялся с учетом следующих критериев: во-первых, наличием полноценных сосновых древостоев соответствующего класса возраста; во-вторых, в зависимости от направления преобладающих ветров в течение года (от направления и силы ветров зависит расстояние переноса загрязнений в горизонтальном направлении и их концентрация у поверхности, в кронах древостоев и подпологовом пространстве, время воздействия их на растительные организмы и конфигурация территорий с различной силой воздействия поллютантов на лесные экосистемы); в-третьих, удаленностью от самого промышленного предприятия.

Большая часть территории, непосредственно примыкающей к цементному заводу, к сожалению, находится в необлесенном состоянии и представлена главным образом сельскохозяйственными угодьями. Но осознавая важность и необходимость создания санитарно-защитных насаждений вокруг промышленного предприятия по производству цемента, сотрудники ГЛХУ «Костюковичский лесхоз» проводят активную работу по созданию лесных культур сосны обыкновенной на землях сельхозпользования.

Площади приспевающих и спелых древостоев вокруг завода на момент проведения исследований составляли всего 6% от общего лесосечного фонда лесхоза, что также ограничивало наши возможности по закладке пробных площадей.

В течение вегетационного периода преобладают ветры в южном, юго-западном и юго-восточном направлениях, в связи с чем и количество заложённых пробных площадок на разном удалении от источника загрязнения было наибольшим. Контрольный стационар (ПП-8) располагался к северо-востоку от завода (Хотимское лесничество Костюковичского лесхоза) при удаленности около 40 км.

Последствия действия цементной пыли на экосистемы довольно сложно оценить. Ущерб от ее действия в редких случаях является непосредственно ощутимым, а большей частью проявляется в медленной деградации лесных экосистем. Повреждения носят типично хронический характер, поэтому наиболее приемлемой для регистрации повреждения экосистем является аккумулятивная биоиндикация. Устойчивость живого к воздействию промвыбросов должна изучаться на популяционно-ценотическом уровне. Влияние экстремальных факторов антропогенного характера на организм и популяцию может быть лишь началом, первым этапом в цепи экологических событий, конечным итогом которых являются изменения в биологическом сообществе, исчезновение тех или иных видов или ценозов. Для решения поставленных задач использованы классические и современные биоиндикационные и лесотаксационные методы исследований. Характеристика древостоя и отдельных деревьев проведена согласно общепринятым методикам лесной таксации (Алексеев, 1989, Методы..., 2002).

Снижение продуктивности, замедление темпов роста, влияние на возобновление, упрощение породного состава в результате исчезновения неустойчивых видов лесного сообщества – неполный перечень возможных последствий воздействия выбросов.

Основные таксационные характеристики древостоев на пробных площадях, заложённых вокруг предприятия ОАО «Белорусский цементный завод», свидетельствует, что на территории, примыкающей к заводу по производству цемента, преобладают сосновые формации древостоя. Пробные площади заложены в насаждениях III–IV класса возраста и совсем незначительно различались по данному показателю.

Выявлено отставание по степени накопления запасов стволовой древесины от уровня антропогенной нагрузки. Так на ПП-1-4, расположенных на наименьшем удалении от промышленного предприятия, изучаемый показатель в 1,1–1,3 раза уступал аналогичной характеристике в контрольном варианте.

Проследить негативное влияние цементной пыли на состояние хвойных насаждений мы смогли также на пробных площадях, заложенных по градиенту загрязнения. Преобладающими направлениями ветров в зоне эксперимента являются южное и юго-восточное. В этой связи в данном направлении было заложено 5 экспериментальных участков (ПП 2, 1, 4, 5, 8 (контроль)), включая контрольный. На расстоянии, не превышавшем 2,5 км от завода (ПП 2 и ПП 1), выявлен самый высокий процент отмирающих деревьев (7,0% и 8,9% соответственно), а также количества сухостоя (6,3%). С удалением от источника загрязнения на расстояние в 2 и 3,2 раза (ПП-4 и ПП-5 соответственно) пропорционально снижается и количество отмирающих деревьев на пробе. Эти величины составили 3,5% и 2,8% от общего количества стволов на пробной площади соответственно.

Вместе с тем выявлена еще одна закономерность в характере повреждения сосновых фитоценозов, произрастающих вокруг цементного завода. На удалении до 7 км от источника промышленных выбросов наблюдается увеличение количества сильно ослабленных деревьев даже относительно пробных площадей, находящихся в непосредственной близости от производства цемента, до 2,0–2,5 раз. Это является свидетельством того, что негативное воздействие цементной пыли на растительность сказывается не только вблизи от завода, но и несет потенциальную угрозу для древостоев на относительно от него удалении.

По мере удаления от источника выбросов увеличивается количество деревьев в категории «здоровые» и значительно уменьшается «сильно ослабленных» сосен, достигая на ПП-5 и ПП-8 соответственно показателей 17–20% и 21–25%. Для общего числа деревьев 2-4 категорий на всех пробных площадях рассчитаны коэффициенты парной корреляции, свидетельствующие о тесной связи состояния древостоя с возрастом (0,47–0,61), а также о значительной отрицательной связи данного показателя с расстоянием до источника выбросов с максимальным значением – 0,58 на ПП-2 и минимальным – 0,11 на ПП-8.

Таким образом, аэротехногенные поллютанты цементного производства негативно влияют на все компоненты лесных экосистем, важнейшими из которых является древостой, приводя к замедлению процессов роста сосны и их ослаблению, что, в конечном счете, приведет к снижению эффективности использования лесных земель и значительным экономическим потерям для лесного хозяйства.

**Bilić Srđan, Josipović Srđan**

## **STRUCTURAL ELEMENTS OF THE EUROPEAN BEECH OLD-GROWTH FOREST IN THE AREA OF DUBIČKA GORA – REPUBLIC OF SRPSKA**

*University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Republic of Srpska/B&H, Banja Luka  
srdjo.redbull@gmail.com, srdjan.josipovic@gmail.com*

*Исследования основных показателей структуры чистого старовозрастного букового древостоя были проведены в 105 квартале лесохозяйственного учреждений «Дубицкая Гора» в Республике Сербская. Поскольку последние рубки в данном насаждении проводились в 1968 году, буковое насаждение формировалось естественным путем и имеет вид тропического леса. Поэтому таксационные показатели древостоя и естественного возобновления характерны для очень редких старых буковых лесов на Балканском полуострове. Измерения проводились с использованием общепринятых в лесной таксации методик в однородной части древостоя на площади 1 га с определением количества живых деревьев, отпада, запаса, прироста древостоя. Проведен сравнительный анализ полученных таксационных показателей с проведенными ранее исследованиями.*

### **1. Introduction**

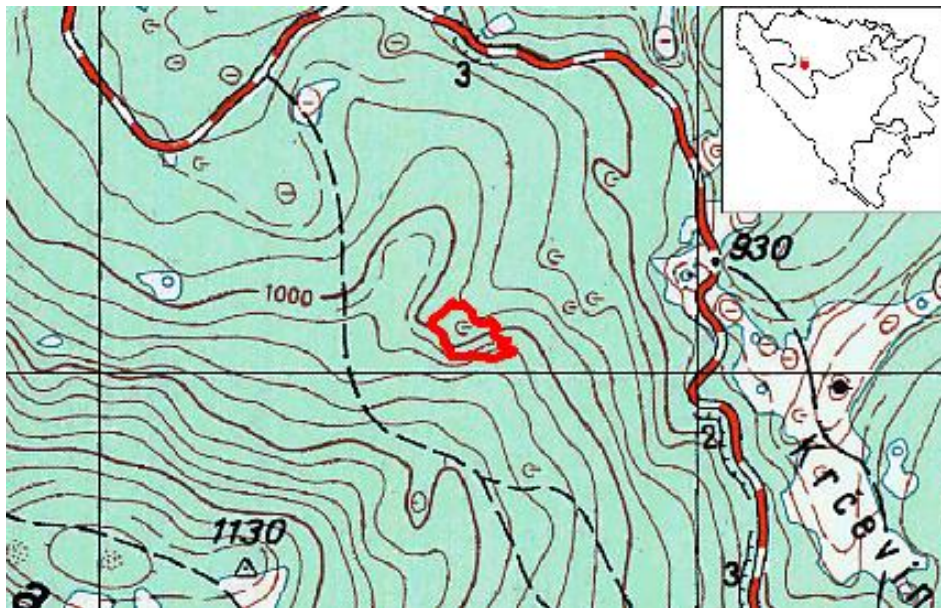
The high beech forests with natural regeneration in Republika Srpska occupy an area of 172,293 ha, which represents about 49% of the total volume of these forests owned by the Republic. One of



the basic characteristics of these forests is a very heterogeneous condition both in terms of structural elements as well as terms of composition. There are various structural forms of the typical even-aged to uneven-aged and selection stands, with different participation of noble hardwoods. The inconsistent application of the regulated management systems, primarily grouped selection management, especially reflected in the beech stands that were supposed to have been "translated" from old-growth stands to economic forests. The study of these forests enables knowledge of the mutual relations of species in terms of development and regeneration. The aim of the paper is to compare the basic elements of the structure of the stands based on two different estimates in 1999 [3] and 2018 in the conditions of spontaneous, natural development of the stands.

## 2. Study area and methods of work

In 105<sup>th</sup> department in Management unit «Dubička Gora» on the mountain massif of Manjača (map 1) in 1999, a stand (section a, area 5.5 ha) was excluded where harvest was not carried out since 1968 [3]. The stand belongs to the *Fagetum montanum illyricum*, *Fuk. et. Stef. 1958.* association. Next to the beech in the layer of trees there are significantly represented species: *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides* i *Ulmus montana*. In the layer of shrubs and terrestrial flora are present species: *Rhamnus fallax*, *Lonicera xylosteum*, *Cardamine bulbifera*, *Anemone nemorosa* etc. In the layer of shrubs there is a very large seedlings (thicket), which is distributed over almost the whole area of the stand. Based on the analysis of the climate characteristics by the *Thorntweit-Matter* method (1955), the research area is characterized by a perihumidic climate. By typological classification, stand belong to the production type of pure beech forest in the regional association of beech, fir and spruce forests on land combination of deep calcocambisols and luvisol on the limestone and dolomite series.



Map 1 - Boundaries of study area

In the stand was formed the sample area of the square shape with side length of 100 m (Map 1). By total survey method, breast-height diameters of the trees were measured at inventory boundary of 5 cm, the height of trees, the diameter increment measuring by the width of 10 years and the breeding-technical class of trees (I – best quality trees, II- medium quality nad III- poor quality). Tables of taxation elements for high beech forests in RS/B&H were used to determine the volume of stands. The bonification of the stand was made using *Prodan's* function and the volume gain (iv) was determined by *Majer's* differential method.

## 3. Results and discussion

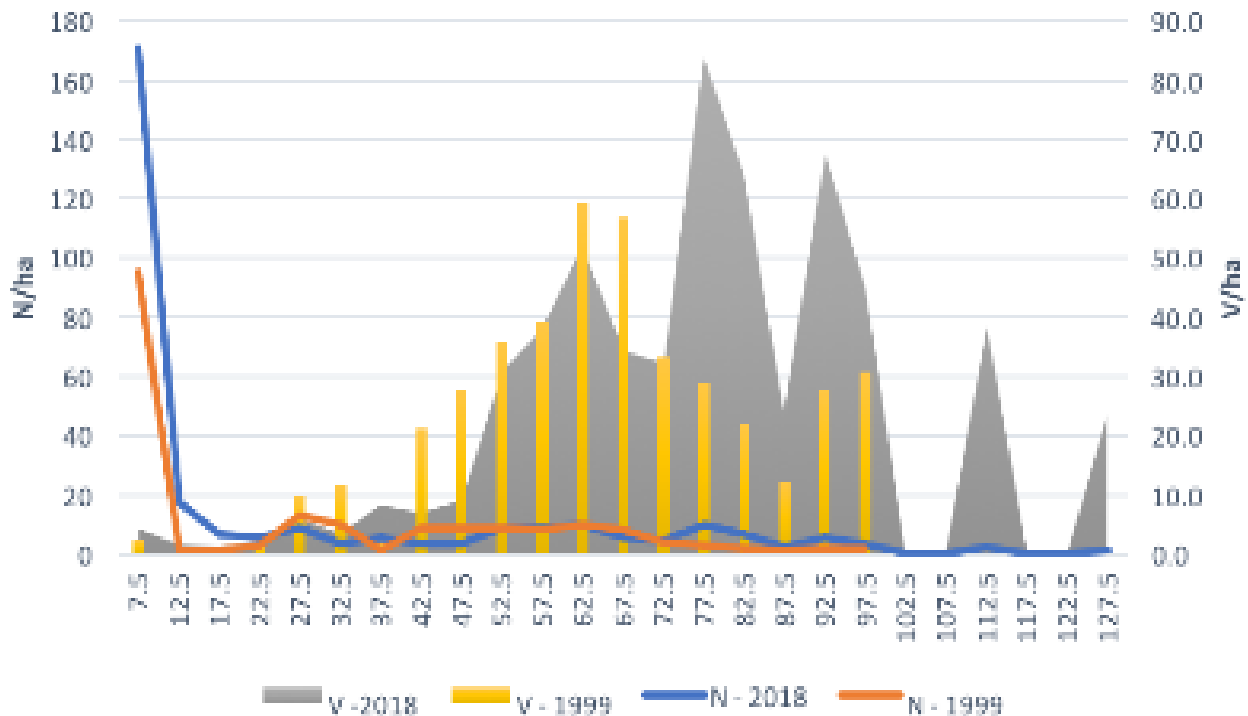
### 3.1. Stand structure

For the old-growth beech stands, it is characteristic to suddenly decrease the number of trees from the lowest to the immediately higher diameter class (171 at 7.5 cm to 17 at 12.5 cm). Since



1999, the number of beech trees increased by 100 tr/ha. The highest tree number growth rate is in the lowest diameter class (7.5 cm) and it is 76 tr/ha. It is characteristic that trees of large dimensions (over 100 m) was registered in the area in 2018 (Graph 1).

The height flow of the height curves shows that both stands belong to the II habitat bonitet considering to the beech, as noted by the measurements of height in 1999 [3]. The number of trees from the smallest diameter class up to the highest diameter class with the mean stand tree ( $D_n = 25.4$  cm) is 71,32%, which, according to the Prodan, makes this stand to the selected stand form [4].



Graph 1. Distribution number of beech trees and volumes

### 3.2. Diameter structure

The total number of trees measured in the stand is 314. *Fagus sylvatica* participate with 291 per hectare or 92,4%, *Acer pseudoplatanus* with 26 per hectare or 8,2%, and the rest are *Picea abies*, *Ulmus glabra* and *Acer pseudoplatanus*. In the first four diameter classes, the beech is represented by 171 trees per ha or 63.5% of the total number of trees in the stand. It's the first generation of trees. The large participate of beech trees in the lowest diameter classes (7.5, 12.5, 17.5 and 22,5 cm), indicates that the stand is well regenerated and that there are favorable conditions for natural regeneration. It is the first generation of trees. The second generation are trees from medium-diameter class (from 27,5 to 67,5 cm), where there is a fairly uniform number of trees in some diameter classes. These trees represent the main part of the stands and participate with 19.33% in the total number of beech trees. The third generation of trees are thick, mature and old growth beech trees, belonging to the highest diameter classes. There is significant part of the spruce which was under-sowed in 1968.

### 4. Conclusion

By comparing the research data from 1999 [3], there was a significant change in the diameter structure in the direction of higher diameter classes. The number of trees from the lowest diameter class to the class with arithmetic medium tree by number of trees ( $D_n=25,43$  cm) is 71,9% which according to Prodan and Milin [4] quote, places this stand in a selective shape of stand. However, it could not be aid here about the typical selective type of stand or some kind of selective type, as indicated by the representation of 10,3% of trees from the total number in the stronget diameter classe, over 77,5 cm. Researches of Millin [5] show that the beech stands of the old-growth beech forest can

have distribution of the number of trees by diameter clas very similar to distribution in the selective type of stands.

#### LITERATURE

1. Banković, S., Pantić, D. (2006): Dendrometrija. Udžebenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
2. Drinić, P., Matić, V., Pavlič, J., Prolić, N., Stojanović, O., Vukmirović, V. (1980): Tablice teksacionih elemenata visokih i izdanačkih šuma u SR Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Posebna izdanja br. 13, Sarajevo.
3. Govedar, Z. (2002): Elementi strukture i izbor najpovoljnijih uzgojnih mjera u bukovim sastojinama prašumskog tipa na području "Dubičke gore". Časopis za šumarstvo i ekologiju "Ekosilva", god. I, br. I, Banja Luka.
4. Milin, Ž. (1954): Istraživanja elemenata strukture u bukovim sastojinama karaktera prašume u Južnom Kučaju. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Beograd.
5. Milin, Ž. (1965): Istraživanja uticaja sastojinskog oblika i elemenata strukture na način obnove i produktivnost sastojina bukve na Južnom Kučaju. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
6. Thornthwaite, C.W., Mather, J.R. (1955): The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology (Publications in Climatology 8).

**Govedar Zoran**

### **SILVICULTURE SYSTEMS IN BEECH HIGHT FORESTS IN THE REPUBLIC OF SRPSKA**

*University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H,  
zoran.govedar@sf.unibl.org*

*В лесном хозяйстве Республики Сербской бук является наиболее распространенной породой. Буковые леса занимают площадь 294,7 тыс. га или 38%. Бук формирует чистые и смешанные насаждения чаще всего с елью и дубом. Исследования структуры буковых лесов показывают, что буковые насаждения разнообразны по структуре и отличаются способами хозяйственного использования. Типологические исследования выявили 12 типов коренных горных буковых лесов, 3 типа производных березово-буковых лесов и 2 типа производных субальпийских буковых лесов. В большинстве буковых лесов применяются выборочные рубки. Исследования показали, что в буковых лесах лучшие результаты достигаются применением системы «shelterwood».*

#### **1. Introduction**

Beech is species with wide ecological valence. In the Republic of Srpska it is found on very different habitats, on both calcareous and siliceous soils, from low to high altitudes. Because of that, it builds pure and mixed stands and by area and volume it's has got the largest stake. It builds pure continental montaneous beech forests, submontaneous, thermophilic, subalpine and secondary beech forests. Pure beech forests of high silvicultural form belong also to different structural forms (from single-aged to structurally uneven-aged stands).

#### **2. Previous management of high beech forests**

In the time when Austro-Hungary occupied Bosnia, mostly single-tree selection cuts were conducted, and natural regeneration was spontaneous. At that time, industrial development was halted, and rural population was numerous [3]. The focus of forest exploitation by Austro-Hungary was at mixed beech-fir-spruce forests. The main reason was the fact that at that time technology of processing beech wood hasn't been developed yet (steaming, impregnation etc.) In the period between the World wars, management mostly relied on the principles of selection cuts, with the domination of extensive selection cut. Beech was mainly used for firewood. Similar practice of managing mixed fir-spruce forests remained after the 2nd world war, also with more intensive exploitation of conifers. As a consequence, such an approach locally resulted in conversion of very valuable mixed stands to pure stands, which represented the first phase of regression of mixed beech-fir-spruce forests towards

beech forests of secondary character. In the aim of increasing the quality of harvest, applying of selection-type management is recommended, because it was considered that in that way cuts can reduce percentage of low-quality trees after two or three cutting cycles. Later on, starting with present state and structural build-up of beech forests, application of cluster-cuts management systems was recommended [1, 4]. Intensive exploitation cuts and various intermediate cuttings created different compositions and structures of stands, from even-aged groups, to the structure similar to selective. That demanded that every silvicultural group must be separately analyzed and processed within the entirety for which basic instructions and management aims are being determined.

### 3. Condition of high beech forests

High beech forests of all forms of availability occupy the area of 294.700 ha or 38% of total high forests reserves fund in Republic of Srpska (772.900 ha). Area of available beech forests sums up to 243.500 ha, or approximately 83% of the total area of high beech forests of all availability forms. From that, 193.200 are owned by the Government of Republic of Srpska (around 80%), and 50.300 ha are owned by private owners (around 20%). High beech forests are second by representation in the total fund of high forests owned by the Government of Republic of Srpska, behind coniferous and mixed broadleaved-coniferous forests. Within private high forests, these forest are the most represented ones.

Table 1 – The structure of high beech forests of all forms of availability  
(Second National Inventory in the B&H 2006–2009)

Total area	State forests		Private forests		Total forests		
	ha	%	ha	%	ha	%	
	236.000	80.1	58.700	19.9	294.700	100.0	
Forests category							
Even-aged	Productive character forests	7.700	98.7	2.400	100.0	10.100	99.0
	Very bad economic conditions	100	1.3	0	0.0	100	1.0
	Protective forests	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Forests of special purpose	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Forests mined	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Total	7.800	100.0	2.400	100.0	10.200	100.0
Uneven-aged	Productive character forests	186.800	81.9	47.500	84.4	234.300	82.4
	Very bad economic conditions	9.000	3.9	3.600	6.4	12.600	4.4
	Protective forests	800	0.4	0	0.0	800	0.3
	Forests of special purpose	2.200	1.0	0	0.0	2.200	0.8
	Forests mined	29.400	12.9	5.200	9.2	34.600	12.2
	Total	228.200	100.0	56.300	100.0	284.500	100.0
Stage of development	$D_{1,30} < 5.0$	4.220	1.8	2.400	4.1	6.620	2.2
	$6 < D_{1,30} < 9.0$	3.220	1.4	400	0.7	3.620	1.2
	$10.0 < D_{1,30} < 29.0$	56.820	24.1	20.400	34.8	77.220	26.2
	$30.0 < D_{1,30} < 49.0$	128.720	54.5	30.500	52.0	159.220	54.0
	$D_{1,30} > 50.0$	43.020	18.2	5.000	8.5	48.020	16.3
	Total	236.000	100.0	58.700	100.0	294.700	100.0
Coverage trees crowns	Normal	121.120	51.3	31.300	53.3	152.420	51.7
	Enlightened One	67.420	28.6	18.600	31.7	86.020	29.2
	Open	35.320	15.0	4.400	7.5	39.720	13.5
	Open stands	8.720	3.7	2.800	4.8	11.520	3.9
	Individual trees	3.420	1.4	1.600	2.7	5.020	1.7
	Total	236.000	100.0	58.700	100.0	294.700	100.0

$D_{1,30}$  - stem diameter (cm)

Stock of usable timber of high beech forests on the available areas is 270.70 m<sup>3</sup>/ha. Stock in forests owned by the government is 278.92 m<sup>3</sup>/ha. The highest stock of usable timber have the stands of selective structural form 301.01 m<sup>3</sup>/ha, and the lowest stock have two-storied stands 228.31 m<sup>3</sup>/ha. Volume accretion of usable timber in high beech forests of productive character is 6.89 m<sup>3</sup>/ha. Broadleaved species in the production of accretion participate with 6.59 m<sup>3</sup>/ha and conifers with 0.31 m<sup>3</sup>/ha. (Table 2).

Table 2 – Volume increment in productive character beech forests in the Republic of Srpska

Trees species	State forests			Private forests			Total		
	m <sup>3</sup> /ha	%	m%	m <sup>3</sup> /ha	%	m%	m <sup>3</sup> /ha	%	m%
Conifers	0.35	100.00	40.75	0.14	100.00	164.47	0.31	100.00	40.03
Hardwood	6.10	100.00	10.69	8.32	100.00	27.61	6.59	100.00	10.62
Average	6.45	100.00	10.06	8.46	100.00	26.69	6.89	100.00	10.05

m% - error estimation of the volume increase of large wood ( $d_{1,30} > 7,0$  cm)

#### 4. Management of high beech forests

The dominant system of management in state-owned high beech forests of even-aged silvicultural form is the selective system, on around 36.6% of total area. It is characteristic that in this category it is stated that there is no cuts on the equal area, while shelterwood cutting as one of the main management systems in even-aged high beech forests is stated only on 9.8% of the area of these forests, and on the equal area thinning cuts as silvicultural measure are being conducted. In the state-owned high beech forests of special purpose there are no cuts on approximately 80% of the total area, while in the forests of bad economic condition on around 98% of the area selective cutting system is being conducted. In private-owned high beech forests, of even aged silvicultural form the majority of areas are affected by sanitary cuts, or there are no cuts at all. With the same category of forests, but of uneven-aged silvicultural form, cluster-selective management system is dominant, on approximately 75% of the area.

#### 5. Conclusion

In the present practice of managing the high beech forests, the main aims refer to:

- Establishing and maintaining ecological stability of forest ecosystems,
- Mixed stands and non-equal vertical structure,
- Continuous silvicultural treatment of the stand,
- Use of natural processes in function of achieving preferred aims in forest management,
- Natural selection of young stands in earlier phases of development,
- Selection and nursing of trees carriers of productions (trees of future).

Desired stand structure in managing beech forests:

- Stands with diameter structure in which trees of all diameter grades are present, particularly trees, with bigger dimensions, high quality, and with no branches up to 8-10 m of height,
- Presence of irregular groups of smaller and thinner trees in all of the development stages of the stand,
- Mixed stands of 60–80% of beech, 0–20% of conifers, and 10–40% of other broadleaved species,
- Diameter of cutting age 60 cm without false heart wood.

#### LITERATURE

1. Govedar, Z. (2000): Istraživanje uticaja režima svjetlosti na prirodno obnavljanje u čistim sastojinama bukve na području Kneževa. Magistarski rad, Šumarski fakultet u Beogradu, Beograd.
2. Govedar, Z. (2015): Preliminarni rezultati II inventure šuma na velikim površinama u Republici Srpskoj (2006–2009). Izvještaj za Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, Šumarski fakultet u Banjoj Luci, Banja Luka.
3. Matić, V. (1963): Osnovi i metod utvrđivanja normalnog sastava za preborne sastojine jele, smrče, bukve i hrasta na području Bosne. Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo i drvni industriju, god. VIII, br.8, Sarajevo.
4. Pintarić, K. (1984): Uzgoj šuma II dio. Udžbenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.

**SPATIAL DYNAMICS OF NATURAL REGENERATION OF THE EUROPEAN BEECH  
IN THE AREA OF DUBIČKA GORA – REPUBLIC OF SRPSKA**

*University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Republic of Srpska, B&H  
srdjan.josipovic@gmail.com, srdjoredbull@gmail.com*

*Исследование проводилось в буковых насаждениях на территории «Дубичской Горы» в западной части Республики Сербской. В насаждениях с 1968 не проводилось никаких мероприятий. В одном из насаждений начиная с 1999 года были проведены 3 приема выборочной рубки. Целью данной работы является определение пространственного распределения естественного возобновления, его параметров в сравнении с естественным возобновлением под пологом не тронутых рубками букового древостоя с одинаковыми условиями обитания. С использованием устройств GPS определялось размещение естественного возобновления и измерялись параметры (тип, порода, высота, количество и жизнеспособность). Обработка данных осуществлялась общепринятыми статистическими методами, а пространственное распределение было представлено картографически.*

**1. Introduction**

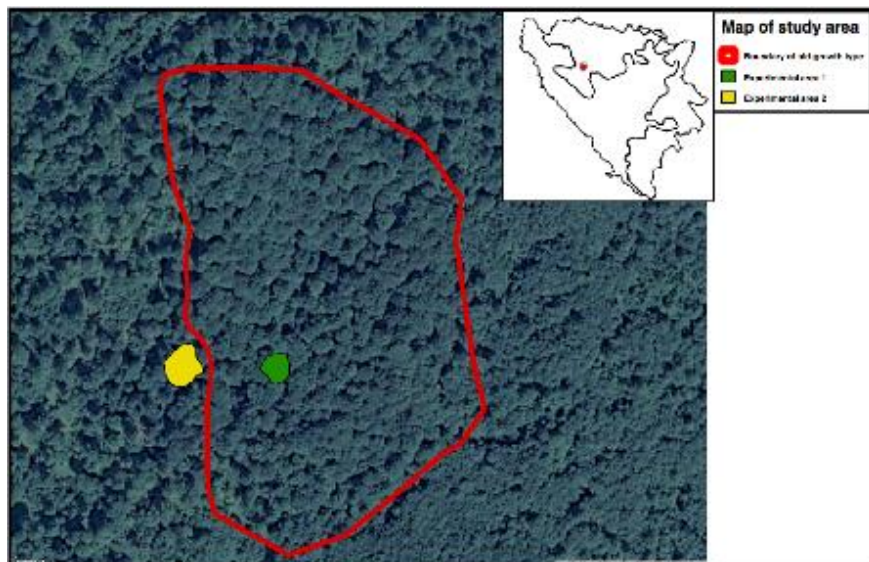
The beech forests in Republic of Srpska have wide horizontal and vertical distribution, which is conditioned by the ecological characteristics of the species itself, as well as various ecological conditions of the habitat. The pure high beech forests in the Republic of Srpska occupy an area of 174,000 ha or about 38% of the total forest fund of high forests. They represent economically important forests and very important ecosystems. The time and spatial dynamics of natural regeneration of pure high beech stands, depend on the structure of the stands and the habitat conditions. There is a significant difference in the dynamics of regeneration between the stands of the forest and the economic type.

**2. Study area and methods of work**

The study area belongs to the management class of high beech forest of secondary character in the forest zone of beech and fir. The stand belongs to the management unit «Dubička Gora», department 105, section a, in the area of mountain massif Manjača. The deciduous species dominate with locally under-sowed spruce, well regenerated, and the trees of the old mother stand are mostly mature and overlooked. The old trees have a crown length of about 1/3 to 1/4 of the height of the tree.

Table 1 - Characteristic of study area

Type of climate	Mountain climate, humid
Elevation (m)	From 920 to 1130
Exposition	North-west
Slope	min. 5° max. 26° approx. 10°
Relief	Poorly expressed
Geological survey	Compact limestone
Type of soil	Deep calcocambisol and luvisol
Decomposition of dead forest rug	Well, favorably (1 - 3 years)
Terrestrial vegetation and shrubs	Rare ( 5 - 20% of area)
Weediness	Small

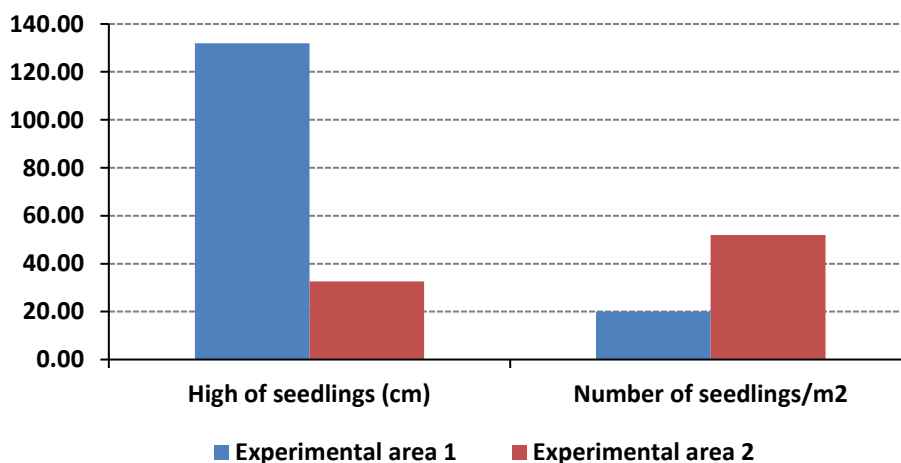


Map 1 - Study area and experimental units

The object of the work consist of two experimental areas. The first experimental area is located in the part of the old-growth beech forest which no cuttings have been made since 1968. The second experimental area is located in the part of the stand where the harvesting are regularly carried out. Measurements were made on a square network of 5x5 m with the simple area of 1 m<sup>2</sup>. For the measurement were used GPS device, Vertex IV and ordinary tape measure.

### 3. Results and discussion

In order to implement the stands of the forest type in the commercial forest in 1999, there were cuttings of group-selected type that are small for the purpose of creating the conditions for natural regeneration. A total of seven groups were formed. On the groups: 7, 9, 10, 11 and 13, the final cutting was performed in order to develop the beech seedlings and noble deciduous species, and the removal of mature and overgrowth beech trees. On the 8<sup>th</sup> group, a preparatory cutting was performed in order to remove diseased and overgrowth trees. On that occasion, the area of 5,1 ha was left where no cuts were made in order to analyze the development of the young under spontaneous natural conditions.



Graph 1. Characteristics of seedlings

The analysis of the collected data leads to the following conclusions:

- At the places in the stand with management process (the first experimental area) and where the assembly of the stand is open, there is an abundant occurrence of the decline of the mountain maple and beech. According to its quality, the seedlings is classified in the first and second class.

• In a old-growth beech stand (the second experimental area) where the assembly is closed, there is a weak increase of beech seedling, Seedling are crushed and many individuals are dry-topped.

#### 4. Conculusion

In the research carried out in high beech forest in two experimental areas, the obtained results confirm the thesis that the development of the seedlings is better and better quality in the forest with which is management, where the set is more open. In order to develop seedlings on the part of the stands of the old-growth type, care measures should be implemented according to the principle of shelterwood cutting on large areas, which are the year of the full beech crop.

#### LITERATURE

1. Banković, S., Pantić, D. (2006): Dendrometrija. Udžebenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
2. Govedar, Z. (2002): Elementi strukture i izbor najpovoljnijih uzgojnih mjera u bukovim sastojinama prašumskog tipa na području "Dubičke gore". Časopis za šumarstvo i ekologiju "Ekosilva", god. I, br. I, Banja Luka.
3. Milin, Ž. (1954): Istraživanja elemenata strukture u bukovim sastojinama karaktera prašume u Južnom Kućaju. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Beograd.

**Knežević Aleksandar**

### INITIAL CORES AS A ELEMENT OF NATURAL REGENERATION OF HIGH CAMMON BEECH FORESTS TO SHELTERWOOD SYSTEM

*University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Republic of Srpska, B&H, aco.94.dr@gmail.com*

*Дана характеристика естественного возобновления на начальных стадиях лесовостановления после проведения выборочных рубок (система shelterwood) на малых круговых или эллиптических площадях. Проведен анализ структуры, количества и пространственного распределения естественного возобновления. Показано, что данные участки требуют специальных лесохозяйственных мероприятий.*

#### 1. Introduction

Initial reproduction cores represent initial centres of reproduction in forest silvicultural system of reproduction by shelterwood cuts on small circular or elliptical shaped areas. Their structure, number and space distribution condition time dynamics (duration) of stand regeneration process. Initial areas are characterized by different situations which demand special silvicultural actions.

#### 2. Object and method of the research

Forest management area «Posavsko» (Gradiška) is located in northern part of Republic of Srpska. The largest surface in this area is occupied by the Management unit (MU) «Kozara Vrbaška» (10,481.75 ha or 69%). The most represented are high forests with natural regeneration (9,816.10 ha or 93.6%). Research was conducted in pure high beech stand of secondary character, in the area of Podgradci, Republic of Srpska. The object of research is compartment 100, section «a», located within MU «Kozara Vrbaška» management class 1236 (high beech forests of secondary character, on deep brown soils on sandstones). Total area of the compartment is 45.36 ha, and degree of the canopy in the stand is 0.8. Climate is moderately continental, with average temperature during vegetation period 17.5 C<sup>0</sup> and precipitation amount of 451 mm, which is right enough for developing of forest vegetation. With the aim of demonstration the state of forest fund, data for determination of basic taxative elements has been collected according to the common methodology [1, 2] for developing operative managing plans (forest managing plans). Average stand quality for beech is II and total volume of 382.40 m<sup>3</sup>/ha and largest volume percentage in diameter class 51-80 cm. (Table 1).

Table 1 - Total wood reserve in compartment 100, section «a»

pecies	QuaLc lass	Compound ratio (%)	TOTAL VOLUME							
			Cubic meters per hectare							
			Diameter class in cm							Total
			0 - 5	6 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 50	51 - 80	81	
Fir	3	24	/	0.2	4.6	14.5	55.2	17.1	/	91.6
Beech	2	56	/	/	5.4	14.6	63.8	130.1	/	213.9
Noble broadleaves	4	6	/	/	1.7	3.7	8.4	9.4	/	23.2
Other broadleaves	5	1	/	/	0.2	1.9	/	/	/	2.1
Fruit trees	3	13	0.5	3.2	5.8	5.8	12.4	23.2	/	50.9
Chestnut	5	0	/	/	/	/	0.7	/	/	0.7
Conifers		24	/	0.2	4.6	14.5	55.2	17.1	/	91.6
Broadleaves		76	0.5	3.2	13.1	26.0	85.3	162.7	/	290.8
Total		100	0.5	3.4	17.7	40.5	140.5	179.8	/	382.4



Picture 1 – Initial regeneration core

State on 11 regeneration cores has been analyzed, regarding number of seedlings, way and form of their expansion by tree marking (Picture 1).

Defining silvicultural groups has been performed on the basis of silvicultural situation (Milin, 1988). Tree marking was done according to the cutting principles that need to be done in compliance with shelterwood cuts (preparatory, shelterwood, supplemental and final cut).

### 3. Results of the research

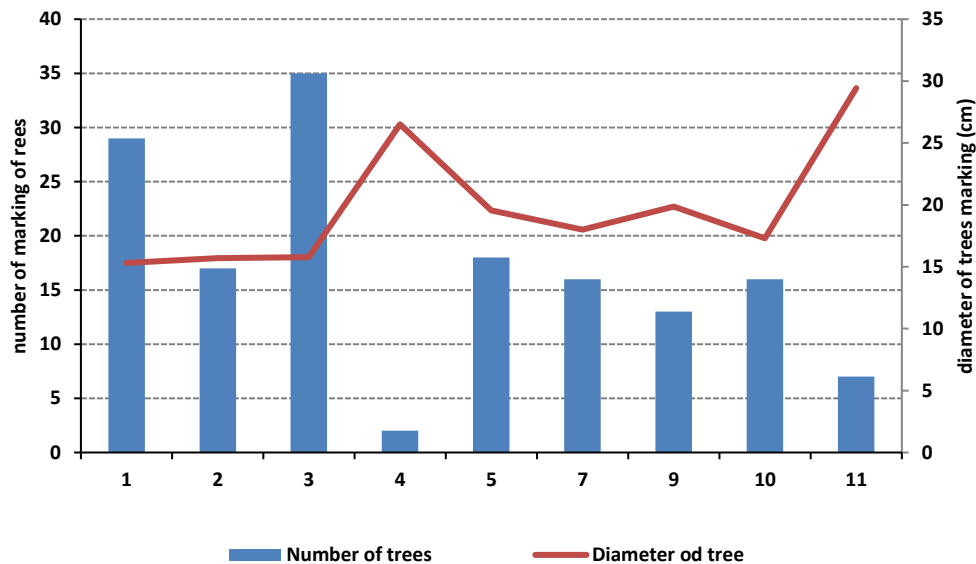
It has been determined that, in stands where there was no previous shelterwood cuts, there are initial regeneration cores of different shape and relatively small size (max. 1000 m<sup>2</sup>). Sizes of initial reproduction cores range from 214 to 1198 m<sup>2</sup> (Table 2). Exposition is northwestern or northeastern, slope is moderate, there is no weediness. Degree of the canopy varies from 0.5 to 0.9. Quality of the stand is 1, and silvicultural situation is mainly A1 (mature beech trees in upper level, and numerous seedlings in lower level).

Table 2 - Initial reproduction cores data

COMPARTMENT 101, SECTION «a»										MARKING TREES				
IRC	P (m <sup>2</sup> )	E	I	SS	W	DC	SQ	MP	NS	n	s	D	ST	T
									Im	Ma				
1.	506	NW	mo	A1				ZS	40	20	29	41;	15.3	1; 2; 2; 3; 4;
2.	214	NW							70		17	41	15.6	2; 3; 3; 4;
3.	861	NW							62		35	41	15.7	1; 3; 2; 4;
4.	1198	NW	mo								2	41	26.5	3 4
5.	596	NE	md	A0	0	05 -	2				18	41	19.5	3; 3; 4;
6.	259													
7.	822	NE	mo	A1	0	0.6 -	1				16	41;	18	2; 3; 1; 3; 4;
8.	230													
9.	919	NE	mo	A1	0	0.6 -	1		25	61	13	41	19.8	2; 3; 2; 3; 4;
10.	612	NW	mo	A1	0	0.5 -	1		10		16	41	17.3	2; 3; 2; 4;
11.	901			A1							7	41	29.4	2; 3; 1; 2; 4;

IRC - initial reproduction core; P - size of IRC; E - exposition; I - inclination; mo - moderate; md - medium; SS - Silviculture situation; W - weediness; DC - degree of the canopy; SQ - Stand quality; MP - marking principles; NS - number of seedlings; Im - Immature; Ma - mature; n - number; s - species D - average diameter of marked trees on reproduction core; ST - Silvicultural technical class (Matić et al., 1971); T - Technical class (Matić et al., 1971).





Graph 1. Number and diameter of marked trees on the initial regeneration cores

It is characteristic that marking mainly covered the trees of III ST class, which indicates that earlier no stand nursing measures were undertaken in order to improve the quality of the trees. Because of that, marking also covered lower-quality trees, which were normally smaller in terms of dimensions. In fact, average diameter of marked trees is around 20.00 cm. Number of marked trees in reproduction cores varies from 2 to 35, which depends on size of the core, and principle of marking for shelterwood cuts.

Number of seedlings on reproduction cores ranges from 10,000 to 90,000 units per hectare. Often on the same reproduction core small biogroups of mature (over 1.00 m height) and immature (less than 0.5m height) seedlings can be found. It is a consequence of different beech mast, and general microconditions of the habitat for it's growth and development.

#### 4. Conclusion

High beech forests should be managed with shelterwood cuts system, which consists of preparatory, shelterwood and final cut. In our conditions, for beech, two additional cuts must be conducted, which are most commonly done between shelterwood and final cut, because of the fact that beech doesn't fructificate every year. Regeneration cores in this situations haven't been properly formed, and the situation in the field shows that beech was managed using selective system. It should be aimed towards forming regeneration cores in accordance with roads and transportation boundaries. The goal is to reduce damage from extraction (transport, admission and extraction of forest wood assortments) on regenerating areas, through space distribution of regeneration cores. This concept of managing the space of the regenerating stands has been developed on the assumptions of Swiss improved phoemelschlagg system. In that management system, for the first time significance of silviculture groups and necessity of their space distribution and mapping has been mentioned [4].

#### LITERATURE

1. Matić, V. (1965): O planiranjima i o snimanjima u okviru uređivanja šuma. Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo, Posebna izdanja, Sarajevo.
2. Matić, V., Drinić, P., Stefanović, V., Ćirić, M., (1971): Stanje šuma u SR BiH prema inventuri šuma na velikim površinama u 1964 – 1968 godini. Posebna izdanja Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, Sarajevo.
3. Milin, Ž. (1988): Grupimično gazdovanje (teorijske osnove osobine i primjena). Posebno izdanje Glasnika Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Beograd.
4. Stojanović, Lj., Krstić, M., (2008): Gajenje šuma I. Šumarski fakultet u Beogradu, Beograd.
5. Šumskoprivredna osnova "Posavskog" ŠPP (2014-2024), IRPC, Banja Luka.

**THE EVALUATION OF FOREST CONDITION  
IN UKRAINIAN POLISSIA WITH THE REMOTE SENSING DATA  
(on the example of the Chernobyl Nuclear Power Plant forests)**

*State institution «Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth Institute of Geological Science  
National Academy of Science of Ukraine», Kiev, Ukraine, alex@casre.kiev.ua*

*Предложенная методика обработки многозональных космических снимков позволила построить карту размещения различных видов растительности. Это дало возможность детально изучить размещение по площади здоровой и поврежденной растительности, что необходимо для планирования лесотехнических работ и проведения фитосанитарных мероприятий. Использование снимков позволяет работать в режиме мониторинга, что необходимо для оценки скорости происходящих изменений.*

In Polissia, as in other regions, the rapid growth of anthropogenic pressure on the environment worsens the natural conditions and negatively affects the health of the population. In these conditions, operational control over the ecological state of environment is needed to be carried out in the monitoring regime.

Within a minimum of efforts and resources, this task can be solved based on the multispectral space imagery data. However, existing methods for assessing the ecological status of territories are not universal, their application in each specific region, including Polissia, requires some additional research, caused on the features of the nature conditions of the studied territory and the specificity of technogenic impact. Scientific experience in solving such problems is available at the Earth Science Center of the Earth Scientific Institute of the National Academy of Science of Ukraine (Lyalko V. I., Sakhatskiy A. I., Hodorovskiy A. Ya.).

The objects of our research was one of the ecologically unfavorable regions of Polissia – the territory of the Chernobyl Nuclear Power Plant (NPP) zone. Because of numerous studies conducted after the 1986 accident, this area is very convenient for improving the methodology of assessing the ecological conditions of Polissia landscape, and its application is relevant.

In the course of the research work we elaborated:

- classification of territories by types of forest cover;
- establishment of phytosanitary condition of stands.

The work was based on the analysis of spectral brightness of homogeneous classes of vegetation, isolated on the basis of forest-taxation data with actualization of materials for the present period and subsequent field survey of them. Spectral brightness of vegetation was measured in different ranges of electromagnetic waves over multizone space images. Using the established signatures of the main vegetation classes, their classification was carried out within the training using the ERDAS Imagine software. The classification was carried out by the Maximum Likelihood method. This method, according to our data the other researches data, allows us to obtain a more accurate classification in comparison with the methods of the Minimum Distance and Mahalanobis Distance.

Classification of forest cover began with the selection of homogeneous plant groups according to the data of forest taxation works and the creation of total signatures for them. The classes of vegetation, which were poorly divided according to the statistical parameters of the distribution of spectral brightness, were combined. As a result, signatures were created for 25 classes of plant communities and other objects, and on their basis a map for the classification of woody vegetation was compiled.

The result analysis of classification showed that all pine and deciduous families separating very well. Vegetation in fallow lands and burners are most confidently stand out. Vegetation in the river valleys is less confidently stand out. Among pine forests, pine plantations, a young pine, a pine with the age of more than 30 years are best marked out. The areas of pine forest afforestation are worse visible.

Among deciduous trees, acacia and alder black are best distinguished, but birch is worse. This is due to the fact that about 15% of birch forests coincide with mixed forests. Poorly is reflected aspen. In the fallow lands are identified areas of natural and artificial afforestation with pine and birch, with an age of up to 15 years. In addition, there are visible garden areas and acacia plantations. Oak forests do not stand out with confidence, they often coincide with mixed and birch forests.

The establishment of the phytosanitary state of forests - under the influence of various factors in the studied area of forest became a reservation of pests and vegetation diseases. First of all, it is a pine silkworm and a root sponge. The most unfavorable from the point of view of forest pathology are the large homogeneous arrays of pine.

The possibility of using space images for studying the phytosanitary state of forests is determined by the fact that vegetation under the influence of diseases, vermin effects, changes environmental conditions, modificate its optical properties in comparison with healthy vegetation or growing under favorable conditions.

As a result of the images classification, the wide distribution of forests damaged by pine silkworms was confidently established. As a rule, the silkworm grows on the same territories for many years. But our studies have shown the presence along with previously known focus of pine silkworm the new, previously unreported areas of damage (Sakhatsky A.I., Hodorovsky A.Ya.). Field calibration of the obtained results confirmed their reliability. The isolation of pine silkworms development areas allows them to purposefully conduct their avia-chemical treatment - the only effective method of combating it.

A significant danger to pine forests represent the heterobasidion annosum (root sponge). Is well known, that the peculiarity of this disease could be visually recorded on the final stage of the disease only, when the trees are already dying and glades appear in the forest. This greatly complicates the detection of forest areas, which are ill, especially at the initial stage. According to our data, the influence of the heterobasidion annosum on the optical properties of pine forests is similar the pine silkworm, but less clearly expressed. In this case, the optical properties of pine, damaged by a heterobasidion annosum and pine, poorly damaged by silkworm are very close.

In addition to disease, the spectral brightness of vegetation is affected by changes in the natural environment. In the conditions of Polissya, first of all, it is a change in the hydrological regime of the territory (flooding). It has been established that the influence of underflooding on the optical properties of pine is less intense than damage to forests by pine silkworm or heterobasidion annosum. Changes appear in the nature of the change in spectral brightness in different channels. In the green and red bands, pine forests on flooded lands have lower values of spectral brightness than similar forests in the territory that are not swamped, while in the near and middle infrared bands they are higher. These changes in optical properties can be interpreted as a slight increase in the content of chlorophyll in the needles and a noticeable extension in the amount of deadness.

Based on the analysis of the obtained materials, it can be said that diseases and unfavorable environmental conditions affect the optical properties of forests and can be recorded with the help of multispectral space images.

Thus, the conducted studies showed that the proposed method for processing space images of Polissia allows not only to build a map of the tree species location, but also gives a detailed picture of the spatial distribution of healthy and damaged vegetation. These data are necessary to justify the planning of forestry management and phytosanitary measures. An important advantage of using space images is the possibility to carry out such works in the monitoring mode - space images to this territory are available, beginning from the 70s of the XX century.

THE NATURE OF THE CLONE I-214 IN THE CONDITIONS  
OF THE RIVER OF THE SAVA RIVER

<sup>1</sup>Faculty of Forestry, Banja Luka,

<sup>2</sup>Faculty of Forestry, Belgrade,

<sup>3</sup>Forest holdings, Gradiška

*Целью исследования – определить темпы роста клона тополя I-214 в прибрежной полосе реки Сава. Исследование проводилось на двух плантациях в двух локалитетах Орубица и Баинчи, поскольку эти местопроизрастания наиболее оптимальны по орографическим, эдафическим и климатическим условиям.*

**1. General information about the sites is in place**

Both localities (Orubica and Bajinci) with poplar plantations are positioned in the northern part of the Republic of Srpska, in the northeast part of Lijevo polje by the Sava river, between Gradiška and Srbac, 90 meters above sea level. Orubica belongs to the municipality of Gradiška and Bajinci belongs to the municipality of Srbac. During the ecological and vegetational reionization (Stefanović et al., 1983), this area is part of the Pripanon region of Bosnia and Herzegovina. According to the orographic characteristics of the Pripanon area, it belongs to the lowland and mountain belt, from 80–980 meters above sea level and includes the ravine and hilly regions of northern Bosnia.

***Climate characteristics***

The continental climate dominates the Pripanon area. In the North-eastern area of the Pripanon area, the vegetation period lasts from 180 to 240 days. Data for weather station Gradiška are used to view the climate.

***Air temperature***

The average annual air temperature in the Gradiška area is 10.8 °C. The absolute maximum temperature of the air temperature in august is 38.9 °C, and the absolute minimum in january is -27.5 °C. The mean temperature in the vegetation period was 17.2 °C. Climate characteristics of this area are also high frequencies of frosts and fogs. The annual average is 83 days with frost in the period october-april.

***Precipitation***

The amount of precipitation (average monthly and annual) in addition to temperature is the most important climatic element for growth and development of trees. In the observed area, the most probable month is june with 96 mm precipitation. On average, Gradiška has an annual rainfall of 843 mm, while the amount of rainfall during the vegetation period was 462 mm.

***Geological and pedological characteristics***

The geological layer on which the observed area is located is mineral-wetland-lime soil and alluvial soil formed by erosive-accumulation processes of the Sava river. The layers are separated by a layer of sandy clay and a gravel area of up to 4 meters thick and occurs at a depth of 10-14 meters with reduced watertightness.

***Phytocenological characteristics***

Poplar builds a phytocenological community, that is, the black and white poplar forest *Populetum nigro-albae*. In the area of hygrophilic forests this community occupies larger areas. This community best works on recent alluvial soils of loamy-sandy composition, where the processes of humus production have already begun.

***Characteristics of the plant***

Measurement was carried out at two sites in private farms. For the time being, in Orubica, the area of 0.55 hectares, is the property of Barac Stojan, and now in Bajinci, 0.5 hectares, owned by Radomir Milos. The increase in both herbs was carried out in 2009 with seedlings of 3 years old, type ½. The planting was carried out on the previously prepared surface (weed, plowing, plating) into the

pit, 80 cm deep at a distance of 3x3 meters. Seedlings were purchased at the Novi Sad Institute for Poplars.

## 2. Field work

Field work consisted of the preparation of the devices necessary for measuring, going to the field and measurement itself. In the field, measurements of chest diameter (d 1.30) of trees were performed. Both halves of the I-214 clone poplar were measured in six rows with fifteen trees. All data has been statistically processed and analyzed.

## 3. Research results

The table shows that the largest average breast diameter was on the fourth row in Orubica 12,37 cm, and the smallest average diameter in Bajinci was 6,40 cm. By comparing the parameters, i found that the standard deviation ( $S_{\bar{x}}$ ) is the highest in the third row with 2,39 cm, and the smallest in the first row from 1,11 cm at the Bajinci site. The variation coefficient (KV) shows the highest value in the third row, where it is 26,47%, the Bajinci site and the smallest in the second row with 15,87%, the Orubica locality (Table 1).

## 4. Conclusions

Based on the result of research I-214 poplar clone, in two plantations and two localities, the following conclusions were reached:

- Plantations in Orubica are exposed to floods, because there is no protective fence, while in Bajinci plantations are not exposed to floods.
- As climate conditions are increasingly unfavorable in terms of drought and insufficient precipitation during the vegetation period, floods (2–4 months during vegetation) affects favorably plants growth rate in plantations in Orubica.
- The area between the Sava river and the floods protective fence in the municipality of Gradiška provides the possibility of raising the poplar clone I-214, because it has potential for that in the climate, edafic and hydrological sense.
- This large unexploited area among the Sava river could be used to raise poplar seedlings and poplar biomass could be used for home heating and at the same time this plants could be also used for anti-erosion.

Table 1 - Comparative indicators of breast diameter at the examined locations of Orubica and Bajinci (cm)

Orubica						
$\bar{X}$	10,80	11,23	11,40	12,37	10,93	10,87
$S_{\bar{x}}$	1,38	1,35	2,03	1,73	2,18	2,68
KV (%)	12,74	12,04	17,78	13,96	19,97	24,66
Bajinci						
$\bar{X}$	7,40	6,40	6,45	8,20	8,33	7,87
$S_{\bar{x}}$	1,11	1,58	2,39	2,04	2,21	1,84
KV(%)	15,87	24,74	26,47	24,87	26,44	23,38

## LITERATURE

1. Ćirić, M. (1991): Pedologija III izdanje, Svjetlost, Sarajevo.
2. Govedar, Z. (2012): Gajenje šuma-ekološke osnove, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet Banja Luka.
3. Jovanović, B. (1985): Dendrologija, Šumarski fakultet, Beograd.
4. Marković, J. i saradnici (1997): Osnovne karakteristike razvoja nekih novih klonskih sorti topola. Savremena poljoprivreda 3-4 vol. 46, Novi Sad.
5. Oljača, R. Krstić, B., Stanković, D. (2011): Fiziologija drvenastih biljaka, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Banja Luka.
6. Stefanović, V. (1986): Fitocenologija II izdanje, Svjetlost, Sarajevo.

## THE NATURAL REGENERATION OF HIGH BEECH FORESTS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE REPUBLIC OF SRPSKA

*University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Republic of Srpska/B&H, Banja Luka, skoricsuma@yandex.ru*

*В результате исследований проведен сравнительный анализ естественного возобновления буковых лесов в северо-западной части Республики Сербской. Определена зависимость естественное возобновление (количества и высоты подроста) от степени проективного покрытия древостоя в буковых насаждениях*

### 1. Introduction

Common beech (*Fagus sylvatica* L.) is one of the most important tree species in Bosnia and Herzegovina, and in Republic of Srpska as well, both from commercial and ecological point of view [1]. In the Republic of Srpska, according to the Cadastre of forests and forest soils, high forests with natural regeneration occupy the area of 176 856, 73 ha, while total biomass of beech is estimated at 71.329.595 m<sup>3</sup>, or 30% of total biomass supply in Republic of Srpska.

### 2. Object and method of the research

The research was carried out in high beech forests with natural regeneration at the sites: Manjaca, Kozara and Budimlic Japra (Picture 1). At the mentioned locations, experimental surfaces of square shapes, dimension 60 × 60 m are placed. On each experimental surface, nine plates of circular shape, 6 m in diameter, were placed, where the number and height of the beech seedlings were determined, according to different age categories.



Picture 1 – Location of investigated stands (Google Earth Pro)



Picture 2 – Processed photo (green – tree crown; blue – sky)

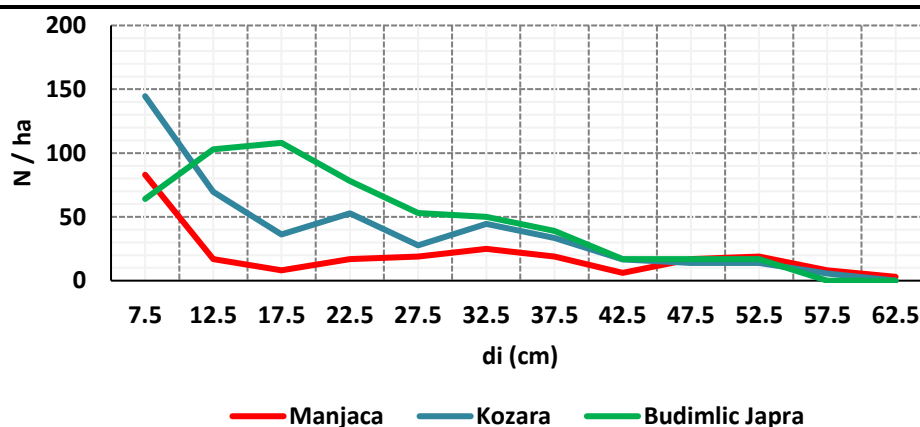
On the circular viewing surfaces, the degree of soil encroachment (degree of the canopy) of the crowns of the trees was determined. For more precise determination of the degree of the canopy, digital photographs were made, which were processed in the «PaintNet» program (Picture 2.). The influence of the degree of the canopy on the natural regeneration, respectively on the number and height difference of the seedlings, was determined. The aim was also to determine which interactional relations exist between the height and the number of seedlings and degree of the canopy.

### 3. Results of the research

The stand in Budimlic Japra has got the largest number of trees and the largest volume (Table 1). Stands on Manjaca and Kozara are approximately of uneven-aged structure. Stand in Budimlic Japra is of even-aged structure with expressed right asymmetry (Graph 1).

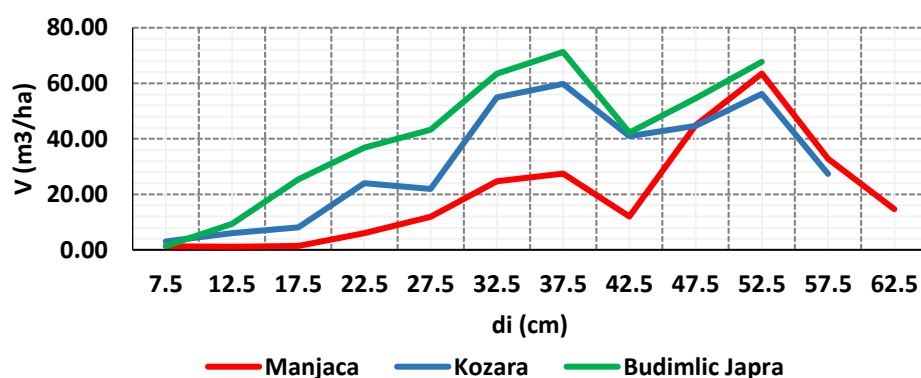
Table 1 - Basic taxation elements of investigated stands

di (cm)	Experimental surfaces - Manjaca				Experimental surfaces - Kozara				Experimental surfaces – B. Japra			
	N (kom/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H (m)	V (m <sup>3</sup> /ha)	N (kom/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H (m)	V (m <sup>3</sup> /ha)	N (kom/ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	H (m)	V (m <sup>3</sup> /ha)
7.5	83	0.37	8.28	1.24	145	0.64	11.21	3.02	64	0.28	11.59	1.39
12.5	17	0.21	12.28	1.11	70	0.85	15.88	6.07	103	1.27	16.51	9.39
17.5	8	0.19	15.88	1.39	36	0.87	20.07	8.14	108	2.60	20.86	25.38
22.5	17	0.68	19.10	6.05	53	2.10	23.78	23.99	78	3.10	24.64	36.85
27.5	19	1.13	21.93	11.88	28	1.65	27.00	21.90	53	3.15	27.85	43.22
32.5	25	2.08	24.36	24.71	44	3.69	29.73	54.87	50	4.15	30.49	63.42
37.5	19	2.10	26.41	27.51	33	3.68	31.98	59.77	39	4.31	32.55	71.27
42.5	6	0.85	28.06	12.00	17	2.37	33.75	40.96	17	2.41	34.05	42.17
47.5	17	3.01	29.33	44.83	14	2.46	35.03	44.65	17	3.01	34.98	54.53
52.5	19	4.11	30.21	63.50	14	3.01	35.82	56.16	17	3.68	35.34	67.66
57.5	8	2.08	30.69	32.77	6	1.44	36.13	27.31	-	-	-	-
62.5	3	0.92	30.79	14.62	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	241	17.72	-	241.61	459	22.77	-	346.83	546	27.96	-	415.28



Graph 1 - Diameter structure of stands

From Graph it is clearly visible that number of seedlings in stands on Manjaca and Budimlic Japra decreases with the increase of the degree of the canopy. On Kozara the situation is different. The highest number occurs with the degree of the canopy ranging from 0.7 to 0.8, and afterward it decreases again.



#### LITERATURE

1. Ballian D., Bogunić F., Mujezinović O., Kajba D. (2012). Genetska diferencijacija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Bosni i Hercegovini. Šumarski list, 136 (11–12): 587–595.

2. Babić, V. (2014). Uticaj ekoloških faktora i sastojinskih karakteristika na prirodnu obnovu šuma hrasta kitnjaka (*Quercus Petraea* Agg. Ehr.) na Fruškoj Gori, Doktorska disertacija Beograd, 2014 стр: 21-24.
3. Govedar, Z. (2011). Gajenje šuma – ekološke osnove. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, strana: 16–30, 244–248.
4. Miletić Ž. (1954): Uređivanje šuma, knjiga II, Beograd.
5. Mišević V. (1973): Produktivnost bukovih fitocenoza oglednog dobra Debeli Lug na raznim ekološkim podlogama, Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 40, Doktorska disertacija, Beograd.
6. Цвјетићанин, Р., Брујић, Ј., Перовић, М., Ступар, В. (2015). Дендрологија. Шумарски факултет у Београду, страна: 302–304.
7. <http://rhmzrs.com> 10. 03. 2018.

**Veselinović Duško**

## CHARACTERISTICS OF FAIRIES' BEECH FORESTS IN THE REGION OF ČAJNIČE

*Fakulty of Forestry, Banja Luka, Republic of Srpska, B&H,  
dusko.veselinovic@yahoo.com*

*«Буки фей», как их называет местное население, являются уникальной формой обычного бука, ранее описанного дендрологами как *Fagus sylvatica* «Pendula» и «Tortuosa». Древостой, который является объектом исследования, расположен в деревне Батотићи, недалеко от города Чайниче в юго-восточной части Республики Сербской. Он состоит из нескольких десятков деревьев, разбросанных по всему лесу, представленному буками обычной формы, что вызывает определенный интерес. Данное насаждение находится в частной собственности.*

### **1. Introduction**

Fairies' Beeches, as they are being called by the local population, are unique form of common beech, previously described by the dendrologists as *Fagus sylvatica* «Pendula» and «Tortuosa». Similar objects in the wilderness are extremely rare, with the only recorded place where such specimens grow being the so called Troll's Forest in Sweden [1]. Their name has got its roots in folk mythology, and one of the legend says that the reason why they grow in such a strange habitus is that fairies used to dance around them. The stand which is the object of this work is located in the village Batotići, close to the city of Čajniče in south-eastern part of Republika Srpska, an entity in Bosnia and Herzegovina. It consists of few dozen trees scattered throughout the forest, built by completely normal-looking beeches, and this fact makes them more confusing. The forest is in private ownership.

### **2. The aim of the research**

The conducted research was aimed at discovering basic principles on which this stand functions, determining the basic ecological relations and characteristics of the stand. One of the main parts of the experiment was aimed at uncovering the dynamics of reproduction of Fairies' Beech, and estimating the number of its seedlings. Apart from that, this research also focused on the ground flora of the forest, in order to determine phytosociological characteristics of the stand and to classify it into appropriate group.

### **3. Method of the research**

For the purpose of this research, a permanent experimental surface was set. The experimental surface is of square shape and it covers the area of 1 hectare. Through it, a secondary network was set, consisting of series of straight paths, one at each 20 m. At the intersections of each of those paths, a smaller square was set, measuring 4 m<sup>2</sup>. On these squares, seedlings of both common and Fairies' beech were counted. Heights of the Fairies' beech specimens were also recorded. For the phytosociological part of the research, Braun-Blanquet's methods were used.





Picture 1 - Phenotype characteristics of Fairies' beech (photo: Veselinovic, 2018)

#### 4. Results of the research

Fairies' beech stand comprises of approximately 30 trees, measuring from 0.5 to 12 meters in height (Picture 1). The reason why exact number of trees was not given, lies in the fact that it was hard to determine whether some of the smaller specimens, height less than 0.5 m, are Fairies' beech or the common one, something that can not be done without genetic research. Giving an average height of the Fairies' beech trees in the stand would make very little sense, because of the wide range of variations, and therefore, that part was excluded. Concerning natural reproduction of the trees, this experiment showed that it exist, with low to medium intensity. When about phytosociological aspects, the results show that this forest is close to the association *Luzulo-Fagetum*, acidophilus beech forests on phyllites and schists. Ground flora is characterized by species like *Luzula sylvatica*, *Luzula luzuloides*, *Deschampsia flexuosa*, *Galium saxatile*, *Polygonum bistorta*, *Polytrichum formosum*, *Leucobryum glaucum* etc.

#### 5. Conclusion

Fairies' beech is most certainly very rare object, with great potentials in many fields. But first of all, it demands special attention and protection. This stand should be extracted and put under the protection of the state as a «forest of special purposes». Furthermore, a thorough research of it's genome should definitely be undertaken. On the basis of that, plans should be made to preserve this unique phenomenon through in-situ measures via protection of the stand itself, and ex-situ measures, via establishing clonal collections and in vitro cultures.

#### LITERATURE

1. Brujić, J., Milanović, J. & sar. (2011): Biodiverzitet područja Cicelj, Arbor Magna, Društvo za zaštitu drveća, Banja Luka.
2. Stefanović, V. (1986): Fitocenologija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Sarajevo.

# МОНИТОРИНГ ЛУГОВОЙ, БОЛОТНОЙ И ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, РЕСУРСОБРАЗУЮЩИХ И ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ

Азовская Н. О.

## СТЕПЕНЬ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СУХИХ ГРИБОВ И ЕЁ ВКЛАД В ДОЗОВУЮ НАГРУЗКУ НАСЕЛЕНИЯ

УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, azovskaya\_natasha@tut.by

*The theses considers the main factors influencing the formation of doses of internal irradiation of the population living in areas contaminated with radionuclides. It is impossible to completely abandon forest management on radionuclide contaminated areas, as the role of forests in preventing radionuclides migration to adjacent territories decreases, their condition worsens due to diseases and trees falling apart in the absence of systematic care. It should be noted that, according to the forecasts of radioactive contamination of the territories of the of Belarus in 2046, there will be a decrease in surface contamination levels, but the contamination area of more than 37 kBq/m<sup>2</sup> will still be extensive – 829.3 thousand hectares. In the zone of radioactive contamination of the territory there will still be a large area of forest areas, therefore, the problem of increased <sup>137</sup>Cs in mushrooms will also be relevant in 2046. Due to the fact that fungi are one of the traditional sources of nutrition, the population up to 2046 will receive an additional dose of internal radiation from their consumption.*

В настоящее время в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивное загрязнение снизилось с 23 до 16% лесных угодий Беларуси, в различной степени загрязнены 45 лесхозов. После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей Cs-137 и Sr-90 в биологический круговорот веществ радиационная обстановка в лесах изменяется крайне медленно, так как самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада, продолжающегося многие десятилетия.

В настоящее время основной вклад в дозу (до 80%) стали давать лесные пищевые продукты, главным образом грибы, являющиеся традиционным продуктом потребления сельских жителей загрязненных районов.

Основными параметрами, влияющими на накопление активности из почвы в грибы, являются плотность поверхностного загрязнения почвы, физико-химические свойства почвы, видовая специфичность грибов, время сбора, состав насаждения и пр.

В лесах Беларуси произрастает около 200 видов грибов, из которых 35 хорошо известны и традиционно используются в питании населения. Наряду с грибами используются и лесные ягоды. Все исследователи выделяют грибы как самый загрязненный компонент лесного биогеоценоза, которому свойственно поглощение цезия-137 интенсивнее по сравнению со стабильным цезием и калием.

Потребление «даров леса» в доаварийный период в среднем на одного жителя лесных регионов Беларуси составляло 4 кг/год грибов и столько же ягод. Употребление их в пищу приводит к увеличению дозы внутреннего облучения на 0,3 мЗв/год при плотности загрязнения 185 кБк/м<sup>2</sup>. Очевидно, что при более высоких плотностях загрязнения эта доза будет больше. По данным исследователей, пищевые продукты леса, составляющие всего несколько процентов от массы ежедневного рациона сельских жителей Белорусского Полесья, определяют поступление в их организм до 50% общей активности цезия-137, содержащейся в рационе питания.

По степени загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  грибы условно разделяют на 4 группы:

– аккумуляторы радиоцезия: гриб польский, масленок осенний, моховики, свинушка тонкая, горькушка, колпак кольчатый (курочка). В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв, близких к фоновому значению ( $0,1 - 0,2 \text{ Ки/км}^2$ ), содержание  $^{137}\text{Cs}$  может превышать допустимый уровень;

– сильнонакапливающие: груздь черный, сыроежки всех видов, зеленка, волнушка розовая, решетник, скрипица, ежовик пестрый, синяк. Собирать грибы этой группы допускается при плотности загрязнения почв до  $1 \text{ Ки/км}^2$  ( $37 \text{ кБк/м}^2$ ) с обязательным радиометрическим контролем;

– средненакапливающие: лисичка настоящая, подберезовик, гриб белый, подосиновик, рядовка серая, подзеленка, сморчок конический, сморчок настоящий, строчок обыкновенный;

– слабонакапливающие: опенок осенний, опенок луговой, шампиньон лесной, гриб зончатый, дождевики.

Заготовку грибов, относящихся к слабо- и средненакапливающим цезий-137 группам, рекомендуется проводить в лесах с плотностью загрязнения почв до  $2 \text{ Ки/км}^2$  с обязательным радиометрическим контролем.

В ходе проведенных исследований степени радиоактивности сухих грибов (70 образцов) из 43 районов Беларуси было выявлено, что превышение РДУ-99 ( $2500 \text{ Бк/кг}$ ) наблюдается в 13 районах, преимущественно Гомельской области. Так же наблюдается превышение степени загрязненности в грибах из Столбцовского и Несвижского лесов Минской области, Ивьевского и Новогрудского – Гродненской, в Брестской области превышение в Лунинецком районе, в Могилевской области – в Шкловском районе.

Пробы грибов исследовали на гамма-радиометре РКГ-АТ1320А.

Неравномерность радиоактивного загрязнения наблюдается даже в пределах одного населенного пункта. Так, в Новогрудском районе большинство проб оказались загрязнены менее  $1000 \text{ Бк/кг}$ , а на одном участке –  $7300 \text{ Бк/кг}$ , в Гомельском районе одни образцы –  $1400 \text{ Бк/кг}$ , другие –  $4500 \text{ Бк/кг}$ , в Столбцовском районе – менее тысячи и  $9200 \text{ Бк/кг}$  соответственно, в Шкловском районе –  $670 \text{ Бк/кг}$  и  $7500 \text{ Бк/кг}$ . Поэтому об однородности загрязнения говорить нельзя, в каждом конкретном случае необходимо проверять степень радиоактивного загрязнения.

Больше всего радионуклиды цезия-137 содержатся в грибах из Житковичского ( $9995 \text{ Бк/кг}$ ) и Ветковского ( $16282 \text{ Бк/кг}$ ) районов. Самые «чистые» грибы (до  $100 \text{ Бк/кг}$ ) в Докшицком, Островецком, Минском, Смолевичском, Пуховичском, Узденском и Кричевском районах.

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 грибов индивидуальная доза внутреннего облучения может составить  $0,43 - 2,33 \text{ мЗв}$  (для примера Светлогорский район –  $3000 \text{ Бк/кг}$  и Ветковский –  $16282 \text{ Бк/кг}$ ). В соответствии с ГН № 213 «Критерий оценки радиационного воздействия», индивидуальная предельно допустимая доза от техногенных источников, которую человек может получить за весь период жизни, составляет  $70 \text{ мЗв}$  или  $1 \text{ мЗв/год}$ . А при употреблении только грибов эта доза будет превышена.

Действие от малых доз облучения может суммироваться или накапливаться. Суммирование доз происходит скрытно. Если в организм человека систематически будут поступать радиоактивные вещества, то со временем это приведет к развитию лучевой болезни.

Основные мероприятия по снижению дозовых нагрузок на человека: строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, радиационный контроль сырья и готовой продукции, радиометрический контроль продуктов питания и питьевой воды, использование технологий, снижающих активность пищевой продукции, использование для контроля радиационной нагрузки спектрометров излучения человека, применение энтеросорбентов для выведения радионуклидов из организма.

Проверить продукцию, выращенную (собранную) самостоятельно или купленную на рынках, можно в центрах гигиены и эпидемиологии, в лабораториях радиационного контроля лесхозов, расположенных на загрязненных радионуклидами территориях, которые занимаются измерением со-

держания радионуклидов в лесной продукции. Также это можно сделать в лабораториях радиационного контроля Белкоопсоюза, размещенных на обслуживаемых рынках, в местных центрах радиационного контроля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99.
2. Переволоцкий А. Н. Распределение  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лесных биогеоценозах. Гомель: Институт радиологии, 2006. 255 с.
3. Радиационный мониторинг лесного фонда. Обследование постоянного пункта наблюдения. Порядок проведения: ТКП -499-2013. Введ. 03.10.2013. Минск, 2013. 28 с.
4. Критерии оценки радиационного воздействия: гигиенический норматив. Введ. 01.01.2013. Минск: Министрство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. 232 с.
5. Памятка «Вы собираетесь в лес...». Рекомендации для населения по пользованию лесами на территории Краснопольского лесхоза / сост. Л. Н. Карбанович, Ж. И. Востокова, Н. Н. Кунцевич. Минск, 2012. 32 с.

Беломесяцева Д.Б.<sup>1</sup>, Звягинцев В.Б.<sup>2</sup>, Шабашова Т.Г.<sup>1</sup>, Волченкова Г.А.<sup>2</sup>

### ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ В КОНСОЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

<sup>1</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [tiniti@inbox.ru](mailto:tiniti@inbox.ru)  
<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [mycology@tut.by](mailto:mycology@tut.by)

***The information about 9 species of the invasive micromycetes causing pine diseases in Belarus are provided. *Cycloneusma minus*, *Dothistroma septosporum*, *Sphaeropsis sapinea*, *Sclerophoma pityophila*, *Cylindrocarpon destructans*, *Lecanosticta acicola*, *Ophiostoma polonicum*, *Coleosporium spp.* and *Phoma spp.* have been reported. The following invaders can be the most dangerous in the future: *Ophiostoma penicillatum*, *Fusarium circinatum* and *Phytophthora cactorum*.***

Сосняки являются преобладающей в Беларуси лесной формацией. Их народнохозяйственное значение исключительно велико. Помимо того, что они являются источником высококачественной древесины, сосновые леса имеют большое водоохранное, почвозащитное, климаторегулирующее, а также санитарно-гигиеническое значение.

В деле охраны и рационального использования сосновых лесов наряду с другими вопросами важное значение имеет оценка фитосанитарного состояния посадок, в частности, определение видового состава грибов, вызывающих болезни сосны. Изучение микромицетов позволяет вовремя и грамотно применить защитные мероприятия для предотвращения эпифитотий, а также избежать экономических потерь, возникающих при заготовке некачественного сырья.

В последние годы в связи как с изменением климата, так и с трансграничным перемещением растительного сырья, реальную угрозу для лесов Беларуси стали представлять заболевания, вызываемые инвазивными видами фитопатогенов.

Сотрудниками лаборатории микологии ГНУ ИЭБ НАНБ и кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ в течение 2010–2018 гг. проводились исследования по выявлению видового состава инвазивных фитопатогенов в лесах Беларуси. Оценка состояния сосновых насаждений, выявление очагов болезней проводилось в рамках рекогносцировочного и детального лесопатологических обследований. Сбор гербарных образцов проводился в различных ботанико-географических районах Беларуси, относящихся к 7 округам и 3 геоботаническим подзонам. Микофлористические обследования проводились выборочными методами. Материал

гербаризировался по стандартным методикам. Собранные образцы грибов находятся на хранении в микологическом гербарии MSK-F ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича» и в научной коллекции кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ.

Проведенный анализ всего объема доступной информации об инвазивных организмах, развивающихся на сосне обыкновенной, включая многолетние наблюдения авторов и данные ГУ «Беллесозащита», позволил составить список отмеченных фитопатогенных организмов и потенциальных инвайдеров, который приведен ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Болезни сосны обыкновенной, вызываемые инвазивными фитопатогенами

Болезнь (возбудитель)	Поражаемые породы	Распространенность в Беларуси
Болезнь типа шютте ( <i>Cycloneusma minus</i> )	Сосна	Единично
Болезнь типа шютте ( <i>Lecanosticta acicola</i> )	Сосна	Единично
Дотистромоз хвои ( <i>Dothistroma septosporum</i> )	Сосна, ель, псевдотсуга	Единично
Диплодиоз сосны ( <i>Sphaeropsis sapinea</i> )	Сосна, ель	Повсеместно
Склерофомоз сосны ( <i>Sclerophoma pityophila</i> )	Сосна	Единично
Коричневый пятнистый ожог хвои сосны ( <i>Mycosphaerella dearnessii</i> )	Сосна	Не отмечен
Отмирание корней древесных культур ( <i>Cylindrocarpon destructans</i> )	Сосна	Единично
Офиостомоз ели ( <i>Ophiostoma penicillatum</i> )	Ель, сосна, кедр	Не отмечен
Офиостомоз хвойных пород ( <i>Ophiostoma polonicum</i> )	Сосна	Единично
Рак (ожог) стволов и ветвей сосны ( <i>Atropellis pinicola</i> и <i>A. piniphilla</i> )	Сосна	Не отмечен
Ржавчина ( <i>Endocronartium harknessii</i> )	Сосна	Не отмечен
Ржавчина хвои ( <i>Coleosporium spp.</i> )	Сосна	Единично
Усыхание сосны ( <i>Diplodia scrobiculata</i> )	Сосна	Не отмечен
Фомоз посадочного материала ( <i>Phoma spp.</i> )	Сосна	Повсеместно
Фитофтороз древесных пород ( <i>Phytophthora cactorum</i> )	Хвойные и лиственные породы	Не отмечен
Фузариоз хвойных ( <i>Fusarium circinatum</i> )	Сосна, псевдотсуга	Не отмечен
Опухолевидный рак сосны ( <i>Cronartium quercuum</i> )	Сосна, дуб	Не отмечен
Ламинатная (концентрично трещиноватая) корневая гниль хвойных ( <i>Phellinus weirii</i> )	Сосна, ель, пихта, лиственница, псевдотсуга	Не отмечен

Приведенные выше болезни сосны, этиология которых связана с инвазией грибов, в половине случаев (9) уже отмечены на территории Беларуси.

К числу наиболее потенциально вредоносных патогенов относится *Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet, Bull. Soc. Sci. nat. Arch. Toulon et du Var 177: 9 (1968), данный целомицет является возбудителем красной пятнистости хвои (дотистромоза). Дотистромоз поражает сосны в 44 странах, в том числе, в России, Украине, Литве, Латвии. При значительном развитии болезнь приводит к сильному угнетению и даже гибели молодых сосен (Мусолин Д.Л., Селиховкин А.В., Булгаков Т.С., 2016). Первые упоминания об обнаружении *D. septosporum* в Беларуси относятся к 2013 г., до настоящего времени находки единичны.

Значительный интерес для лесной фитопатологии представляет дискомицет, идентифицированный как *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter, Eur. J. For. Path. 13(4): 208 (1983). В 2016 г. зафиксирована первая находка данного вида на территории Беларуси. Этот сумчатый гриб является патогеном хвойных пород, выявлен в Европе, Северной Америке, в Сибири, в Новой Зеландии (Watt M.S. et al., 2012).

Поражение побегов и хвои сеянцев сосны микромицетом *Sclerophoma pityophila* (Corda) Hohn., Sber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., Abt. 1 118: 1234 (1909) отмечалось в питомниках с 1990 года (Корзенко В.И., 1990), массовое развитие было зафиксировано в Негорельском учебно-опытном лесхозе в 2006 году (Беломесяцева Д.Б., Кириленкова Н.Ф., 2007).

Одним из наиболее часто встречающихся в питомниках сосны обыкновенной в Беларуси фитопатогенных грибов является *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton, in Sutton, The Coelomycetes (Kew): 120 (1980) – возбудитель диплодиевого некроза хвойных. Диплодиоз поражает многие виды хвойных и наносит ущерб лесному хозяйству в Северной Америке и Европе. При диплодиозе погибает до трети пораженных растений. Массовое развитие данного вида отмечается с 2009 года (Ярмолович В.А., Азовская Н.О., Беломесяцева Д.Б., 2010)

Новой болезнью является также фомоз посадочного материала, широко распространенный в лесных питомниках Беларуси. Возбудителем болезни являются почвенные целомицеты из рода *Phoma* spp. Sacc. Растения в возрасте 2 лет и старше могут погибать частично (обычно усыхает побег текущего прироста вместе с хвоей). В настоящее время фомоз диагностируется преимущественно методами молекулярного анализа. С целью изучения возбудителя в Институте леса НАН Беларуси проведено прочтение его генома методом секвенирования (Баранов О.Ю., Дишук Н.Г., Романенко М.О., Ярмолович В.А., 2013).

Таким образом, при рассмотрении инвазивной составляющей в микобиоте сосны обыкновенной следует отметить отсутствие эпифитотийного или близкого к нему распространения вышеуказанных видов микромицетов. Однако наличие очагов инфекции свидетельствует о том, что при возникновении благоприятных для развития патогенов почвенно-климатических условий могут последовать вспышки таких заболеваний.

Наиболее вероятными инвазиями в ближайшие годы, с нашей точки зрения, опасных грибов возбудителей болезней сосны являются *Ophiostoma penicillatum* (Grosmann) Siemaszko, *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell и *Phytophthora cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt.

**Бордок И.В., Моисеева Т.Р., Маховик И.В., Волкова Н.В., Пасмурцева В.В.**

## **МОНИТОРИНГ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД И СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ КАК ИНДИКАТОР ИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА**

*ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, bordok1957@mail.ru*

***Data on prognosis evaluation of productivity of resource-forming species of berry plant and edible fungi in Belarus are provided on the basis of monitoring.***

В лесах Беларуси сосредоточены значительные ресурсы дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов, которые имеют социальное, пищевое, лекарственное и кормовое значение, играют неопределимую роль в формировании и поддержании биологической устойчивости лесных фитоценозов, составляют немалую долю в экспортном сегменте экономики. Биологический запас плодов ресурсообразующих видов ягодных растений Беларуси на территории с загрязнением почв  $^{137}\text{Cs}$  до 2 Ки/км<sup>2</sup> составляет 51 тыс. т, съедобных грибов – 58,8 тыс. т [1]. Однако в последние годы отмечается снижение ресурсного потенциала дикоросов, что связано в первую очередь с аномальными природными явлениями и возрастанием антропогенной нагрузки на лесные экосистемы: рубки леса, в том числе участков, поврежденных ко-

роенным усыханием; лесовосстановление; лесные пожары; радиоактивное загрязнение; осушительная мелиорация и выработка торфяников; заготовка ягод и грибов в нарушение законодательных норм.

В решении актуальных вопросов рационального природопользования определяющую роль играет правильное и оперативное планирование процесса заготовок дикорастущих ягодных растений и съедобных грибов, которые базируются на мониторинговых исследованиях и прогнозных оценках.

На основе общепринятых в ресурсоведении методик и приемов в Институте леса НАН Беларуси с 2006 года функционирует система мониторинга ягодных зарослей и грибных угодий с оценкой их состояния и урожайности. Целью мониторинга является информационное обеспечение государственных органов и заинтересованных юридических лиц достоверной и своевременной информацией о состоянии запасов дикорастущих хозяйственно ценных видов ягодных растений, съедобных грибов для принятия оперативных управленческих решений в области сохранения, рационального использования и воспроизводства их ресурсов.

Задачи мониторинга ягодных растений и съедобных грибов включают:

- ✓ оценку состояния популяций ресурсообразующих дикорастущих хозяйственно ценных видов ягод и съедобных грибов;
- ✓ выявление факторов, отрицательно влияющих на ресурсный потенциал дикоросов;
- ✓ оценку плодоношения и оперативный прогноз урожайности дикорастущих хозяйственно ценных видов ягодных растений и съедобных грибов;
- ✓ оценку воздействия заготовок на состояние природных популяций и урожайность ягодных растений и грибоносных угодий;
- ✓ разработку предложений по корректировке допустимого объема заготовок растительных ресурсов в разрезе областей и республики в целом;
- ✓ накопление и систематизацию сведений мониторинга и предоставление их юридическим и физическим лицам.

Объектами мониторинга в Беларуси являются: брусника обыкновенная, голубика топяная (болотная), клюква болотная, черника обыкновенная; из грибов – белый гриб, подберезовик, подосиновик, лисичка обыкновенная, опенок осенний.

Наблюдения за ресурсообразующими видами ягодных растений и съедобных грибов выполняются на постоянных пунктах наблюдения (ППН) и временных пробных площадях (ВПП), подобранных на землях лесного фонда трех геоботанических подзон Беларуси, регулярно посещаемых сборщиками ягод и грибов в местах их массовых заготовок. Особенности размещения ППН позволяют проводить мониторинг в наиболее характерных участках леса (болота), где произрастают ягодные заросли и расположены грибные угодья, и они репрезентативны в отношении административной территории. При их выборе используются данные, полученные при выполнении ресурсных исследований, а также таксационные материалы лесохозяйственных учреждений.

По результатам текущего года и на основании многолетних исследований, для каждого вида дикорастущих ягодных растений вегетационного сезона устанавливали даты прохождения основных фаз фенологического развития, которые положены в основу при назначении сроков начала сбора ягод.

Приведем пример. В 2016 году по данным мониторинга нами было сделано заключение о достаточно высокой продуктивности черники в большинстве областей Беларуси (таблица 1). Также дан прогноз о низкой урожайности белого гриба на всей территории страны и ожидаемом высоком урожае лисички в Гродненской и Минской областях.

Для иллюстрации объективности прогноза урожайности по результатам мониторинга, который отражается в фактических объемах заготовки в разрезе административных территорий, приведем данные о заготовках и закупках в 2016 году дикорастущих ягод и съедобных грибов (таблица 2).



Таблица 1- Прогнозные показатели степени плодоношения ресурсообразующих видов ягодных растений на 2016 г.

Область	Балл плодоношения по видам ягодных растений			
	черника	брусника	голубика	клюква
Брестская	3	2	2	2
Гомельская	3	2	3	2
Гродненская	3	2	2	2
Могилевская	3	2	2	2
Минская	3	3	2	2
Витебская	4	3	3	4

Таблица 2 - Сведения о заготовках и закупках ягодных растений и съедобных грибов по Беларуси в 2016 году (по данным Минприроды)

Область	Закуплено и заготовлено дикорастущих ягод (грибов), т					
	белый гриб	лисичка	черника	клюква	голубика	брусника
Всего по Беларуси, в т.ч.:	81,0	5 157,3	15 718,1	724,6	57,5	108,0
Брестская	6,7	205,6	4 689,4	113,1	0,9	1,4
Гомельская	6,1	780,8	2 230,0	70,0	1,2	0
Гродненская	9,3	2 425,4	3 276,8	75,6	2,2	1,1
Могилевская	0	286,6	753,8	46,1	11,0	0,5
Минская	53,1	1 259,2	4 345,9	225,0	3,1	96,1
Витебская	5,8	199,7	422,2	194,8	39,1	8,9

Анализируя данные таблицы 2, в целом можно заключить, что параметры прогноза урожайности по результатам мониторинга и фактические сведения о заготовках дикоросов свидетельствуют о достаточно высокой степени их корреляции. К примеру, относительно черники это касается четырех из шести областей Беларуси. Аналогичная тенденция отмечена и в отношении клюквы. Но надо признать, что в отдельных случаях прогнозные и фактические сведения все же расходятся. И на то имеются объективные причины. Так, в 2016 году в лесах и на болотах по прогнозу ожидался средний и выше среднемноголетнего урожай брусники. Лучше (в среднем 85 кг/га) плодоносила брусника в Витебской области, в Минской – около 75 кг/га, местами ягодная продуктивность превышал 140 кг/га, ниже (39–46 кг/га) – в других регионах. Однако в фазу начала созревания ягод (III декада июля – начало августа) во многих регионах Беларуси установилась аномально высокая температура воздуха, отмечен дефицита осадков, что явилось причиной формирования мелких ягод брусники, они потеряли товарный вид и оказались малопригодными для реализации в торговой сети. Положение с заготовкой более конкурентоспособной брусники можно было исправить, если бы сроки начала сбора по результатам мониторинга были смещены на более ранние. Следовательно, в подобных ситуациях необходимо принимать более гибкие управленческие решения о сроках сбора ягод, исходя из реальной обстановки, что отвечало бы интересам как заготовителей, так и потребителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гримашевич, В.В. Ресурсы основных видов лесных ягодных растений и съедобных грибов Беларуси / В.В. Гримашевич, И.В. Маховик, Е.М. Бабич // Природные ресурсы. – 2005. – № 3. – С. 86–94.



## ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ

Ботанический сад Львовского национального университета имени И. Франко,  
г. Львов, Украина, lborsukiewicz@gmail.com

*It has been established that floodplain forests in Ukraine are represented by 3 classes. Analysis of the influence of few highly invasive species on communities of floodplain forests has been made. It has been identified that the most endangered is Salicion albae alliance. The most invasive species create their own communities and drastically change the structure of aboriginal ones.*

Пойменные леса характеризуются значительным видовым разнообразием и играют значительную роль в поддержании фиторазнообразия. Они выполняют чрезвычайно важные экологические функции, в частности, противоэрозионную, водорегулирующую, противопаводковую, рекреационную и многие другие. На сегодняшний день эти леса занимают все меньше территории, местами формируя небольшие полосы или отдельные массивы по берегам незарегулированных рек, поэтому представляют большую научную ценность. В прошлом они встречались значительно чаще. Основная причина их исчезновения – антропогенное воздействие, а именно, зарегулирование рек. В связи с этим возникают актуальные научные вопросы исследования и мониторинга структуры этих лесов, последствий антропогенного воздействия, динамики. Одной из задач является также изучение их ценофлор, особенно исследования раритетной составляющей.

В связи со значительной экологической и биологической ценностью пойменных биотопов, значительная их часть принадлежит к редким биотопам международной значимости (в соответствии с Директивой ЕС о местообитаниях): коды 3230, 3240, 91E0, 91F0, 92A0.

По результатам наблюдений 2014–2017 гг., проведенных в разных регионах Украины (Полесье, Лесостепь, Карпаты, Закарпатская низменность), нами выделены ивовые, ольховые и дубовые пойменные леса, которые принадлежат к трем классам эколого-флористической классификации (*Salicetea purpureae* Moor 1958, *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968, *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff). Наибольшую озабоченность вызывает состояние сообществ союза *Salicion albae* Soó 1951, поскольку по результатам наших исследований, именно они более всего подвержены влиянию адвентивных инвазивных видов.

Нами выделено несколько высокоинвазивных видов, которые в значительной мере изменили состав и структуру сообществ пойменных лесов. Это *Reynoutria sp.*, *Helianthus tuberosus* L., *Solidago gigantea* Ait., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.Gray, *Impatiens glandulifera* Royle, *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L.

Вторжение инвазивных видов связано с деятельностью человека и общими процессами антропогенного преобразования экосистем. Адаптивная стратегия этих видов предоставляет им возможность легко и быстро распространяться в различных типах сред обитания – рудеральных, антропогенных и даже естественных нефрагментированных сообществах.

Наибольшее разнообразие инвазивных видов растений сосредоточено на Закарпатской низменности. В результате анализа характера распространения, количества местонахождений, численности и занимаемых площадей выделены наиболее опасные из них: *Reynoutria sp.*, *Helianthus tuberosus* и *Acer negundo*. Виды рода *Reynoutria sp.* и *H. tuberosus* занимают огромные территории в поймах Закарпатской низменности, полностью изменив их облик. Участие *A. negundo* по сравнению с другими регионами Украины незначительно.

Виды рода *Reynoutria* и *Helianthus tuberosus* не влияют на структуру древесного яруса. Но в структуре травянистого яруса происходят кардинальные изменения, и на конечных стадиях формируется монодоминантный ярус с единичными включениями 2–3 видов. Тогда как в пойменных лесных сообществах, состоящих из аборигенных видов, видовое разнообразие достигает 30–40 видов на 100 м<sup>2</sup>. Чаще всего трансформированные антропогенные сообщества

формируются по берегам рек Уж, Латорица, Тиса, на низменности в пределах 100–200 м над у. м.

Экологическое влияние данных видов проявляется в их высокой инвазионной активности. Эти виды формируют густые, монодоминантные ценопопуляции вдоль рек и речных потоков, тем самым полностью изменяя флористическую структуру исходных сообществ. Процесс делиминации аборигенных видов происходит в направлении полного их вытеснения. В долгосрочной перспективе инвазионные виды не оставляют практически никаких шансов для других компонентов фитоценозов, занимая их экологические ниши. Однако такой результат является лишь одним из этапов изменения, напоминающим эффект домино и касающийся различных элементов экосистемы.

В Лесостепной зоне, особенно на Полесье, участие этих видов в пойменных сообществах значительно уменьшается. Главным и самым опасным преобразователем прибрежных сообществ становится *A. negundo* – североамериканский вид, который за последние 100 лет полностью изменил структуру растительности на европейском континенте. Обладая широкой экологической амплитудой и пластичностью, вид встречается не только в лесопосадках и парках, но и является содоминантом, а часто и доминантом, в пойменных лесах, особенно тех, которые в связи с зарегулированием рек давно не затапливаются. Участие и обилие вида в составе сообществ увеличивается с севера на юг. С большим покрытием *A. negundo* встречается на бедных почвах, где чаще всего формирует смешанные сообщества с *Salix alba* и *S. x rubens*, с покрытием до 60–70%. Реже формирует монодоминантные сообщества. Из 980 обработанных геоботанических описаний *A. negundo* был зафиксирован в 402, в трети из них с покрытием более 10%. Часто в таких сообществах встречаются и другие рудеральные виды, формируя, таким образом, обедненные вторичные фитоценозы, которые чаще всего растут в зарегулированных частях рек, в посадках, вблизи нааселенных пунктов.

Надо отметить, что в дубовых и ольховых пойменных лесах *A. negundo* встречается значительно реже и почти никогда не является доминирующим видом, особенно на влажных илистых субстратах. Это объясняется относительно меньшим уровнем фрагментированности указанных сообществ по сравнению с прибрежными, более рудерализованными, ивовыми лесами и кустарниками.

Еще одним инвазивным видом, формирующим отдельные сообщества, является североамериканский вид *A. fruticosa*. В Украине он наиболее распространен в бассейне Днестра и Десны. Вид засухоустойчив, толерантный к засолению, растет преимущественно на песках, в поймах и на террасах больших рек. Формирует отдельные сообщества, которые относятся к союзу *Rubus caesii*-*Amorpha fruticosa* Shevchyk et V. Solomakha in Shevchyk et al. 1996, которые в зависимости от степени увлажнения и времени года состоят из видов разных местообитаний – от гигро- до ксерофитов.

Достаточно часто *A. fruticosa* также формирует кустарниковый ярус в лесах с *Salix alba* L. и *Populus alba* L. Покрытие вида значительное, часто достигает 100%. Но, по сравнению с *A. negundo*, такие леса менее рудерализованы и более богаты флористически. Травянистый ярус представлен хорошо.

Наши исследования подтверждают литературные данные о значительных контрастах в экосистемах пойм отрегулированных и свободно текущих рек. Выпрямление русла нарушает целостность местообитания, тем самым способствуя рассеиванию семян и увеличению числа адвентивных видов, уменьшению биоразнообразия. Оно снижает сопротивление сообществ растительности антропогенному влиянию. Только за последние сто лет площадь пойменных лесов в Украине уменьшилась на 44%. Систематические наблюдения за состоянием и динамикой этого типа растительности проводились только в поймах больших рек восточной Украины. В то же время за несколько последних десятилетий в составе пойменной лесной растительности возникли целые новые союзы, в которых доминирующими являются инвазивные виды. Значительно увеличилась площадь, занятая рудерализованными сообществами, представленными значительным количеством адвентивных видов. Чтобы оценить современное со-

стояние данного типа растительности, проследить насколько масштабны изменения, произошедшие в них, а также спрогнозировать, какие изменения предвидятся в будущем, наиболее удобным и информативным является мониторинг модельных территорий, а также объектов природно-заповедного фонда.

Власов Б.П., Грищенко Н.Д.

## МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕК И ОЗЕР БЕЛАРУСИ

УО «Белорусский государственный университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, vlasov@bsu.by

*The analysis of long-term dynamics of development of aquatic vegetation in rivers and lakes of Belarus which are subjects of observations in the system of monitoring of aquatic vegetation is given. The main factors of changes of natural and anthropogenic character are revealed. The most indicative examples of such changes are given.*

Мониторинг водной растительности (МВР) – система регулярных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния высших водных растений (ВВР) и среды их обитания под воздействием природных и антропогенных факторов. Сеть пунктов наблюдения МВР включает постоянные водные объекты (озера, водохранилища, реки), в число которых вошли самые крупные, самые глубокие, имеющие большое природное и народнохозяйственное значение, а также водные объекты с уникальной флорой, охраняемые и находящиеся под сильным антропогенным воздействием.

Для некоторых озер, где имеется длительный ряд наблюдений, зафиксированы изменения в зарастании, обусловленные воздействием естественных природно-климатических и антропогенных 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.

Наиболее распространенными причинами антропогенного изменения озер Беларуси на современном этапе являются воздействие гидротехнического строительства, влияние осушительной мелиорации, объектов промышленного и сельскохозяйственного производства, селитебных территорий, рекреационного использования и изъятие ресурсов. К числу последствий антропогенного влияния относятся изменения в видовом составе и количественном развитии ВВР: появление широко распространенных, монодоминантных и толерантных к изменению условий среды видов в сообществе гидробионтов, сокращение площади зарастания и биомассы водных растений, увеличение или снижение биомассы макрофитов в результате конкуренции первичных продуцентов (фитопланктона).

Общие закономерности изменения озер под влиянием мелиоративных преобразований территории хорошо прослеживается на примере крупнейшего водоема Полесья – озера Червоное. Озеро до мелиорации водосбора отличал бедный видовой состав и слабая степень зарастания. Вследствие гидромелиоративного преобразования произошло уменьшение средней глубины, повышение минерализации воды и концентрации питательных веществ. Сформировались благоприятные условия для развития ВВР. Однако затем нестабильный гидрологический режим, низкая прозрачность, высокая цветность воды привели к уменьшению биомассы надводных макрофитов и практически полному исчезновению подводных. Сравнительный анализ многолетних данных позволяет говорить о том, что существовавший гелофитный тип зарастания озера сначала сменился гело-гидрофитным, а затем снова гелофитным. Степень

зарастания озера изменялась от 3% (до начала 1960-х гг.) до 37,3% в 1990–2003 гг. и 8% площади озера в 2011 г. Изменения, произошедшие за период наблюдения, свидетельствуют об увеличении антропогенной эвтрофикации озера.

В результате добычи сапропелей из озер в макрофитном сообществе происходят экстремальные изменения – механическое уничтожение погруженной растительности в местах выработки, полупогруженной растительности по берегам озер при очистке берегов от слябины. Искусственное понижение уровня приводит к сокращению зарослей макрофитов на мелководьях, перестройке фитоценозов. В результате обогащения воды питательными веществами отмечается появление продуктивных зарослей погруженных макрофитов. В отдельных случаях отмечается сокращение глубины произрастания погруженной растительности при уменьшении величины прозрачности в результате искусственного эвтрофирования озер или взмучивания осадков.

Примером таких изменений является оз. Судобле. В начальный период наблюдений (2001 г.) в озере доминировала погруженная растительность – водоем относился к гидрофитному типу. Во время обследования озера в 2016 г. погруженная растительность практически полностью отсутствовала. Из видового состава макрофитов исчезли харовые водоросли.

Влияние рекреации на озера проявляется в нескольких аспектах: дополнительном поступлении загрязняющих и биогенных элементов, перепланировке прибрежной полосы при благоустройстве пляжной зоны и организации территории, вырубке и вытаптывании древесной, прибрежной и околородной растительности, загрязнении территории мусором, а также в механическом уничтожении и повреждении прибрежных зарослей макрофитов. Высокая рекреационная нагрузка и уничтожение растительности снижает защитную барьерную функцию макрофитов на пути проникновения эвтрофирующих веществ и приводит к ухудшению качества воды озер.

Озера Нарочь, Мястро, Лосвидо, Кривое, Бобрица, Селява испытывают интенсивную рекреационную нагрузку, а озера Дривяты, Лепельское, Лукомское, Люхово и Езерище помимо рекреации имеют и точечные источники загрязнения с городских территорий.

За последние 12 лет произошли существенные трансформации в экосистеме оз. Белое (Доброплесы), естественный ход в эволюции озера оказался прерван: из мезотрофного водоема озеро перешло в эвтрофный. О резком скачке в эвтрофировании озера свидетельствуют изменения физико-химических показателей водной массы: увеличение цветности, уменьшение прозрачности, площади распространения, биомассы и числа видов макрофитов, практически полное исчезновение погруженных растений, в том числе охраняемых видов: лобелии Дортмана, полушника озерного. Озеро из гидрофитного типа перешло в гелофитный. Причиной таких резких изменений является антропогенное влияние, которое складывается из поступления биогенных элементов с территории туристического комплекса на западном берегу озера и в результате зарыбления озера растительноядными рыбами.

Объекты мониторинга на реках определены на основе бассейнового принципа и располагаются: для трансграничных крупных рек – в створах или вблизи пересечения границ; для рек второго и третьего порядка – в нижнем течении (устье), срединной части и верховье (истоке). Пункты, расположенные в верховье рек, отражают состояние водотоков, слабо или не подверженных антропогенному влиянию. Пункты, расположенные в устьевой части, отражают интегральные характеристики водотоков, как правило, сильно измененных хозяйственной деятельностью.

Кроме природно-климатического фактора, влияние на развитие и состояние ВВР рек оказывает антропогенный фактор. Так, к отрицательным последствиям гидротехнического строительства следует отнести резкую деградацию прибрежной растительности, которая может привести к «цветению» и снижению качества воды. Например, работы по изменению фарватера р. Сож в г. Кричеве в 2010 г. (а также климатические факторы), привели к заметному поднятию уровня воды в 2017 г., что повлекло изменения в распространении ВВР: надводные макрофиты заняли образовавшуюся экологическую зону, обусловленную подъемом уровня воды, изменения в подводной растительности менее заметны.

Коренное изменение речных берегов не способствует формированию устойчивых растительных формаций. Свидетельством тому является динамика развития ВВР на ключевом участке (КУ) Могилев р. Днепр: укрепление берегов подпорными стенами, сведение на них естественной растительности, с одной стороны, предотвращает зарастание и заиливание реки, однако при этом резко снижается продуктивность ВВР, а, следовательно, и ее функция «био-фильтра» на пути загрязняющих веществ.

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, в особенности крупных городов. Так, р. Западная Двина на КУ Новополоцк характеризуется устойчивым «азотным» и «фосфатным» загрязнением. Естественный видовой состав, характер и степень развития макрофитов сильно изменены под влиянием высокой антропогенной нагрузки. В видовом составе преобладают погруженные виды с высокой сапробной валентностью: рдест гребенчатый, рдест пронзеннолистный, роголистник, уруть. Массовое развитие получили скопления нитчатых водорослей, регулярно наблюдается сильное цветение воды.

Волкова Е.С.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХРЕБТА СУТАЙ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)

ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»,  
г. Томск, Российская Федерация, [elevolko@yandex.ru](mailto:elevolko@yandex.ru)

*At present the vegetation transformation on the high mountain regions of The Mongolian Altai is observed. The characteristic of geomorphological features of object of study was made, the botanical sites reflecting the main types of plant communities was described, the degree of pasture digression have been calculated as a result of the expedition works in the river basin Khushuut within the range Sutay located in the mountain system of the Mongolian Altai. It is established that the observed changes of vegetation are caused a number of factors, the main of which are natural and climatic processes. Significant human activity also contribute to further changes in the state of vegetation.*

В настоящее время на территории высокогорных частей Монгольского Алтая фиксируются определенные признаки трансформации растительного покрова. В чем это выражается, каковы причины и возможные последствия этого процесса – на эти вопросы можно ответить, проведя комплексную характеристику состояния растительности и тех факторов, которые влияют на происходящие изменения.

В качестве модельного участка был выбран хребет Сутай, являющийся крупным центром современного оледенения Западной Монголии и достаточно наглядным примером происходящей трансформации. Проводимые исследования базировались на традиционных и современных полевых методах наблюдений и методах статистической обработки метеоданных. В информационно-аналитическую основу были положены материалы Российско-Монгольских экспедиционных работ в летний период (июль-август) 2016–2017 гг. в высокогорных районах хребта Сутай. В ходе экспедиции научными сотрудниками лаборатории самоорганизации геосистем ИМКЭС СО РАН был собран и обработан обширный геоморфологический и ботанический материал, а также данные наблюдений за геоэкологической обстановкой. Геоботанические исследования проводились на площадках, расположенных на северном макросклоне хребта Сутай по проложенному высотному профилю вдоль долины р. Хушуут от

2590 м до 3100 м над уровнем моря. Кроме полевых материалов были задействованы отечественные и зарубежные базы данных за период с 1956 по 2017 гг. по 15 метеостанциям Западной Монголии.

Наши исследования подтверждают мнения ученых, что основная причина трансформации растительного покрова связана, безусловно, с природно-климатическими изменениями. Статистический анализ среднегодовой температуры за 60-летний период показывает устойчивый положительный тренд почти для всех метеостанций Западной Монголии, который в среднем составляет  $2,3^{\circ}\text{C}$  (Мельник, Волкова, 2017). Это, соответственно, ведет к структурной перестройке многих природных комплексов в высокогорных районах. Так, современные исследования показывают неуклонную тенденцию к сокращению площади оледенения и уменьшению количества самих ледников (Бородавко, 2017; Ганюшкин и др., 2016; Kamp, Pan, 2015). По мнению монгольских коллег, процесс дегляциации идет достаточно динамично и поступательно в течение последних десятилетий, и при сохранении современных трендов большинство современных ледниковых массивов (например, хребтов Сутай, Цамбагарав и Мунххайрхан) может практически исчезнуть уже к 2100 г. (Дэмбэрэл, 2013).

В условиях адаптации ландшафтных структур к изменяющимся условиям среды обитания изучение процессов трансформации растительного покрова важно не только для оценки экологического баланса территории, но и для прогнозирования развития сферы природопользования. В условиях, когда идет постепенное сокращение площади оледенения, появляются новые районы для выпаса скота. Это, с одной стороны, положительно сказывается на развитии пастбищного скотоводства, но, с другой стороны – способно нарушить существующее геоэкологическое равновесие местных ландшафтных структур. В этих условиях исследование происходящих процессов трансформации растительного покрова высокогорий Монгольского Алтая, выявление их причин и возможных последствий, а также анализ тех изменений, которые зависят от антропогенной деятельности, имеют актуальность и требуют детальных натурных наблюдений.

Геоботанические наблюдения велись на площадках размером 10x10 м с учетом геоморфологических особенностей и описывались по следующему алгоритму: геоморфологическая характеристика площадки (абсолютная высота, элементы рельефа, расстояние от ледника), общая характеристика травостоя (средняя высота, максимальная высота, проективное покрытие), описание видов растительности (вид, доля участия в общем проективном покрытии), нарушенность ландшафта (степень антроподинамической дигрессии, поврежденность побегов съедобных для скота видов растений).

Основной тип растительности высокогорий Монголии характеризуется наличием низкотравных кобрезиевых лугов на горно-луговых, маломощных почвах (Юнатов, 1950). Нами кобрезиевые луга обнаружены на высотах от 2960 м до 3000 м, где отмечается богатое видовое разнообразие цветковых растений (25 видов) и 5 видов мхов. Наибольшее распространение получила *Kobresia myosuroides* с примесью высокогорной осоки (*Carex tristis*). Можно полагать, что кобрезиевые луга, имея высокую устойчивость к изменениям внешней среды, будут подниматься выше, занимая освободившиеся экологические ниши на моренных отложениях. Пастбищная дегрессия на этой территории пока еще не наблюдается.

По мере увеличения абсолютной высоты до 3100 м кобрезиевые пустоши сменяются каменистыми россыпями на молодых моренных отложениях. Цветковые растения здесь слагаются *Crepis nana*, *Gastrolychnis apetala*, *Minuartia verna*, *Waldheimia tridactylites* и др. Выше можно наблюдать небольшие вкрапления мхов (*Stereodon vaucherii*) и накипных лишайников, что свидетельствует о начальном процессе заселения территории, освободившейся от ледника, первичной растительностью.

На высоте с 2650 м до 2960 м произрастают разнотравно-незабудочниковые степи, которые доминируют в общем проективном покрытии. Определены такие растения как: незабудочник (*Eritrichium subrupestre*), *Kobresia myosuroides*, *Carex duriuscula*. В этих степях уже ощущаются признаки антропогенной деятельности: в районах выпаса скота средняя высота травяного яруса изменяется от 7–10 см до 3–4 см. Обилие *Carex duriuscula* и *Eremogone meyeri*,

устойчивых к выпасу растений, изменяется на разных участках долины от 5 до 15% (Волкова, Тимошок, 2017).

Еще ниже в мезопонижениях рельефа с повышенным режимом увлажнения произрастают злаки: *Elymus kronokensis*, *E. pamiricus*, *Festuca ovina*, *Calamagrostis macilenta*, *Koeleria cristata*, *Poa altaica*, *Trisetum mongolicum*. На каменистых участках присутствуют *Orostachys spinosa* (семейство Толстянковые), *Euphorbia mongolica* (семейство Молочайные), *Ephedra monosperma* (семейство Эфедровые) и др. На этих формах рельефа отмечается средняя и высокая степень нарушенности естественного ландшафта, что подтверждается высоким проективным покрытием растений, не поедаемых скотом *Eritrichium subrupestre*, *Eremogone meyeri*, *Comarum salesovianum*, высокой поврежденностью побегов съедобных для скота видов растений и многочисленными скотопрогонными тропами.

Таким образом, установлено, что наблюдаемые изменения растительности в исследуемом районе обусловлены рядом факторов, главными из которых являются природно-климатические процессы. Большую долю в происходящие ухудшения состояния естественных ландшафтов вносит элемент антропогенной нарушенности. Следовательно, знание современного состояния и прогноз изменений ландшафтных структур высокогорных территорий Монгольского Алтая необходимы для понимания региональных особенностей реакций адаптации растительного покрова на происходящие изменения окружающей природной среды и требуют дальнейших наблюдений.

**Высоцкий Ю.И., Мержвинский Л.М., Морозов И.М.,  
Новикова Ю.И., Торбенко А.Б.**

## **АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИИ БОРЩЕВИКА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ**

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

***The publication contains an analysis of dissemination and state of invading populations of hogweed (Heracleum) in the District territory of Vitebsk Region.***

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 [1].

Борщевик Сосновского – это вид-колонизатор, который после первого обсеменения всего 1 растения создает колонию, занимающую определенную территорию. Этот вид-трансформер благодаря выделению химических веществ в почву (ингибиторов) угнетает аборигенную флору и изменяет состав фитоценоза.

Быстро заселяя нарушенные и заброшенные земли, полосы кустарников вдоль полей и другие неиспользуемые в хозяйстве территории, борщевик образует монодоминантные сообщества, вытесняя аборигенные виды. Это приводит к разрушению существующего фитоценоза и замещению его на ассоциацию сорных растений с преобладанием борщевика, при этом резко сокращается видовой состав луговых трав и возникает угроза эрозии почвы [2].

Когда эта угроза стала очевидной для Беларуси, нашими учеными была предложена программа по ограничению распространения борщевика [3].

В 2016–2017 гг. ВГУ имени П.М. Машерова проводил НИР по мониторингу мест произрастания борщевика в 8 административных районах на северо-востоке Витебской области.

Цель исследования – выявить современную площадь распространения инвазивных видов рода борщевик и дать оценку динамики инвазии.

Задачи: провести инвентаризацию колоний борщевика, создать ГИС распространения

борщевика в обследованных районах, провести ГИС-анализ данных мониторинга очагов инвазии.

**Материал и методы.** Материалом являлись очаги инвазии борщевика на северо-востоке Витебской области. Инвентаризация мест произрастания борщевика проводилась детально-маршрутным методом с применением GPS-навигации. Обработка результатов полевых исследований осуществлялась с использованием ГИС-технологий и ГИС-картографирования. Обрисовка контуров распространения борщевика производилась на Геопортале ЗИС Республики Беларусь по материалам аэрофотосъемки.

**Результаты и их обсуждение.** На основании полевых исследований распространения борщевика были созданы картографическая база данных распространения борщевика в программе *OziExplorer* и ГИС в программе *MapInfo*. Средствами ГИС проведен анализ распространения борщевика по территории районов, распределения земель, засоренных борщевиком, по землепользователям, состояния обследованных колоний и фитоценозов в местах произрастания борщевика.

В ходе инвентаризации мест произрастания борщевика для классификации колоний борщевика по пространственному расположению нами были выделены 5 типов колоний: точечные, пятнистые, ленточные, ленточно-пятнистые, площадные. Нами выявлены 6 градаций взаимозависимых состояний инвазивного вида и лугового фитоценоза в очаге инвазии. Исходя из этого, предложено 6 категорий состояния колоний борщевика: доминирует, прогрессирует, стабилен, угнетен, сильно угнетен, уничтожен [4].

Данные Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды о наличии очагов инвазии по административным районам.

Дубровенский район – в 2011 г. зарегистрированы 9 мест произрастания борщевика у 6 землепользователей общей площадью 1,6 га.

В 2015 г. на учете: мест – 14, пользователей – 8, площадь – 8,9 га, ликвидировано мест произрастания – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

При инвентаризации очагов инвазии в августе 2016 г. зарегистрированы GPS-координаты 45 колоний борщевика, состоящие из 55 очагов (мест произрастания) у 9 землепользователей общей площадью 12,3 га.

На территории Дубровенского района места произрастания сосредоточены в юго-восточной части района в 5 центрах распространения инвазии. Эти центры приурочены к хозяйственным дворам ферм в дд. Демьянково, Сватошицы, Сепищево, Станислово, Чубаково

На территории Дубровенского района из 45 зарегистрированных колоний борщевика 36 относится к малым колониям (до 3500 м<sup>2</sup>), 5 колоний средних размеров (до 1га), 5 колоний большого размера, площадью > 1га.

По типам земель площади, занятые борщевиком, распределились следующим образом: земли гослесфонда – 2%, земли для обслуживания дорог (дорожные откосы и придорожные канавы) – 17%, земли населенных пунктов – 19%, земли с/х предприятий – 62% [4].

Лиозненский район – в 2011 г. находится на учете 13 мест произрастания борщевика у 9 землепользователей общей площадью 2,34 га. Ликвидировано мест произрастания – 1, выявлено новых мест произрастания – 0.

2015 г. на учете: мест – 25, пользователей – 9, площадь – 4,51 га, ликвидировано мест – 0, выявлено новых мест произрастания – 0.

При инвентаризации очагов инвазии в 2016 г. зарегистрированы GPS-координаты 32 колоний борщевика общей площадью более 8га, что на 6 очагов больше данных о числе мест произрастания и в 2 раз больше официально учтенной площади произрастания.

На территории Лиозненского района основное количество очагов сосредоточено в трех центрах инвазии, откуда идет экспансия борщевика. Самый многочисленный по числу мест произрастания борщевика центр инвазии находится рядом с г.п. Лиозно в аг. Адаменки (множественные очаги вокруг фермы и в окрестностях), 2-й центр – «Пневские поля» в окрестностях д. Пнево, 3-й центр – хоздвор бывшей фермы в д. Хотемля, где самая большая колония в районе (2,6 га).



На территории Лиозненского района из 32 зарегистрированных колоний борщевика 28 относятся к малым колониям (до 500 м<sup>2</sup>), 3 колонии средних размеров (до 1га), 1 колоний большого размера площадью > 1га.

По типам земель площади, засоренные борщевиком, распределяются следующим образом: подавляющая часть площадей, засоренных борщевиком, это земли сельхозпредприятий – 96% (77785 м<sup>2</sup>), 2% (1767 м<sup>2</sup>) – земли ЖКХ (мини полигоны ТКО), 1% (953 м<sup>2</sup>) земли населенных пунктов, 1% (623 м<sup>2</sup>).

Среди 5 категорий состояния колоний борщевика в Лиозненском районе распределились следующим образом: доминирует – 68% (площадь – 55323м<sup>2</sup>), прогрессирует – 14% (11225 м<sup>2</sup>), стабилен – 2% (1170 м<sup>2</sup>), угнетен – 16% (13198 м<sup>2</sup>), отсутствует – 0% (214 м<sup>2</sup>).

В Сенненском районе в 2011 г. находится на учете 20 мест произрастания борщевика общей площадью 32,9 га у 20 землепользователей. В 2016 г. на учете: мест – 52, пользователей – 20, площадь – 21 га, удалено – 21 га, ликвидировано мест – 0, выявлено новых мест – 0.

При инвентаризации очагов инвазии в 2016 г. зарегистрированы GPS-координаты 160 колоний борщевика общей площадью более 79,68 га, что в 3 раза больше данных о числе мест произрастания и в 4 раза больше официально учтенной площади произрастания.

По типам земель площади, засоренные борщевиком, распределились следующим образом: земли с/х назначения – 74% (592043 м<sup>2</sup>), земли населенных пунктов – 12% (97900 м<sup>2</sup>), придорожные полосы – 11,5% (91837 м<sup>2</sup>), полигоны ТКО – 2% (14540 м<sup>2</sup>), земли организаций связи – 0,1% (522 м<sup>2</sup>) [5].

В Сенненском районе на 79% площадей, засоренных борщевиком, никакой борьбы не ведется, регулярное кошение очагов с целью недопущения цветения ведется только на 15% площади, на 4% площади кошение нерегулярное или скашивается только часть очага. Уничтожение очагов произрастания борщевика гербицидом проводилось на 2% площадей.

Анализ состояния 160 колоний Сенненского района показал, что 39% относятся к категории доминирующих, 36% – прогрессирующих, 4% – стабильны (придорожные полосы), 8% – угнетены, 1% колоний сильно угнетен, на 12% площадей борщевик отсутствует (уничтожен) [6].

Городокский район – в 2011г. зарегистрировано 11 мест произрастания борщевика общей площадью 167 га.

В 2017 г. при инвентаризации очагов инвазии нами зарегистрированы GPS-координаты 235 колоний борщевика, общей площадью более 246 га, состоящих из 1500 отдельных мест произрастания (локалитетов или локусов), что в 2 раз больше официально учтенной площади земель, занятых опасным растением.

На территории Городокского района места произрастания борщевика расположены неравномерно и сосредоточены в 5 крупных центрах распространения инвазии, которые, в свою очередь, делятся на меньшие самостоятельные структуры – очаги инвазии:

1. Центр инвазии «Восточный» расположен в восточной части района в окрестностях аг. Межа (по а/д Н-2500 Городок-Межа). Центр делится на несколько крупных очагов: Борисовка, Сеченка. Общая площадь земель, занятых борщевиком, – 28,7 га.

2. Центр инвазии «Северный» расположен в окрестностях д. Желудово, состоит из 1 крупного очага «Жуково» и небольших колоний на прилегающих дорогах. Общая площадь земель, занятых борщевиком, – 9,6 га.

3. Центр инвазии «Северо-западный» расположен в пойме р. Оболь в треугольнике деревень Коновалово – Холомерье – Оболь. Центр делится на крупные очаги: Антоненки, Желудово, Коновалово, Мишутино-Холомерье, Оболь-Большое Телешово, Оболь-Пустельники, Осмото, дорога Вировля-Оболь. Площадь земель занятых борщевиком 120,8 га.

4. Центр инвазии «Стадолиценский» расположен вдоль дороги Н-2500, делится на крупные очаги: Антоновцы-Позняково, Баканы, Бескатово-Литвиново-Седуны, Загоряне, Заозерье-Новый Болецк, Новая, Стадолице-Пшеничено. Общая площадь земель, занятых борщевиком, – 105,9 га.

5. Центр инвазии «Дубровский» расположен на северо-восток от Городка в меженском направлении (по а/д Н-2500) в окрестностях д. Дуброво и по пойме р. Солоновка. Площадь земель, занятых борщевиком, – 6,3873 га.

6. Центр инвазии «Южный» расположен на юге района и состоит из 3 очагов: Малое Лосвидо, Пальминка, Стырики. Общая площадь земель, занятых борщевиком, – 14,5 га.

Очаги инвазии делятся на самостоятельные колонии разного типа, состоящие из отдельных локусов (изолированных мест произрастания).

Анализ состояния обследованных мест произрастания борщевика и результативности проводимых мероприятий по предотвращению его неконтролируемого распространения позволил выявить наиболее вероятные пути дальнейшей экспансии борщевика.

Установлено, что новые колонии борщевика возникают вследствие невыполнения разработанных в 2010 г. планов мероприятий по ограничению его распространения: несвоевременного скашивания обочин и придорожных полос, большого количества заброшенных пахотных земель, не вовлечения в хозяйственный оборот территорий закрытых ферм и заброшенных подворий в вымирающих деревнях. В результате идет быстрый разнос семян борщевика транспортом и водными потоками вдоль грунтовых дорог, мелиоративных каналов и пойм ручьев, распространение ветром по брошенным огородам вымирающих деревень и пустырям на местах разрушенных животноводческих строений, которые стали основными плацдармами для продвижения и расширения инвазивных колоний борщевика.

**Заключение.** Несмотря на ежегодно принимаемые меры по сдерживанию численности борщевика за период с 2011 по 2016 годы, они оказались малопродуктивными. Во всех обследованных районах площади, занятые зарослями борщевика, увеличились. Возникли новые очаги инвазии, расширились многие старые колонии. За 6 лет в Городокском районе появилось более 1000 новых мест произрастания борщевика, более чем 2 раза увеличилась площадь, занимаемая его зарослями.

Установлено, что на 70% земель, засоренных борщевиком, никакие мероприятия по борьбе с его распространением не проводятся. Поэтому борщевик на больших площадях обсеменяется и быстро захватывает новые территории.

Работа выполнена по теме НИР «Оценка угроз распространения инвазивных видов бальзамин, борщевик, золотарник на территории Витебской области, молекулярно-генетическое изучение их таксономического состава», в рамках ГПНИ «Природопользование и экология», п/п 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», комп/задание 2.05 «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сациперова И.Ф. Борщевика флоры СССР – новые кормовые растения: перспективы использования в народном хозяйстве. Л.: Наука, 1984. – 218 с.
2. Нильсон Ш. Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта по борьбе с инвазивными сорняками) / редакция Шарлота Нильсон, Ганс Равн, Вольфганг Нентвиг, Макс Вейд – Hoersholm, Forest & Landscape Denmark – 2005. – 44 с.
3. Гигантские борщевика – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А. Ламан, В.Н. Прохоров, О.М. Масловский / Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси.: Минск, 2009. – 40 с.
4. Высоцкий Ю.И. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий, Л.М. Мерзвинский, А.Б. Торбенко, Ю.И. Новикова, С.Э. Латышев, И.М. Морозов / Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2017. – № 3(96). – С. 49–55.
5. Высоцкий Ю.И. Анализ инвазии борщевика на территории Лиозненского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий / Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2017. – № 4 (97). – С.48–53.
6. Высоцкий Ю.И. Анализ инвазии борщевика на территории Сенненского района Витебской области / Ю.И. Высоцкий / Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта – 2018. – № 1 (98). – С.48–53.

## ПОСТМЕЛИОРАТИВНАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЗОТРОФНОМ ТРАВЯНО-СФАГНОВОМ БОЛОТЕ В КАРЕЛИИ

ФГБУН «ФИЦ «Карельский НЦ РАН»,  
г. Петрозаводск, Российская Федерация, grabovik@bio.krc.karelia.ru

*The 36 years monitoring results of post-meliorative vegetation dynamics on mesotrophic herb-sphagnum mire in the southern boreal subzone of Karelia (Russia) are given. Investigation shows high post-meliorative activity of Calamagrostis neglecta, suppressing afforestation. Drainage effect in 30 m from ditch significantly higher than in 80 m.*

На территории лесоболотного научного стационара Карельского НЦ РАН «Киндасово», расположенного в подзоне средней тайги в (61°48' с.ш., 33°35' в.д.), ведется многолетний мониторинг растительности болот [1, 2, 3]. В данной работе представлены результаты 36-летних исследований постмелиоративной динамики видового состава и структуры растительного покрова мезотрофного травяно-сфагнового болота «Близкое». Общая площадь болота – 10 га, глубина торфяной залежи – около 1 метра. Болото осушено в 1970 году редкой сетью открытых каналов через 160 метров. Исследованная центральная часть до осушения была занята кочковато-топяным комплексом *Sphagneta centrale*+*Herbeto-Sphagneta subsecundi* с соотношением кочек и мочажин 3:7. Кочки были заняты кустарничково-осоково-сфагновыми сообществами, с единичными низкими (до 2 м) березами и соснами. В неглубоких мочажинах до осушения были сообщества ассоциации *Carex lasiocarpa* - *Menyanthes trifoliata* и *Carex lasiocarpa* - *Sphagnum subsecundum*.

Исследования динамики видового состава и структуры растительного покрова выполнялись апробированными и модифицированными методами [1]. Основные таксационные показатели древостоя определялись методами, применяемыми в лесной таксации. Мониторинг изменений растительного покрова велся на постоянных пробных площадях (ПП) размером 1x1 м, заложенных на коврах и мочажинах как более интенсивно осушенной части болотного участка, в 30-ти метровой полосе вдоль канавы, так и на середине межканавной полосы (в 80 м), осушенной менее интенсивно. С периодичностью 1–2 года, реже до 4 лет на ПП оценивалось проективное покрытие (%) видов напочвенных ярусов.

Для оценки положения сообществ в осях экологических факторов использованы двухфакторные экологические ряды В.Д. Лопатина [4] для болотной растительности. В качестве меры сходства сообществ применен коэффициент Сьеренсена-Чекановского, учитывающий покрытия видов.

В первые годы после осушения произошло ослабление роли и исчезновение ряда болотных видов – *Carex chordorrhiza*, *C. rostrata*, *Caltha palustre*, болотных кустарничков, *Salix myrtilloides*, *Sphagnum subsecundum*, медленнее снижалась роль *Menyanthes trifoliata* и *Carex lasiocarpa* (рисунок 1а). Причем в 80 м от канавы этот процесс шел медленнее, чем в 30 м. Ослабление фитоценотической роли болотных растений создало наиболее благоприятные условия для естественного облесения болот уже в первые годы (7–10 лет) после осушения. В это время гигромезофильные и мезофильные виды (конкуренты всходов древесных пород) еще не получили широкого распространения. Число особей березы высотой от 0.5 до 5.5 м достигает 3400 экз/га.

*Calamagrostis neglecta* и *Comarum palustre*, изначально с небольшим покрытием присутствовавшие на участке, через 5–10 лет достигли пика (до 70–90% на отдельных ПП, в среднем до 25–35% каждый) Развитие вейниковой дернины и отложение ветоши на открытых местах (в окнах) препятствуют лесовозобновительному процессу. Через 15 лет их покрытие несколько стало снижаться, в дальнейшем в 80 м от канавы они сохранили свое доминирующее положение, а в 30 м стали уступать некоторым другим видам. К этому времени сформировался

древесно-травяной *Betuleto-Herbeta* фитоценоз, общее число стволов составило 1850 экз/га, в том числе березы – 1700 экз/га. Средний диаметр – 5.6 см, высота – 6.9 м.

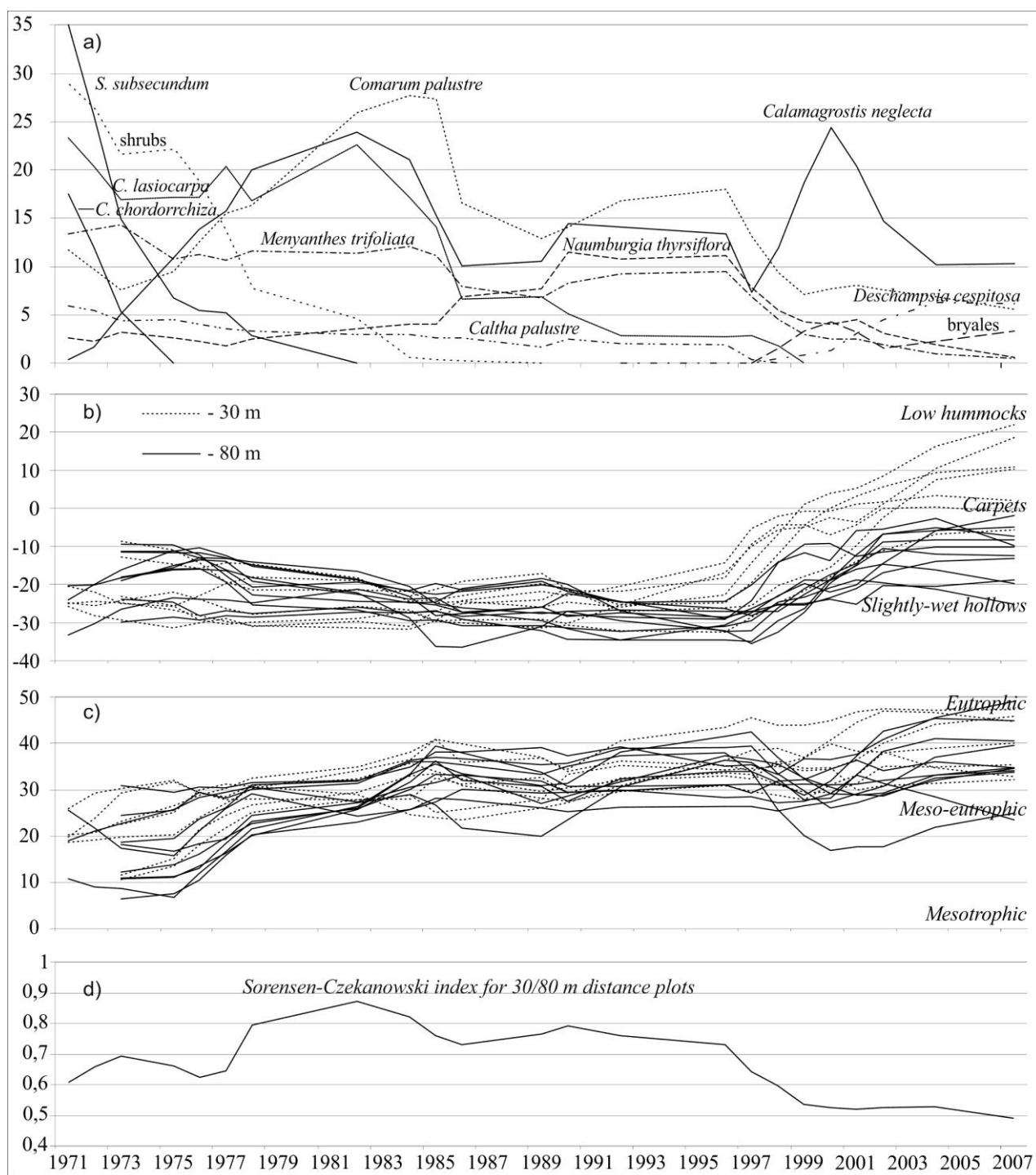


Рисунок 1 –

- а)** изменение проективных покрытий (%) основных видов растений на мелиорированном участке в 80 м от канала (усредненные значения по всем ПП, сглаженные за три года) shrubs – *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Salix myrtilloides*, bryales – *Climacium dendroides*, *Brachythecium oedipodium*, *B. rivulare*, *Bryum sp.*;
- б)** изменение положения растительности ПП в экологическом ряду условий увлажнения [4];
- с)** то же в экологическом ряду типов питания;
- д)** изменение коэффициента сходства между ПП в 30 и 80 м от канала.

Через 25 лет на участке стала появляться *Deschampsia cespitosa*, достигнувшая пика через 30 лет после осушения (до 30–50% на отдельных ПП). К этому времени общее число стволов древостоя сократилось до 1658 экз/га, в том числе березы – до 1516 экз/га. В напочвенном покрове ковров и бывших мочажин часть болотных растений еще сохранилась с низким продуктивным покрытием, в это же время увеличивается покрытие *Equisetum sylvaticum*, появляются *Dryopteris carthusiana*, *Trientalis europaea*, *Climacium dendroides*, *Brachythecium oedipodium*, *B. rivulare* и другие виды влажных лесов. Их наибольшее распространение отмечается под пологом березы.

Индекс сходства по средним покрытиям между ПП в 30 и 80 м от канавы, в начале наблюдений составляющий около 0,6 (рисунок 1d), сначала стал возрастать, достигнув максимума 0,85 через 10 лет, после чего стал снижаться, особенно сильно через 25 лет после осушения, опустившись к концу наблюдений до 0,5. Таким образом, первоначальная (первые 10 лет) реакция растительности на осушение, связанная с образованием вейниково-сабельниковых сообществ, привела к формированию более однородного растительного покрова. Однако в ходе дальнейших сукцессий сходство между ПП в 30 и 80 м стало снижаться и в конце наблюдений ПП имели большие различия, чем в начале наблюдений.

В отношении факторов среды первоначально растительность ПП соответствовала уровню от маловлажных до влажных мочажин. На площадках, находящихся ближе к мелиоративному каналу, дренажный эффект проявился сильнее, здесь сформировались сообщества, соответствующие уровню от ковров до низких кочек, тогда как на удалении от канала – от ковров до маловлажных мочажин (рисунок 1b). При этом тип питания изначально от мезотрофного до мезоэвтрофного сменился по всем ПП до эвтрофного-мезоэвтрофного (рисунок 1c).

Наблюдения показали, что при слабой степени осушения *Calamagrostis neglecta* сохраняет очень высокий коэффициент участия в растительном покрове, он разрастается, продуцирует мощную дернину и слой сухой ветоши, в результате чего процесс естественного облесения затухает уже в первое десятилетие после осушения.

Работа выполнена в рамках выполнения темы госзадания ИБ КарНЦ РАН № 0221-2017-0048.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грабовик С.И. Динамика растительного покрова болотных массивов мезотрофного травяно-сфагнового типа под влиянием осушения // Бот. журн., 1989. Т.74. № 12. С. 1757–1768.
2. Грабовик С.И. Постмелиоративная динамика биологической продуктивности мезотрофных травяно-сфагновых болот южной Карелии // Бот. журн., 2007. Т.92. № 5. С. 670–681.
3. Кузнецов О.Л., Грабовик С.И. Мониторинг флоры и растительности болотных экосистем // Мониторинг и сохранение биоразнообразия таежных экосистем Европейского Севера России. Петрозаводск, 2010. С. 19-31.
4. Лопатин В.Д. Экологические ряды растительности болот // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1983. С. 5–38.

Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф., Жадько С.В.

### ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССОЙ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ Р. СОЖ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»  
г. Гомель, Республика Беларусь, Dajneko@gsu.by

*Radioisotopes accumulation monitoring of meadow ecosystems in the floodplain of Sozh river was lead thirty years after the accident in the Chernobyl nuclear power plant. It was revealed that meadow associations differ in the rates of cesium-137 and strontium-90 accumulation. The highest specific activity was found in the associations of Caricetum gracilis, Poo-Festucetum*

*pratensi and Deschampsietum cespitosae. Strontium-90 specific activity was low and not exceeded allowable level of 260 Bq/kg.*

Техногенная экологическая катастрофа XX столетия – авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году – привела к радиоактивному загрязнению значительной части территории Республики Беларусь. Основные массивы сельскохозяйственных угодий, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$ , сосредоточены в Гомельской области (47,0% общей площади). Загрязнение территории  $^{90}\text{Sr}$  имеет более локальный характер. Эти земли находятся в пределах зон, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$ , что затрудняет сельскохозяйственное производство [1, 2].

При выделении луговых ассоциаций использовали эколого-флористический подход Браун-Бланке. Определение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в растительных пробах производили на гамма-спектрометрах Tennenler-Oxford и Canberra-Packard. Определение  $^{90}\text{Sr}$  выполнено радиохимическим методом с радиометрическим окончанием на CANBERRA-2400.

Анализ удельной активности цезия-137 в надземной фитомассе луговых ассоциаций Гомельского района (рисунок 1) показал, что все ассоциации отличались невысокой удельной активностью. Минимальная удельная активность наблюдалась в ассоциации *Agrostietum vinealis* в 10,5 раза и была ниже, чем в ассоциации *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*. Анализируя КН изучаемых ассоциаций видно, что в трех ассоциациях КН был практически одинаковым – 0,34–0,35, а в четвертой в 4,4 раза ниже, чем в первых трех.

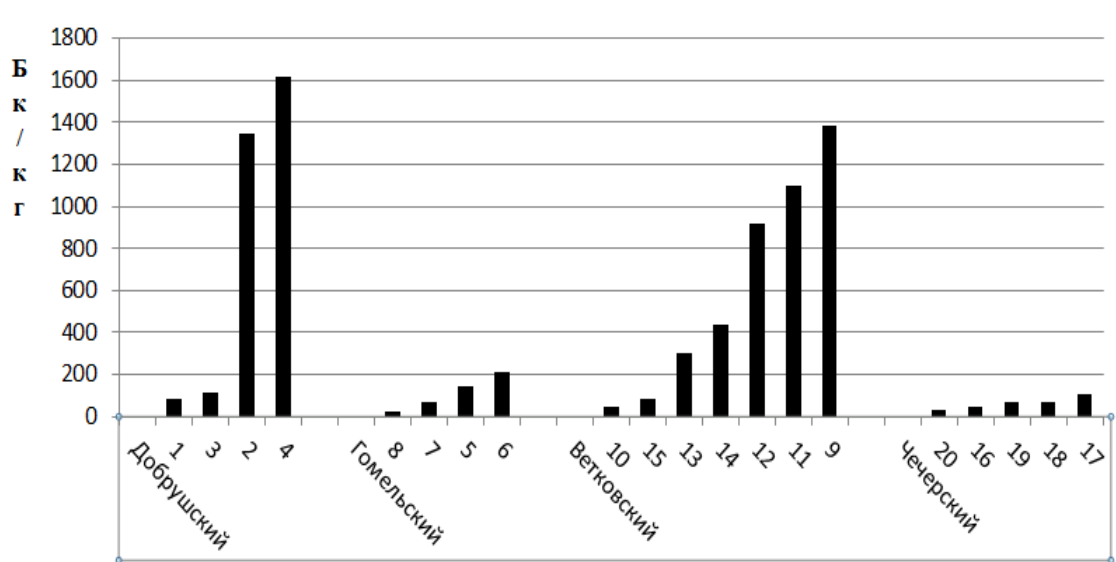


Рисунок 1 – Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в надземной фитомассе луговых ассоциаций, 2017 г.

1 – *Agrostietum vulgaris*; 2 – *Poo–Festucetum pratensis*; 3 – *Calamagrostietum epigeii*; 4 – *Caricetum gracilis*; 5 – *Poo–Festucetum pratensis*; 6 – *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*; 7 – *Deschampsio–Poetum pratensis*; 8 – *Agrostietum vinealis*; 9 – *Deschampsietum cespitosae*; 10 – Базальное сообщество *Trifolium repens*; 11 – *Caricetum gracilis*; 12 – *Junco–Deschampsietum cespitosae*; 13 – *Poo–Festucetum pratensis*; 14 – *Caricetum gracilis*; 15 – *Phalaridetum arundinaceae*; 16 – *Deschampsietum cespitosae*; 17 – *Poetum angustifolia*; 18 – *Agrostio vinealis–Calamagrostietum epigeios*; 19 – *Caricetum gracilis*; 20 – *Poo–Festucetum pratensis*

Анализ удельной активности надземной фитомассы луговых ассоциаций Добрушского района по цезию-137 (рисунок 1) показал, что в двух ассоциациях *Caricetum gracilis* и *Poo–Festucetum pratensis* она превышала допустимый уровень 1300 Бк/кг. Тогда как удельная активность ассоциации *Agrostietum vulgaris* почти в 20 раз была меньше, чем в ассоциации *Caricetum gracilis*. Удельная активность луговых ассоциаций по стронцию-90 отличалась невысоким уровнем, только ассоциация *Poo–Festucetum pratensis* имела более высокую удельную активность, которая более чем в 5 раз была выше, чем в остальных ассоциациях. Удельная активность ассоциаций не превышала допустимого уровня 260 Бк/кг.

Рассматривая коэффициенты накопления по цезию-137 можно видеть, что они имели невысокие значения, разница между минимальным КН и максимальным значением составила 5,2 раза. Наиболее высокий коэффициент накопления стронция-90 отмечался в ассоциации *Poo–Festucetum pratensis*, который превышал минимальный КН в ассоциации *Caricetum gracilis* 53,4 (рисунок 1).

Анализ удельной активности надземной фитомассы луговых ассоциаций Ветковского района по цезию-137 (рисунок 1) выявил, что наибольшая удельная активность отмечалась в ассоциации *Deschampsietum cespitosae* и превышала допустимый уровень 1300 Бк/кг, а также в ассоциации *Caricetum gracilis*. Наименьшая удельная активность отмечена в базальном сообществе *Trifolium repens*, которая в 30 раз ниже, чем в *Deschampsietum cespitosae*. Невысокая удельная активность наблюдалась и в ассоциации *Phalaridetum arundinaceae*.

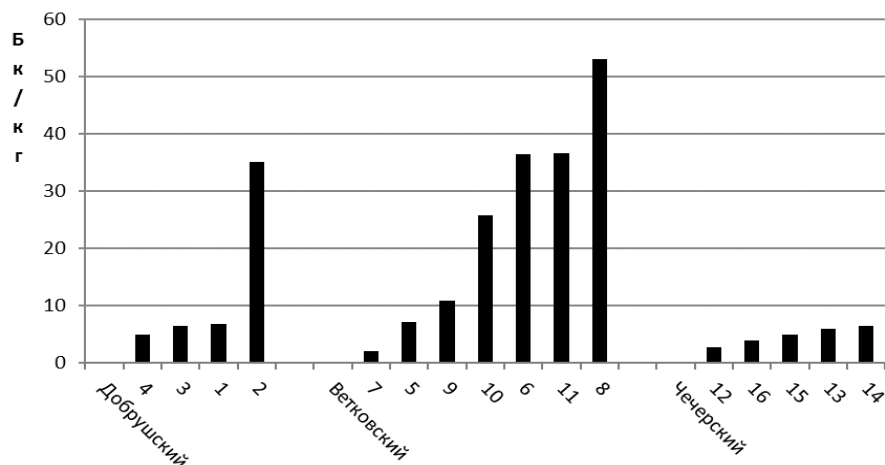


Рисунок 2 – Удельная активность <sup>90</sup>Sr в надземной фитомассе луговых ассоциаций, 2017 г.

1 – *Agrostietum vulgaris*; 2 – *Poo-Festucetum pratensis*; 3 – *Calamagrostietum epigeei*; 4 – *Caricetum gracilis*; 5 – *Deschampsietum cespitosae*; 6 – Базальное сообщество *Trifolium repens*; 7 – *Caricetum gracilis*; 8 – *Junco-Deschampsietum cespitosae*; 9 – *Poo-Festucetum pratensis*; 10 – *Caricetum gracilis*; 11 – *Phalaridetum arundinaceae*; 12 – *Deschampsietum cespitosae*; 13 – *Poetum angustifolia*; 14 – *Agrostio vinealis–Calamagrostietum epigeeios*; 15 – *Caricetum gracilis*; 16 – *Poo-Festucetum pratensis*

Наибольшая удельная активность надземной фитомассы по стронцию-90 отмечена в ассоциации *Junco-Deschampsietum cespitosae*, что в 30 раз выше, чем в ассоциации *Caricetum gracilis*. Также невысокая удельная активность наблюдалась в ассоциации *Deschampsietum cespitosae* и *Poo-Festucetum pratensis* (рисунок 2).

Таким образом, результаты исследований луговых экосистем спустя 30 лет после катастрофы на ЧАЭС показали, что среди изучаемых ассоциаций по удельной активности <sup>137</sup>Cs в надземной фитомассе луговых ассоциаций наблюдается их дифференциация. Так, в Добрушском районе наиболее высокая удельная активность отмечена в ассоциациях *Caricetum gracilis*, *Poo-Festucetum pratensis*, в Ветковском районе в ассоциациях *Deschampsietum cespitosae* и *Caricetum gracilis*. У большинства луговых ассоциаций удельная активность цезия-137 (400–600) Бк/кг. Удельная активность луговых ассоциаций по стронцию-90 отличалась невысоким уровнем и не превышала допустимого уровня 260 Бк/кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дайнеко Н.М. Радиоэкологическая оценка состояния луговых экосистем поймы р. Сож спустя почти 30 лет после катастрофы на ЧАЭС / Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев, С.В. Жадько // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы V Международной конференции с международным участием, Томск, 13–16 сентября 2016 г. / Томский политехнический ун-т. – Томск, 2016. – С. 195–198.
2. Дайнеко Н.М. Техногенное загрязнение луговых экосистем Белорусского Полесья / Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев. – Чернигов: Десна Полиграф, 2015. – 160 с.

## МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, [agromonitoringafi@mail.ru](mailto:agromonitoringafi@mail.ru)

*To monitor soil fertility in the North-West zone of Russia since 2008, a regional network of 12 test sites in the Leningrad Region has been restored. The network of polygons is located in such a way as to cover all soil, agroclimatic and other features of the territory of the region. Each year, test ranges are conducted using both ground measurements and remote sensing data (DSD).*

На примере одного из тестовых полигонов представлены результаты работы за 2017 г. Тестовый полигон № 1, ЗАО «Мельниково», расположен в лесной зоне Западно-Европейской провинции Балтийско-Ладожского округа Приозерского района Ленинградской области. Площадь полигона – 28 га. Территория полигона размещается на равнинной местности с пологим северо-западным уклоном. Координаты полигона – 60°51'–60°52' северной широты и 29°48'–29°49' восточной долготы. Полигон располагается на характерных для данной зоны мелиорированных дерново-подзолистых глеевых почвах. Почвы такого типа занимают около 29% от общей площади сельхозугодий в северной части Карельского перешейка.

На каждом из 12-ти полигонов ежегодно отбирается по 4 пробы растений, 4 пробы почв из пахотного горизонта по элементарным участкам и 3 пробы воды (дождевой, грунтовой и из водоема). Для всех отобранных проб выполняются лабораторные исследования по широкому перечню агрохимических, агрофизических и агроэкологических показателей.

Оценка состояния посевов и прогноз изменений, происходящих в растениях в течение вегетационного периода, осуществлялись в динамике по вегетационному индексу NDVI, выполненному с помощью космических снимков с использованием Вега-ресурса Института космических исследований, с использованием соответствующей шкалы вегетационного индекса.

Сравнивая показатели урожайности многолетних трав за 2016 и 2017 гг. можно отметить рост продуктивности на элементарных участках старовозрастного травостоя на 11–22% к предыдущему году. Показатели химического и биохимического состава многолетних трав свидетельствуют об их хорошей питательной ценности.

Оценка результатов анализа проб растений на показатели безопасности позволяет констатировать, что по токсичным элементам: свинцу, ртути, мышьяку, кадмию, меди, цинку, а также по содержанию пестицидов, ГХЦГ, ДДТ уровни их содержания в растениеводческой продукции не превышают ПДК. В тоже время наблюдается несколько повышенное содержание железа (136,8–140,5 мг/кг н.в) при нормировании 100 мг/кг н.в (СанПиН 2.3.2.10.1078-01). Подобные показатели не являются критичными, поскольку преимущественно наблюдается дефицит железа в кормах и требуется повышение его содержания.

Лабораторные исследования проб почв из пахотного горизонта тестового полигона, выполненные на основании обследования участка полигона в 2017 г., позволяют выявить определенные изменения (относительно предыдущих обследований 2014–2016 гг. и дать соответствующие прогнозы).

Прогнозы представлены в упрощенном виде линейной функцией (в некоторых случаях полиномиальной или логарифмической), где средневзвешенные данные по каждой из оцениваемых характеристик сформированы по годам: 2015–2016–2017. Каждая диаграмма снабжена линией тренда, отражающей общую направленность того или иного процесса и величиной аппроксимации ( $R^2$ ), позволяющей оценить достоверность того или иного прогноза и представить основные его тенденции.

Характеризуя изменение плодородия почв на тестовом полигоне можно отметить, что выраженное агрогенное оструктурирование почв обусловлено мелиорацией, своевременным



внесением органических удобрений, известкованием и возделыванием многолетних трав. Содержание органического вещества в пахотном слое почв полигона неуклонно возрастает за счет накопления корневых и пожнивных остатков, образующихся при возделывании многолетних трав, а также благодаря поверхностному внесению органических удобрений. Однако следует заметить, что избыточно высокое накопление органики в самом поверхностном слое почв может приводить к негативным явлениям, особенно в условиях избыточного атмосферного увлажнения и дополнительного поступления влаги на пониженных элементах рельефа.

На основании проведенных наблюдений для условий полигона и сельскохозяйственных территорий окружающего агроландшафта следует отметить следующее. В 2017 году условия для роста и развития многолетних трав на мелиорированных дерново-подзолистых глеевых почвах полигона сложились вполне благоприятными, что обеспечивало получение хорошего урожая за 2 укоса. Каждый год для каждого полигона сельхозтоваропроизводителям даются необходимые рекомендации. Так, исходя из наблюдений и результатов, полученных для оцениваемого полигона, можно дать следующие рекомендации по внедрению экологически безопасных технологических приемов в земледелии:

- Постоянно контролировать состояние мелиоративных осушительных систем, особенно водоотводящих канав и каналов и обеспечивать своевременный отвод избыточной влаги;
- Реакция среды на полигоне находится в области от слабокислых (рН 5,1) до среднекислых (рН 5,0) что указывает на целесообразность известкования в дозе извести 3–5 т/га;
- Содержание кальция (6,6 ммоль) и магния (1,4 ммоль на 100 г почвы) в почве полигона среднее. Однако наметившаяся тенденция к выщелачиванию этих элементов из ППК указывает на необходимость внесения кальция и магний содержащих удобрений, например, доломитовой муки;
- В связи с низким содержанием бора, молибдена и цинка в почве и в растениях следует обратить внимание на применение микроудобрений, чтобы устранить наблюдаемый их дефицит;
- Совершенствовать рациональное применение всех используемых агроприемов, направленных на регулирование основных режимов в почвах, непосредственно определяющих их плодородие, обеспечивающих получение качественной с.-х. продукции, функциональную устойчивость агроэкосистем и сохранение агроландшафтов;
- Необходимо уменьшить поступление фосфатов в грунтовые воды, для этого сократить поверхностное внесение жидких фракций органических удобрений.

Результаты исследований по апробации дистанционных средств зондирования состояния почв, характера и развития посевов, агроэкосистем и агроландшафтов в целом подтверждают их широкие возможности для агроэкологических исследований при использовании современных инструментальных методов к их дешифрированию. Их использование в комплексе с геоинформационной системой позволяет фиксировать особенности физиологического состояния посевов, обусловленных агроклиматическими и ландшафтно-экологическими условиями.

Таким образом, тестовые полигоны и собранная на них информация могут служить «ключами» для дешифровки космических и аэроснимков, а также других данных дистанционного зондирования с целью оценки состояния агроэкосистем, использования земель и управления биопродукционным процессом. Учитывая особенности погодных условий последних лет, представляется крайне целесообразным расширить перечень систематически наблюдаемых параметров агрофизических свойств почв.

Информация о результатах работ по мониторингу на тестовых полигонах должна стать одним из «ключевых» источников наполнения создаваемой электронной информационной базы данных.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, kulikova22@mail.ru

*The article contains information about the modern geobotanical structure of grasslands of the national park "Narochansky". The analysis of the dynamics of meadow vegetation for the last 36 years is given. It is established that the square of grasslands was reduced by 734,1 ha or 1,5 times.*

Фитоценотическая структура лугов национального парка «Нарочанский» за последние годы претерпела значительные изменения в результате хозяйственной и рекреационной деятельности человека.

Целью нашей работы являлось выявление современной геоботанической структуры луговой растительности парка и определение основных направлений ее динамики.

Проведенные исследования показали, что луговая растительность занимает 2924,4 га или 3,4% площади национального парка и представлена пойменными и внепойменными лугами.

*Пойменные луга* в регионе имеют незначительное распространение (15,8% от всех лугов) и приурочены главным образом к долинам рек Малиновка, Нарочь, Страча, Большой Перекоп и Мяделка. Представлены в основном гигромезофитными (сырыми богатыми), гигромезо-оксилomezофитными (сырыми бедными) и мезогигрофитными (болотистыми) лугами. Злаковые гигромезофитные и осоково-злаковые мезогигрофитные луга получили наибольшее распространение в долинах р. Малиновка, а также фрагментарно встречаются в поймах рек Страча, Мяделка, Большой Перекоп и Нарочь (участок у д. Черемшицы). Это луголисохвостовые (*Alopecurus pratensis*), болотномятликовые (*Poa palustris*), двукисточниковые (*Phalaroides arundinacea*) и леснокамышовые (*Scirpus sylvaticus*) сообщества. Мезогигрофитные крупнозлаковые и крупнотравно-осоково-хвощовые луга сформировались в основном в поймах рек Нарочь и Страча на иловато-торфянисто(торфяно)-глеевых почвах. Здесь широко распространены сообщества с доминированием тростника, часто встречаются остроосочники (*Carex acuta*) и приречнохвощовые фитоценозы в сочетании с зарослями айра (*Acorus calamus*). Большеманниковые луга (*Glyceria maxima*) встречаются редко.

В силу изрезанности рельефа в поперечном и продольном профилях в поймах рек имеются участки разной высоты. Поэтому наряду с преобладанием гигромезофитных и мезогигрофитных лугов в поймах рек национального парка имеются участки с гигромезо-оксилomezофитными лугами и пустошами. Гигромезо-оксилomezофитные луга представлены щучковыми (*Deschampsia cespitosa*) и влажноразнотравными лугами с преобладанием таволги вязолистной (*Filipendula ulmaria*) и змеевика большого (*Bistorta major*). Следует заметить, что на высоких уровнях могут формироваться и редкие для Беларуси псаммофильные сообщества с господством булавоносца седоватого (*Corynephorus canescens*), которые на территории нашей страны находятся на северо-восточной границе ареала сплошного распространения.

*Внепойменные луга* занимают 84,2% площади всех имеющихся луговых угодий национального парка, встречаясь в виде небольших участков среди лесов и пашен. Из них на долю суходольных приходится 62,3% и низинных – 37,7%.

Суходольные луга распространены в основном в северной части особо охраняемой природной территории (ООПТ), на Свенцянских грядах, а также на западе, формируясь на Свирской и Константиновской грядах. Луговые суходолы имеют большой экологический спектр сообществ и представлены ксеромезофитными (остепненными), психромезофитными (обедненными) и эумезофитными (настоящими) лугами. Ксеромезофитные суходолы формируются на вершинах верхних и средних частях склонов камовых и моренных холмов. Чаще всего это узколистномятликовые (*Poa angustifolia*) и горноклеверные (*Trifolium montanum*)

луга. Сообщества клевера горного – редкие для нашей страны, поэтому являются потенциальными объектами для включения в Зеленую книгу Беларуси. Психромезофитные луга формируются на средних по богатству и увлажнению почвах, слабо аэрируемых, чаще всего на дерново-подзолистых временно избыточно увлажняемых почвах. Это пушистоовсецовые (*Helictotrichon pubescens*), тонкополевицевые (*Agrostis tenuis*), душистоколосковые (*Anthoxanthum odoratum*) и белоусовые (*Nardus stricta*) луга. Красноовсяницевые (*Festuca rubra*) сообщества, получившие наибольшее распространение на территории национального парка, и трясунковые (*Briza media*) являются переходным звеном от психромезофитных к эумезофитным лугам. Эумезофитные луга распространены на богатых, свежих, хорошо дренируемых минеральных почвах. Это, как правило, луговоовсяницевые (*Festuca pratensis*), луговомятликовые (*Poa pratensis*) и высокорайграсовые (*Arrhenatherum elatius*) луга.

Низинные луга встречаются главным образом в северной и северо-восточной частях национального парка, занимая блюдцеобразные западины, межрядовые понижения, нижние части склонов моренных гряд с выклиниванием грунтовых вод. Низинные луга представлены гигромезо-оксилomezофитными злаковыми, мелкоосоковыми и влажноразнотравными лугами. Злаковые гигромезо-оксилomezофитные луга с преобладанием щучки занимают на водоразделах пониженные плоские западины, мелкие блюдцевидные впадины и подошвы склонов.

Мелкоосоковые луга объединяют фитоценозы с доминированием осок черной (*Carex nigra*), желтой (*C. flava*) и просяной (*C. panicea*). Среди влажноразнотравных лугов распространены змеиногорцевые (раковшейковые) и вязолистнотаволговые луга, которые занимают влажные и сырые низины, чередующиеся с моренными холмами. Среди болотистых лугов водоразделов наибольшее распространение получили крупнотравно-осоково-злаковые мезогигрофитные сообщества с преобладанием рогозов широколистного (*Typha latifolia*) и узколистного (*T. angustifolia*), айра болотного, камыша лесного и двукисточника тростниковидного. На низинных лугах ООПТ формируются и торфянистые луга, представленные крупноосоковыми сообществами с доминированием осок пузырчатой (*Carex vesicaria*), сближенной (*C. appropinquata*), дернистой (*C. cespitosa*) и др.

Сеянные луга на территории НП «Нарочанский» занимают 8502,6 га (9,7% от площади ООПТ). Они представлены посевами ежи сборной (*Dactylis glomerata*), тимофеевки луговой (*Phleum pratense*), овсяницы луговой, мятлика лугового, плевела многолетнего (*Lolium perenne*), клевера лугового (*Trifolium pratense*). В посевах многолетних трав происходит восстановительная сукцессия и постепенно формируются луговые сообщества.

Анализ динамики луговой растительности бассейна оз. Нарочь за последние 36 лет показал, что площадь лугов сократилась на 734,1 га или в 1,5 раза. Так, в 1980 г. они занимали 2090,2 га (6,1% площади водосбора), в 2016 г. – 1356,1 га (4,0%). Произошли значительные изменения и в структуре луговой растительности исследуемого региона. При этом площадь пойменных лугов уменьшилась более чем вдвое – с 182,6 га до 86,8 га. В 1980 г. на долю пойменных лугов приходилось 8,7% от площади всех имеющихся луговых угодий, в настоящее время этот показатель равен 6,4%. Площадь внепойменных лугов уменьшилась в 1,5 раза (с 1907,6 га в 1980 г. до 1269,3 га в 2016 г.). При этом доля низинных лугов сократилась почти в 3 раза (с 1181,7 га до 422,2 га), что связано с мелиорацией земель и трансформацией их в пашни и культурные сенокосы, особенно в восточной части водораздела. Незначительное увеличение площадей суходолов (с 725,9 га до 847,1 га) связано с хозяйственной деятельностью человека (залужение бывших пахотных земель и демулационные процессы на залежах). Увеличилась доля эумезофитных лугов (с доминированием овсяницы луговой и мятлика лугового), а также возросли площади психромезофитных и ксеромезофитных фитоценозов.

Широкое распространение получили купырники (*Anthriscus sylvestris*), формирующиеся на месте бывших сельскохозяйственных угодий или в результате прекращения сенокосения на крупнозлаковых и разнотравных лугах.

На суходольных, как и на низинных лугах, отмечается разрастание кустарниковой растительности, среди которой наибольшее распространение получили различные ивы: пепельная

(*Salix cinerea*), козья (*S. caprea*), трехтычинковая (*S. triandra*), мирзинолистная (*S. myrsinifolia*), розмаринолистная (*S. rosmarinifolia*), пятитычинковая (*S. pentandra*), ушастая (*S. aurita*) и др.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить данные о современном состоянии лугов НП «Нарочанский» и выявить основные направления их динамики.

Масловский О.М., Чумаков Л.С., Сысой И.П.,  
Левкович А.В., Шиманович Р.В.

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, oleg.maslovsky@tut.by

*During 2008–2017 monitoring observations of invasive plant species were carried out. Expansion of some invasive species, as well as its speed and direction have been established.*

Мониторинг инвазивных видов растений на территории Республики Беларусь проводится с 2008 г., для чего заложены 96 мониторинговых площадок (рисунок 1), охвативших 16 видов растений (рисунок 2).

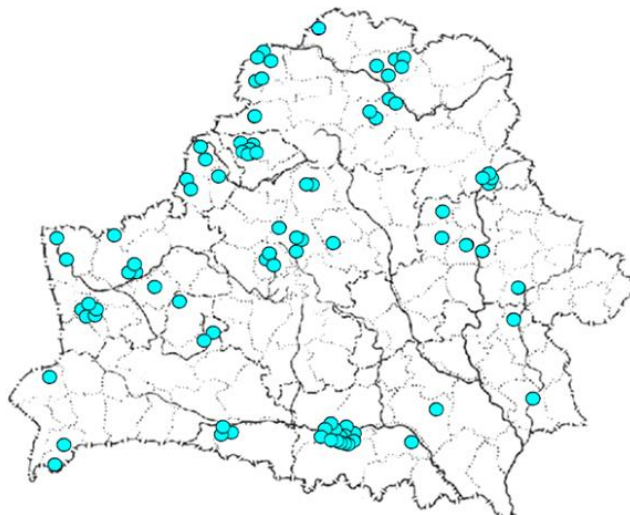


Рисунок 1 – Пространственное распределение постоянных пунктов наблюдений мониторинга инвазивных видов растений (2011–2017 гг.)

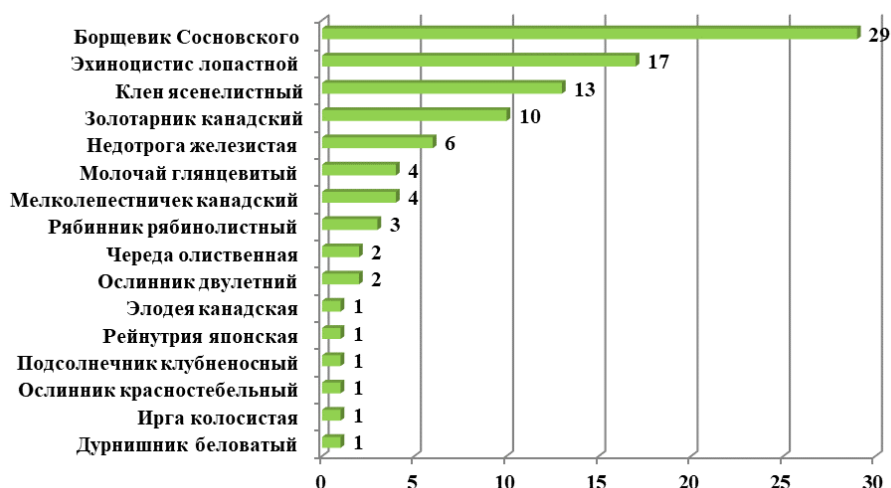


Рисунок 2 – Количество пунктов мониторинга для конкретных видов

Шире представлена сеть мониторинга в Минской, Витебской и Гомельской областях, на которые в целом приходится почти  $\frac{3}{4}$  всех пунктов наблюдений, а менее охвачены Брестская и Могилевская области.

Согласно Перечню дикорастущих растений, запрещенных к интродукции и (или) акклиматизации, наиболее опасными инвазивными видами растений на территории Беларуси признаны: гигантские борщевики (борщевик Сосновского и борщевик Мантегацци), золотарник канадский и золотарник гигантский, эхиноцистис лопастной, клен ясенелистный и робиния лжеакация. Помимо них к числу особо опасных чужеродных растений отнесена амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisifolia* L.), представляющая серьезную угрозу здоровью человека.

В Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь зарегистрировано около 14 000 популяций этих видов растений, которые занимают свыше 4,5 тыс. га земель (таблица 1).

Таблица 1 – Количество популяций наиболее опасных видов инвазивных растений и занимаемая ими площадь на территории Республики Беларусь

Вид (группа видов)	Количество выявленных популяций	Занимаемая площадь (га)
Гигантские борщевики	4910	3091,4
Золотарники	1952	495,4
Эхиноцистис лопастной	1289	134,9
Клен ясенелистный	4181	342,5
Робиния лжеакация	1607	487,5
Амброзия полыннолистная	20	12,3

Одним из наиболее распространенных инвазивных видов на территории страны по количеству популяций и площади произрастания является комплекс *Heracleum sosnowskyi* Manden и *H. mantegazzianum* Sommier & Levier. К настоящему времени выявлены 4910 мест произрастания гигантских борщевиков общей площадью свыше 3091 га. Наибольшее распространение борщевик получил в Витебской области, где зарегистрировано свыше 2,8 тыс. мест его произрастания (58% от их общего количества в стране).

Мониторинговые исследования показывают, что скорость расселения гигантских борщевиков на территории разных областей несколько различается. В ряде административных районов (Минский, Браславский, Логойский, Витебский и ряд других) она замедляется. Это обусловлено, прежде всего, проведением мероприятий по борьбе с борщевиком в максимальном объеме с соблюдением сроков проведения химобработок и выкашивания. Активное распространение борщевика в настоящее время наблюдается в Полесье.

Инвазивные золотарники на территории Беларуси представлены комплексом видов, в котором наиболее часто отмечается золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.) и межвидовые гибриды, возникшие естественным путем. В Беларуси в настоящее время выявлено более 1950 мест произрастания инвазивных золотарников на площади свыше 495 га. Наиболее широко распространен золотарник на территории Минской области (более 1400 мест произрастания или 73,4% от их общего числа по стране), где уже встречается на площади около 471 га (95,1% от таковой по стране). В настоящее время наблюдается активная экспансия золотарника в центральной части страны. Только на территории Минского, Смолевичского и Червенского районов зарегистрировано более 1050 мест его произрастания общей площадью около 427,7 га.

Эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray.) зарегистрирован в 1289 местонахождениях на площади 134,9 га. Наиболее часто он встречается в Витебской области, где выявлено 312 мест произрастания (24,3% от их общего количества в республике). Однако максимальная площадь произрастания характерна для Гомельской области (51,9 га или 38,5%). Свыше 35 га территории занимает эхиноцистис в Могилевской области. В настоящее время широкое распространение эхиноцистиса лопастного наблюдается на востоке страны, где этот вид активно осваивает пойменные земли вдоль Днепра, а также на юге в пойме р. Припять.

Мониторинговые исследования показывают, что скорость расселения эхиноцистиса лопастного (особенно в поймах рек) максимальна среди инвазивных видов Беларуси.

В настоящее время на территории страны учтено 4181 популяция клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) на общей площади 342,5 га. Максимальное количество местонахождений (1292 или 30,9% по стране) и максимальная площадь (108,2 га или 31,6%) клена ясенелистного отмечены в Минской области. Довольно часто он встречается также в Витебской (932 места произрастания) и Гродненской (676) областях, где занимает 41,9 и 35,7 га соответственно. Треть зарегистрированных популяций этого вида приходится на центральную Беларусь, а 21% – на юго-восточный регион (Могилевская и Гомельская области).

Мониторинговое обследование отдельных популяций клена ясенелистного на территории Могилевской области в последние годы позволило установить расширение его экспансии. Площадь, занимаемая кленом, в 2017 г. возросла на 13,5% относительно предыдущего периода. Сходные изменения наблюдаются и на территориях большинства прочих административных областей страны.

Робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) в настоящее время активно расширяет свой ареал на территории Беларуси. Зарегистрированы 1607 местонахождений этого вида на площади 487,5 га. Максимальное их количество (527 или 32,8% по стране) учтено в Брестской области, где робиния занимает около 160 га земель. В Минской области выявлены около 300 мест произрастания робинии лжеакации общей площадью порядка 21 га. Наибольшая площадь распространения робинии отмечена в Гомельской области – 243,1 га. Реже она встречается на севере Беларуси.

Амброзия полыннолистная в Беларуси в настоящее время встречается изредка. В Государственном кадастре растительного мира зарегистрированы 20 мест произрастания в 8 районах 5 административных областей. На юге Беларуси амброзия отмечена в 9 местах произрастания, из которых 7 приходится на Брестскую и 2 на Гомельскую области. В 5 местах произрастания этот вид зарегистрирован на территории Витебской области (Витебский, Полоцкий и Шумилинский районы), в 4 – Минской. Основными местами произрастания являются железнодорожные насыпи, обочины дорог, пустыри, свалки мусора, нарушенные места в населенных пунктах, а также территории комбинатов хлебопродуктов и заброшенных ферм.

С целью контроля за распространением амброзии на территории страны необходима организация постоянных пунктов мониторинга в выявленных местах ее произрастания.

Мониторинговые наблюдения за прочими видами растений начаты в последние годы и проводятся более короткий период времени, что в целом позволяет получить лишь частичную картину их распространения на территории страны и затрудняет разработку прогноза экспансии этих видов в Беларуси.

Анализируя в целом распределение мест концентрации инвазивных видов растений, за которыми ведутся мониторинговые наблюдения, можно заключить, что основную угрозу территории Беларуси в северном и центральном регионах в ближайшем будущем могут представлять прежде всего гигантские борщевики. Экспансию эхиноцистиса лопастного и робинии лжеакации следует ожидать из региона Припятского Полесья, а также отдельных восточных районов страны. Основную угрозу распространения золотарника представляют территории центральной части Беларуси.

## ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛУГОВ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [Ajuga@rambler.ru](mailto:Ajuga@rambler.ru)

***Meadows belong to the most changeable and "fragile" ecosystems, being a product of activity of the person and therefore, depending on influence force, they can increase or decrease. Now the earth of a meadow is often plowed. Such tendencies can be tracked in many postsoviet countries. Such tendencies are very noticeable on the example of the Pripjat Polissya.***

Луга относятся к самым изменчивым и «хрупким» экосистемам, являясь продуктом деятельности человека, и поэтому в зависимости от активности его воздействия могут то увеличивать свои площади, то зарастать. В настоящее время луговые земли часто распахиваются. Такие тенденции прослеживаются во многих постсоветских странах, они очень хорошо видны на примере Припятского Полесья.

В Полесском регионе, в поймах Припяти и ее притоков осталось около 5% лугов, которые можно отнести к определению «естественные луга», поскольку прочие «луговые» земли по большей части включены в пашню и используются в полевом кормопроизводстве.

Состояние культурных (улучшенных и сеянных) лугов зависит от мер ухода за ними, а естественных – от выпаса скота и сенокосения. В последнем случае, если скота много (перевыпас) – идет пастбищная дигрессия, если мало и отсутствует сенокосение – происходит зарастание кустарниками и лесом.

Зарастание луговых земель кустарником на участках, недоступных для современной сельскохозяйственной техники, и распашка пахотопригодных почв привели к тому, что естественные ценные в кормовом отношении эумезофильные сообщества настоящих лугов сократили площади до критического минимума. В геоботанических исследованиях наблюдаются тенденции к изучению не только той растительности, что существует в настоящее время, но и той, что была зафиксирована нашими предшественниками. На основании исследований луговедов-геоботаников в пойме р. Припять, проведенных в 1970–1971 гг. и в 2011–2014 гг., выполнен сравнительный анализ состояния растительности поймы.

За 40 лет в сообществах луговой растительности зафиксированы следующие изменения:

– Практически выпали длительно затопляемые травостой, состоящие из осок (*Caricetum*): двутычинковой (*C. diandrae*), омской *C. omskianae*), двурядной (*C. distichae*), сближенной (*C. appropinquatae*), сообщества ситника черного (*Juncetum atratae*), трясунки средней (*Brizetum mediae*), змеевика большого (горца змеиноного) (*Polygonetum bistortae*). Сформировались лугово-болотные и луговые экотопы, легко мирящиеся с длительным избытком и периодическим недостатком влаги, состоящие из достаточно эвритопных, вегетативно подвижных видов, таких как осока острая (*Carex acuta* L.) и двукисточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert). Данные сообщества дают грубые корма, но обладают высокой продуктивностью.

– Сократились за счет распашки ценные в кормовом отношении луголисохвостовые (*Alopecuretum pratensis*), болотномятликовые (*Poetum palustris*), бекманиевые (*Bekmanietum ekuciformis*), естественные лугоовсяницевые (*Festucetum pratensis*) и лугомятликовые (*Poetum pratensis*) фитоценозы. С одной стороны, это происходит за счет распашки под с./х. культуры, а с другой – за счет зарастания поймы в угодьях, где ранее практиковалось ручное сенокосение. Настоящие злаковые пойменные мезофитные луга сохранились только в пойме р. Горынь Столинского района, как пример образцового луга можно привести сенокосы СПК «Маньковщина». В ряде других хозяйств такие луга сильно засорены из-за несоблюдения агротехнических приемов. Широкое распространение здесь получили корневищные сорняки – щавель конский, щавель курчавый и др., колючие – бодяк полевой, чертополох колючий и др., ядовитые

– лютики едкий и жгучий, льнянка обыкновенная, бухарник шерстистый, погремки и др., а также сильно опушенные растения – лапчатка гусиная, коровяк медвежий и др. Эти растения не поедаются скотом, а так как зачастую они не подкашиваются, то, обсеменяясь год от года, увеличивают свое участие в травостое, вытесняя полезные растения.

– Сократились площади остепненных фитоценозов, которые и в 70-х гг. были мелкоконтурными и фрагментарными. Данные сообщества представляют интерес с научной точки зрения, т.к. обладают большим видовым разнообразием, а также уникальной фитоценотической структурой. С сельскохозяйственной точки зрения, несмотря на невысокую природную продуктивность (приблизительно 3,6–4,4 ц/га в сухие годы и 10,0–13,0 ц/га в условиях влажной весны, обильного и продолжительного половодья), дают корма хорошего качества, отлично поедаемые животными. Сообщества остепненных фитоценозов, такие как виноградниковополевицевые (*Agrostietum vinealis*), дяльвинекелериево-виноградниковополевицевые (*Agrostietum vinealis koeleritosum delavignei*) и раннеосоковые (*Caricetum praecoci*) планируются включить в Зеленую книгу Беларуси. Причем не требуется их исключения из сельскохозяйственного оборота, т.к. они нуждаются в регулярном выкашивании во избежание зарастания кустарниковой растительностью.

Аридизация климата Полесья увеличивается год от года, это проявляется в частоте наступающих засух, в периодическом отсутствии половодий рек, и, как следствие, в постепенно убыстряющейся смене растительности с заметным увеличением участия степного компонента флоры, а также в экспансии чужеродных ксеротермных видов.

Для понимания современной ситуации, а также прогноза направленности и степени трансформации луговых фитоценозов, пойменные земли разделены по степени обеспеченности влагой на следующие категории: недостаточного увлажнения, оптимального, временно избыточного, постоянно переувлажненные и со смешанным режимом увлажнения. К ним приурочены наиболее растространенные типы лугов. В Припятском Полесье они распределяются следующим образом (таблица 1)

Таблица 1 – Распределение типов лугов на пойменных землях Припятского Полесья по степени обеспеченности влагой

Земли по степени увлажненности	Типы лугов	Площадь, га	Доля от площади, %
Недостаточное увлажнение	Пустошные мелкозлаковые	10,171	3,9
Оптимальное увлажнение	Настоящие злаковые	73,0	27,7
Временно избыточное	Обедненные мелкозлаковые и сырые бедные злаковые	126,433	48,0
Постоянное переувлажнение	Гидрофитные крупнозлаковые и крупноосоковые	43,143	16,4
Смешанный водный режим	Остепненные	10,643	4,0

Числа таблицы отражают существующее распределение «луговых земель», то есть территорий, где преобладает тот или иной тип луга, а также луга-пустоши.

Отмеченные изменения свидетельствуют об определяющем значении воды в жизни луговых сообществ, что позволяет ранжировать луговые земли и типы лугов по общей степени увлажнения. Приведенные площади свидетельствуют о том, что в настоящее время в пойме Припяти доминируют малоценные мелкозлаковые луга.

Максимальная интенсивность использования луговых земель Полесья в качестве сенокосов и пастбищ наблюдалась 80-х гг. прошлого века и составляла 180–190 голов крупного рогатого скота на 100 га.

В 90-х гг. прошлого века произошли резкие изменения – сменился уклад крестьянской жизни, население перестало держать коров на личных подворьях, корма для которых заготавливались вручную.



Современные крупные фермы ориентированы на стойловое содержание скота, что постепенно стало негативно отражаться сначала на качестве сена, а затем и на площади лугов, так как они в большинстве своем на Полесье мелкоконтурны, что препятствует применению современной техники. Вследствие этого луга не выкашиваются и зарастают кустарником.

Восстановление прежней или близкой к ней ситуации возможно только с использованием научно обоснованных культуртехнических и агроуправляющих мероприятий.

Старовойтова М.Ю.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ СУЛА (УКРАИНА)

*Хорошковская общеобразовательная школа Лубенского районного совета Полтавской обл.  
МОНМС Украины, г. Лубны, Украина, kollim84@i.ua*

*An estimate of vegetation cover state of Sula river basin is given. A list of the most important hazards to higher aquatic vegetation, revealed as the result of complex ecosystem monitoring at the studied territory, is provided.*

На территории бассейна реки Сула, расположенного на площади 34388 км<sup>2</sup>, находится: 17 рек (длиной от 3 до 363 км), пойменные и надпойменные озера, водоемы затопленных карьеров, каналы, пруды.

В 2009–2015 годах в рамках изучения высшей водной растительности бассейна реки Сула (рисунок 1), ее синтаксономии, динамики и охраны (Старовойтова, 2015) территория была условно разделена на три части: южную, центральную и северную. Где на ключевых участках (эколого-ценотических профилях) осуществлялась оценка ее состояния: определение ценотического богатства, основных угроз и выявление неблагоприятных факторов воздействия.



Рисунок 1 – Карта с территорией исследованного региона (бассейн реки Сула)

Таким образом, относительно ценотического богатства наиболее выраженными являются участки экотопов южной части бассейна р. Сула (юго-западная часть Полтавской обл. и

северо-восточная часть Черкасской обл.) – 82 ассоциации. Экоотопы центральной части бассейна (западная часть Полтавской обл.) характеризуются меньшим количеством ассоциаций – 62. Северная часть исследуемой территории (северо-западная часть Сумской обл.) отмечается не высоким ценотическим богатством – 45 ассоциаций. Самыми распространенными на территории бассейна р. Сула являются сообщества классов *Phragmito-Magno-Caricetea* Klika in Klika et Novak 1941 и *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941, менее распространены синтаксоны классов *Lemnetea* R.Tx 1955 и *Isoëto-Littorelletea* Br.-Bl. et Vlieger 1937. Распределение их ценозов зависит от наличия защищенных мелководных участков и уровня колебания воды, скорости течения, характера донных отложений.

Фитоценотическое богатство растительности свойственно водоемам средней и нижней частей бассейна р. Сула. Это объясняется наличием соответствующих экоотопов и незначительным колебанием уровня воды.

Синтаксоны *Phragmito-Magno-Caricetea* охватывают около 45% площади занятой растительным покровом. Фитоценотическое разнообразие класса в верхней части является самым высоким. В средней части – площади сообществ меньше, они составляют 30–40%. Нижняя часть характеризуется не большими площадями сообществ данного класса и составляет 20%.

Синтаксоны *Potametea* занимают около 20–25% площади высшей водной растительности бассейна р. Сула. Фитоценотическое разнообразие класса в средней и нижней части бассейна реки является самым высоким. Площади сообществ класса в этих частях бассейна составляют 15–20%. Верхняя часть бассейна имеет небольшие площади сообществ данного класса – около 10%.

Синтаксоны *Lemnetea* занимают около 10–15% площади растительного покрова. Фитоценотическое разнообразие класса в верхней части бассейна наиболее богато, в средней и нижней части – менее. Площади сообществ класса составляют лишь 5–10%.

На территории исследуемого региона изредка встречаются синтаксоны класса *Isoëto-Littorelletea*, им принадлежит около 10% площади занятой растительным покровом.

В качестве важнейших ведущих неблагоприятных факторов следует назвать изменение естественного гидрологического режима, которое происходит вследствие зарегулирования русел рек, трансформации прибрежной зоны, рекреации.

Процессы рекреации наблюдаются в прибрежных зонах водоемов, преимущественно по всей территории региона исследования. В местах отдыха населения происходит загрязнение береговой полосы бытовыми отходами, вытаптывание воздушно-водной растительности. Такое воздействие проявляется на небольших площадях, однако приводит к значительному снижению фитоценотического и флористического разнообразия, в частности, уменьшение площадей сообществ, обеднение их видового состава, а также исчезновение редких видов.

В местах массового отдыха населения происходит частичное, но и иногда и полное исчезновение сообществ классов *Isoëto-Littorelletea* и *Potametea*. Полная деградация водной и в меньшей степени воздушно-водной растительности происходит на мелководных участках, которые засыпаются песком с целью создания искусственных пляжей (окрестности г. Лубны, Полтавская обл.). В местах их функционирования происходит массовое развитие водорослей и формирования маловидовых сообществ, образованных *Ceratophylletum demersi* (Soò 1927) Egger 1933, *Potametum pectinati* Carstensen 1955, *Potametum lucentis* Hueck 1931.

Процессы, связанные с зарегулированием русла, являются наиболее распространенными для всей территории исследуемого региона. Они вызваны человеческим фактором, в частности, сооружением кладок, гатей и насыпей с целью направления русла реки, создания искусственных перекатов. В результате происходит нарушение естественного гидрорежима водоемов, обедняется флористический состав. Наблюдается замена настоящей высшей водной растительности воздушно-водной. Ценотическое богатство экологических рядов низкое – две-три ассоциации (р. Оржица, окр. д. Тарасовка, Оржицкий р-н, Полтавская обл.; р. Сула, окр. д. Колодна, Хорольский р-н Полтавская обл.).

Трансформация прибрежной зоны имеет спорадический характер, способствует быстрому стоку осадков в водоемы, нарушая их гидрологический режим. Усиливается также и действие паводков на воздушно-водную растительность. На месте уничтоженных прибрежных полос путем вырубki и выкашивания формируется пойменно-кустарниковая растительность.

Существенную угрозу фитоценообразию исследуемой территории представляют процессы зарастания. Определяющими факторами процесса зарастания водотоков исследуемого региона является скорость течения и колебания уровня воды. Поскольку они обуславливают подвижность субстрата и изменение гидрорежима. Содоминирующими факторами выступают: характер донных отложений, прозрачность воды, антропогенный фактор.

Зарастание рек водоемов бассейна р. Сула происходит в направлении от берега к центру, каналов – от берега, малых притоков р. Сула (Сулица, Слепород, Войныха, Локня, Ольховка, Хусь) – одновременно по всей поверхности, не укоренившимися или укоренившимися видами. В подавляющем большинстве процесс зарастания проходит путем формирования воздушно-водных и болотных сообществ. Для малых по площади, чрезмерно зарастающих озер исследуемого региона характерно фрагментарно-поясное размещение воздушно-водных видов растений и сплошное – погруженных гидрофитов, которые часто занимают до 60% водного зеркала. По степени зарастания озера проходят 4 стадии: инициальную, прогрессивного зарастания, стагнации и деградации (Борсукевич, 2010). В регионе они находятся на 2–3 стадии.

Крупнейшими площадями зарастания отмечаются участки бассейна р. Сула в ее средней и нижней частях, устье, каналах с илесто-песчаными донными отложениями, пойменных озерах с илистыми почвами.

Сцепановіч Я.М.

## СІНТАКСАНАМІЧНАЯ СТРУКТУРА І ДЫНАМІКА РАСЛІННАСЦІ БАЛОТА ДЗІКАЕ

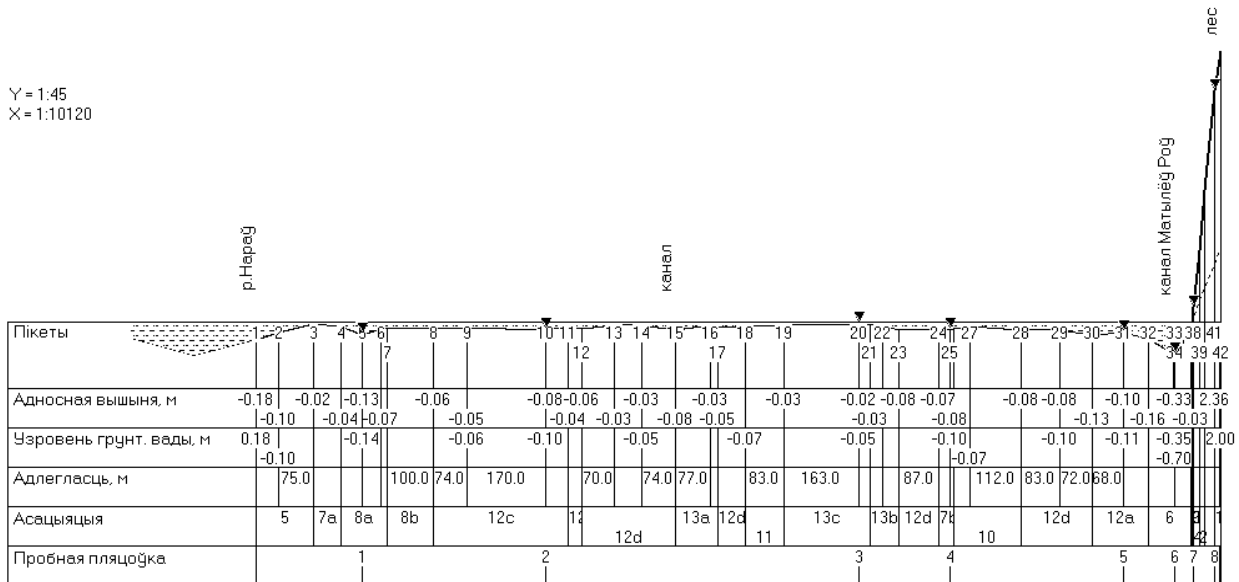
ДзНУ «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча НАН Беларусі»,  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, jazer@biobel.bas-net.by

*The natural vegetation of Dzikaje mire covers an area of 13.9 thousand ha. In the system of syntaxons it belongs to 17 classes, 24 orders, 33 unions, 64 associations, 111 subassociations and rankless units. The dominant position is occupied by grassy hygromesophilous marshy and acidophilous mire communities, belonging to the classes Phragmito-Magnocaricetea and Scheuchzerio-Sariceteafuscae respectively. Monitoring of the temporal and spatial dynamics of phytocenoses held since 1998 on 4 key areas. Phytocenotic structure and species composition of communities are characterized by relative stability.*

Згодна з раянаваннем балот Еўропы [3], тэрыторыя балотнага масіва Дзікае адносіцца да Сярэднядняпроўска-Прыпяцкай правінцыі эўтрофных і алігатрофных хваёва-сфагнавых балот. У сістэме раянавання балот Беларусі [4] дадзены масіў размешчаны на крайнім паўночным захадзе Паўднёвай (Палескай) зоны, якая ўяўляе сабой абсяг буйных нізінных тарфянікаў. У геабатанічным плане ён размешчаны ў падзоне Грабава-дубова-цёмнаігліцавых лясоў [1, 9].

Маршрутна-дэталёвыя геабатанічныя і маніторынгавыя даследаванні расліннага покрыва балотнага масіва выконваюцца з 1998 г. Назіранні за часовай і прасторавай дынамікай фітацэнозаў праводзяцца на 4 ключавых участках (КУ), 2 з якіх (КУ-51 «Выброды» і КУ-57 «Новы Двор») улучаны ў Дзяржаўны рэестр пунктаў назіранняў за лугавой і лугава-балотнай расліннасцю НСМНА ў Рэспубліцы Беларусь [2, 5, 7]. Найбольшую плошчу (7,05 км<sup>2</sup>) займае КУ-51; працягласць экалага-фітацэнатычнага профілю (ЭФП) 2,12 км, на якім закладзена 8 пастаянных пробных пляцовак (ППП) (малюнак 1).

Сучасная прыродная расліннасць балота пакрывае плошчу ў 13,9 тыс. га (у межах аднайменнага гідралагічнага заказніка – 7,4 тыс. га). Яшчэ 7,8 тыс. га гарфяна-балотных угоддзяў (паўднёва-усходняя частка) у выніку асушальнай меліярацыі ў 70–80-я гады трансфармавана ў аграфітацэнозы. У фітацэнаатычным дачыненні абследаваны ўсе катэгорыі расліннасці. Расліннае покрыва добра адлюстроўвае як геаграфічнае, так і геамарфалагічнае (на водападзеле рэк Нараў і Ясельда) размяшчэнне масіва, у асноўным адносячыся да нізіннага тыпу. Але нярэдка мае рысы пераходнага балота. Пададзена пераважна бязлеснымі супольніцтвамі: разнатраўна-асакова-гіпнавымі, асакова-гіпнавымі, злакава-асакова-гіпнавымі, разнатраўна-асакова-сфагнавымі, асаковымі і хмызняковымі.



Малюнак 1 – Эколага-фітацэнаатычны профіль на левабярэжным поплаве р. Нараў 1,5 км на паўночны ўсход ад в. Выброды Пружанскага раёна Брэсцкай вобласці. 1998 г. Працягласць 2,12 км.

Асацыяцыі: 1 – *Corynephorretum canescentis* (subas. C. c. *hieracietosum pilosellae*); 2 – *Poetum angustifoliae* (subas. P. a. *agrostidetosum tenuis*); 3 – *Nardetum strictae* (subas. N. s. *luzuletosum multiflorae*); 4 – *Juncetum effusi* (subas. J. e. *caricetosum nigrae*); 5 – *Phragmitetum communis* (subas. Ph. c. *equisetetosum fluviatili*); 6 – *Equisetetum limosi* (subas. E. l. *menyanthetosum trifoliatae*); 7 – *Caricetum appropinquatae* (subas.: a – C. a. *caricetosum elatae*, b – C. a. *eriphoretosum polystachii*); 8 – *Caricetum elatae* (subas.: a – C. e. *menyanthetosum trifoliatae*, b – C. e. *caricetosum lasiocarpae*); 9 – *Caricetum canescentis* (subas. C. c. *caricetosum rostratae*); 10 – *Eriophoretum polystachii* (subas. E. p. *caricetosum lasiocarpae*); 11 – *Caricetum diandrae* (subas. C. d. *menyanthetosum trifoliatae*); 12 – *Caricetum lasiocarpae* (subas.: a – C. l. *equisetetosum fluviatili*, b – C. l. *caricetosum appropinquatae*, c – C. l. *menyanthetosum trifoliatae*, d – C. l. *eriphoretosum polystachii*); 13 – *Caricetum limosae* (subas.: a – C. l. *menyanthetosum trifoliatae*, b – C. l. *eriphoretosum polystachii*, c – C. l. *caricetosum chordorrhizae*).

У сінтаксанамічным плане раслінныя супольніцтвы размеркаваны па 17 класах, 24 парадках, 33 звязах, 64 асацыяцыях, 111 субасацыяцыях і бязрангавых адзінках. Панавальнае становішча ў раслінным покрыве займаюць травяныя гіграмезафільныя балоцістыя і ацыдафільныя балотныя супольніцтвы, адпаведна, класаў *Phragmito-Magnocaricetea* Klika (1942) 1944 і *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Nordh. 1936 em. Br.-Bl. et Tx. 1943. Гэтыя класы першыя ствараюць не толькі па колькасці асноўных сінтаксанамічных адзінак – асацыяцый (адпаведна 9 і 8), але і па занятай імі плошчы. У класе *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* маюць месца самыя фітацэнаатычна разнастайныя супольніцтвы ўзроўню асацыяцыі. Першыя ствараюць валасістаплоднаасочнікі – *Caricetum lasiocarpae* Koch 1926 em. Klika 1935 (21 апісанне, 8 субасацыяцый). На КУ-51 «Выброды» яны займаюць 45% плошчы і распаўсюджаны па ўсіх адкрытых прасторах балота. Другое месца па фітацэнааразнастайнасці займае асацыяцыя *Caricetum limosae* Br.-Bl. 1921 em. Klika 1935 (10 апісанняў, 4 субасацыяцыі) і мае месца ў цэнтральнай стала абводненай частцы масіва ля вёсак Выброды і Залесе. У класе *Phragmito-Magnocaricetea* найшырока пададзены супольніцтвы *Caricetum appropinquatae* Koch 1926 em.

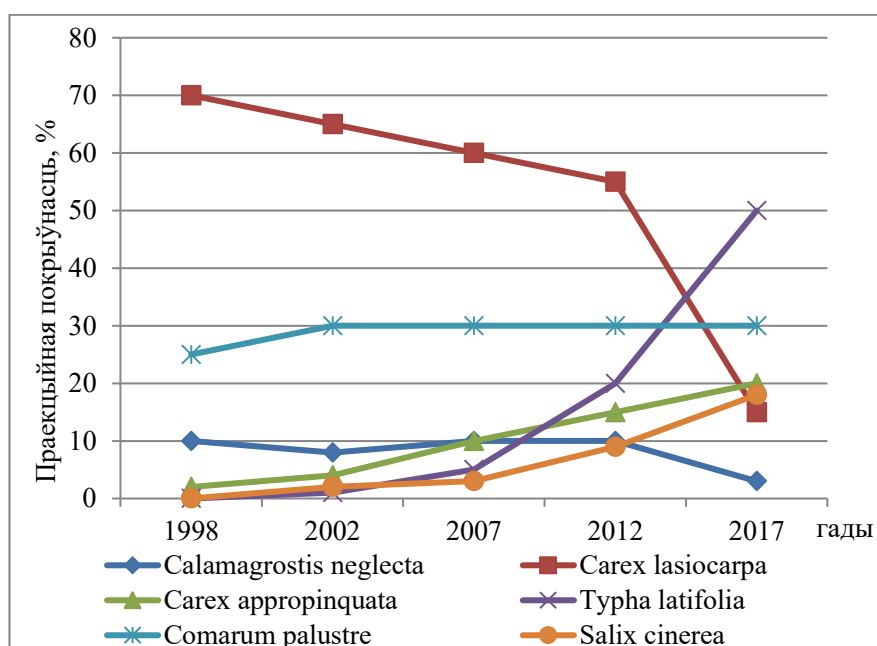
Соў 1938 (10 апісанняў, 7 субсацыяцый), якія фармуюцца ў прытэрасі поплава р. Нараў і ля мінеральных выспаў. За імі крочаць нітра- і кальцыфільныя супольніцтвы *Caricetum elatae* Koch 1926 (7 апісанняў, 5 субсацыяцый), *Phragmitetum communis* Gams 1927 em. Schmale 1939 (5 апісанняў, 4 субсацыяцыі) і інш. Усе астатнія раслінныя супольніцтвы сустракаюцца значна радзей і на меншых плошчах. Пэўнай сазалагічнай увагі заслугоўвае ўнікальнае ацыдафільнае хмызняковае супольніцтва *Betuletum humilis* Fijałkowski 1959, значна пашыранае на КУ-57 «Новы Двор» (займае 13,1% плошчы). Усяго ў межах балотнага масіва Дзікае адзначаны 10 рэдкіх і ўнікальных супольніцтваў (*Betuletum humilis*, *Caricetum limosae*, *Eriophoretum polystachii* Otruba 1947 і г.д.), прапанаваных для ўлучэння ў будучую Зялёную кнігу краіны [6, 8].

Фітацэнатычная структура і відавы склад супольніцтваў характарызуюцца адноснай стабільнасцю. Прыкметныя змены заўважаны толькі пасля спынення сенакашэння ў пачатку 2000-х гадоў. На прыкладзе КУ-57 «Новы Двор» (табліца 1) паказана дынаміка агульнай праекцыйнай пакрыўнасці дрэвава-хмызняковай расліннасці, траў і ападу.

Табліца 1 – Дынаміка агульнай праекцыйнай пакрыўнасці дрэвава-хмызняковай расліннасці, траў і ападу на КУ-57 «Новы Двор» на нізінным балоце Дзікае

Год назіранняў	1998			2007			2012			2017		
	дрэў і хмызн.	траў	ападу	дрэў і хмызн.	траў	ападу	дрэў і хмызн.	траў	ападу	дрэў і хмызн.	траў	ападу
ППП-1	2	92	5	5	95	7	15	93	10	35	90	80
ППП-2	0	95	10	1	95	20	10	97	20	25	95	90
ППП-3	0	95	10	3	96	10	15	98	25	30	90	70
На КУ ўцэлым	<b>0,1</b>			<b>1,5</b>			<b>14</b>			<b>27</b>		

З’яўленне дрэў і хмызнякоў моцна ўплывае на структуру, фларыстычны склад і прадукцыйнасць травяных фітацэнозаў. Вось як гэта адлюстравалася на дынаміцы асноўных цэнозаўтваральнікаў на некалі сенажацевым участку балота Дзікае – малюнак 2.



Малюнак 2 – Дынаміка асноўных відаў раслін на ППП-1 КУ-57 «Новы Двор» на нізінным балоце Дзікае

Згодна з малюнкам 2, дзесьці два гады таму адбылося ўзаемазамышчэнне лідарства ў супольніцтве паміж асакой валасістаплоднай (*Carex lasiocarpa* Ehrh.) і пухоўкай шыракалістай (*Typha latifolia* L.). Гэтаму паспрыялі гідралагічны рэжым (падвышэнне ўзроўню застойнай паверхневай вады) і напластоўванне травянога ападу (да 90%). Пасля спынення касьбы паступова ўзрастае прысутнасць асакі збліжанай (*Carex appropinquata* Schum.) і лазы попельнай (*Salix cinerea* L.). Пашырэнне буйнатраўя прыкметна адбілася на прадукцыйнасці надземнай фітамасы. Ад пачатку назіранняў (1998 г.) на ППП-1 КУ-57 яна вырасла з 43,1 да 81,0 ц/га сена ў 2017 г.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Гельтман, В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В.С. Гельтман. – Мн.: Наука и техн., 1982. – 326 с.
2. Завяршыць фармаванне сеткі пунктаў назіранняў за лугавой і лугава-балотнай расліннасцю: Справаздача аб НДР (заклучн.) / Інстытут эксперыментальнай батанікі НАНБ; Кір. работы І.М. Сцепановіч. № ГР 20062875. – Мн., 2010. – 419 с.
3. Кац, Н.Я. Болота земного шара / Н.Я. Кац. М.: Наука, 1971. – 296 с.
4. Пидопличко, А.П. Торфяные месторождения Белоруссии / А.П. Пидопличко. – Мн.: Изд-во АН БССР, 1961. – 192 с.
5. Степанович, И. Мониторинг луговой и лугово-болотной растительности Беларуси : Научно-методические основы, технология, сеть пунктов / И. Степанович, Е. Степанович. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 328 с. // www.lap-publishing.com.
6. Сцепановіч, І.М. Навуковыя асновы ацэнкі і аховы біразнастайнасці прыроднай травяністай расліннасці Беларусі / І.М. Сцепановіч // Природные ресурсы. – 2000. – № 3. – С. 16–27.
7. Сцепановіч, І.М. Навукова-метадычныя асновы маніторынгу лугавой і лугава-балотнай расліннасці Беларусі / І.М. Сцепановіч, А.Ф. Сцепановіч. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 289 с.
8. Сцепановіч, І.М. Прынцыпы, метады і крытэры сазалагічнай ацэнкі раслінных супольніцтваў / І.М. Сцепановіч // Природные ресурсы. – 2016. – № 1. – С. 34–47.
9. Юркевич, И.Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман. – Мн.: Наука и техника, 1965. – 288 с.

Сцепановіч Я.М.

### СУЧАСНЫ СТАН І ТЭНДЭНЦЫ РАЗВІЦЦЯ ЛУГАВОЙ І ЛУГАВА-БАЛОТНАЙ РАСЛІННАСЦІ БЕЛАРУСІ

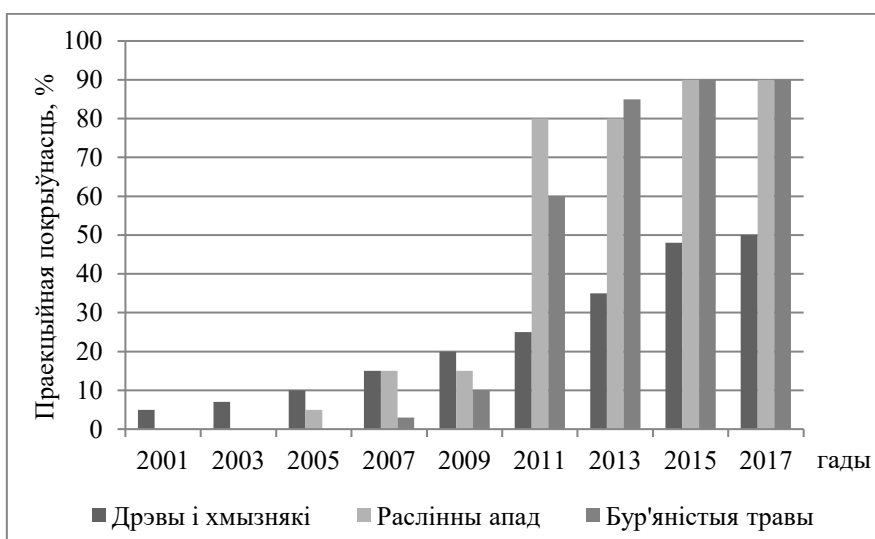
ДзНУ «Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф. Купрэвіча НАН Беларусі»,  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь, jazer@biobel.bas-net.by

***Monitoring studies of meadow and meadow-marsh vegetation are carried out on 530 permanent sample plots of 112 key sites. It has been observed that the species composition and productivity of herbage are mostly dependent on the nature and extent of the economic use of lands. Key trends: decrease of the area of hayfields and pastures (in the last 11 years by 15,4%); spread of weeds and expansion of tree and shrub vegetation (for 2011–2015 by 29,9%); growth of productivity of the aboveground phytomass (primarily due to the large grass) and decrease of the nutritional value of herbage.***

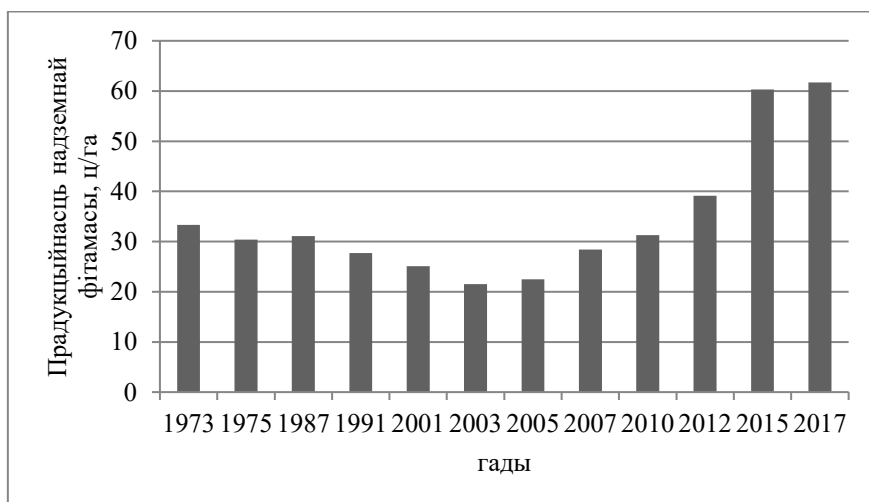
Паводле звестак Дзяржаўнага камітэта па маёмасці Рэспублікі Беларусь [3] лугі, у т.л. на асушаных землях і ворыве, займаюць 2737,6 тыс. га, або 13,2% тэрыторыі краіны, адкрытыя травяныя балоты – 809,7 тыс. га, або 3,9%. Шматгадовыя (у асноўным з 1984, 1991 і 2001 гг.) даследаванні лугавой і лугава-балотнай расліннасці праведзены пераважна ў рамках заданняў Дзяржаўнай праграмы НСМНА ў Рэспубліцы Беларусь. Сетка пунктаў назіранняў складаецца з 112 ключавых участкаў (КУ) і 530 пастаянных пробных пляцовак (ППП) [1, 4, 5]. Вынікі маніторынгу сведчаць пра дынамізм развіцця дадзенай катэгорыі расліннасці ў залежнасці ад шэрагу фактараў.

Па-першае, адбываецца скарачэнне плошчаў кармавых угоддзяў, у т.л. на асушаных землях і ворыве: толькі за апошні год лугі скараціліся на 60,4 тыс. га, або на 2,1%, травяныя балоты – 23,2 тыс. га, або 2,7%, а за апошнія 11 гадоў – адпаведна на 506,1 тыс. га, або 15,4% і 92,7 тыс. га, або 10,1%. Гэты працэс няўхільны ўжо на працягу дзесяцігоддзяў, за выключэннем 1998–2005 гг. Прычынай тут у большай ступені з’яўляецца парушэнне рэжыму ці спыненне гаспадарчага выкарыстання кармавых угоддзяў – сенакашэння і выпасу, асабліва на дробнаконтурных участках, у т. л. у далінах малых рэк, – што цягне за сабой распаўсюд бильнягу і зарастанне дрэвава-хмызняковай расліннасцю (за 2011–2015 гг. яна пашырылася на 230,2 тыс. га, або 29,9%). Бильнягом у рознай ступені ахоплены больш за 80% КУ. На 15 КУ бильняговыя віды траў дамінуюць (займаюць больш за 50% плошчы) [6]. Заўважана прамая карэляцыя паміж колькасцю ападу і багатаснасцю бильнягу (малюнак 1).

На фоне агульнага скарачэння плошчаў кармавых угоддзяў назіраецца рост прадукцыйнасці надземнай фітамасы супольніцтваў (у сярэднім за год на 6,9%) за кошт буйнатраўя ў выніку нерэгулярнасці сенакашэння і павялічэння тоўшчы расліннага ападу. На мал. 2 прыклад такіх зменаў.



Малюнак 1 – Дынаміка ападу, бильнягу і дрэвава-хмызняковай расліннасці на ППП-4 КУ-82 «Навасёлкі» у даліне р. Цітаўка (басейн Свіслачы, Пухавіцкі раён)

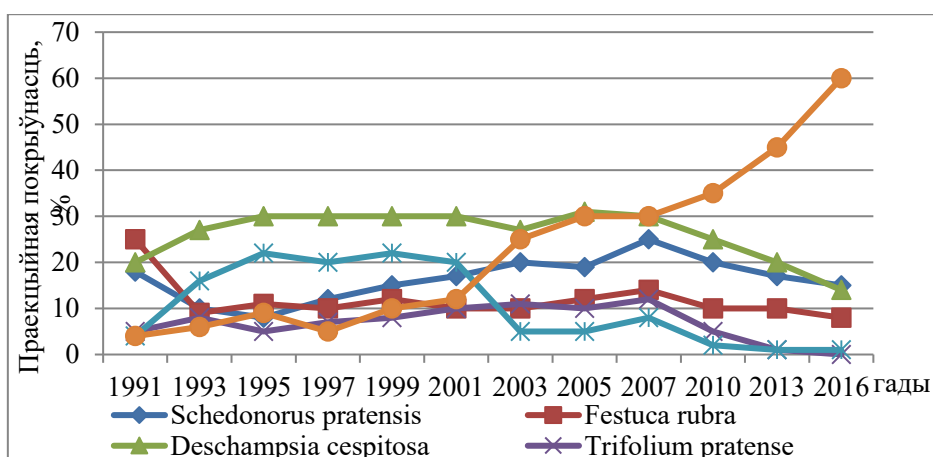


Малюнак 2 – Дынаміка прадукцыйнасці травастану на ППП-1 КУ-1 «Беразіно-3,4» на правабярэжным поплаве р. Бярэзіна (Бярэзінскі біясферны запаведнік, Докшыцкі раён)



Паводле малюнка 2, да 2003 г. прадукцыйнасць паволі зніжалася ў залежнасці ад спалучэння колькасці наілку і мінеральнай падкормкі, далей працэс росту ўраджаю звязаны з развіццём буйнатраўя.

Пад уплывам вышэйзгаданых фактараў працягваецца збядненне відавoga складу травастанаў і пагаршаюцца яго біяхімічныя паказнікі і кармавыя вартасці. Рэзка змяншаецца прысутнасць (да выпадання цалкам з травастану) каштоўных бабовых (канюшынаў, люцэрнаў, гарошкаў, чынаў балотнай і лугавой і інш.), злакавых траў (аўсянічніка лугавoga, батлачыка лугавoga, бекманніі звычайнай, метлюжкоў балотнага, вузкалістага і лугавага, мурожніцы чырвонай, мятліцаў гіганцкай і пясчанай, танканага Дзялівіня і інш.), нізавoga разнатраўя і асокаў. На малюнку 3 адлюстраваны дынамічныя змены ў відавым складзе тыповых лугавых супольніцтваў на адным з КУ Красненскага палігона маніторынгу: пасля зніжэння пашавай нагрузкі з 2002 г. і спынення сенажацева-пашавага рэжыму ў 2009 г. актывізавалася буйнатраўе, перад усім прысутны вятроўнік – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.



Малюнак 3 – Дынаміка асноўных відаў траў на ППП-2 КУ-16 «Краснае-1,5» на левабярэжным поплаве р. Уша (Маладзечанскі раён)

Узмацняецца экспансія рудэралаў (сметнікавых раслін) на лугавых і балотных угоддзях, у т.л. інвазійных. У выніку зараз пераважаюць травастаны здавальняльнай (III клас) кармавой вартасці. Першакласныя сустракаюцца рэдка, пашыраны нераўнамерна, часцей ля населеных пунктаў, і ў большыні сваёй моцна дэградаваныя. З каштоўных у найлепшым стане знаходзяцца травяныя супольніцтвы асацыяцый *Phalaridetum arundinaceae* Koch 1926 em. Libert 1932, *Alopecuretum pratensis* (Regel 1925) Steffen 1931, *Beckmannietum erucifirmis* R. Jovanovič 1958 і інш., якія фармуюцца ў выключна алювіяльных умовах на поплавах пераважна буйных рэк (Дняпра, Прыпяці, Сожа, Нёмана і інш.).

Дадзеныя спектраметрычных даследаванняў у большыні сваёй паказваюць нармальную колькасць назапашвання цяжкіх мяталаў (ЦМ) травяністымі раслінамі і амаль паўсюль значнае перавышэнне лімітна дапускальнага ўзроўню (ЛДУ) дзірванінай, асабліва вакол буйных прамысловых цэнтраў, у межах урбанізаваных і рэкрэацыйных зонаў. Так, на КУ Мінскага палігона маніторынгу валавае ўтрыманне свінцу і цынку ва ўзорах лугавой дзірваніны ў кірунку да цэнтра горада павялічваецца ў сярэднім у 4–20 разоў, медзі – у 10–30, хрому – у 3–13, кобальту – у 4–49, нікелю – у 6–50, ванаду – у 7–25 разоў у параўнанні з фонавай тэрыторыяй (поплаў р. Бярэзіна ў межах Бярэзінскага біясфернага запаведніка) [2].

У цэлым па краіне сярод даследаваных траў назіраецца найбольш высокае назапашанне медзі, а таксама марганцу. Пры гэтым неабходна адзначыць, што медзь – элемент, які ўдзельнічае у працэсе фотасінтазу. Аднак у шэразе выпадкаў яе канцэнтрацыі перавышаюць ЛДУ. Асабліва лішкавыя канцэнтрацыі медзі (больш чым удвая) у чаротніцы трысняговай (72,36 мг/кг), каласоўніка безасцюковага (70,81 мг/кг), батлачыка лугавoga (62,39 мг/кг), а таксама ў птармікі вербалістай (50,19 мг/кг), асакі чорнай (46,64 мг/кг), вострыцы дзірваністай (45,72 мг/кг) і інш. Завышаныя канцэнтрацыі марганцу адзначаны толькі ў мятліцы



парасткаўтваральнай (306,28 мг/кг), цынку – у танканога шызага (113,15 мг/кг), тытану – у асакі чорнай (46,64 мг/кг) [4, 5].

Назіраецца паступовае змяншэнне радыяцыйнай забруджанасці травастанаў і лугавых глебаў выкідамі Чарнобыльскай АЭС. За выключэннем тэрыторыі Палескага радыяцыйна-экалагічнага запаведніка максімальны ўзровень удзельнай радыяактыўнасці травастану ў апошнія гады назіранняў дасягае: на КУ-51 «Выброды» (даліна р. Нараў) – 427,4 Бк/кг; на КУ-4 «Тульгавічы-2,5» (поплаў р. Прыпяць) – 393,7 Бк/кг; на КУ-96 «Ляхавічы» (поплаў воз. Чырвонае) – 256,7 Бк/кг; на КУ-44 «Хомінка» (поплаў р. Сож) – 193,8 Бк/кг; на КУ-97 «Гомель» (поплаў р. Сож) – 187,2 Бк/кг; на КУ-106 «Прапоньск» (поплаў р. Проня) – 183,4 Бк/кг і г.д., – што амаль на 1,5 парадку менш за ЛДУ па радыяцэю. Заўважана відаспецыфічнасць назапашвання радыянуклідаў. Найбольш акумулююць іх шчыльнакустовыя злакі: аўсянічнікі трысняговы і лугавы, купкоўка зборная, вострыца дзірваністая, – а таксама асакі вострая, балотніца балотная, маруна мяккая, сіт разгалісты, батлачык лугавы, мятліцы тонкая і парасткаўтваральная, шабельнік балотны, хвошч прырэчны і інш. Гэтыя віды ў спалучэнні (судамінаванні) паказваюць вышэйшыя ўзроўні забруджанасці травастану.

Удзельная радыяактыўнасць глебаў на даследаваных КУ значна вагаецца, але не перавышае ЛДУ ўтрымання <sup>137</sup>Cs. Найбольш высокія паказнікі радыяактыўнасці назіраліся ў дзірваніне і верхніх гарызонтах алювіяльна-дзірвановых і алювіяльна-дзірванова-глеевых глебаў на поплавах рэк Прыпяць, Сож, Свіслач, Вілія, азёраў Лукаўскае, Чырвонае і інш., дзе ўзровень утрымання радыянуклідаў у дзірваніне дасягаў велічыняў 1038,4 Бк/кг (КУ-4 «Тульгавічы-2,5», Хойніцкі раён), 578,3 Бк/кг (КУ-106 «Прапоньск», Слаўгарадскі раён), 568,3 Бк/кг (КУ-97 «Гомель», г. Гомель), 510,3 Бк/кг (КУ-95 «Лукава», Маларыцкі раён) і г.д.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Завяршыць фармаванне сеткі пунктаў назіранняў за лугавой і лугава-балотнай расліннасцю: Справаздача аб НДР (заклучн.) / Інстытут эксперыментальнай батанікі НАНБ; Кір. работы І.М. Сцепановіч. № ГР 20062875. – Мн., 2010. – 419 с.
2. Разгарнуць сістэму маніторынгу лугавой расліннасці Беларусі : Справаздача аб НДР (заклучн.) / Інстытут эксперыментальнай батанікі НАНБ ; Кір. работы І.М. Сцепановіч. № ГР 2003386. – Мн., 2005. – 366 с.
3. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2017 года) / Гос. Комитет по имуществу Республики Беларусь. – Мн., 2017. – 57 с.
4. Степанович, И. Мониторинг луговой и лугово-болотной растительности Беларуси: Научно-методические основы, технология, сеть пунктов / И. Степанович, Е. Степанович. – Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 328 с. // www.lap-publishing.com.
5. Сцепановіч, І.М. Навукова-метадычныя асновы маніторынгу лугавой і лугава-балотнай расліннасці Беларусі / І.М. Сцепановіч, А.Ф. Сцепановіч. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 289 с.
6. Сцепановіч, І.М. Сучасны стан і стратэгія ўстойлівага выкарыстання лугавой расліннасці Беларусі / І.М. Сцепановіч // Природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 58–74.

Сысой И.П.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, mastibrotskaya@mail.ru

*The main directions of the monitoring program of useful plants are comprehensive analysis of existing materials on these plant species during the preparatory works, perennial research at permanent observation points, determination of the period of regeneration after different harvesting regimes for their raw materials, assessment of the resources of useful plants, possible annual*

*volumes of their harvesting and the creation of the information system for plant resources management. The implementation of this program will allow realizing measures for the sustainable use of plant resources of the country.*

В настоящее время одним из приоритетных курсов государственной политики в экологической сфере является обеспечение устойчивого использования биологического разнообразия Беларуси. Данное направление включено в ряд целей, задач и мероприятий Стратегии и Национального плана действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия, Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь. Природная флора Беларуси обладает значительным ресурсным потенциалом, включает около 1200 видов хозяйственно полезных растений (ХПР), что составляет более 70% от ее состава. Они используются как источники сырья для фармацевтической, пищевой, парфюмерной промышленности, в кормопроизводстве и других отраслях [1].

Важным направлением в реализации мер по устойчивому использованию растительных ресурсов является развертывание программы мониторинга видов ХПР – комплекс мероприятий, направленных на оценку и прогноз долгосрочных изменений состояния, ресурсов и изучения размещения данных видов растений на территории административных районов и республики в целом. Целью данной программы является информационное обеспечение государственных органов и заинтересованных юридических лиц достоверными сведениями о состоянии запасов видов дикорастущих ХПР, необходимыми для принятия оперативных управленческих решений в области сохранения, организации рационального использования и воспроизводства их ресурсов [2].

При подготовительных работах важным направлением является всесторонний анализ полевых, литературных и лесотаксационных материалов, результаты которого позволяют спланировать маршруты полевых исследований, составить перечень постоянных пунктов наблюдений (ППН) популяций видов ХПР для проведения повторных исследований, определить значимые популяционные параметры для мониторинговых наблюдений данных видов растений.

Для лесных видов проводятся исследования по поводу соответствия лесотаксационных данных и реальных полевых материалов, при этом осуществляется отбор выделов с большими зарослями видов ХПР и их сверка во время полевых исследований на местности. Обработка таксационных описаний осуществляется с помощью разработанных специализированных компьютерных программ. Послойный анализ таксации разных лет позволяет судить о динамике ресурсов ХПР и их состоянии.

При полевых исследованиях важным направлением является изучение основных популяционных характеристик видов ХПР на ППН (проективное покрытие вида, количество побегов, их высота, годичный прирост сырьевой части, состояние, величина сырьевой фитомассы и другие). Для разных видов ХПР мониторинговые наблюдения на ППН проводятся ежегодно или один раз в 2-3 года. Такие наблюдения позволяют оценить динамику популяционных характеристик и регенерационную способность видов после различного режима заготовки сырья. По результатам мониторинговых наблюдений популяций видов ХПР определяются средние многолетние значения наблюдаемых показателей и период восстановления сырья данных видов после их эксплуатации. В таблице приведены средние многолетние данные по 9 изучаемым видам ХПР.

При камеральной обработке материалов важным является оценка ресурсов видов ХПР. При этом определяется их удельная сырьевая фитомасса, биологический и эксплуатационный запасы, возможный ежегодный объем заготовок сырья. Эти данные являются фактографической основой при планировании заготовок видов ХПР в отдельных регионах и по стране в целом.

В последнее время перспективным направлением устойчивого использования растительных ресурсов страны является создание информационных систем с помощью геоинформационных технологий. Так, нами создана информационная система управления ресурсами расти-

тельного мира на основе ГИС на примере Мядельского района Минской области. Данная система представляет собой совокупность баз данных, в которые включены все необходимые показатели популяций видов ХПР, основная их характеристика и направления использования, перечни организаций, заинтересованных в заготовке растительного сырья и т.д. В системе содержится картографический блок. На карте района отображаются границы зарослей и ППН ХПР, а также создаются слои с характеристиками по разным годам мониторинговых наблюдений.

Таблица 1 – Основные популяционные показатели изучаемых видов

Вид растения	Проективное покрытие, %	Количество побегов, шт/м <sup>2</sup>	Высота побегов, см	Годичн. прирост, см	Величина сырьевой фитомассы, г/м <sup>2</sup>		Выход ВСС, %	ПВС, лет
					в сыром состоянии	в возд.-сух. состоянии		
<i>Achillea millefolium</i> <sup>1</sup>	15,70± 1,90	45,89± 5,81	49,81± 1,75	-	42,24± 4,10	12,74± 1,36	29,35± 0,62	3
<i>Acorus calamus</i>	29,15± 5,12	98,13± 7,10	-	-	3534,88± 241,51	1242,03± 83,33	35,26± 0,94	5-8
<i>Bistorta major</i>	16,97± 5,28	35,25± 1,85	-	-	607,57± 46,55	287,24± 22,58	47,28± 0,50	7-30
<i>Comarum palustre</i>	22,99± 3,14	32,31± 3,12	-	19,64± 1,14	83,80± 15,10	32,56± 6,16	38,16± 0,63	2
<i>Ledum palustre</i>	25,82± 1,84	-	51,23± 1,44	6,94± 0,22	89,21± 7,80	44,83± 4,03	49,99± 0,67	3 (2-4)
<i>Menyanthes trifoliata</i>	38,33± 3,32	139,36± 9,75 <sup>2</sup>	32,27± 1,70	-	210,28± 24,76	30,71± 3,59	14,83± 0,20	2
<i>Potentilla erecta</i>	19,18± 3,80	93,78± 14,38	-	-	335,13± 48,04	145,64± 20,03	43,83± 0,89	4-8
<i>Vaccinium myrtillus</i>	45,03± 2,99	-	23,79± 0,98	-	258,62± 19,07 <sup>3</sup>	128,25± 9,14 <sup>3</sup> ; 1,78±1,65 <sup>4</sup>	49,40± 0,82	8
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	33,05± 2,11	-	15,92± 0,36	-	160,60± 9,69 <sup>3</sup>	77,13±4,51 <sup>3</sup> ; 53,31±3,08 <sup>4</sup>	48,88± 0,42	6 (4-8)

Примечание: ВСС – выход воздушно-сухого сырья от свежесобранного; ПВС – период восстановления сырья; <sup>1</sup> – количественные характеристики приведены для цветоносных побегов; <sup>2</sup> – определялось количество листьев; <sup>3</sup> – масса побегов; <sup>4</sup> – масса листьев, для *V. myrtillus* и *V. vitis-idaea* доля листьев в общей сырьевой фитомассе составляет 17,27±1,67% и 69,37±0,84% соответственно.

Все это позволит оценить состояние ХПР и проследить тенденции изменения запасов их сырья. Реализация программы мониторинга видов ХПР позволит осуществить меры по устойчивому использованию растительных ресурсов страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парфенов, В.И. Инвентаризация природной флоры - научная основа сохранения и рационального использования генофонда хозяйственно полезных растений / В.И. Парфенов, С.А. Дмитриева // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. акад. Н.В. Смольского, Минск, 7–9 окт. 2015 г.: в 2 ч. / НАН Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск, 2015. – Ч. 1. – С. 171–175.
2. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / НАН Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси; [авт.-сост.: А.В. Пугачевский и др.]. – Минск, 2011. – С. 58–80.

# МОНИТОРИНГ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Березина О.А.<sup>1</sup>, Максимович Н.Г.<sup>2</sup>, Шихов А.Н.<sup>1</sup>

## ДЕГРАДАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛИКВИДИРОВАННОГО КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Российская Федерация, berezina\_olga@psu.ru, and3131@inbox.ru

<sup>2</sup> «Естественнонаучный институт» ФГБОУ ВО «Пермского государственного национального исследовательского университета», г. Пермь, Российская Федерация, ntax@psu.ru

*The article describes the possibility of application of multi-temporal Landsat and Sentinel-2 images for environmental monitoring and assessment in coal mining areas. The study area is abandoned Kizel coal basin, which is located in the Perm region, Russia. The last 20 years, the acid mine drainage (AMD) and mine tailings leachate causes an extreme contamination of ecosystem with iron, aluminium and heavy metals. Some areas (around 20 ha) was outlined of degraded soil and vegetation cover from high-resolution images. The largest areas of degraded soil and vegetation appeared in 2006–2010 and associated with the change of AMD regime.*

Добыча угля в Кизеловском бассейне, расположенном на востоке Пермского края, велась с 1796 г. в основном подземным способом. Глубина разработок колебалась от 220 до 1200 м. Водоприитоки в крупных и глубоких шахтах иногда достигали 2000 м<sup>3</sup>/ч; на 1 т добываемого угля приходилось около 7 м<sup>3</sup> откачиваемой воды [1]. В настоящее время добыча угля прекращена, ликвидация всех шахт осуществлялась методом полного затопления [2].

После восстановления естественного уровня подземных вод сформировался самопроизвольный выход вод техногенного комплекса на земную поверхность, в химическом составе вод сформировавшихся **изливов** обнаруживается железо, алюминий, марганец, бериллий и др., в сотни и тысячи раз превышающее ПДК<sub>хп</sub> при pH 2–3. Вклад в ухудшение экологической ситуации вносят также **породные отвалы**, объем лишь учтённых составляет более 21 000 тыс.м<sup>3</sup>. Стоки, образующиеся в результате взаимодействия атмосферных осадков с горными породами отвала, по химическому составу близки к шахтным водам, встречаются превышения по железу до 6000 ПДК<sub>хп</sub>, алюминию – до 11000 ПДК<sub>хп</sub>, марганцу – до 880 ПДК<sub>хп</sub>, показатель pH – стабильно менее 3. Так же существуют выходы вод на поверхность в виде загрязнённых родников. Всё это представляет угрозу для окружающей среды и оказывает негативное влияние на почвенный и растительный покров [3, 4, 5, 6].

В ходе данного исследования на основе многолетнего ряда спутниковых снимков решалась задача – выявления деградированных вследствие загрязнения участков растительного покрова (с установлением времени их появления). Для этого были получены спутниковые снимки Landsat TM, ETM+ и OLI (за 1987–2017 гг.), а также Sentinel-2 MSI (за 2016–2017 годы). Отбор снимков производился по критериям минимальной облачности, отсутствия дымки, также были отбракованы снимки за период прохождения весеннего половодья на исследуемых реках.

Для выделения участков деградации растительного покрова, происходящей вблизи мест выхода на поверхность шахтных вод (изливов и родников) и породных отвалов, а также по берегам наиболее загрязнённых рек использованы как многолетние данные Landsat за 1987–

2017 гг., так и снимки сверхвысокого разрешения с открытого картографического сервиса ESRI ArcGIS World Imagery. Инвентаризация деградированных участков проведена путем визуального дешифрирования снимков сверхвысокого разрешения. Оценка периода начала деградации, а также ее динамики получена по снимкам Landsat и рассчитанным на их основе значениям индекса SWVI [7]:

$$SWVI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (1),$$

где *NIR* – КСЯ в ближнем ИК канале (для данных Landsat-5 TM – от 0,76 до 0,90 мкм), *SWIR* – КСЯ в среднем ИК канале (для данных Landsat-5 TM – от 1,55 до 1,75 мкм).

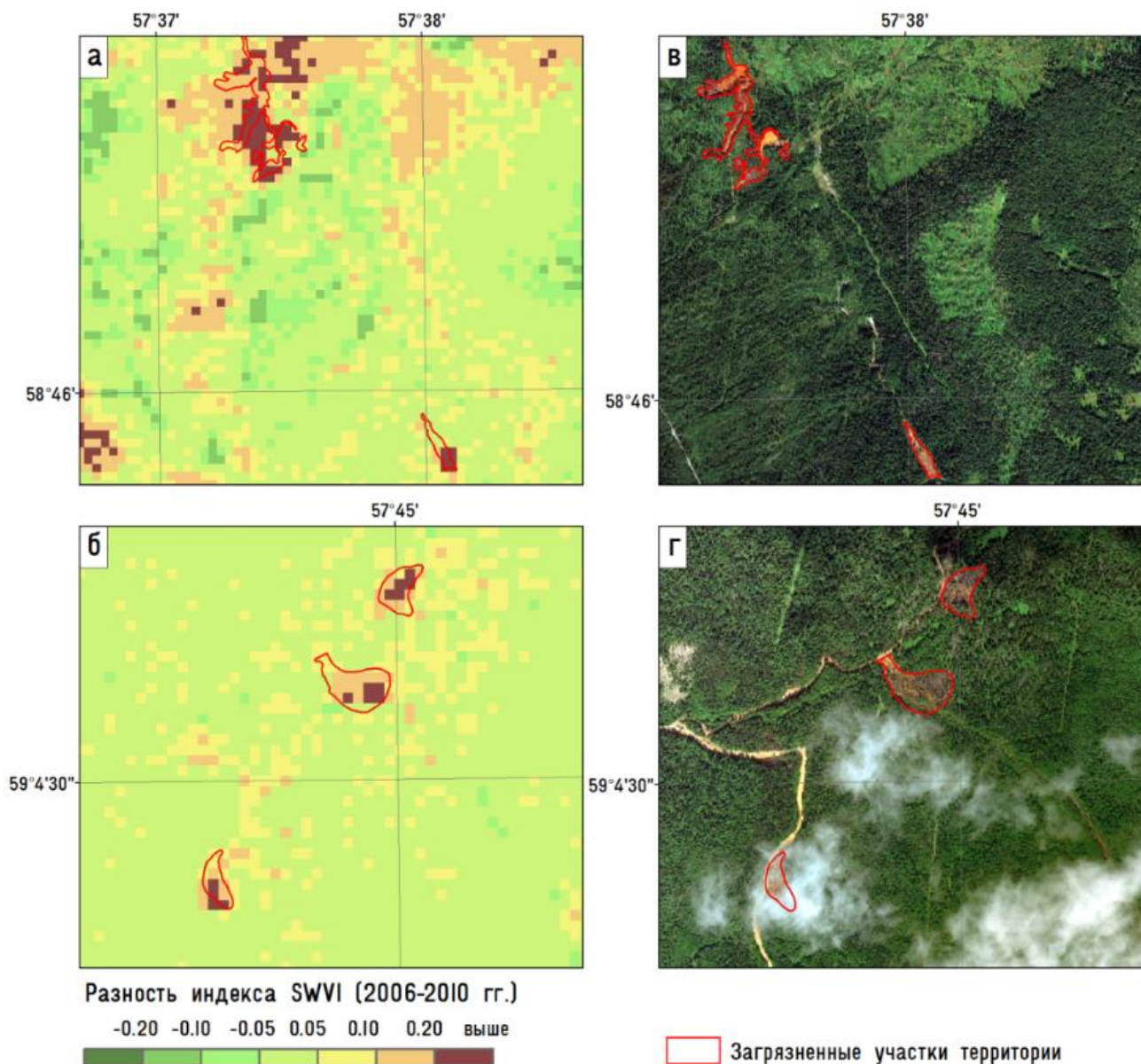


Рисунок 1 – Участки деградировавшей растительности в местах выхода на поверхность кислых шахтных вод

**а, б)** – разность вегетационного индекса SWVI, рассчитанная по снимкам Landsat-5 за 16.07.2006 и 20.07.2010; **в, г)** – фрагменты высокодетальных снимков тех же участков

Индекс SWVI является оптимальным для выявления большинства видов нарушения растительного покрова. На участках, где происходит гибель растительности и появляется открытый грунт, индекс резко снижается, что обусловлено значительным ростом КСЯ в средней ИК зоне спектра и некоторым снижением – в ближней ИК [8].

По результатам визуального дешифрирования снимков сверхвысокого разрешения, на исследуемой территории выделено 17 участков деградации почвенно-растительного покрова вследствие загрязнения кислыми шахтными водами на общей площади 20 га. Наиболее крупные из них расположены в карстовом суходоле Ладейном логу южнее г. Губаха (рисунок 1-в) и в районе слияния рек Бол. Кизел и Вост. Кизел (рисунок 1-г).

Процесс деградации на рассматриваемых участках начался с 2007 г. в связи с появлением нескольких новых источников выхода кислыми шахтными водами в виде родников. Это подтверждается и по снимкам Landsat, поскольку снижение индекса SWVI на деградированных участках также отмечается с 2007 г. После 2010 г. рост площади деградированных земель по снимкам Landsat не прослеживается. Однако по данным наземных обследований, проведенных Уральским центром социально-экологического мониторинга углепромышленных территорий, процесс деградации земель продолжался до 2012–2013 гг.

На рисунках 1-а и 1-б показаны значения разности индекса SWVI, вычисленные по снимкам Landsat-5 за 2006 и 2010 гг. Участкам деградированных земель соответствуют максимальные значения разности SWVI (от 0,2 и более). Такие же значения, однако, характерны и для сплошных вырубок, которые ведутся на изучаемой территории. Таким образом, индекс SWVI не позволяет отделить участки нарушения лесного покрова вследствие загрязнения почвы шахтными водами от других видов нарушений.

Таким образом, по многолетнему ряду данных Landsat был определен период появления участков деградированных земель в долинах малых рек на территории КУБа. Установлено, что деградация произошла в период с 2006 по 2010 гг., но в настоящее время этот процесс приостановился.

Данный метод позволит оперативно определять масштабы и изменение во времени деградации почвенного и растительного покровов, что необходимо для разработки мероприятий по реабилитации территорий с высокой техногенной нагрузкой и может широко использоваться на других объектах.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-45-590793 p\_a).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геология угольных месторождений СССР/ под ред. М.К. Матвеева. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
2. Berezina O. A., Maksimovich N. G., Pyankov S. V. Hydroecological characteristic of coal-mining regions with crucial anthropogenic load (in the case study of the Yaiva river basin) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – Vol. 107. 012001 DOI 10.1088/1755-1315/107/1/012001.
3. Petty J. T., and J. Barker. Water quality variability in tributaries of the Cheat River, a mined Appalachian watershed// Proceedings of the American Society of Mining and Reclamation, 2004, 15, P. 1–21.
4. Tiwary R. K., Dhar B.B. Environmental pollution from coal mining activities in Damodar River Basin, India // Mine Water Environ, 1994, 13(3-4), P. 1–9.
5. RoyChowdury, A., Sarkar, D., Deng, Y. et al. Mine Water Environ (2017) 36: 248. <https://doi.org/10.1007/s10230-016-0401-9>.
6. Wright I.A., Paciuszkiewicz, K. & Belmer, N. Increased Water Pollution After Closure of Australia's Longest Operating Underground Coal Mine: a 13-Month Study of Mine Drainage, Water Chemistry and River Ecology Water// Air Soil Pollut, 2018, 229: 55. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3718-0>.
7. Hardisky M.A., Klemas V., Smart R.M. The influence of soil salinity, growth form, and leaf moisture on the spectral radiance of *Spartina alterniflora* canopies // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1983. Vol. 49. P. 77–83.
8. Крылов А.М., Владимирова Н.А. Дистанционный мониторинг состояния лесов по данным космической съемки // Геоматика. 2011. № 3. С. 53–58.



## БИОМОНИТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ *XANTHORIA PARIETINA* (L.) TH.FR В ПРОВИНЦИИ ИСПАРТА (ТУРЦИЯ)

<sup>1</sup> Стамбул Медениет Университет, Департамент Истории Науки, Турция, г. Стамбул, mustafay007@gmail.com

<sup>2</sup> Мармара Университет, Департамент Биологии, Турция, г. Стамбул, gcoban@marmara.edu.tr

**Summary:** *This biomonitoring study was conducted to evaluate the atmospheric accumulation of Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V, and Zn elements in Isparta city, Turkey. We aimed to determine the air quality and potential pollutant sources in the region through Xanthoria parietina (L.) Th.Fr specimens as biomonitoring tool. The results showed that the elemental sequence follows as Ni > V > Cr > Fe > As > Cu > Al > Zn > Mn > Cd > Pb, indicating a strong correlation that the major 3 contaminants in the urban area are Ni, V, and Cr. The pollution level in Isparta city is higher than expected due to extensive use of coal as fossil fuel.*

Лишайники являются симбиотическими организмами, чувствительными к изменениям окружающей среды в силу их биологических характеристик и симбиотического образа жизни. Также лишайники являются чувствительными биоиндикаторами загрязнения воздуха, поскольку они не имеют ни корней, ни защитного слоя кутикулы [3], концентрации рассеянных элементов в слое лишайника, указывают в среде уровень некоторых элементов [1]. Несмотря на то, что в течение многих лет в Турции проведено много исследований по биомониторингу лишайников, такое исследование в провинции Испарта не проводилась. Испарта – город, расположенный в Средиземноморском регионе Турции. В последнее десятилетие в провинции Испарта увеличение населения и урбанизация вызвали экологические проблемы. В Испарте полузасушливый средиземноморский климат со среднегодовым количеством осадков 506 мм и средней годовой температурой 12°C. Направление преобладающих ветров в регионе – от юго-западного (9 м/с), южного (8,1 м/с), юго-восточного (6 м/с) и до западного (1,6 м/с) [5].

Для исследования *Xanthoria parietina* был выбран в качестве биомониторингового организма из-за его общего присутствия в городских районах и высокой толерантности к атмосферному загрязнению. Отбор проб лишайников проводился в период с июня 2009 года по июль 2010 года.

Образцы были собраны с 8 станций для отбора проб, распределенных по основным промышленно развитым и пригородным районам Испарты (рисунок 1).

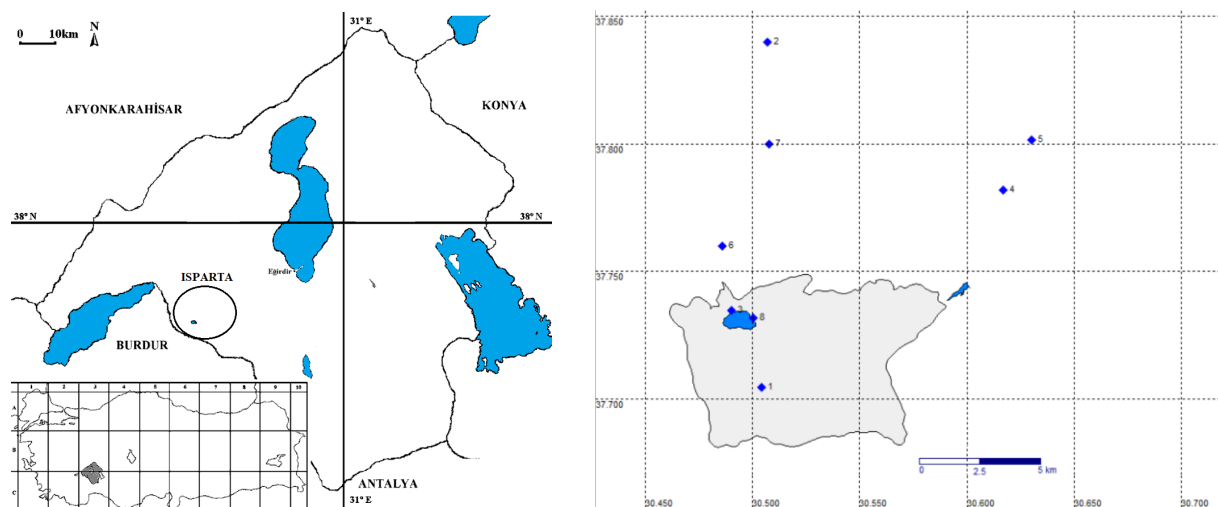


Рисунок 1 – Испарта и территория исследования

Образцы лишайников были выбраны главным образом с учетом потенциальных источников загрязняющих веществ в Испарте. Эти анализы были собраны случайным образом на каждой станции площадью 50×50 м.

В качестве образцов биомониторинга были выбраны лишайники диаметром  $\geq 2$  см, они были взяты из коры *Amygdalus sp.*, *Pinus nigra*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Quercus sp.* и *Robinia pseudacacia* на высоте не менее 120 см над землей (во избежание земного загрязнения).

В лаборатории образцы лишайников были высушены на воздухе и хранились в полиэтиленовых пакетах до химического анализа. GPS-координаты и данные о высоте населенных пунктов были записаны устройством Garmin e-trex Summit, как указано в таблице 1.

Таблица 1 – Географические данные мест отбора проб в районе исследования

№	Местность	GPS Координаты	Высота (м)	Дата
1	Природный парк Гёлджук, Южная граница	37°42'16.00"N - 30°30'15.50"E	1620	20.06.2009
2	Территория за кампусом, Деревня Кочтепе	37°50'23.00"N - 30°30'26.00"E	1118	04.04.2010
3	Природный парк Гёлджук, Территория пикника	37°44'04.70"N - 30°29'25.40"E	1395	01.05.2010
4	Деревня Сав	37°46'54.40"N - 30°37'02.20"E	980	18.04.2010
5	Маленькая деревня Гаджилар	37°48'05.60"N - 30°37'49.40"E	972	18.04.2010
6	Гюлбирлик масло-завод из роз	37°45'34.80"N - 30°29'09.90"E	1215	24.04.2010
7	Деревня Каия	37°47'59.70"N - 30°30'28.50"E	1069	24.04.2010
8	Природный парк Гёлджук, Северо-Восточная часть	37°43'53.30"N - 30°30'02.50"E	1390	22.07.2010

Образцы лишайников тщательно очищали, перемешивали в деионизированной воде, сушили в течение 24 часов при комнатной температуре, затем измельчали и гомогенизировали в фарфоровой ступке. В процессе обработки 200 мг порошкообразного образца обрабатывали смесью 10 мл 2:8:2 HCl:HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при давлении 180 (фунтов на квадратный дюйм) 15 минут при 0–95°C, 1 минуту при 95°C и в завершении – 15 минут при 95–200°C (СЕМ Mars Xpress Микроволновая печь). Обработанный раствор разбавляли 20 мл ультрачистой воды и анализировали на выявление Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V и Zn при помощи ICP-MS (ACME Analytical Labs., Canada). Для калибрации и точности анализа использовался сертифицированный справочный материал IAEA-336 Lichen. Для каждого анализируемого элемента была составлена контурная карта при помощи Surfer® 15 пакета программного обеспечения.

Алгоритм Кригинга с методом грида (метод графического трансформирования) был использован для создания контурных карт, представляющих распределение в воздухе Испарты концентраций элементов.

Концентрации элементов, обнаруженные в образцах *Xanthoria parietina*, собранных из местностей в исследуемой области, показаны в таблице 2.

Принимая во внимание топографию области исследования, то есть городскую область, лежащую между 980–1200 м, с увеличением высоты в направлении Восток → Запад и Север → Юг, эти данные совместимы с наблюдением за загрязнением атмосферы города в зимний сезон из-за высокого сжигания угля для отопления. Вероятно, атмосферные инверсии варьируют между 1100–1150 м и 1200–1300 м.



Таблица 2 – Концентрация ( $\mu\text{g/g}$ ) элементов в лишайниках, собранных из 8 мест в провинции Испарты

место число	Al	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	V	Zn
1	5,697.53	6.48	0.23	18.29	14.14	5,315.73	279.10	20.74	8.93	27.74	264.42
2	<b>11,294.94</b>	<b>7.76</b>	0.24	<b>33.81</b>	19.16	<b>8,733.10</b>	373.10	32.66	12.99	<b>62.31</b>	212.42
3	5,155.99	5.17	0.46	19.97	<b>65.80</b>	5,013.40	<b>442.70</b>	<b>169.13</b>	8.50	23.23	<b>420.12</b>
4	3,231.03	4.30	0.16	14.44	10.43	3,279.33	124.60	13.27	10.04	15.84	234.82
5	6,275.47	7.54	0.13	20.26	26.10	6,017.91	278.90	42.23	<b>13.48</b>	31.16	219.12
6	993.30	0.84	<b>0.55</b>	3.61	25.96	750.40	47.17	7.01	7.63	2.41	15.35
7	572.81	0.43	0.42	0.89	23.80	436.59	0.20	32.02	6.82	1.32	41.76
8	5,583.76	5.24	0.10	16.92	13.71	4,878.21	146.00	12.49	10.65	24.56	243.72
Среднее	4,850.60	4.72	0.29	16.02	24.89	4,303.08	211.47	41.19	9.88	23.57	206.47

Выделенные цифры, указывают самые высокие значения

Согласно данным многоэлементного анализа, порядок средних концентраций элементов в исследуемой области выглядит следующим образом:  $\text{Ni} > \text{V} > \text{Cr} > \text{Fe} > \text{As} > \text{Cu} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cd} > \text{Pb}$ . Основными тремя загрязнителями в области исследований являются Ni, V, и Cr, вероятно, благодаря интенсивному использованию угля в отопительных установках и бензина в транспортных средствах. Образцы *X. parietina* имеют тенденцию к максимальным степеням концентраций Al и As в северных районах, в то время как концентрации As и Pb наблюдаются в восточных населенных пунктах, а Cd, Cu, Mn, Ni и Zn скоплены в окрестностях природного парка Гёлджук. Загрязнение тяжелыми металлами в городе Испарте больше, чем ожидалось. Причиной является широкое использования угля в качестве ископаемого топлива и, по-видимому, связано с топографическими и климатическими характеристиками.

На рисунке 2 представлено сравнение средних значений наших данных с данными предыдущих исследований IAEA-336 биомониторинга в Турции: в Измире [6], в Стамбуле [4] и в Коджаели [2].

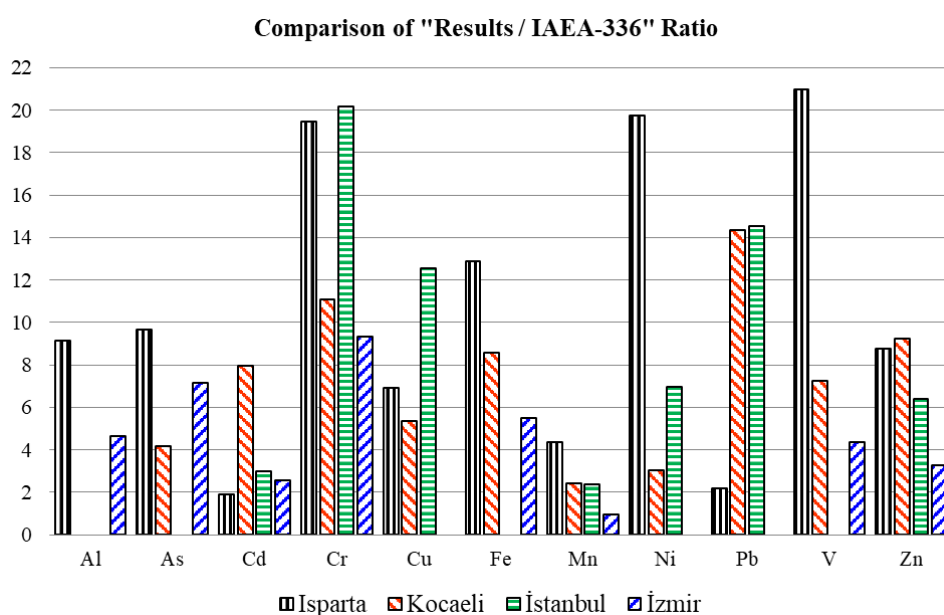


Рисунок 2 – Сравнение средних концентраций лишайников с коэффициентами IAEA-336

По сравнению с предыдущими исследованиями, представленное исследование показало максимальное загрязнение ванадием V (в 20.96 раз больше), Ni (19.76 раз больше) и Cr (19.45 раз больше), минимальное количество Cd (2.20) и Pb (1.88 раз меньше). Сравнение с предыдущими исследованиями больших городов, которые в любом случае имеют больше населенности и большее количество транспорта, чем Испарта, свидетельствует о том, что загрязнение воздуха в Испарте больше связано с широким использованием угля в качестве ископаемого топлива.

Исследование было проведено при поддержке Фонда научных исследований, Университета Мармара (FEN-DKR-290506-0126).

#### ЛИТЕРАТУРА

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. Dogrul Demiray A. Yolcubal I. Akyol N. H. Cobanoglu G. Biomonitoring of airborne metals using the lichen *Xanthoria parietina* in Kocaeli Province, Turkey // *Ecological Indicators* 2012 Vol. 18 Pp. 632–643.
3. Hawksworth D.L Rose F. *Lichens as Pollution Monitors* // *Studies in Biology* 1976 No. 66 Pp. 60 London.
4. Içel Y. Çobanoğlu G. Biomonitoring of Atmospheric Heavy Metal Pollution Using Lichens and Mosses in the City of Istanbul, Turkey // *Fresenius Environmental Bulletin* 2009 Vol. 18 (11) Pp. 2066-2071.
5. Imim 2010. Isparta Meteoroloji İl Müdürlüğü <http://isparta.meteor.gov.tr/> (March 2010).
6. Tuncel S. G. Karakas S. Y. “Biomonitoring of Air Pollution in Western Anatolia”, *Proceedings of Second International Symposium on Air Quality Management at Urban Regional and Global Scales*, 25-28 Sept. 2001, Istanbul, Pp. 471–478.

Кулакова Н.Ю.<sup>1</sup>, Колесников А.В.<sup>1</sup>, Шуйская Е.В.<sup>2</sup>

### БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*Quercus robur* L.) В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, [nkulakova@mail.ru](mailto:nkulakova@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация

***The proline content in the leaves of *Quercus robur* trees was increased by an order of magnitude in conditions of strong motor transport contamination. Motor transport pollution, salinization of urban and arid soils causes the increase in the share of disaccharides fraction in the pool of non-structural carbohydrates.***

Некоторые биохимические показатели состояния растений являются индикаторами стресса и раскрывают механизмы адаптации растений к неблагоприятным факторам среды. Были исследованы содержание пролина в листьях и содержание неструктурных углеводов в тонких ветвях деревьев дуба черешчатого в различных условиях произрастания.

Пролин является одним из наиболее хорошо изученных осмолитов, который накапливается во многих видах растений в ответ на экологический стресс и поэтому часто используется в качестве стрессового маркера. Известно, что накопление пролина может влиять на стрессоустойчивость различными способами. Показана роль пролина в клеточном гомеостазе, в том числе в поддержании окислительно-восстановительного баланса и энергетического статуса. Многие осмолиты, в том числе пролин, защищают субклеточные структуры и макромолекулы от окислительного стресса, вызванного токсическим действием ионов. Кроме того, при засолении внутриклеточный пролин может ослабить подавление активности ферментов, снижая содержание свободных радикалов при уменьшении соотношения в клетках  $K^+/Na^+$ .

Содержание неструктурных углеводов (NSC) в тканях и органах растений характеризует их потенциальную способность к адаптации в неблагоприятных условиях среды, определяя

возможность увеличения скорости ротации листьев из-за их преждевременного старения или дефолиации, усиления побегообразования при восстановлении крон. Низкомолекулярные полисахариды работают как осмолиты, в условиях засоления способствуют локализации токсичных одновалентных ионов в вакуолях, тормозят процессы свободнорадикального окисления. Сахароза является важной транспортной формой углеводов во флоэме, особенно при низкой транспирации.

*Объекты исследования.*

1. 70-летние насаждения дуба черешчатого IV класса бонитета в полупустыне Северного Прикаспия (Джаныбекский стационар ИЛАН РАН). Климат отличается сухостью. Среднегодовая сумма осадков около 300 мм, испаряемость – 1000 мм [1]. Температура в дневные часы летом часто поднимается до 35–40°C. Насаждение приурочено к мезопонижению – «падине» с лугово-каштановыми почвами.

2. 120-летнее насаждение дуба черешчатого V класса бонитета на юге лесостепной зоны, на начале склона коренного берега реки Хопер (Теллермановский стационар ИЛАН РАН). Среднегодовое количество осадков 530 мм, коэффициент испарения близок единице [2]. Почвы серые метаморфические. Сухость климата усугубляется засолением почв. На глубине 50–130 см находится горизонт с сульфатно-кальциевым засолением, с содержанием солей 1,2–1,5%. Хотя сульфаты кальция не токсичны для растений, они увеличивают физиологическую сухость почв. С глубины 130 см отмечается слабое содовое засоление.

В качестве контроля, на расстоянии около одного км от этого насаждения, в более высокой части плакора, было выбрано 80-летнее насаждение дуба черешчатого I класса бонитета на серых лесных почвах, профиль которых был свободен от солей. В каждом насаждении рассматривались деревья с разным типом развития крон.

3. 80–100-летние насаждения дуба черешчатого I класса бонитета в Москве. Одно – в 2–3 метрах от магистрали Свободный проспект, второе – примерно в 300 м от шоссе, в парке. В городских почвах весной зарегистрировано хлоридно-натриево-кальциевое засоление, средней степени у автомагистрали и слабое в парке. Летом почвы обеих пробных площадей были промыты от легкорастворимых солей. Кроме того, отмечено сильное загрязнение почв тяжелыми металлами. В частности, и содержание цинка, и содержание свинца на обеих площадках превышало ПДК, а в почве у магистрали было в 1,8–1,6 раз выше, чем в почве парка. Высокие значения концентрации свинца и цинка наблюдались в листьях деревьев. На участках у магистрали и в парке они не отличались достоверно друг от друга (при  $P=0,95$ ;  $n=6$ ) и составляли около 10 мг свинца и 630 мг цинка на кг сухой массы образца. Рассматривались деревья с раскидистым типом кроны.

Содержание пролина в листе московских деревьев у дороги достоверно отличалось от такового в парке и в обоих случаях существенно (на порядок) превосходило значения в образцах из других точек (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание пролина, мг/г воздушно-сухой массы листьев

Джаныбек		Теллерман		Москва	
Узкокронные деревья	Раскидистые деревья	Начало склона коренного берега, засоленные почвы	Автоморфная позиция, незасоленные почвы	Парк	Магистраль
0,31±0,02 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>b</sup>	0,38±0,05 <sup>a</sup>	0,33±0,04 <sup>a</sup>	3,01±0,59 <sup>c</sup>	5,89±0,74 <sup>d</sup>

Показаны доверительные интервалы при  $P<0,05$ ,  $n>4$ ; разными буквами обозначены значимые различия между показателями

В полупустыне (Джаныбекский стационар ИЛАН РАН) сравнение содержания пролина в листьях деревьев с различным строением кроны (узкокронных и раскидистых) выявило значимые различия между этими группами. На юге лесостепной зоны (Теллермановский стационар ИЛАН РАН) отмечена тенденция к увеличению содержания пролина в листьях деревьев на засоленных почвах относительно деревьев на более плодородных и незасоленных почвах.

Представленные в таблице 2 данные по содержанию разных фракций NSC получены в конце сезона вегетации, после листопада. В Москве в ветвях деревьев дуба у дороги и в парке зафиксированы близкие значения содержания суммы NSC, дисахаров и моносахаров. Сумма NSC в ветвях московских деревьев была существенно больше, чем в растениях лесостепной зоны, вероятно, из-за того, что в Москве рассматривались деревья с раскидистой кроной, а в Теллермановском лесничестве – с разными типами крон. Отмечалось увеличение доли дисахаров в общем пуле углеводов в московских образцах относительно образцов из Теллермановского лесничества (за счет сокращения доли моносахаров) и в ветвях деревьев в лесостепной зоне на засоленных почвах относительно деревьев на почвах, свободных от легкорастворимых солей (за счет уменьшения доли крахмала).

Таблица 2 – Содержание неструктурных углеводов, мг/г воздушно-сухой массы тонких ветвей

	Теллерман		Москва	
	Начало склона коренного берега, засоленные почвы	Автоморфная позиция, незасоленные почвы	Парк	Магистраль
моносахара	$\frac{69,6 \pm 43,8^a}{79,3}$	$\frac{72,1 \pm 46,8^a}{78,5}$	$\frac{83,2 \pm 2,71^a}{56,8}$	$\frac{82,4 \pm 7,1^a}{60,5}$
дисахара	$\frac{14,0 \pm 3,8^a}{15,9}$	$\frac{6,7 \pm 1,2^b}{7,3}$	$\frac{57,3 \pm 11,9^c}{39,1}$	$\frac{46,1 \pm 7,4^c}{33,8}$
крахмал	$\frac{4,2 \pm 1,8^a}{4,8}$	$\frac{13,1 \pm 3,6^b}{14,2}$	$\frac{5,9 \pm 2,0^{ac}}{4,0}$	$\frac{7,7 \pm 1,2^c}{5,6}$
Сумма NSC	87,8	91,9	146,4	136,3

Показаны доверительные интервалы при  $P < 0,05$ ,  $n > 4$ ; разными буквами обозначены значимые различия между показателями

*Выводы.* Содержание пролина в листьях деревьев дуба черешчатого маркирует стрессовое состояние растений, вызванное сильным автотранспортным загрязнением экосистемы, его содержание в таких условиях может увеличиться на порядок. Увеличение содержания пролина отмечается также в листьях узкокронных деревьев относительно деревьев с раскидистым типом кроны.

В условиях сильного автотранспортного загрязнения, при постоянном засолении аридных и весеннем засолении городских почв, отмечено увеличение фракции дисахаров в составе NSC в два раза и более.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сиземская М.Л. Современная природно-антропогенная трансформация почв полупустыни. М.: Тов-во научных изданий КМКю 276 с. ISBN 978-5-87317-966-4.
2. Экосистемы Теллермановского леса М.Г. Отв. ред. В.В.Осипов. М.: Наука. 2004. 340 с. ISBN 5-02-032649-6.

**Нартов Д.И., Нартова Е.В., Прудников М.Н.**

## СТРУКТУРА И СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ ГОРОДА БРЯНСКА

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,  
г. Брянск, Российская Федерация, dmitry\_nartov@mail.ru*

*The article deals with the history of creation and development of urban forests of the city of Bryansk. The marked increase in their area before 1989 and a sharp reduction by 2013. Currently there is a tendency to restore their area.*

Первые сведения о городских лесах г. Брянска появились в утвержденных 5 и 25 октября

1931 г. материалах отвода участка леса для железнодорожной больницы (Больничный городок) в оздоровительных целях. До начала 60-х годов городские леса не устраивались, а, следовательно, не имели определенных границ, технической и плано-картографической документации и руководящего хозяйственного органа. В начале 60-х гг. Брянской лесоустроительной экспедицией были проведены первые лесоустроительные работы в роще «Соловьи». Материалов лесоустройства до настоящего времени не сохранилось. В 1974 г. была отграничена территория лесопарка «Соловьи», выполнены натурные работы по почвенному обследованию и картированию территории. В 1974 г. начата и в 1975 г. закончена таксация леса и проведено лесопатологическое обследование насаждений. В 1978 г. силами специализированной экспедиции были произведены геодезические работы, а в 1979 г. – ландшафтная таксация и почвенное обследование в 12 урочищах на общей площади 627 га.

Решением горисполкома от 10.11.1985 г. № 722 утверждено Положение о Городском лесничестве треста зелено-паркового хозяйства. На вновь организованное Городское лесничество были возложены обязанности по ведению учета лесного фонда, охране леса и его благоустройству, проведению рубок ухода и санитарных рубок, а также своевременное лесовосстановление на не покрытых лесом площадях. В 1989 г. лесоустройство проводилось силами Брянской лесоустроительной экспедиции Центрального лесоустроительного предприятия на площади 1034 га.

В состав Советского района входит 6 объектов общей площадью 320 га, Бежицкого района – 4 объекта (280 га), Володарского района – 3 (246 га), Фокинского района – 3 (188 га). Согласно плану лесоустройства, за 2002 г. можно выделить следующее процентное соотношение древесных пород преобладающих на территории городских лесов г. Брянска. Преобладающей породой является ясень – 17,9%, береза – 16,9%, дуб низкоствольный – 12,5%, ива кустарниковая – 11,5%, ива – 7,3%, ольха черная – 6,8%, осина – 6,4%, оставшиеся 20,7% распределены между другими породами: клен, дуб высокоствольный, дуб красный, ольха серая, липа, лиственница, тополь, сосна.

Возрастная структура городских лесов г. Брянска имеет следующую структуру: молодняки составляют 19,9% насаждений, причем насаждения I класса возраста составляют 2,8% и II – 17,2% от всех лесов. Средневозрастные составляют 59,1%, припевающие – 5,9%, спелые – 6,1% и перестойные – 9,0% от всех городских лесов. Перестойные насаждения представлены в основном дубом низкоствольным (48 га), небольшим участием ясеня (2 га) и сосны (1 га); спелые насаждения в основном осиновые (20 га), из других пород – тополь и ива, соответственно 5 га и 3 га, сосна – 6 га, дуб – 1 га.

Средний класс бонитета в городских лесах I,5, что свидетельствует о высокой производительности насаждений. Наивысшие классы бонитета у тополя – 1а,4, осины – 1а,7 и ясеня – 1а,8. Самый низкий класс бонитета (III,0) у ивы кустарниковой. Средний бонитет у клена и березы – 1,0, ольхи черной – 1,1; клена ясенелистного – 1,2; сосны – 1,5; дуба высокоствольного и липы – 1,6; дуба низкоствольного – 11,4; ивы древовидной – 11,5.

Средняя полнота городских лесов – 0,63. Низкополнотных насаждений (0,3–0,5) – 33,7%, среднеполнотных (0,6–0,7) – 41,2%. В совокупности они составляют 74,9%. Эти насаждения наиболее разрежены, а значит, и наиболее пригодны для отдыха в них населения. 25,1% насаждений имеют полноты от 0,8 до 1,0, что затрудняет их проходимость, просматриваемость и, следовательно, эстетическое восприятие этих насаждений. Наибольшие средние полноты в осиновых (0,80) и березовых (0,73) насаждениях.

В 2006 г. Городское лесничество было ликвидировано и городские леса остались бесхозными. В результате лесные территории начали ставить на кадастровый учет как земли других категорий. Лесные территории начали интенсивно застраивать. Площадь лесов резко сократилась. Так, по данным лесоустройства 2013 г., площадь городских лесов уменьшилась до 125,9 га. Насаждения имеют следующие характеристики. Преобладающими породами являются ясень – 27,3 га (38,0%) и ива древовидная – 22,7 га (31,6%). В городских лесах преобладают насаждения III класса возраста, которые занимают 50,6% покрытых лесной растительностью земель. Средний возраст насаждений – 49 лет. Высокопродуктивные древостои (1а–I класса

бонитета) занимают 30,3 га (42,2%); низко продуктивные (IV) – 2,3 га (3,2%). Средний класс бонитета насаждений – I,7. Высокополнотные насаждения (0,8) занимают 1,7 га (2,4%), средне полнотные (0,6–0,7) – 34,6 га (48,1%), низкополнотные (0,3–0,5) – 35,6 га (49,5%). Средняя полнота насаждений – 0,55.

После того как общественность обратила внимание на сокращающуюся площадь лесных насаждений и их быструю застройку, Прокуратура Брянской области вынесла постановление по возвращению территорий, не занятых постройкой, в городские леса.

В 2016 г. было заявлено о постановке на кадастровый учет более 1100 га лесных угодий и переведенных в статус городских лесов. В соответствии с регламентом от 2016 года, разработчиком является общество с ограниченной ответственностью «Ландшафт Леспроект», вместо заявленных 1102,2 га в действительности присутствует 987,5 га (114,7 га утеряны). Таким образом, в настоящее время общая площадь территории городских лесов составляет 987,5 га, на 861,6 га больше, чем в 2013 году, но по отношению к 2002 году площадь городских лесов сократилась на 46,5 га. По урочищам сокращение площади выглядит следующим образом: роща «Соловьи» на 51 га, урочище «Заставище» – 84,9 га, урочище «Ивановская дача» – 34,7 га, роща «Комсомольская» – 112,6 га и т.д., почти все урочища городских лесов уменьшились по площади. Бор «Больничный городок» (с которого начались городские леса) в настоящее время в них не входит. Так же исключили из городских лесов и лесные культуры у Зеленхоза (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика площади городских лесов г. Брянска с 2002 по 2017 гг.

Урочища	Площадь 2002 г.	Площадь 2013 г.	Изменение к 2002г.	Площадь 2017 г.	Изменение к 2002 г.
Роща «Соловьи»	275	0	-275	224	-51
Урочище «Заставище»	89	1,1	-87,9	4,1	-84,9
Урочище «Ивановская дача»	45	0	-45	10,3	-34,7
Урочище «Деснянский лесопарк»	132	39,5	-92,5	59,6	-72,4
Урочище «Чашин Курган»	14	10	-4	14,2	0,2
Лесные культуры у завода «Ирмаш»	81	50,2	-30,8	114,1	33,1
Урочище «Голубочка»	13	0	-13	7,4	-5,6
Бор у магазина № 22	1	0,9	-0,1	1,1	0,1
Лесные культуры у Зеленхоза	60	0	-60		-60
Роща «Космонавтов»	17	19,5	2,5	20,9	3,9
Урочище «Лесные сараи»	3	1,3	-1,7	3,2	0,2
Роща «Комсомольская»	116	3,4	-112,6	3,4	-112,6
Урочище «Снежка»	40	0	-40	14,2	-25,8
Бор «Больничный городок»	15	0	-15		-15
Урочище «Десна»	133	0	-133	107,1	-25,9
левобережье р.Десна, район литейного моста	0	0	0	73,1	73,1
Городское лесничество	0	0	0	330,8	330,8
<b>Итого</b>	<b>1034</b>	<b>125,9</b>	<b>-908,1</b>	<b>987,5</b>	<b>-46,5</b>

Недостающие площади были добавлены не поставленными на кадастровый учет землями, поросшими древесными насаждениями, вдоль реки Десны и другими древостоями. В связи с отсутствием таксационных данных оценить характеристику этих насаждений нет возможности.

Городское лесничество восстановлено не было, и поэтому древостои имеют плохое эстетическое и санитарное состояние. Они сильно замусорены и не в полной мере выполняют возложенные на них экологические и эстетические функции.

## СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИНЫ УВЯДАНИЯ, ОПАДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ, ЧЕРЕШКОВ, ПОБЕГОВ ПЛАТАНА В ГОРОДСКИХ И ПАРКОВЫХ УСЛОВИЯХ СОЧИ

ФГБУ «Сочинский национальный парк»,  
г. Сочи, Российская Федерация, irina.s.pastukhova@rambler.ru

*In mid-April 2018, there was a massive leaf fall in the developing kidney leaves *Platanus orientalis* L., *Platanus occidentalis* L., *Platanus* × *acerifolia* (AITON) WILLD. in different parts of the resort of Sochi. Conducted phytosanitary inspection of native trees in urban and Park conditions in Sochi. The reason was the spread of fungal disease-*Gloeosporium Platani* (Lev.) Oud. Bass.*

Величествен облик платанов, украшающих парки и улицы южных поселений и городов. У источников и колодцев, вдоль дорог, у храмов и жилищ растут они с древних времен как живые памятники человеческой истории, оставшиеся на века. В жаркий летний день их огромные кроны дают желанную тень и прохладу. Зимой эти статные великаны выделяются среди других деревьев мраморной пятнистой корой и коричневыми головчатыми соплодиями, свисающими с ветвей на длинных ножках.

В озеленении Сочи заслуживают широкого использования 3 вида: платан восточный (*Platanus orientalis* L.), платан западный (*Platanus occidentalis* L.), платан кленолистный (*Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd.).

С середины апреля 2018 г. наблюдался массовый листопад у развивающихся из почек листьев *Platanus orientalis* L., *Platanus occidentalis* L., (*Platanus* × *acerifolia* (Aiton) Willd.) в разных частях курорта г. Сочи.

Проведено фитосанитарное обследование произрастающих платанов в городских и парковых условиях г. Сочи. Причиной увядания и опадения листвы стало распространившееся грибковое заболевание – *Gloeosporium platani* (Lev.) Oud. Sacc., а также этому способствовали резкие перепады температур. Массовый листопад отмечен на аллее платанов, у реки Сочи, на улице Конституции, на территории ряда санаториев в парках, повсеместно с зараженностью от 25 до 100%.

Возбудитель антракноза относится к роду *Gloeosporium platani* (Lev.) Oud. Sacc. Грибы этого рода – паразиты. При развитии антракноза поражаются и отмирают глубжележащие ткани, вследствие чего наружные слои (эпидермис) в этом месте вдавливаются. Поражается при этом не только листовая ткань, но главная и крупные боковые жилки. В связи с этим листовая пластинка скручивается, развитие его прекращается. Иногда одновременно наблюдаются симптомы антракноза и на ветвях, а также на побегах. Заражение происходит ранней весной в период распускания листьев. Идеальное сочетание для развития антракноза: температура воздуха +23 градуса, влажность около 87–88%. Массовое заражение наблюдается через 5–8 лет. Систематическое поражение молодых побегов приводит к гибели деревьев.

Основные меры борьбы с болезнью – сбор и уничтожение растительных остатков. Вырезание и сжигание пораженных частей растения, наиболее сильно пораженных антракнозом, опрыскивание 1% бордоской жидкостью, медьсодержащими препаратами, фунгицидами – Купроксат, Оксихом, Акробат МЦ, Ридомил Голд, Превикур, Скор, Фундазол. Для торможения процессов распространения инфекции применяют более щадящие для экологии микробиологические препараты, такие как Гамаир и Фитоспорин-М.

## ОПЫТ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАРУШЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА ПАРК «МОНРЕПО» (ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, alex221957@mail.ru, pupishka.19@yandex.ru

*The paper analyzes the estimation of recreational disturbance to the vegetation at the Museum-Reserve Park «Mon Repos». The area ratio of the park in stages recreational load looks like this: Stage 1–15%, Stage 2–35%, Stage 3–15%, stage 4–20%, Stage 5–15%.*

Степень устойчивости к рекреации – свойство фитоценоза сохранять видовой состав, продуктивность и репродукционную способность при рекреационных нагрузках. Устойчивость, а следовательно, реакция фитоценоза на нагрузки, зависит от природы абиотических и биотических условий, то есть литологии, типа почвы, экспозиции и крутизны склона, ландшафта, видового состава, сложности растительной группировки, возраста эдификатора, режима прошлого пользования, погодных условий в течение рекреационного использования.

Для более точного определения степени устойчивости напочвенного покрова к рекреации в ряде стран были проведены опыты по влиянию на него дозированного вытаптывания. В экспериментах было установлено, что устойчивость одних и тех же растений уменьшается по мере продвижения от влажных мест к сухим, более устойчивы растения в разреженных лесах.

В разные годы в своих работах исследователи предлагали шкалы рекреационной дегрессии: например, Репшас Э.А (1994), Поляков А.Ф. и др.(1983), А.С. Козобродов (1992) выделяли три стадии; Дыренков С.А. (1983), Тарасов А.И. (1986) – четыре, Казанская Н.С. и др.(1977), Таран И.В. (1985) – пять. Хайретдинов А.Ф. и Конашова С. И. (2002) предлагали шкалы рекреационной дигрессии с выделением от трех до семи стадий.

В основе большинства классификаций основными критериями определения стадии дигрессии являются процент тропинок и вытопанных участков, количественные и качественные показатели подроста и подлеска, наличие луговых видов в живом напочвенном покрове, степень разрушения подстилки. Для древостоя отмечаются только изреженность с выделением био групп, механические повреждения стволов и степень обнажения корней деревьев. Ряд авторов учитывают уменьшение прироста по высоте, диаметру и запасу, суховершинность деревьев и снижение класса бонитета. Все подходы традиционно используются, но для оценки деградациии парковых зон всё же должна быть разработана своя шкала. Так как для определения регрессии в парковых зонах необходимо учитывать тип условий произрастания, разницу в устойчивости различных сообществ к антропогенной нагрузке. А также должно быть учтено предназначение парковых территорий для рекреации, например, создание организованной сети тропинок, подсаживание декоративных видов и другое.

В настоящее время парки являются рекреационными территориями, которые активно посещаются горожанами. Постоянно возрастающая рекреационная нагрузка на территории парков, которая не предусматривалась при первоначальном проектировании объекта, приводит к дегрессии парковой растительности и почвенного покрова.

Нами на территории музея-заповедника «Парк Монрепо», площадью более 35 га, проведены обследования как отдельных участков с конкретными историческими объектами, так и прилегающих к ним территорий и дорожно-тропиночной сети. В целом обследована вся территория усадебного комплекса и пейзажного парка. Отмечена существенная связь между привлекательностью паркового объекта и степенью его рекреационной дигрессии. Для оценки рекреационной дигрессии растительности «Государственного историко-архитектурного и при-



родного музей-заповедника «Парк Монрепо», расположенного в городе Выборг Ленинградской области, мы воспользовались шкалой дигрессии лесной среды, разработанной ВО «Леспроект» (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала дигрессии лесной среды (по данным ВО «Леспроект»)

Характеристика лесной среды	Стадия дигрессии
Признаков нарушения лесной среды нет, рост и развитие деревьев и кустарников нормальное, механические повреждения отсутствуют; подрост (разновозрастный) и подлесок жизнеспособные. Моховой и травяной покров характерных для данного типа леса видов; подстилка (пружинящая) не нарушена. <b>Регулирование рекреации не требуется.</b>	1
Незначительное изменение лесной среды и ухудшение роста и развития деревьев и кустарников, единичные механические повреждения; подрост (разновозрастный) и подлесок жизнеспособные, средней густоты, имеют до 20% повреждённых и усохших экземпляров. Проективное покрытие мхов до 20%, травяного покрова – до 50% (из них 1/10 – луговой); нарушение подстилки незначительное, почва и подстилка слегка уплотнены; отдельные корни деревьев обнажены, вытоптано до минеральной части почвы около 5% площади. <b>Незначительное регулирование рекреации.</b>	2
Значительное изменение лесной среды, рост и развитие деревьев ослаблены, до 10% стволов с механическими повреждениями; подрост (одновозрастный) и подлесок угнетены, они средней густоты или редкие, 21–50% повреждённых и усохших экземпляров. Мхи у стволов деревьев, их проективное покрытие 5–10%, травяного покрова – 70–60% (из них 2/10 луговой), появляются сорняки; подстилка и почва значительно уплотнены, довольно много обнажённых корней деревьев, вытоптано до минеральной части почвы 6–40% площади. <b>Значительное регулирование рекреации.</b>	3
Сильно нарушена лесная среда, древостой куртинно-лугового типа, деревья значительно угнетены, 11–20% стволов с механическими повреждениями; подрост и подлесок нежизнеспособные (преимущественно в куртинах), редкие или отсутствуют, повреждённых и усохших экземпляров более 50%. Мхи отсутствуют, проективное покрытие травяного покрова 59–40% (из них 1/2 луговой и сорняки). Много обнажённых корней деревьев, подстилка на открытых местах отсутствует, вытоптано до минеральной части почвы 41–60% площади. <b>Строгий режим рекреации.</b>	4
Лесная среда деградирована; древостой изрежен, куртинно-лугового типа, деревья сильно ослаблены или усыхают, более 20% с механическими повреждениями, подрост, подлесок, мхи, подстилка отсутствуют, проективное покрытие травяного покрова до 10% (3/4 луговой и сорняки), корни большинства деревьев обнажены и повреждены, вытоптано до минеральной части почвы более 60% площади. <b>Рекреация не допускается.</b>	5

По представленной шкале соотношение площадей парка по стадиям рекреационной нагрузки выглядит так: 1 стадия – 15%; 2 стадия – 35%; 3 стадия – 15%; 4 стадия – 20%; 5 стадия – 15%.

Следует заметить, что к самой сильной – пятой стадии дигрессии – относятся участки наиболее интересные для посетителей:

- «Конец света»; вся территория вокруг памятника Вяйнямейнену;
- территория вокруг «Грота»;
- тропа вдоль берега к пещере;
- территория и тропы вокруг «Хижины «Отшельник»»;

- территория и тропы вокруг пруда «Боб»;
- территория, прилегающая к источнику «Нарцисс», и вдоль берега напротив источника «Нарцисс»;
- дорожка к террасам и террасы «Паульштайн»;
- дорога на мыс к «Храму Нептуна» и вся прилегающая к нему территория;
- береговые и видовые площадки на острове-некрополе «Людвигштайн» и вокруг «Капеллы Людвигсбург»;
- дорожки к «Чайной беседке» и территория вокруг самой беседки;
- площадка на верху «Левкотийской скалы» вокруг «Обелиска Броглио»;
- почти вся территория острова «Турецкой палатки», территория острова и вокруг колонны императорам Павлу I и Александру I;
- территория острова «Пампушинка»;
- регулярные и стихийные дорожки вокруг объекта «Падающий камень «Мариентурм»»;
- дороги на всех дамбах и насыпях парка.

На основании проведенных исследований рекреационного воздействия на экосистемы разработана система мер для рекультивации и поддержания эстетического вида территорий музея заповедника «Парк Монрепо».

Рунова Е.М., Гнаткович П.С.

## ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УРБОЭКОСИСТЕМЕ Г. БРАТСКА

*ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск, Российская Федерация,  
runova0710@mail.ru, gnatkovich\_pavel\_88@mail.ru*

*The article is devoted to the problem of the phytosanitary condition of woody plants in the city of Bratsk and adjacent territories, which are in a very weak state, due to extreme environmental conditions caused by the receipt of a large number of emissions from industrial pulp and paper and metallurgical enterprises and vehicles. Sanitary assessment of tree plantings was carried out, the index of the vital state of vegetation was determined.*

Отрицательное воздействие городской экологической обстановки сказывается на фитосанитарном состоянии зеленых насаждений, уменьшая их качественную оценку. Под воздействием комплекса неблагоприятных техногенных, антропогенных и абиотических факторов внешней среды снижается биологическая устойчивость зеленых насаждений. В них наблюдается массовое поражение древесных растений инфекционными болезнями и вредными насекомыми, приводящими к их преждевременному ослаблению и отмиранию. Болезнь растения – это сложное динамическое состояние, характеризующееся патологическим процессом, сопровождающееся нарушением физиологических функций, изменением структуры и снижением продуктивности и зависящее от свойств растения, возбудителя болезни и условий окружающей среды.

Город Братск – один из наиболее крупных и промышленно развитых городов Иркутской области. Высокий уровень загрязнения воздуха, обусловленный поступлением в атмосферу больших количеств выбросов загрязняющих веществ от основных промышленных предприятий ослабляет древесную растительность. Поэтому в комплексе с фитопатогенами и энтомофитовредителями на зеленые насаждения города Братска существенное влияние оказывают различные токсичные газообразные выбросы промышленных предприятий и автотранспорта. Таким образом, комплексный фитопатологический анализ древесной растительности необходим для обоснования мер по оздоровлению городских посадок и профилактики их заболеваний в г. Братске.

Цель работы: провести фитопатологическую оценку древесной растительности в насаждениях естественного происхождения и городских посадках в условиях урбозкосистемы Братска.

Исследования проводились в вегетационный период 2015–2017 гг.

На территории г. Братска было заложено 198 временных пробных площадей в городских лесах, парках, скверах, садах микрорайонов, бульварах, дворах, уличных насаждениях. В городских посадках Братска было обследовано около 9000 экземпляров деревьев и кустарников. Древостой в насаждениях естественного происхождения (городские леса) оценивали по 15 выборкам, на каждой из которых были обмерены 100 деревьев. В общей сложности в городских лесах было обследовано 1500 деревьев.

Для определения относительного жизненного состояния древостоя за основу бралась методика В.А. Алексеева (Алексеев, 1989) и «Методические рекомендации по оценке жизнеспособности деревьев и правилам их отбора и назначения к вырубке и пересадке» от 10 сентября 2002 года № 743-ПП. Проводилась визуальная оценка следующих диагностических признаков относительного жизненного состояния: густота кроны, наличие на стволе мертвых сучьев, степень повреждения листьев. Эти данные служили основой для определения коэффициента состояния лесного древостоя в целом (здоровый древостой имеет  $K=4,6$ ). Относительное жизненное состояние древостоя ( $L_n$ ) определялось по шкале: «здоровое» от 100% до 80%, при 79–50% – «ослабленное», при 49–20% – «сильно ослабленное», при 19% и ниже – «отмирающее».

Для оценки санитарного состояния древесных растений проведен визуальный осмотр насаждений, выявлены различного рода патологии. Визуальная оценка санитарного состояния древесных растений и степени их пораженности производилась по общепринятой шкале (Санитарные правила в лесах Российской Федерации, 2006).

Распространенность, или процент, больных растений, рассчитывался по формуле:

$$P = \frac{n \cdot 100}{N} \quad (1),$$

где  $P$  – распространенность болезни (%),  $N$  – общее количество учтенных растений,  $n$  – количество больных растений.

Городские леса в силу сложной градостроительной ситуации распределены в черте города неравномерно. Наибольшую площадь озелененные территории естественного происхождения занимают в жилом районе «Центральный» (578 га), гораздо меньше в районах «Энергетик» (137 га) и «Падун» (94 га). В Правобережном округе такие территории практически отсутствуют.

В ходе лесопатологического обследования были выявлены поражения древостоя болезнями и вредителями и различные типы повреждений деревьев. В соответствии с пораженными органами древесных растений типы повреждений и болезней были объединены в следующие группы: повреждения ствола и коры; повреждение кроны; повреждение листьев и хвои.

К повреждениям ствола относятся: механические повреждения, искривления, обдир коры, морозные трещины, сухобокость, раковые раны и опухоли, поражения дереворазрушающими грибами

Механические повреждения могут служить причинами грибной инфекции для дереворазрушающих грибов. Сухобокость – омертвление в растущем дереве участка поверхности ствола, образуется в местах повреждений коры и камбиального слоя. Морозные трещины появляются в результате расширения внутренней влаги при сильных морозах.

Некротико-раковые болезни характерны для всех пород деревьев. Часто древесные растения подвержены раку-серянке, который вызывается ржавчинными грибами *Peridermium pini* Kleb. и *Cronartium flaccidum* Wint. Грибы не относятся к числу дереворазрушающих, а вызывают раковые раны, которые затрагивают кору и луб преимущественно в средней и верхней частях стволов деревьев. Данные грибы присутствуют в сосновых древостоях, подверженных рекреационным и техногенным воздействиям.

Анализ состояния крон показал, что усыхание ветвей чаще присутствует у сосны и осины. Асимметрия крон наблюдается в насаждениях сосны и лиственницы. Кроны сосны имеют флагообразную форму.

Широкое распространение имеют болезни ассимиляционного аппарата.

Проведенное лесопатологическое обследование озелененных территорий естественного происхождения показывает необходимость проведения санитарно - оздоровительных мероприятий, а также лесохозяйственных профилактических мероприятий направленных на создание условий, уменьшающих ослабление деревьев.

Таким образом, обоснование мер по оздоровлению городских посадок и профилактики их заболеваний в г. Братске и прилегающих территориях является актуальной задачей. Для сохранения и оздоровления древесных насаждений необходимо провести комплекс лечебно-профилактических, защитных и компенсационных мероприятий. Первоочередной задачей является восстановление структуры и функций почвы. Для этого необходима частичная замена грунта с подсыпкой биокомпостов и почвоулучшающих препаратов и посев газонных трав. Также необходимо проводить регулярное поверхностное мульчирование с целью формирования на поверхности почвы влаго- и воздухопроницаемого горизонта. Также необходимо регулярно проводить санитарные и формирующие обрезки для удаления отмерших, больных, загущающих ветвей и придания кроне деревьев морфологически и функционально оптимальной структуры, что является одним из факторов повышения долговечности и жизнестойкости дерева. В дальнейшем, чтобы вести наблюдения за древесными растениями и своевременно отслеживать неблагоприятные изменения, необходимо организовать мониторинг зеленых насаждений Братска и почвенного покрова.

Савосько В.Н.<sup>1</sup>, Квитко М.А.<sup>1</sup>, Лихолат Ю.В.<sup>2</sup>, Григорюк И.П.<sup>3</sup>

## ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРФИТОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ И ТЕХНОГЕНЕЗА

<sup>1</sup> Криворожский государственный педагогический университет,  
г. Кривой Рог, Украина, savosko1970@gmail.com

<sup>2</sup> Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр, Украина

<sup>3</sup> Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

*The ecological and botanical features of the cultivated forest communities (case of study: Kryvyi Rih Ore and Metallurgical Basin, Ukraine) are following: 1) unformed vertical structure; 2) compacted planting trees of the first and second tiers; 3) intensive tree growth; 4) weakened and severely weakened the vitality state of the tree-stands; 5) an imbalance in the ratio of biometric indices between the first, second and third tiered plantations.*

Лесные культурфитоценозы (ЛКФЦ) и в третьем тысячелетии являются важнейшим фактором оптимизации условий жизнедеятельности человека в промышленных регионах Украины и Беларуси. Однако в городах, расположенных в степной зоне, древесно-кустарниковые виды испытывают двойное негативное воздействие: дефицита влаги и загрязнения окружающей среды. Кроме того, эти растения подвергаются влиянию последствий глобального потепления климата. Поэтому искусственные древесно-кустарниковые насаждения в таких условиях находятся в состоянии постоянного стресса. Как результат, ЛКФЦ в условиях степи и техногенеза преждевременно снижают свою фитомелиоративную эффективность, что актуализирует наши исследования.

Цель работы: выявить эколого-ботанические особенности современного состояния лесных культурфитоценозов Криворожского горно-металлургического региона (Центральная Украина).

Материалами работы послужили оригинальные изыскания, выполненные в течение 2010–2017 гг. Исследовались объекты садово-паркового хозяйства, санитарные, водоохраные и городские лесозащитные урочища. На 35 мониторинговых участках определяли вертикальную структуру, измеряли высоту и диаметр ствола деревьев I–III ярусов. Жизненность древостоя устанавливали по методике В.А. Алексеева (Алексеев, 1989). Запас стволовой древесины и сумму площадей поперечных сечений рассчитывали по классическим методикам (Лакиза, 2011).

Анализируя возможное совместное влияние природных (влажности и трофности почв) и антропогенных (загрязнения атмосферы) факторов, нами предложена матрица экологических характеристик территорий лесных культурфитоценозов Криворожского горно-металлургического региона (Савосько и др., 2017; Савосько и др., 2018).

В общем, сочетая возможные эффекты взаимодействия природных и антропогенных факторов, выделены благоприятные (Б), относительно благоприятные (ОБ), относительно неблагоприятные (ОН) и неблагоприятные (Н) зоны экологических условий роста и развития ЛКФЦ.

В Криворожском регионе ЛКФЦ создавались в 30-х и 50–60-х гг. XX в, где доминируют дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) и акация белая (*Robinia pseudoacacia* L.). Кроме того, в насаждениях также использовались: клен полевой (*Acer campestre* L.), клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), дуб красный (*Quercus rubra* L.) и липа сердцелистная (*Tilia cordata* L.). В ЛКФЦ встречаются инвазионные виды: гледичия колючая (*Gleditsia triacanthos* L.), айлант высочайший, или китайский ясень (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle).

ЛКФЦ Криворожья характеризует отсутствие полностью сформированной вертикальной структуры. Закономерно, что лесные фитоценозы Гуровского леса (зона благоприятных экологических условий) имеют полностью сформированную вертикальную структуру. В то время как у ЛКФЦ, которые растут в относительно благоприятных экологических условиях, вертикальная структура сформирована частично, иногда отсутствует III ярус или имеется незначительное количество подроста. Вертикальная структура ЛКФЦ зоны с относительно неблагоприятными экологическими условиями также не сформирована, с малоразвитым II и III ярусом и фактически отсутствующим кустарниковым и травянистым ярусами. Вертикальная структура ЛКФЦ, расположенных в зоне неблагоприятных экологических условий, характеризуется только хорошо сформированным I и II ярусами и весьма малоразвитым III ярусом.

Жизненное состояние деревьев I, II и III ярусов природных фитоценозов Гуровского леса оценивается как «Здоровое» – 82–88 условных баллов (У.Б.) по шкале В.А. Алексеева. В ЛКФЦ зоны относительно неблагоприятных экологических условий также выявлены достаточно высокие показатели жизненности деревьев I, II и III ярусов – 81–88 У.Б. В то время как показатели жизненности деревьев I, II и III ярусов ЛКФЦ, которые находятся в зоне относительно неблагоприятных экологических условий, отражают негативное влияние экологических факторов. Поэтому жизненное состояние деревьев этих ярусов можно оценить только как «Ослабленное» (64 У.Б.). В ЛКФЦ зоны неблагоприятных экологических условий закономерно выявлены невысокие показатели жизненности деревьев I, II и III ярусов – 68 У.Б., что указывает на ослабленное их состояние.

Природные фитоценозы Гуровского леса расположены в максимально благоприятных экологических условиях роста, что отображается на их дендрометрических характеристиках: плотность I–III ярусов насаждений составляет 1200 шт/га, средняя высота – 18 м, диаметр ствола – 20 см, запас стволовой древесины – 530 м<sup>3</sup> / га и сумма площадей поперечных сечений – 46 м<sup>2</sup> / га. При этом соотношение между I, II и III ярусами для показателей высоты деревьев составляет 1,0: 0,9: 0,5, а диаметра ствола – 1,0: 0,5: 0,2.

Анализ полученных результатов показал, что в ЛКФЦ Криворожья дендрометрические показатели являются типичными для лесных фитоценозов других регионов Украины и мира. Так, на территориях с относительно благоприятными экологическими условиями средняя плотность деревьев всех ярусов составляет 866 шт/га., высота – 16 м, диаметр ствола – 25 см,

средний запас древесины – 216 м<sup>3</sup>/га, а сумма площадей поперечных сечений – 36 м<sup>2</sup>/га. В ЛКФЦ с относительно неблагоприятными экологическими условиями плотность насаждений всех ярусов составляет 1448 шт/га, высота – 13 м и диаметр ствола – 17 см, запас древесины – 216 м<sup>3</sup>/га, а сумма площадей поперечных сечений – 32 м<sup>2</sup>/га. В ЛКФЦ с неблагоприятными экологическими условиями плотность насаждений всех ярусов составляет 1415 шт/га, высота – 11 м и диаметр ствола – 15 см, запас древесины – 209 м<sup>3</sup>/га, а сумма площадей поперечных сечений – 28 м<sup>2</sup>/га. Однако соотношение дендрометрических показателей между I, II и III ярусами существенно отличаются от зоны благоприятных экологических условий. Например, для зоны с неблагоприятными экологическими условиями соотношение между I, II и III ярусами для показателей высоты деревьев составляет 1,0: 0,7: 0,4, а диаметра ствола – 1,0: 0,7: 0,1.

Как мы полагаем, для эффективного анализа современного состояния ЛКФЦ перспективно применение относительных значений дендрометрических показателей: изменений производительности лесных фитоценозов (Савосько и др., 2017; Савосько и др., 2018). Так, фитоценозы Гуровские леса достигли возраста 120 лет и поэтому характеризуются наименьшими среди исследованных территорий относительными дендрометрическими показателями. Возраст ЛКФЦ зоны относительно благоприятных экологических условий составляет 60–80 лет, что соответствует классу возраста «Приспевающий». В то же время, возраст фитоценозов зон с более сложными экологическими условиями (относительно неблагоприятными и неблагоприятными) почти одинаковый (50–60 лет), соответствует классу «Средневозрастные». Наличие аэротехногенного загрязнения обуславливает более интенсивный рост ЛКФЦ, что подтверждается значениями относительных дендрометрических показателей высоты и диаметра деревьев первого и второго ярусов в зонах с относительно неблагоприятными и неблагоприятными экологическими условиями.

Таким образом, основными эколого-ботаническими особенностями современного состояния лесных культурфитоценозов в условиях степи и техногенеза (на примере ЛКФЦ Криворожья, Украина) следует назвать: 1) несформированность вертикальной структуры (в большинстве случаев отсутствуют яруса подлеска и кустарников) 2) уплотненность посадок деревьев первого и второго ярусов; 3) интенсивный рост деревьев (как результат влияния стресс-факторов) 4) ослабленное и сильно ослабленное относительное жизненное состояние древесной стоя; 5) наличие дисбаланса в соотношении дендрометрических показателей (высота, диаметр) между первым, вторым и третьим ярусами насаждений.

Судник А.В., Вознячук И.П.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОМПЛЕКСОМ ТЕХНОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И ХЛОРИДОВ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

*Analysis of complex contamination of roadside territories by heavy metals and chlorides was carried out. The pollution of plant communities can be traced no less than 300 meters from the roadway. On this segment, the gross content of Pb, Co, Ni, Zn, Cu exceeds their baseline values. The most frequently abnormal concentrations in soil and plant were fixed by Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>.*

При эксплуатации автомобильной дороги придорожные территории подвергаются влиянию загрязнения, связанного с транспортом и содержанием дорог. Транспортное загрязнение характеризуется следующими комплексами элементов: 1) компоненты противогололедных реагентов (далее – ПГР); 2) выбросы автотранспорта; 3) продукты выветривания дорожных материалов, маркировочных красящих веществ, частиц металлов, перевозимых сыпучих грузов, горюче-смазочных материалов и пр. В спектре поступающих с выхлопными газами автомобилей загрязнителей оксиды углерода и азота, углеводороды, бенз(а)пирен, сажа, пыль, соли тяжелых металлов, другие (до 200) компоненты. Многие из поступающих элементов являются

протоплазматическими ядами. Тяжелые металлы – одни из наиболее опасных загрязнителей, поскольку они обладают выраженными канцерогенными свойствами. Многие из загрязнителей способны накапливаться в почве и растительности. Наиболее часто превышение базовых величин отмечалось для цинка, меди, кадмия, свинца, титана, хрома и других тяжелых металлов в элементах лесных и луговых экосистем, почве, снеге.

Огромное значение в последнее время приобретает проблема засоления территорий вдоль автодорог вследствие использования дефростировочной соли в зимний период. В Беларуси в качестве ПГР используется соль техническая галит, на 96–98% состоящая из хлорида натрия (NaCl), в чистом виде или в смеси с песком (преимущественно в соотношении 1:1). При этом на отдельных участках автомобильных дорог нормы внесения ПГР превышены в 2 и более раз. Использование NaCl, в особенности с превышением предельных норм и в сочетании с другими негативными факторами, как связанными, так и не связанными с эксплуатацией дорог, неизбежно ведет к ослаблению и деградации придорожных экосистем. Солевые компоненты ПГР (ионы Na и Cl) в больших концентрациях токсичны для всех компонентов биогеоценозов. Внедрение их в биоцикл придорожных экосистем происходит при попадании в виде аэрозолей при движении транспорта и при уборке снега.

Для исследования загрязнения вдоль автодорог М1/Е30 Брест-Минск-граница Российской Федерации, М3 Минск-Витебск и М9 МКАД проводился отбор образцов почвы (два слоя: 0–10 и 10–20 см), подстилки и зеленых мхов на расстоянии 5, 10, 20, 35, 150 и 250 м от полотна дороги (таблица 1). Всего было отобрано 192 образца. Отбор осуществлялся отдельно на участках прохождения дороги в выемке, насыпи и в нулевых отметках в соответствии с руководством «Методика полевого опыта...» (Доспехов, 1979). Химический и спектральный анализы образцов проводятся центральной лабораторией филиала РУП «Белгеология» на загрязнение комплексом тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Pb, Co, Cd) и компонентами ПГР (ионами Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>). Кроме того, в ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» получены данные о сезонном загрязнении компонентами ПГР снежного покрова вдоль автодорог Беларуси.

По результатам проведенного анализа техногенного загрязнения придорожных территорий комплексом техногенных металлов и компонентами ПГР установлено, что в лесных экосистемах происходит долговременное накопление различных привнесенных элементов и формируются относительно четкие градиенты содержания в пространстве. В результате изучения накопления и распределения веществ-загрязнителей в растительных сообществах вдоль автомобильных дорог можно сделать следующие заключения:

- следствием применения ПГР является значительное увеличение содержания ионов хлора и натрия в почве и в компонентах лесных биогеоценозов;

- масштабы проявления последствий внесения ПГР на окружающие природные среды напрямую зависят от категории дороги, интенсивности ее эксплуатации, и, следовательно, от объема применяемого химического материала. Наибольший пресс приходится на растительные комплексы, расположенные вдоль магистральных автодорог, особенно вдоль МКАД, а к кризисным в первую очередь относятся участки, непосредственно прилегающие к дорожному полотну и удаленные на расстояние до 35 м. Здесь отмечены основные превышения по всем элементам;

- максимальной нагрузке подвергаются экосистемы, прилегающие к автомагистралям с высокой интенсивностью. Открытые территории способствуют переносу соединений на более дальние участки от проезжей части главным образом с воздушным потоком;

- загрязнение растительных сообществ прослеживается не менее, чем на 300 метров от дорожного полотна. На этом отрезке валовое содержание Pb, Co, Ni, Zn, Cu превышает их базовые величины, но не превышает ПДК. Наиболее часто аномальные концентрации в почвенных и растительных организмах среди исследуемых загрязнителей фиксировались по Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, а наибольшее число отклонений выявлено в зеленых мхах лесных экосистем;

- аккумуляция соединений хлора происходит в 10 м полосе вдоль автомагистралей и обусловлена механическим поступлением веществ при разбрызгивании растаявших снеговых

вод, содержащих растворенные соли, с дорожного покрытия при движении автомобильного транспорта, а также дальностью разброса снега с дорог роторными снегоуборочными машинами;

– отмечена тенденция к увеличению содержания Cl<sup>-</sup> и Zn в почве, Cu и Co во всех компонентах по сравнению с 2006 г. При сохранении существующего режима обслуживания дорог в зимний период угроза достижения «порога токсичности» для растений ионов хлора (100 мг/кг в почве), после чего начинается угнетение роста и развития растений, – вопрос времени;

– сопоставление данных по содержанию хлоридов в снежном покрове с фоновым уровнем и ПДК показало превышение фонового уровня на всех профилях исследования, превышение ПДК отмечено в единичных точках магистральных автодорог на расстоянии 5–10 м от дорожного полотна.

– сравнительный анализ содержания свинца в компонентах лесных фитоценозов на одних и тех же участках дороги в различный временной период показал, что за 7 лет количественные показатели элемента имеют тенденцию к значительному снижению, что возможно является положительным результатом смены качества парка автомобилей и топлива.

Таблица 1 – Средние показатели элементов загрязнителей (мг/кг сухого в-ва) в почве лесных экосистем на различном удалении от дорожного полотна

Расстояние, м	Средние показатели элементов загрязнителей							
	Ni	Co	Pb	Cu	Zn	Cd	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>
0-5	24,1 ±1,85	2,7 ±0,50	12,6 ±0,82	38,9 ±3,58	34,0 ±2,70	>9,4 ±0,12	69,9 ±16,89	110,8 ±16,90
10	25,7 ±1,21	3,2 ±0,46	11,5 ±0,74	35,5 ±2,39	30,7 ±1,58	>9,4 ±0,05	58,2 ±11,41	61,2 ±16,21
20	27,3 ±1,84	3,7 ±0,45	11,9 ±0,72	33,8 ±2,08	30,4 ±1,72	>9,4 ±0,09	58,2 ±6,81	38,3 ±5,99
35	25,7 ±2,57	4,1 ±0,48	10,6 ±0,77	33,1 ±2,58	29,5 ±1,20	>9,4 ±0,04	52,1 ±8,77	18,0 ±3,50
150	25,1 ±2,12	3,8 ±0,47	12,2 ±0,78	34,9 ±2,54	28,4 ±0,12	>9,4 ±0,04	47,9 ±10,33	19,6 ±7,16
300	22,8 ±1,82	3,5 ±0,55	12,7 ±0,82	30,3 ±2,70	28,4 ±0,15	>9,4 ±0,05	39,2 ±2,49	4,9 ±0,37
<b>Среднее</b>	<b>25,1</b>	<b>3,5</b>	<b>11,9</b>	<b>34,4</b>	<b>30,3</b>	<b>9,4</b>	<b>54,2</b>	<b>41,9</b>

Частота проявления (количество, в %) аномальности уровня аккумуляции химических элементов в почве лесных экосистем: Cd (100%) > Cu (25%) > Ni(20%) > Pb(19%) > Zn(18%) > Co(16%)

Кроме того, следует отметить, что попытка объединить все вариации происходящих процессов по накоплению и распределению элементов в различных компонентах растительных сообществ может нести определенные ошибки, не позволяющие выносить их в фазу выводов. Тем не менее, акцент на изучение последствий применения ПГР, безусловно, оправдан, т.к. формирует представления о современном состоянии окружающей среды вдоль дорог и является базовым материалом для дальнейших исследований. И если сегодня мы констатируем, что аккумуляция веществ-загрязнителей, как правило, не достигает опасного уровня, влияющего на жизненно необходимые функции растительных сообществ, то угроза их вовлечения в биологический круговорот, последней ступенью которого является человек, несомненно, существует.



## ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОДОРОГИ В 2004–2017 ГГ.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

*Dynamics of tree state in edge zone along Minsk ring road was investigated in 2004–2017. The tree state is determined by salt pollution during the winter period. Salt pollution on the scales and intensity surpasses pollution by heavy metals and is a main cause of degradation of vegetation in edge zones along Minsk ring road.*

Расширение и реконструкция Минской кольцевой автодороги (далее – МКАД) в 2002–2003 гг. в сочетании с ростом автомобильного парка города привели к увеличению потока транспорта на дороге, а следовательно, к повышению уровня техногенного загрязнения, и количества вносимых в зимний период противогололедных реагентов (далее – ПГР), обуславливающих засоление прилегающих к дороге территорий. Солевое загрязнение по масштабам и интенсивности превосходит загрязнение тяжелыми металлами и является основной причиной деградации растительности в опушечных зонах вдоль МКАД. В качестве ПГР на МКАД в зимний период используется соль техническая (галит), на 95–98% состоящая из хлорида натрия (NaCl). Для всей подлежащей обработке площади МКАД (с учетом транспортных развязок – 1877712 м<sup>2</sup> и при норме внесения ПГР за зимний период до 2 кг/кв.м покрытия) количество вносимых за зиму ПГР не должно превышать 3755 т. Приняв условно с учетом безопасности движения вблизи города, что объем внесения ПГР на МКАД не должен превышать 5 тыс.т, приходится констатировать, что количество внесенных реагентов каждую зиму превышало предельную норму в 1,3–2 и более раз. Следует отметить, что солевые компоненты ПГР (ионы натрия и хлора) в больших концентрациях токсичны для всех компонентов биогеоценозов.

Увеличение выбросов от передвижных источников загрязнения, превышение норм внесения противогололедных реагентов негативно сказывается на состоянии зеленых насаждений, примыкающих к МКАД. В сочетании с комплексом других негативных факторов (выхлопные газы передвижных источников загрязнения, изменение режимов среды для растущих деревьев после ранее проведенных санитарных рубок, интенсивное рекреационное воздействие, экстремальные проявления погодно-климатических факторов) все это неизбежно ведет к ослаблению и деградации придорожных экосистем.

Наибольший пресс из числа всех автодорог Беларуси приходится на растительность вдоль МКАД, а к кризисным в первую очередь относятся участки опушек придорожных насаждений. С 2004 г. нами проводились регулярные работы по оценке состояния деревьев в насаждениях, прилегающих к МКАД, в полосе на ширину 1–2 дерева от опушки. Исследования проведены во всех насаждениях вдоль МКАД по обе стороны от дороги. Особое внимание уделялось местоположению дороги относительно прилегающих к ней насаждений. Ежегодно оценивалось более 10 тыс. деревьев 15 пород.

За период наблюдений 2004–2017 гг. средний индекс жизненного состояния (далее – ИС) деревьев в опушечной полосе вдоль МКАД составил 64,61% (древостои в целом «поврежденные»). Хуже всего состояние в 2004–2006 гг. (ИС составил 48,20–51,77%), 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 48,20 и 51,54% соответственно) связано с превышением нормы внесения ПГР в зимний период в 2 и более раз. Ухудшение состояния в 2017 г. связано с погодно-климатическими условиями (зима более снежная). Это вызвало необходимость внесения большего количества ПГР, чем в предыдущие годы. Кроме того, из-за ранней весны 2017 г. и долгого отсутствия дождей, попавшие в зимний период на побеги растений компоненты ПГР не были смыты дождями, что привело к повреждению распускающихся почек в начале

вегетации, и в целом негативно отразилось на состоянии произрастающих на опушках деревьев.

Жизненное состояние деревьев в опушечной полосе прилегающих к МКАД насаждений 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 2004–2017 гг. индекс состояния таких древостоев составлял 72,44% (древостои «ослабленные»). Для насаждений, произрастающих на уровне полотна дороги (в нулевой отметке), ИС древостоев составлял 64,02% (древостои «поврежденные»). Наиболее повреждены древостои на участках, где полотно дороги проходит выше уровня почвы (в насыпи). Их ИС составил 59,90% (древостои «поврежденные») (рисунок 1).

Наиболее поврежденными среди оцениваемых пород за 14 лет исследований оказались ольха черная, липа, ель и береза (ИС в среднем за 2004–2017 гг. составил 48,31; 49,88; 53,08 и 54,11% соответственно); менее других повреждены клен, сосна и вяз (68,28; 70,48 и 74,26%). 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%).

Корреляционный анализ зависимости состояния древесных пород на опушках вдоль МКАД от количества вносимых по зимним сезонам ПГР показал, что данная зависимость описывается отрицательными коэффициентами корреляции ( $r = -0,39-0,93$  по отдельным породам, в среднем  $-0,78$ ).

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, 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. При этом однако следует учитывать, что воздействию ПГР следующей зимой будут экспонированы уже новые, ранее защищенные опушечными деревьями особи.

Состояние лесных и защитных древесных насаждений на различных участках вдоль МКАД не одинаково. Лучше всего состояние на участках Боровлянского и Городского лесничества Минского леспаркхоза, поскольку дорога здесь большей частью расположена в выемке. Хуже всего состояние защитных древесных насаждений вне лесного фонда, поскольку используемый в озеленении и произрастающий вдоль МКАД породный ассортимент не является устойчивым к техногенному загрязнению и в первую очередь к ПГР. В целом состояние насаждений вдоль внутренней стороны МКАД (к городу – 68,27%) несколько лучше, чем вдоль внешней (от города – 62,24%), что связано с более тщательными и оперативными уходами за зелеными насаждениями в пределах городской черты.

В будущем следует ожидать дальнейшего ухудшения их состояния, поскольку количество выбросов от передвижных источников загрязнения и количество вносимых ПГР продолжает увеличиваться: нарастает риск проявления эффекта накопления. Состояние отдельных компонентов лесных биогеоценозов, а также защитных древесных насаждений вдоль МКАД убеждают в необходимости проведения мероприятий по поддержанию их устойчивости и функциональной эффективности.

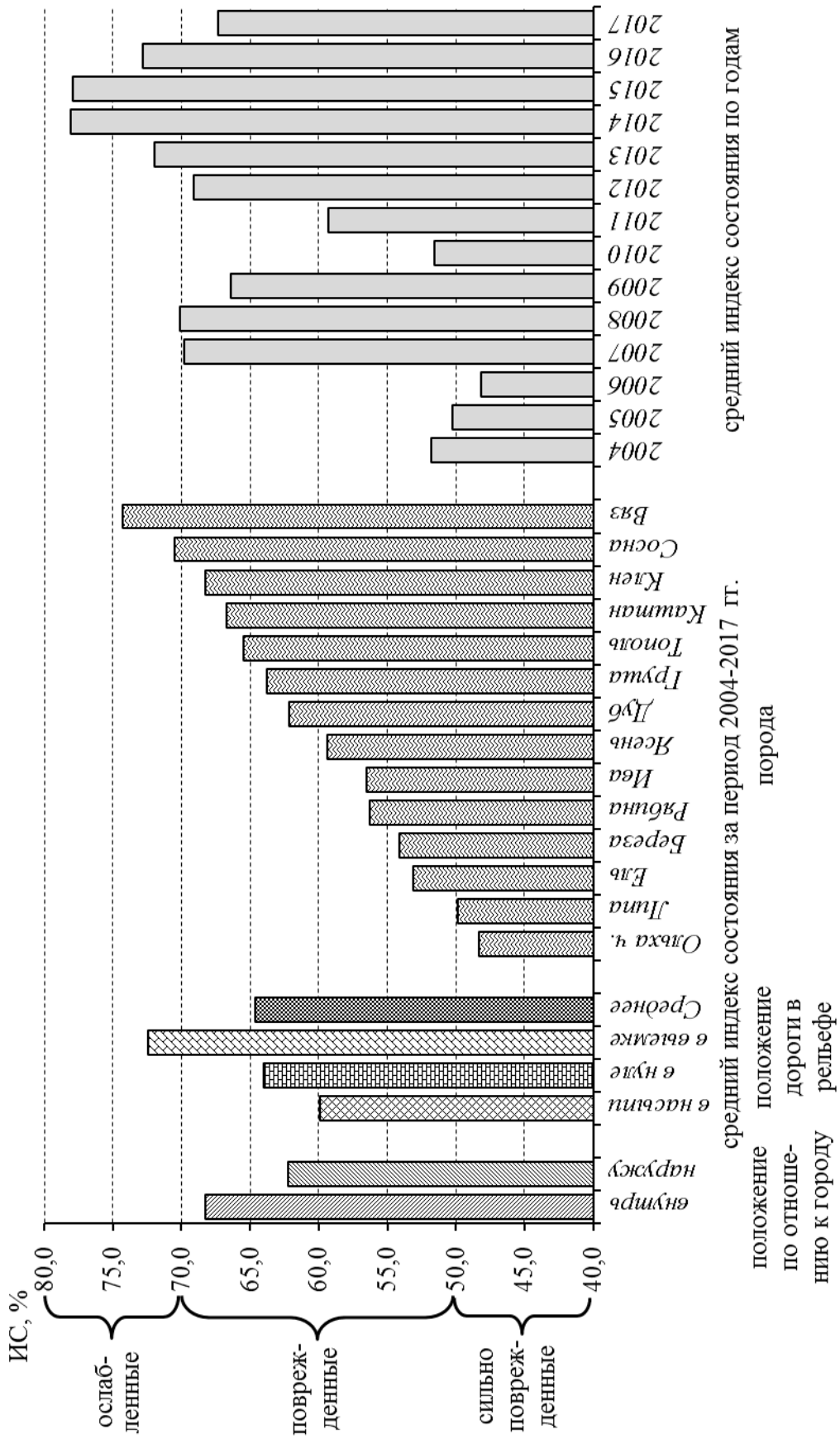


Рисунок 1 – Средние индексы состояния деревьев вдоль МКАД в 2004–2017 гг.

## СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ И ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В БЕЛАРУСИ (ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ)

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

*Assessment of the state of forest and protective plantations was given by results of monitoring the protective tree plantations for the period 2014–2017. The state of stands along roads depends from load on road: its carrying capacity, traffic intensity of vehicles and content in the winter period.*

Выгодное географическое положение Республики Беларусь в Европе, наличие современных мультимодальных транспортных коридоров, развитие экспорта транспортных услуг являются одними из основных составляющих стабильного развития экономики республики. Проблема последствий воздействия автомагистралей на придорожные экосистемы приобретает все большую актуальность в связи с бурным ростом парка автотранспорта, развитием инфраструктуры дорог, изменением технологий их содержания. Эксплуатация автодорог может иметь различные последствия, влияющие на состояние придорожных природно-растительных комплексов.

Мониторинг защитных древесных насаждений вдоль автомобильных дорог проводился в 2014–2017 гг. Исследования динамики состояния лесных и защитных древесных насаждений вдоль магистральных, республиканских и местных автомобильных дорог показали, что состояние древостоев вдоль автомобильных дорог зависит от нагрузки на дорогу, в первую очередь от ее пропускной способности, интенсивности движения транспортных средств и содержания в зимний период. Хуже всего состояние древесных насаждений вдоль наиболее нагруженных магистральных автомобильных дорог (категории М), существенно лучше состояние вдоль дорог республиканского уровня (категории Р) и местных дорог (категории Н). Это заметно при анализе средних индексов состояния древостоев на различных участках автомобильных дорог в зависимости от категории дороги и положения в рельефе. За весь период обследования показатели индекса жизненного состояния древостоев на опушках защитных насаждений вдоль магистральных автодорог варьировали от 67,30% (поврежденные) до 79,02% (ослабленные); вдоль республиканских дорог – от 84,95% (здоровые с признаками ослабления) до 91,8% (здоровые); вдоль местных дорог – более 91,00% (здоровые).

В опушечной полосе вдоль магистральных автодорог чаще встречаются ослабленные и сильно ослабленные деревья, а у дорог республиканского значения – без признаков ослабления. Для всей совокупности обследованных в 2014–2017 гг. насаждений вдоль магистральных автодорог количество деревьев без признаков ослабления составляет 38,90%, а вдоль дорог республиканского значения – 70,80%, что на 31,90% больше (рисунок 1). Доля ослабленных деревьев вдоль магистральных автодорог в 1,78 раза превышает количество деревьев данной категории вдоль республиканских автодорог (45,72% и 25,71% соответственно). Общее количество сильно ослабленных деревьев вдоль магистральных автодорог (13,31%) почти в 4 раз превышает долю деревьев этой категории у дорог республиканского значения (3,01%). Также значительно чаще встречаются вдоль магистральных автодорог усыхающие и сухостойные деревья (рисунок 1). Такое распределение деревьев по категориям жизненного состояния вдоль дорог различного уровня обусловлено более интенсивным потоком транспорта на магистралях, в составе которого значительна доля крупногабаритных грузовых автомобилей – главного источника вредных воздействий.

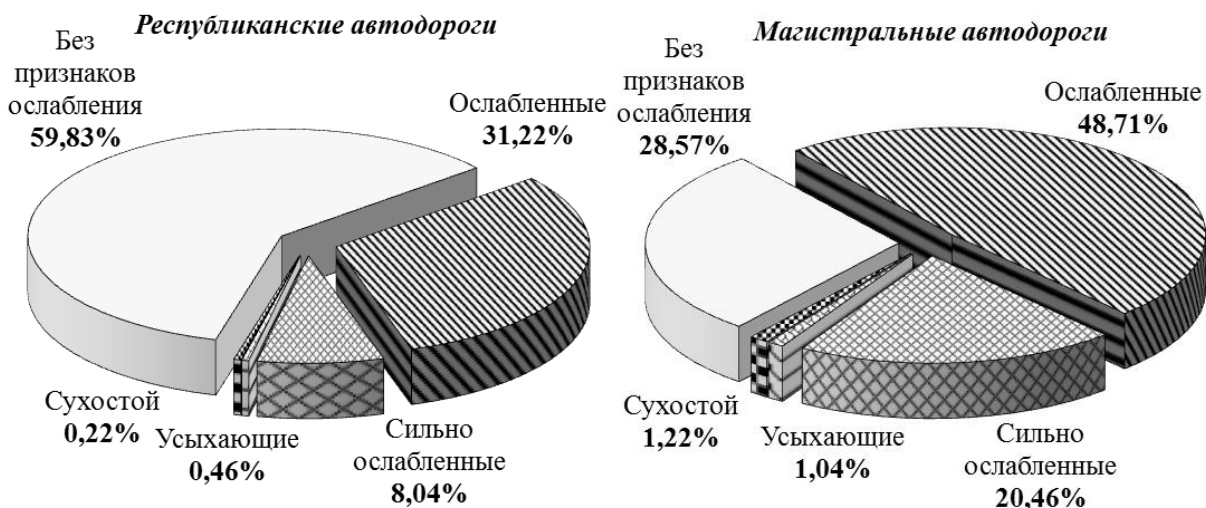


Рисунок 1 – Распределение деревьев на опушках лесных и защитных насаждений вдоль республиканских и магистральных автодорогам по категориям жизненного состояния (в среднем за 2014–2017 гг.)

Состояние древостоев улучшается с удалением от опушки вглубь лесного массива. Эта зависимость наиболее четко выражена у магистральных автомобильных дорог и проявляется в увеличении индексов состояния древостоев, количества деревьев без признаков ослабления и неповрежденных деревьев, снижении степени дефолиации, уменьшении количества ослабленных и поврежденных деревьев с удалением от полотна дороги. В совокупности древостои в опушечной зоне оцениваются как ослабленные, а в глубине лесного массива – здоровые или здоровые с признаками ослабления.

Степень повреждения древесных насаждений зависит от их положения относительно полотна дороги: состояние лучше у насаждений, расположенных выше полотна дороги (при прохождении дороги в выемке индекс жизненного состояния деревьев вдоль магистральных автодорог составляет 83,16%; вдоль республиканских автодорог – 93,28%). При нахождении полотна дороги на уровне почвы насаждений (дорога в нуле) состояние древостоев в опушечной зоне ухудшается: снижается индекс состояния древостоев (вдоль магистральных автодорог – 76,76%, вдоль республиканских автодорог – 90,91%). Наиболее повреждены древостои на участках, где полотно дороги проходит выше поверхности почвы прилегающих к нему насаждений (дорога в насыпи): индекс состояния вдоль магистральных автодорог составляет 71,27%, вдоль республиканских автодорог – 86,76%. Описанная зависимость объясняется высотой поднятия загрязняющих веществ (выбросов автотранспорта, содержащих ПГР взвесей) турбулентными потоками воздуха, создаваемыми движущимся транспортом. Зависимость состояния деревьев на опушках лесных и защитных древесных насаждений от положения дороги в рельефе характерна для дорог любого уровня (как магистральных, так и республиканских и местных).

Все обследованные в 2014–2017 г. на пунктах наблюдения породы по показателям жизненного состояния располагаются в следующем порядке:

– поврежденные деревья: липа мелколистная (индекс жизненного состояния 62,79%) < ольха черная (66,11%) < ель европейская (69,56%);

– ослабленные деревья: ива козья (70,37%) < береза повислая (71,00%) < ясень обыкновенный (73,41%) < дуб черешчатый (76,79%) < каштан конский (78,63%) < тополь и осина (79,25%);

– здоровые с признаками ослабления деревья: вяз шершавый (81,47%) < сосна обыкновенная (81,94%) < клен остролистный (84,54%).

Поскольку при проведении исследований измерялось расстояние от полотна дороги до первых опушечных деревьев (опушечная зона на разных дорогах находится на различном рас-

стоянии от полотна дороги), а состояние древостоев определяется положением дороги относительно прилегающих территорий и интенсивностью движения транспортных средств, был выполнен множественный корреляционный анализ. Множественный корреляционный анализ выполнялся с целью выявить зависимость состояния древостоев от положения дороги, удаления от опушки и интенсивности движения. Данная зависимость описывается коэффициентом множественной корреляции равным 0,85. Поэтому можно предположить о наличии линейной связи состояния древостоев на опушках в зависимости удаления опушки от полотна дороги, положения дороги относительно прилегающих территорий и интенсивности движения транспортных средств.

Воздействие автомобильных дорог на лесные фитоценозы придорожных территорий вызывает перестройку фитоценотической организации, обуславливая изменения структуры и пространственного распределения растительных сообществ. Доля участия дигрессивных процессов в придорожных лесных фитоценозах находится в прямой зависимости от нагрузки на автодорогу. Видимое воздействие на придорожные лесные массивы вдоль магистральных автодорог, распространяется до 150 м при удалении от полотна дороги. На автодорогах республиканского значения в лесной растительности полностью сохраняются черты природных сукцессий, характерных для данных условий произрастания. Воздействие собственно дорог на изменение фитоценотической структуры лесной растительности отмечено только на опушках.

Судник А.В.<sup>1</sup>, Терещенко С.С.<sup>2</sup>

## ОСОБЕННОСТИ СИНАНТРОПИЗАЦИИ ПРИДОРОЖНОЙ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ БЕЛАРУСИ

<sup>1</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,

г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь, aleks-t@tut.by

*Features of the synanthropization of roadside grassy vegetation along the roads of Belarus have been described. The roads contribute to the spread and naturalization of invasive and weedy flora, contributing to its transition from disturbed places to cultural communities and the destabilization of natural plant cover.*

Выгодное положение Республики Беларусь в центре Европы на пересечении мультимодальных транспортных коридоров обусловило заметное развитие транспортной инфраструктуры республики. В то же время строительство и эксплуатация автодорог имеют различные последствия, влияющие на состояние придорожных природно-растительных комплексов. Все большую актуальность приобретает проблема воздействия автомагистралей на придорожные экосистемы в связи с активными процессами синантропизации и адвентизации в фитоценозах. Земляное полотно, кюветы и полосы отвода, заселяемые представителями синантропной флоры, характеризуются своеобразием экологических условий, сильно отличающиеся от природных. Постоянно осуществляемое техническое обслуживание и ремонт полотна дороги, применение различных химических препаратов, вырубка древесно-кустарниковой растительности и выкашивание травостоя в полосе отвода формируют специфические места обитаний.

Цель исследований – оценка комплексного воздействия строительства и содержания автодорог на травянистую растительность придорожных территорий, установление масштабов и причин деградации.

В систему объектов исследования вошли выборочные участки дорог различных категорий, отличающиеся интенсивностью движения: М1/Е30 (Брест-Минск-гр.РФ), М3 (Минск-Витебск), М5/Е271 (Минск-Гомель), М6/Е28 (Минск-Гродно), М9 (МКАД).

Одним из направлений по изучению антропогенной нагрузки на придорожную расти-

тельность является определение степени ее нарушенности, для чего широко используется индекс синантропизации. Для оценки трансформации травянистой растительности в 300-метровой зоне вдоль автодорог были использованы геоботанические данные, собранные в 2013–2014 гг. и включающие 31 класс и 260 ассоциаций сегетальной, рудеральной, луговой, болотной, травяно-болотистой, прибрежно-водной, опушечной и других типов растительности. Данные были обработаны по методике Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998, 2012). Использование системы Браун-Бланке, т.е. иерархической системы единиц (синтаксонов), отражающих различные местообитания и сукцессионный статус сообществ, оказалось достаточно удобным для анализа закономерностей процесса нарушенности (синантропизации), поскольку позволило достаточно подробно проанализировать все категории растительности.

Флористическая специфика различных типов растительности вдоль автодорог определяется особенностями почвенного покрова придорожных территорий, их положения в рельефе, видовым составом прилегающих биотопов, непосредственно близостью произрастания к дороге и характером хозяйственного использования земель.

Анализ нарушенности травянистой растительности вдоль автодорог показал, что придорожные экосистемы стали ареной активного процесса синантропизации. В результате формируются разнообразные типы синантропных и синантропизированных сообществ из местных видов-синантропов и адвентивных элементов.

Сильной синантропизации подверглись сообщества естественной луговой растительности класса *Molinio-Arrhenatheretea* (порядка *Arrhenatheretalia*). Сообщества данного класса отличаются более высоким уровнем толерантности, что выражается в выравнивании всех параметров синантропизации. Высокое видовое разнообразие фитоценозов луговой растительности ведет к более плотной «упаковке» ниш или отсутствию пустых ячеек в сообществе, что препятствует внедрению синантропных видов. С другой стороны, на фоне высокого  $\alpha$ -разнообразия сорные растения «теряются», в отличие от маловидовых сообществ, где присутствие даже одного сорного вида резко увеличивает уровень синантропизации. Более низкий уровень адвентизации в сообществах класса *Molinio-Arrhenatheretea*, чем в сообществах других классов, объясняется тем, что вторичные луга, формирующиеся на достаточно богатых незасоленных почвах, являются закрытыми для внедрения сообществами. На рисунке 1 показаны закономерности синантропизации луговой растительности данного класса на различном расстоянии от полотна дорог.

Более высокий уровень синантропизации и адвентизации отмечен для фитоценозов болотистой растительности, по сравнению с сообществами луговой растительности. Сообщества класса *Phragmiti-Magnocaricetea* отличаются невысокой толерантностью к процессам синантропизации, уровень синантропизации средний, однако в непосредственной близости к проезжей части может достигать 90%. Эти показатели увеличиваются для растительных сообществ, произрастающих на илистых отмелях и у пересыхающих водоемов, а также у берегов ручьев и рек, которые открыты для внедрения сорных видов в силу особенностей экотопов.

Сообщества нитрофильной растительности класса *Galio-Urticetea* вдоль автомагистралей предельно синантропизированы. Это закономерно, так как при антропогенных нарушениях, в том числе в ходе эксплуатации и обслуживания дорог, количество «пустых» ниш в сообществах увеличивается, а видовое богатство падает, усиливая эдификаторную роль некоторых видов, например *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sosnowskyi*, *Urtica dioica*, а повышенное плодородие почв увеличивает количество «невытребованных ресурсов».

Достаточно высокая доля адвентивных видов во всех сообществах собственно синантропных классов (кл. *Bidentetea tripartitae*, кл. *Artemisietea vulgaris*, кл. *Polygono arenastri-Poetea annua*) позволяет рассматривать автомагистрали в качестве важнейших агентов в экспансии чужеродной флоры из сопредельных регионов.

Все синантропные виды, отмеченные вдоль автодорог, имеют широкие экологические и

сукцессионные диапазоны и встречаются во многих классах естественной растительности. В целом следует отметить, что процессы синантропизации и адвентизации являются нежелательным следствием влияния дороги. Как правило, процесс синантропизации, внедрения адвентивных видов и обеднение видового разнообразия придорожных территорий зависимы: чем активнее протекают процессы синантропизации и адвентизации растительности, тем интенсивнее идет процесс снижения биоразнообразия. При этом основными доминантами синантропизированных и синантропных сообществ становятся именно сорные растения со стратегией виолентов-эксплерентов либо адвентивные виды.

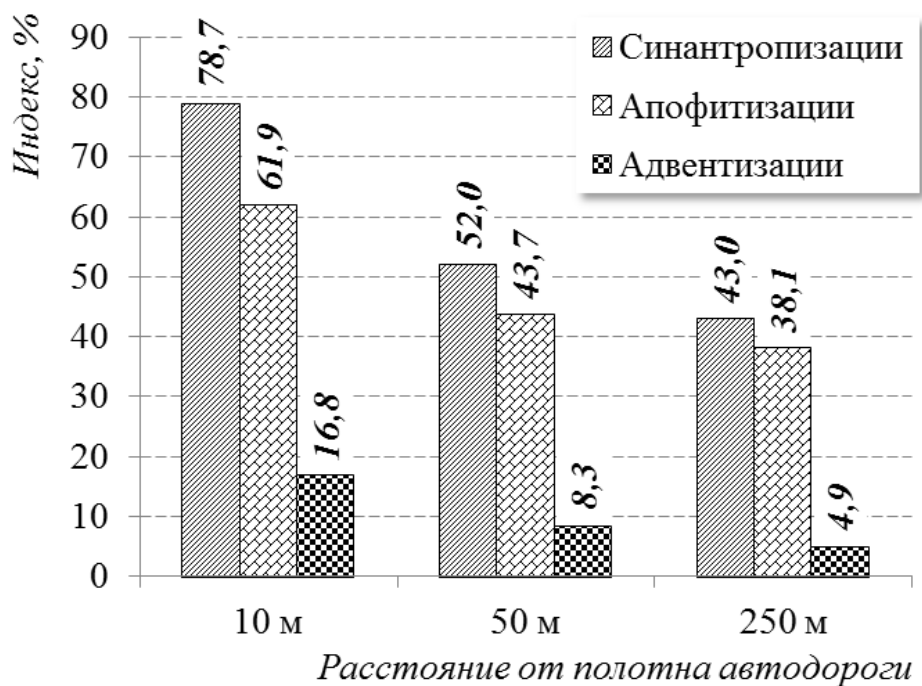


Рисунок 1 – Характеристика индексов синантропизации, апофитизации и адвентизации для сообществ класса *Molinio-Arrhenatheretea* в 250-метровой полосе вдоль магистральных автодорог

Таким образом, проведенные исследования состояния травянистой растительности на расстоянии до 300 метров от полотна дороги показали, что под влиянием автодорог в значительной степени изменен экологический режим, сформировались специфические травяные фитоценозы. С ростом нагрузки на автодороги происходит формирование синантропных комплексов путем замены растений-аборигенов сорными растениями, которые способны выдерживать интенсивные антропогенные нагрузки, произрастать в широком диапазоне экологических условий, приспосабливаясь и активно внедряясь в культурные посевы и природные экосистемы. Дороги, таким образом, способствуют распространению и натурализации инвазивной и сорной флоры, способствуя ее переходу из нарушенных мест в культурные сообщества и дестабилизации естественного растительного покрова.

Для прогноза дальнейшего развития процесса синантропизации и разработки мер по уменьшению его пагубного влияния на биоразнообразие необходим мониторинг этого процесса. Необходимым условием является углубленное изучение уровня синантропизации флоры и растительности территории, как наиболее информативного показателя антропогенной нарушенности придорожных экосистем.



## БИОДИАГНОСТИКА СРЕДЫ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ БОКСИТОВОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛИШАЙНИКОВ

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт биологии Коми НЦ УрО РАН»,

г. Сыктывкар, Российская Федерация, tabalenkova@ib.komisc.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Путьирима Сорокина»,

г. Сыктывкар, Российская Федерация, marinka140895@mail.ru

*Data on the functional status of the lichen species (*Lobaria pulmonaria* and *Peltigera aphthosa*) from the areas with different degree of pollution in the zone of influence of the largest in Eurasia Middle Timan bauxite mine are presented. It is shown that the bauxite dust pollution led to the accumulation in the thalli of metal compounds, especially aluminum and iron. It was concluded that the application of physiological approaches increases the efficiency of lichenoidication and allows us to identify the first signs of defects long before significant reduction in vitality and taxonomic diversity of lichens will become apparent.*

Деятельность предприятий минерально-сырьевого комплекса приводит к загрязнению биосферы продуктами добычи и переработки полезных ископаемых. В отвалах пустой породы и техногенных наносах химические элементы способны трансформироваться и мигрировать, что оказывает негативное влияние на природную среду. Наибольшей опасности подвергаются ландшафты при открытом способе добычи полезных ископаемых. Это особенно негативно сказывается на северных экосистемах, которые отличаются сравнительно низким потенциалом самоочищения и самовосстановления, что повышает их уязвимость при техногенных воздействиях.

Средне-Тиманское месторождение бокситов – крупнейшее месторождение бокситовой руды в Евразии – расположено в междуречье рек Ворыквва и Вымь (подзона северной тайги Республики Коми). Разведанные запасы составляют 260 млн тонн (30% всех запасов России). Промышленная добыча производится с 1998 г., свыше 90% руды добывается открытым способом. Основным загрязнителем является бокситовая пыль, которая образуется практически на всех этапах производства, начиная с проведения взрывных работ и заканчивая погрузкой руды в железнодорожные составы.

Лишайники являются наиболее удобными объектами для биоиндикации состояния окружающей среды. Это долгоживущие и медленно растущие организмы, мало изменяющиеся на протяжении жизненного цикла. Для биоиндикации обычно используют свойство лишайников аккумулировать поллютанты. Оценивают разнообразие и жизнеспособность лишайников. Снижение таксономического разнообразия, обилия и жизнеспособности лишайников являются признаками сильного загрязнения территории. Реже проводят изучение физиолого-биохимического ответа лишайников на загрязнение, что позволяет выявить нарушения процессов жизнедеятельности уже на ранних этапах воздействия.

Целью данной работы было оценить накопление металлов в лишайниках и выявить их реакцию на загрязнение среды в зоне влияния Средне-Тиманского бокситового рудника. Для этого исследовали общее содержание металлов и их локализацию в слоевищах лишайников, а также уровень окислительного стресса в талломах модельных видов.

В качестве объектов исследования использовали талломы двух видов листоватых лишайников: *Lobaria pulmonaria* L. (Hoffm.) и *Peltigera aphthosa* (L.) Willd, собранных с участков с разной степенью загрязнения. *Peltigera aphthosa* и *Lobaria pulmonaria* – эпифитные листоватые трехкомпонентные лишайники, содержащие зеленые водоросли и цианобактерии рода *Nostoc*. Лишайники отбирали в августе 2016–2017 гг. в старовозрастных ельниках зеленомошной группы на разном удалении от производственных объектов. Условно фоновая наиболее

удаленная (около 4 км) от промышленной зоны территория и сильно загрязненный участок вблизи шихтовального склада.

Анализ элементного состава лишайников выполняли с применением метода оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе «SPECTRO CIROS-CCD». Проникновение бокситовой пыли в толщу таллома лишайника оценивали на срезах из центральной части увлажненного живого таллома лишайника. Чувствительность лишайников к загрязнению характеризовали по величине перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности основных антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы (СОД) и гваяколпероксидазы (ГПК).

В зоне влияния Средне-Тиманского бокситового рудника было зарегистрировано 53 вида макролишайников. За период наблюдений (2002–2017 гг.) видовое разнообразие лишайников практически не изменилось, но показатели обилия и жизненного состояния заметно ухудшились. На большинстве талломов наблюдается налет красной бокситовой пыли, в которой присутствуют окиси алюминия, железа, кремния и др.

О степени загрязнения ландшафтов в ходе добычи бокситовой руды судили по аккумуляции химических элементов в талломах лишайников, отобранных на фоновом и загрязненном участках. По накоплению в биомассе талломов химических элементов на фоновом участке можно выстроить следующий ряд:  $K > Ca > P > S > Mg > Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Ni$ . На сильно загрязненном соответственно –  $Fe > Al > K > Ca > Mg > S > P > Mn > Zn > Cu > Ni$ . В целом содержание химических элементов в талломах обоих видов лишайников отражало уровень загрязнения в местах отбора образцов. Самое низкое их содержание выявлено в талломах с условно фоновой территории, максимальное – на участке, расположенном в непосредственной близости от шихтовального двора. Содержание железа и алюминия в талломах достигало 20 тыс. мг /кг или 2% сухой биомассы, что в 50 и 40 раз больше, чем на условно чистом участке. Это свидетельствует о значительном загрязнении среды на территории, примыкающей к месту складирования бокситовой руды. При загрязнении бокситовой пылью значительная часть попадающих в окружающую среду соединений металлов представлена в виде окислов, имеющих низкую растворимость. Твердые частицы бокситовой пыли, попадая на лишайники, концентрируются на их поверхности и могут смываться с лишайников атмосферными осадками. Поэтому общее содержание металлов может изменяться в зависимости от погодных условий. Чтобы получить представление о локализации металлов, мы провели промывку талломов лишайников, собранных на чистом и загрязненном участке водой. После промывания водой общее содержание минеральных элементов на фоновом участке изменилось не значительно, на загрязненном уменьшилось почти в 3 раза. Значительная часть, более 40%, соединений Fe, Al была обнаружена в водной фракции, содержащей пылевые частицы с поверхности и, возможно, межклеточного пространства корового слоя талломов. В этой фракции обнаружено также 30–35% всего Mn, Co, Ni, Pb и Cu. Оценка на срезах степени проникновения бокситовой пыли в толщу таллома лишайника показало, что значительное количество ионов металлов из бокситовой пыли проникает и во внутриклеточное пространство лишайника, что может быть причиной токсического действия бокситового загрязнения на лишайниковую биоту. Взаимодействуя с биологически активными макромолекулами, высокие концентрации ионов металлов вызывают окислительный стресс, проявляющийся в избыточном образовании активных форм кислорода, которые инициируют реакции перекисного окисления липидов клеточных мембран (ПОЛ). Накопление в талломах алюминия и тяжелых металлов вследствие загрязнения среды бокситовой пылью приводило к усилению ПОЛ. При этом талломы *P. aphthosa* более чувствительны к загрязнению, интенсивность липопероксидации на загрязненном участке у этого вида в 1.6 раза выше, чем на фоновом. В ответ на окислительный стресс, вызванный поступлением в клетку ионов металлов, изменялась активность антиоксидантных ферментов, участвующих в нейтрализации АФК. В талломах *P. aphthosa* уровень активности СОД и ГПК при загрязнении достоверно увеличивался, в талломах *L. pulmonaria* изменялся незначительно или несколько снижался. Возможно, разное влияние бокситовой пыли на уровень липопероксидации и активности антиоксидантных ферментов связано с местообитанием лишайников. Лишайник *L.*

*pulmonaria* обитает на стволах деревьев, и бокситовая пыль частично смывается атмосферными осадками, в то время как *P. aphthosa* — напочвенный вид, и пыль постепенно накапливается в талломах, что подтверждается более высоким содержанием в них Al и Fe.

Следовательно, лишеноиндикация является эффективным способом мониторинга загрязнения среды при добыче бокситовой руды. Биоаккумуляция химических элементов возрастала по мере увеличения степени загрязнения территории. Определение уровня липопероксидации и активности антиоксидантных ферментов позволяет выявить признаки стресса задолго до значительного снижения жизнеспособности и таксономического разнообразия лишайников на загрязненной территории.

Таким образом, установлено, что в зоне влияния Средне-Тиманского бокситового месторождения в талломах лишайника *Lobaria pulmonaria* накапливаются значительные количества алюминия, железа, марганца, цинка и других металлов. Биоаккумуляция химических элементов возрастала по мере увеличения степени загрязнения территории. Содержание всех элементов на загрязненном участке было в 5 раз выше фоновой. Основная доля в загрязнении принадлежит Fe и Al. Концентрация Al и Fe в талломах *L. pulmonaria* вблизи шихтовального склада была в 40 раз выше, что свидетельствует о значительном загрязнении среды на территории, примыкающей к месту складирования бокситовой руды. Установлено, что более 40% Fe и Al локализовано на поверхности таллома и межклеточном пространстве. Значительное количество ионов металлов аккумулируется во внутриклеточном пространстве лишайника. В целом полученные данные свидетельствуют об аккумуляции металлов (как необходимых, так и потенциально опасных) не только на поверхности, но и внутри таллома лишайника, главным образом в гифах медуллярного слоя.

Работа выполнена в рамках темы «Физиология и стресс-устойчивость фотосинтеза растений и пойкилогидрических фотоавтотрофов в условиях Севера» (№ ГР АААА-А17-117033010038-7)

Швецов А.Н.

## МОНИТОРИНГ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВЫСОКО УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ФГБУН «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация, [floramoscow@mail.ru](mailto:floramoscow@mail.ru)

*The article discusses the methods of monitoring of urban flora. Some results of monitoring of flora of the city of Moscow are given.*

Биоразнообразие – один из наиболее чувствительных индикаторов изменения живой природы под влиянием комплекса антропогенных факторов.

Для получения всеобъемлющей и разносторонней информации о динамике флористического разнообразия и для целей его контроля мониторинг этого процесса должен представлять собой систему, объединяющую исследования различного масштаба и уровня.

Объектом мониторинга может служить полная флора, группы видов (редкие, адвентивные), а также отдельные виды растений и их популяции. Перечисленные объекты рассматриваются в пределах конкретной территории и в определенных временных границах.

В различных по степени антропогенной нагрузки частях города могут быть выделены отдельные локальные территории, мониторинг флоры которых позволяет выявить некоторые ее региональные особенности, а также вычленить отдельные факторы среды, влияющие на конкретные виды растений, проводить анализ происходящих в настоящее время процессов. Совокупность таких территорий образует систему флористических полигонов, а сами локальные флоры являются тестовыми, контрольными.

Следует различать исторический (ретроспективный) мониторинг и мониторинг современного состояния флоры.

Исторический мониторинг флоры. Биоразнообразие растительного покрова высоко урбанизированных регионов за последние 100–200 лет претерпело значительные изменения, поэтому анализ прошедших перемен и выявление тенденций изменения имеет большое значение для прогнозирования состояния природной среды этих территорий в ближайшем будущем. Всесторонний, полный анализ динамики флористического состава за тот или иной период времени возможен лишь на основе наличия в прошлом региональной или локальной «флоры», т.е. специального обследования данной территории на конкретный период времени. Поскольку это условие часто не выполнимо, основным источником информации являются гербарные сборы с территории, занимаемой современным городом. Пространственная и временная фрагментарность обследования территории в прошлом, случайный характер сборов, неполнота данных, содержащихся в гербарных этикетках, – факторы, ограничивающие возможность проведения более детального ретроспективного анализа изменения видового состава флоры, динамики встречаемости видов, скорости распространения адвентивных растений и т.п.

Во флоре Москвы среди исчезнувших преобладают аборигенные растения, составляющие около 70% видов [2]. В ценоотическом плане среди них наиболее велика доля растений, приуроченных к местообитаниям с избыточным увлажнением, – болотных, болотно-лесных, лугово-болотных, водных и прибрежных (33 вида). Среди лесных растений (19 видов) преобладают опушечно-лесные и виды хвойных лесов. Довольно разнородна в экологическом плане группа луговых растений (19 видов), в ее составе виды низкотравных, сухих, влажных лугов и лугово-опушечные виды. Таким образом, обеднение аборигенной флоры происходит в первую очередь за счет экологически специализированных видов и растений «пограничных», сукцессионно неустойчивых сообществ. Одновременно в городе сокращается экологическое разнообразие местообитаний как за счет избыточно увлажненных («неудобных» для города), так и за счет сухих (наиболее удобных для использования). Доля адвентивных растений составляет 30% от числа исчезнувших видов. Небольшое их число является, по нашему мнению, свидетельством не столько устойчивости или успешной натурализации заносных растений, сколько слабой изученностью адвентивного компонента флоры в прошлом. Кроме того, некоторые адвентивные виды после исчезновения через какое-то время вновь появляются благодаря очередному заносу.

Другим динамическим показателем является встречаемость видов. Выявляется тенденция сокращения общего числа видов с высокими показателями встречаемости и увеличение числа видов с низкой встречаемостью, причем соотношение увеличивается в сторону последних. К их числу относятся как аборигенные виды, численность и число местонахождений которых сокращается под давлением антропогенных факторов, так и заносные растения, для которых в силу ряда причин как раз характерна низкая встречаемость (такие «неустойчивые» виды составляют до 30% всех адвентивных растений). Увеличение числа видов с низкой встречаемостью делает флору высоко урбанизированных районов менее устойчивой и более уязвимой.

Анализ адвентивного элемента флоры показывает, что по обилию, широте пространственного и ценоотического распространения преобладает группа эргазиофитов («беглецов из культуры»). Этот факт подчеркивает необходимость осторожного, продуманного подхода к введению в широкую культуру новых видов.

Анализ исчезнувших видов по фактору время показал, что некоторые виды исчезли задолго до того, как пункты, в пределах которых они произрастали, вошли в городскую черту, поэтому динамику состава флоры нельзя полностью связывать с влиянием города как такового и считать локальным явлением. Ряд видов, не найденных на территории города Москвы, относится к сокращающимся и в других регионах.

Перечисленные выше показатели могут характеризовать состояние и степень стабильности конкретных флор, могут быть использованы для сравнения динамических процессов во

флорах высоко урбанизированных и природных территорий, а также для оценки состояния окружающей среды тех или иных регионов.

Инвентаризация современного флористического состава города и других локальных территорий является базой для перспективного мониторинга современного состояния флоры. Целью этого направления мониторинга является наблюдение и контроль за современным составом флоры и его текущими изменениями. Система мониторинга кроме перечисленных выше территориальных комплексов включает в себя наблюдения за состоянием флоры отдельных типов сообществ (лесных, водных и других) и мониторинг отдельных популяций видов. Объектом наблюдений могут служить популяции любых видов, но чаще всего это редкие аборигенные. Текущий мониторинг позволил выявить начавшиеся в 2000-е годы существенные и довольно стремительные изменения городской флоры [1].

Частота повторных обследований зависит от особенностей объекта и целей мониторинга. Наблюдения могут носить постоянный характер, т.е. проводиться ежегодно. Это касается в первую очередь наблюдений за состоянием популяций редких растений и распространением адвентивных видов. Полная повторная инвентаризация состава флоры, в зависимости от размеров территории и полноты охвата флоры, может проводиться через 5 и более лет.

Создание системы мониторинга флористического разнообразия, охватывающей различные по масштабу и уровню объекты, в совокупности с ценоотическим мониторингом позволят выявить многообразие процессов антропогенной трансформации растительного покрова в условиях высоко урбанизированных ландшафтов.

Комплекс работ по флористическому мониторингу весьма трудоемок, требует больших затрат времени и высокой квалификации исследователей. Выполнение работ возможно лишь при условии, что данная тематика будет носить долговременный характер и иметь постоянное финансирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shvetsov A. Moscow / Plants and habitats of European cities. Springer, 2011. P. 321–362.
2. Швецов А.Н. Дикорастущая флора города Москвы: Автореф. дис. ... канд. биол. н. М., 2008. 23 с.

# МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

Антонович А.О.

## ГАСТЕРОМИЦЕТЫ БЕЛАРУСИ: КРАТКИЙ ОБЗОР

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, anaria1995@mail.ru

*This article provides a brief overview of fungi that belong to the group of *Gastromycetes*. 39 species of fungi of this group, belonging to 15 genera, grows in Belarus. 2 of these species are listed in the Red book of the Republic of Belarus.*

Гастеромицеты являются искусственно созданной группой грибов, которая включает в себя, по разным оценкам, от 700 до более 1500 видов (Сосин, 1973), относящихся к более чем 100 семействам. Между видами данной группы отсутствуют близкие эволюционные связи, что было подтверждено молекулярными исследованиями (Hibbett, 1997; Kruger, 2001; Binder, Bresinsky, 2002). Гастероидные грибы имеют значительные различия в фенотипе, структуре базидиокарпа, требованиях к оптимальному температурному режиму, типу субстрата, влажности, и единственным признаком, который объединяет все виды в единую группу, является ангиокарпное строение плодовых тел. В отличие от других грибов, карпофоры гастероидных замкнуты до полного созревания базидиоспор. Базидиоспоры, в свою очередь, не только проходят все этапы формирования внутри плодового тела, но и отделяются от базидий под прикрытием оболочки (из-за этой особенности данную группу грибов еще называют нутревиками) (Тахтаджян, 1991). Выброс спор происходит при разламывании (разрушении) плодового тела или через специальную структуру – апикальную пору. Распространение спор происходит главным образом при помощи ветра, но для некоторых гастеромицетов, относящихся к родам *Phallus*, *Dictyophora*, *Simblum* и *Clathrus*, главными распространителями являются мухи, которых привлекает яркая (как правило, красно-оранжевая) окраска и сильный неприятный аромат, напоминающий запах гниющего мяса.

Плодовые тела *Gastromycetes* в начале своего развития могут иметь различную форму: шаровидную, полушаровидную, грушевидную, кубковидную, яйцевидную, клубневидную или имеют ножку с булавовидным утолщением наверху. Некоторые грибы сохраняют эту форму вплоть до созревания, но у большинства при развитии плодового тела форма меняется: к примеру, при созревании спор грибы рода *Geastrum* приобретают звездообразную форму. Некоторые из гастероидных грибов имеют уникальную форму плодового тела, например, представители рода *Clathrus*, чей карпофор имеет вид шаровидной решетки.

Размер и вес спорокарпов сильно варьирует внутри группы в зависимости от вида: так, диаметр плодового тела может составлять от 0,1 (некоторые представители рода *Crucibulum*) до 70 см и выше – *Calvatia gigantea*, вес – от нескольких граммов до более чем 20 кг. В частности, такой гастеромицет, как *Calvatia gigantea*, имевший диаметр 84 см и вес 22 кг, был внесен в Книгу рекордов Гиннеса как гриб с самым крупным плодовым телом в мире (P.V. Kirk, 2008). Кроме того, этот же вид считается самым плодовитым из всех видов грибов и, возможно, даже всех организмов. Было подсчитано, что в карпофоре размером 40×28×20 см содержится около  $7 \times 10^{12}$  спор. Гастероидные грибы являются рекорсменами не только в размере плодовых тел, но и в скорости роста. Так, веселка обыкновенная растет со скоростью 5 мм в минуту и достигает своего максимального размера за 0,4–1 час.

Гастеромицеты широко распространены по всему миру – от тропиков до полярных областей. Самая северная точка обнаружения грибов данной группы – остров Шпицберген, находящийся за полярным кругом (Тахтаджян, 1991). Они представлены как космополитными видами – *Lycoperdon perlatum*, так и эндемиками, приуроченными к определенному климатическому поясу или даже местности, – *Geastrum hungaricum*. Относительно требований к субстрату гастеромицеты можно отнести к двум основным группам – кислотрофам и почвенным сапротрофам (Сосин, 1973), причем виды, которые относятся к последней группе, могут заселять практически все типы почв. Следует отметить, что некоторые виды почвенных сапротрофов имеют подземные плодовые тела (так называемые ложные трюфели, относящиеся к родам *Hymenogaster*, *Scleroderma*, *Sclerogaster* и т.д.), и могут образовывать эктомикоризу с деревьями (Murat, 2008), что для остальных видов гастеромицетов не характерно.

В настоящее время данная группа грибов является одной из самых малоизученных групп макромицетов во всем мире.

На территории Беларуси в разные годы исследований (1956–2015 гг.) было выявлено 39 видов *Gasteromycetes*, относящихся к 15 родам (таблица 1).

Таблица 1 – Гастеромицеты, произрастающие на территории Беларуси

Род	Вид	Ценоз
<i>Calvatia</i>	<i>gigantea</i> (Batch) Lloyd	Различные типы леса, луга, пастбища, агрофитоценозы
	<i>utriformis</i> (Bull.) Jaap	Различные типы леса, луга, пастбища
	<i>excipuliformis</i> (Scop.) Perdeck	Различные типы леса, луга
<i>Bovista</i>	<i>nigrescens</i> Pers.	Различные типы леса, луга, пастбища
	<i>pila</i> Berk. & M.A. Curtis	Сосновые леса, песчаные почвы
	<i>plumbea</i> Pers.	Различные типы леса, луга, пастбища
	<i>pusilla</i> (Batch) Pers.	Различные типы леса, луга, пастбища, на почве, среди лишайников, на гнилой древесине
<i>Lycoperdon</i>	<i>perlatum</i> Pers.	Различные типы леса, луга, пастбища, на почве и перегнившей древесине
	<i>pyriforme</i> Schaeff.	Различные типы леса, на почве, замшелых основаниях стволов, пнях, лугах, пастбищах
	<i>umbrinum</i> Pers.	Различные типы леса
	<i>molle</i> Pers.	Различные типы леса, на почве и гнилых пнях
	<i>echinatum</i> Schaeff.	Различные типы леса, на почве и валежнике
	<i>oblongisporum</i> Berk. & M.A. Curtis	Различные типы леса, на почве
	<i>muscorum</i> Morgan.	Луга и пастбища, среди мхов
<i>Geastrum</i>	<i>campestre</i> Morgan	Сосновые и дубово-сосновые леса
	<i>fimbriatum</i> Fr.	Нет приуроченности к определенному типу ценоза
	<i>fornicatum</i> (Huds.) Hook.	Сосновые леса
	<i>pectinatum</i> Pers.	Ельник кисличный, черничный, мертвопокровный
	<i>quadrifidum</i> DC. ex. Pers.	Ельники
	<i>striatum</i> DC.	Преимущественно ельники
	<i>triplex</i> Jungh.	Лиственные леса
	<i>indicum</i> (Klotzsch) Rauschert	Хвойные и широколиственные леса, на щелочной почве
	<i>rufescens</i> Pers.	Сосняки, дубравы, агрофитоценозы
<i>Mycenastrum</i>	<i>corium</i> (Guers.) Desv.	Различные типы леса, луга, пастбища, на унавоженной почве
<i>Hymenogaster</i>	<i>tener</i> Berk.	Тенистые лиственные леса
<i>Mutinus</i>	<i>ravenelii</i> (Berk. & M.A. Curtis) E. Fisch.	Антропогенные биотопы

Род	Вид	Ценоз
<i>Phallus</i>	<i>impudicus</i> L.	Лиственные леса и кустарники
<i>Endoptychum</i>	<i>agaricoides</i> Czern.	Луг, поле, пастбище, лес, свалка, удобренная и перегнойная почва
<i>Rhizopogon</i>	<i>vulgaris</i> (Vittad.) M. Lange	Смешанные и хвойные леса
	<i>luteolus</i> Fr.	Различные типы леса, песчаная почва
<i>Scleroderma</i>	<i>aurantium</i> (L.) Pers.	Различные типы леса, на пустошах среди невысокой травы
	<i>verrucosum</i> (Bull.) Pers	Различные типы леса, на песчаных, суглинистых и черноземных почвах
	<i>fuscum</i> (Corda) E. Fisch.	Различные типы леса
	<i>citrinum</i> Pers.	Различные типы леса, на песчаной почве
<i>Crucibulum</i>	<i>laeve</i> (Huds.) Kambly	Смешанные и хвойные леса, на почве, опаде, опилках
<i>Cyathus</i>	<i>olla</i> (Batch) Pers.	Смешанные и хвойные леса, на перегнившей древесине или открытых участках почвы
	<i>striatus</i> (Huds.) Willd	Смешанные и хвойные леса, на почве, опаде, опилках
<i>Nidularia</i>	<i>farcta</i> (Roth) Fr.	Сосновые леса, агрофитоценозы, на гниющих ветвях и древесине
<i>Phellorinia</i>	<i>herculeana</i> (Pers.) Kreisel	Нет приуроченности к определенному типу ценоза, на песчаных и глинистых почвах

Образцы каждого вида находятся в гербарии лаборатории микологии ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси». Основными коллекторами были Г.И. Сержанина и О.С. Гапиенко. Среди представленных видов наиболее распространены *Calvatia excipuliformis*, *Lycoperdon perlatum*, *Lycoperdon pyriforme*, *Scleroderma verrucosum*, *Phallus impudicus*, *Crucibulum laeve* и *Cyathus striatus*. Следует отметить, что большая часть гастероидных грибов была найдена в Минской, Гомельской и Могилевской областях.

Два из представленных выше видов занесены в Красную Книгу Республики Беларусь – *Geastrum campestre* (II категория охраны) и *Calvatia gigantea* (IV категория). Земляная звезда полевая была найдена только в Мядельском районе Минской области. Кальвадия гигантская, согласно данным Красной книги Республики Беларусь 2015 г., произрастает в Витебской (Витебский, Глубокский, Шумилинский р-ны), Минской (г. Минск, Дзержинский р-н), Брестской (Малоритский р-н), Могилевской (Осиповичский р-н) и Гомельской (Хойникский, Брагинский р-ны) областях. За последние 3 года были выявлены еще несколько районов произрастания данного вида – Кировский район Могилевской области и Столбцовский район Минской области.

*Calvatia gigantea* также является лекарственным грибом с широким спектром применения благодаря ее сильно выраженным кровоостанавливающим, противомикробным, обезболивающим, антиканцерогенным и т.д. свойствам (Вишневецкий, 2014; Дудка, Сивоконь, 2008; Beneke, 1963; Lemieszek, 2012; Lucas., 1958; Тихонова, 2008).

**Большаков В.Н., Кузнецова И.А., Никонова Н.Н., Пустовалова Л.А.**

## **МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (СРЕДНИЙ УРАЛ)**

ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН»,  
г. Екатеринбург, Российская Федерация, herbarium@ipae.uran.ru

*The paper presents the results of monitoring of plant communities of the natural parks in the Sverdlovsk region (Middle Urals) from 2012 to 2017.*



В настоящее время антропогенные воздействия приобрели значение решающего фактора в формировании и динамике экосистем. Состояние и динамические тенденции фитоценозов – важнейших компонентов экосистем – невозможно правильно оценить без учета влияния на них человека. Это определяет необходимость детального изучения закономерностей синантропизации растительности, а также организации службы регионального мониторинга состояния растительности (Горчаковский, 1999). В 2005 году в Институте экологии растений и животных УрО РАН разработана программа региональной системы комплексного экологического мониторинга состояния природной среды ООПТ областного значения (Комплексный экологический мониторинг..., 2008). Предложены основные принципы организации и проведения мониторинга состояния основных компонентов экосистем, определены объекты мониторинга, разработаны обязательные стандартные методики проведения наблюдений. В 2007 году принято Постановление Правительства Свердловской области № 751-ПП «О порядке ведения мониторинга особо охраняемых природных территорий областного значения» от 03.08.2007 года. В 2012 году согласно программе Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области «Мониторинг состояния природной среды особо охраняемых природных территорий областного значения», начата реализация проекта на территории природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места» и природно-минералогического заказника «Режевской». Эти ООПТ являются одними из наиболее крупноплощадных в регионе, их общая площадь составляет 172,6 тыс. га (12,6% от площади всех ООПТ области). В качестве биоиндикаторов используются растительные сообщества, население наземных беспозвоночных (на примере рыжих лесных муравьев), население птиц, сообщества донных беспозвоночных (макрозообентос), сообщества дереворазрушающих грибов. В 2016 г. к программе комплексного мониторинга присоединился Висимский государственный природный биосферный заповедник.

Ботанические исследования как важный компонент мониторинга состояния природной среды Свердловской области в природных парках и природно-минералогическом заказнике ведутся с 2012 года ежегодно. Периодичность наблюдений определяется в том числе и рекреационной нагрузкой, которая увеличивается год от года. Так, например, если в 2012 году природный парк «Оленьи ручьи» принял 71,2 тыс. посетителей, то в 2017 году – 79,6 тыс. человек. Для оценки современного состояния растительного покрова в условиях активной рекреационной деятельности на данных ООПТ сформирована сеть площадей ботанического мониторинга. Наблюдения ведутся на постоянных пробных площадях двух типов: подверженных рекреации и контрольных, условно ненарушенных. Эти стационарные площади соответствующим образом обозначены на местности и внесены в базу данных биологического разнообразия каждой ООПТ. Объектами наблюдений при проведении фитомониторинга являются:

- 1) популяции редких и исчезающих видов растений, включенных в Красные книги Российской Федерации (2008) и Свердловской области (2008);
- 2) популяции инвазивных видов растений, распространение которых создает угрозу биологическому разнообразию;
- 3) растительные сообщества на наиболее посещаемых туристических маршрутах, наблюдения ведутся на парных стационарных площадях (одна – подверженная рекреационному воздействию, вторая – контрольная, ненарушенная или слабонарушенная);
- 4) уникальные растительные сообщества, занимающие небольшие площади, при этом в своем составе содержащие значительное число реликтовых и эндемичных видов растений (петрофитные группировки на береговых обнажениях рек Серга, Чусовая, Реж).

В ходе мониторинга растительности природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места» и природно-минералогического заказника «Режевской» выявлен видовой состав сообществ с учетом естественной динамики фитоценозов в условиях погодичных климатических флюктуаций, с особым вниманием к редким и исчезающим видам. Определены виды-индикаторы антропогенной нагрузки и уровень синантропизации сообществ на двух типах площадей – контрольных и нарушенных рекреацией; с использованием геоботани-

ческих описаний и ландшафтной фотосъемки зафиксировано современное состояние растительности. В результате выявлены следующие особенности синантропизации растительного покрова природных парков. Во-первых, при существующем уровне нагрузок сохраняется высокое видовое разнообразие сообществ изученных ООПТ. Во-вторых, на нарушенных участках уменьшается число индигенных, т.е. местных видов, которые встречаются исключительно на сохранившихся участках естественной растительности, и увеличивается число синантропных, преимущественно апофитов. Виды, определяющие региональное своеобразие флоры – уральские эндемики, отмечены только в слабонарушенных сообществах контрольных площадок (Мониторинг..., 2017).

Установлено, что на ООПТ сохраняются все выявленные ранее местонахождения охраняемых видов, в природном парке «Бажовские места» отмечено некоторое увеличение площади, занимаемой популяцией венерина башмачка крапчатого.

Инвазивные виды на изученных ООПТ в настоящее время встречаются преимущественно в кустарниковом ярусе, редко, с небольшим обилием. Ведутся наблюдения за динамикой популяций этих видов, поскольку они способны к активному возобновлению и быстрому внедрению в естественные экосистемы. Следует учитывать, что, поскольку прилегающие к ООПТ районы в значительной степени освоены человеком, эти территории не являются барьером в распространении чужеродных видов растений.

В результате многолетних исследований получена геоботаническая характеристика растительных сообществ на наиболее посещаемых маршрутах в природных парках и заказнике. Определено сходство фитоценозов, которое оценивалось с помощью коэффициента Серенсена (количественная форма). Четко проявляется высокое сходство между площадями, подверженными антропогенной нагрузке, в различных ООПТ. Это сходство обусловлено группой синантропных видов: клевер ползучий, бедренец-камнеломка, подорожники большой и средний, мятлик однолетний, одуванчик лекарственный и другие. В целом при неоднородности и ландшафтной дифференциации естественных фитоценозов видна тенденция к унификации состава сообществ, подверженных антропогенному воздействию.

На основе крупномасштабной карты растительности природного парка «Оленьи ручьи» (Горчаковский и др., 2005) выделены уникальные растительные сообщества, содержащие значительную долю редких и исчезающих видов растений. Это фрагменты петрофитной степи с участием эндемичных уральских видов, полидоминантноразнотравные остепненные луга, остепненные злаково-мелкотравные и мелкотравно-злаковые луга на крутых береговых склонах. На карте растительности парка «Оленьи ручьи» отмечен 21 уникальный фитоценоз общей площадью 433,5 га (3% от площади исследуемой территории). Установлена степень антропогенной трансформации растительности некоторых скальных обнажений рек Серга, Чусовая, Реж на территории природных парков и заказника.

Результаты мониторинга публикуются в ежегодных коллективных монографиях, в 2018 г. издан «Экологический мониторинг состояния природных комплексов на территории Свердловской области». Основной формой передачи информации являются аналитические отчеты, представляемые в Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области и администрации природных парков «Оленьи ручьи», «Река Чусовая», «Бажовские места» и природно-минералогического заказника «Режевской».

Дальнейшие наблюдения способствуют выявлению региональных особенностей процесса синантропизации флоры, определению скорости и направленности динамики растительных сообществ. Накопленная информация включается в пространственно ориентированную базу данных комплексного экологического мониторинга, которая, в свою очередь, является важным инструментом для информационного обеспечения принятия решений в области охраны природы и природопользования.

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ  
*GYMNADENIA CONOPSEA* (L.) R. BR. (ORCHIDACEAE) НА ИЗВЕСТНЯКАХ  
ТИМАНСКОГО КРЯЖА**

ФГБУН «Институт биологии Коми НЦ УрО РАН»,  
г. Сыктывкар, Российская Федерация, valuyskikh@ib.komisc.ru

***Using ISSR-PCR approach, the genetic structure of *G. conopsea* populations have been studied in the Komi Republic (Russia) at the northern edge of its distribution area where the populations have high level of phenotypic variation. Two used ISSR primers allowed us to reveal 839 loci, 37.79% of them were polymorphic. Despite the high diversity of karst landscapes and territorial fragmentation of the populations, we found low level of interpopulation differentiation and strong genetic flows between the populations in the karst landscapes of Timan.***

Среди представителей семейства Orchidaceae, распространение которых вблизи северных границ ареалов чаще всего связано с выходами кальцийсодержащих пород, на известняках Тиманского кряжа (Республика Коми, Россия) отмечены: *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *Coeloglossum viride* (L.) Hartm., *Cypripedium calceolus* L., *C. guttatum* Sw., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. и *Leucorchis albida* (L.) E. Mey. Приуроченность этих видов к растительным сообществам карстовых ландшафтов различна. Наиболее широкой эколого-ценотической амплитудой и встречаемостью в разных типах экотопов обладает *G. conopsea* (кокушник комарниковый). Этот широко распространенный в Европе и Азии вид наземных орхидей на территории Республики Коми находится вблизи северной границы своего ареала и нуждается в биологическом надзоре за численностью и состоянием популяций [3].

Краевые популяции *G. conopsea* в регионе, помимо Урала, приурочены к карбонатным возвышенностям Тиманского кряжа и входят в состав реликтового скального флористического комплекса. Широкая экологическая амплитуда позволяет этому виду занимать различные местообитания в карстовых ландшафтах Тимана: осыпные известняковые склоны разной экспозиции крутизной 30–50° и реке луга в долинах рек. Учитывая высокую фенотипическую изменчивость и резко выраженную дифференциацию популяций *G. conopsea* на известняках Тиманского кряжа по морфологическим признакам [2], нами была выдвинута гипотеза о существовании согласованной с фенотипом генетической дивергенции этих популяций. Цель настоящей работы заключалась в изучении генетического разнообразия и дифференциации популяций *G. conopsea* с помощью ISSR маркеров на известняках Южного Тимана.

Сбор материала проводили в природных популяциях *G. conopsea* в июле 2016 г. На Южном Тимане исследовано девять популяций *G. conopsea* в долинах рек Сойва и Омра в нескольких типах карстовых ландшафтов: на склоновых участках северной и северо-западной экспозиции (С1, С2, С3), южной и юго-западной экспозиции (Ю1, Ю2, Ю3), а также на выположенных поверхностях в долинах рек (Л1, Л2, Л3). Минимальное расстояние между популяциями составляло 0.2 км, максимальное – 3.5 км. Всего исследовано 180 генеративных растений *G. conopsea* (по 20 особей из каждой популяции). Суммарная ДНК была выделена из свежих листьев с помощью набора реагентов. Использовали два праймера ISSR–1.2 ((GT)<sub>7</sub>-YG) и ISSR-AG8 ((AG)<sub>8</sub>-YT), меченых FAM. Полученные образцы анализировали на генетическом анализаторе ABI PRISM 310 (Applied Biosystems) на базе ЦКП «Молекулярная биология» Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар). Оценку генетической дифференциации выборок проводили в специализированном макросе GenAlEx 6.5 для MS-Excel с определением числа полиморфных аллелей, информационного индекса Шеннона (*Is*), ожидаемой гетерозиготности (*He*), генетического расстояния (*D*) между популяциями, а также анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) с определением уровня внутри- и межпопуляционной изменчивости и др. Зависимость потока генов между географическим расстоянием оценивали тестом Мантелла.

Два использованных ISSR праймера позволили выделить 839 локусов, из них доля полиморфных – 37.79%. На известняках Южного Тимана для вида характерны как высоковариационные популяции ( $P = 55.5\text{--}60.6\%$ ,  $He = 0.084\text{--}0.089$ ), так и с пониженными показателями генетической изменчивости ( $P = 29.3\text{--}29.6\%$ ,  $He = 0.053\text{--}0.059$ ), при этом, несмотря на разнообразие карстовых ландшафтов и территориальную разобщенность выборок, между ними существует достаточно активный поток генов ( $D = 0.007\text{--}0.020$ ,  $I = 0.980\text{--}0.993$ ). Тест Мантелла не выявил корреляции между генетическими и географическими расстояниями ( $r = -0.047$ ;  $p = 0.04$ ). Установлено, что большая часть выявленной генетической изменчивости *G. conopsea* реализуется внутри популяций, а на долю межпопуляционной составляющей приходится 14%.

Значительная генетическая изменчивость в районе исследований выявлена в популяциях С1 и Ю8, расположенных на северо-западном и южном склоне известняковых обнажений соответственно. Уровень генетической изменчивости, проявляющийся в показателе гетерозиготности ( $He = 0.089$ ,  $0.084$ ), усредненный индекс информации Шеннона ( $Is = 0.154$ ,  $0.149$ ) в сочетании с достаточно высоким процентом полиморфных локусов ( $P = 55.54\%$ ,  $60.55\%$ ) свидетельствуют о том, что эти популяции имеют повышенные показатели генетического разнообразия по сравнению с другими выборками. Помимо этого, популяция Ю8 отличается максимальной долей редких локусов (17.9%) среди всех поселений *G. conopsea* в районе исследования. Эти многочисленные популяции (более 1000 особей) можно рассматривать в качестве источника генетического разнообразия среди исследуемой совокупности на Южном Тимане. В целом на склонах известняковых обнажений, по сравнению с луговыми сообществами, условия для прорастания семян *G. conopsea* более благоприятны, так как для них характерны наличие открытых осыпных участков, низкая межвидовая конкуренция (общее проективное покрытие растений составляет 10–15%), сильно гумусированные нейтральные и слабощелочные почвы. Высокая семенная продуктивность (15.5–18.6 тыс. семян на одну особь) и наличие большого числа молодых особей определяют более активную динамику возрастных спектров и смену поколений [1], как следствие, создают условия для повышенного генетического разнообразия. Невысокий процент полиморфных локусов (до 30%) и пониженные показатели генетической изменчивости отмечены так же для ряда популяций из разного типа карстовых ландшафтов на Тимане. Например, популяции *G. conopsea* на склонах известняковых обнажений разной экспозиции (С 5, Ю 9) имеют показатели, сравнимые с небольшими (15–25 м<sup>2</sup>) луговыми популяциями (Л 6) со стабильно невысокой численностью (200–300 особей). Так же на лугах присутствует небольшая антропогенная нагрузка (сенокосение), и периодически возникает опасность повреждения соцветий *G. conopsea* в период раннелетних заморозков (до 70–95% генеративных особей в популяции, личные наблюдения авторов). Смена поколений в луговых популяциях происходит более медленно из-за сложности прорастания семян в плотном слое дернины и невысокой доли проростков, даже при высокой эффективной численности популяций (процента цветущих растений).

Помимо перечисленных выше факторов, усиливающих давление отбора, более однородная генетическая структура популяций *G. conopsea* может демонстрировать сравнительно недавнее время их образования и позволяет предположить, что эти группы (Л6, С5, Ю9) представляют собой самые молодые поселения вида в исследуемом районе на Южном Тимане. Преобладание внутривидовой изменчивости (86%) свидетельствует об отсутствии направленных генетических изменений, способствующих процессу разделения популяций *G. conopsea* в районе исследования. Значительный разброс средних значений показателей генетического разнообразия в популяциях *G. conopsea*, полученных по ISSR маркерам, демонстрирует несколько разнонаправленных паттернов, не проявляющих четкой связи с разнообразным типом карстовых ландшафтов, фенотипическим обликом особей, численностью и площадью популяций. Очевидно, что причины проявления разного уровня генетического разнообразия исследованных популяций в градиенте условий на известняках требуют дополнительного изучения.

Работа выполнена в рамках гос. задания на тему «Структурно-функциональная организация растительных сообществ, разнообразие флоры, лишено- и микобиоты южной части национального парка «Югыд ва» (№ АААА-А16-116021010241-9) при поддержке гранта РФФИ № 16-34-00608 мол\_а.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Валуйских О.Е., Тетерюк Л.В. Структура и динамика популяций *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. в краевых популяциях на известняках Европейского Север-Востока России // Экология. 2013. № 6. С. 420–427.
2. Валуйских О.Е., Тетерюк Л.В. Фенотипическая изменчивость *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. (Orchidaceae) в краевых популяциях на известняках Европейского Северо-Востока России // Экология. 2014. № 1. С. 30–39.
3. Красная книга Республики Коми / Ред. А.И. Таскаев. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2009. 791 с.

Вознячук И.П.

### МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ – ОСНОВА ПРАКТИКИ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ УНИЧТОЖЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИЗРАСТАНИЯ (*IN SITU*) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

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

*Monitoring of protected plant species is a system of regular observation, assessment and forecast of changes in populations and habitat of rare plant species under the influence of natural and anthropogenic factors. Its objective is to develop science-based recommendations on practical protection of rare species. The implementation of these recommendations at the local level will make it possible to restore and preserve the population of the "Red Book" plant species and their habitats, to use the territories on which these species grow for permissible economic activities.*

Стратегия сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, определяя научные основы, принципы и способы охраны, предусматривает приоритетным популяционный принцип сохранения видового разнообразия через сохранение объекта охраны в условиях естественной среды обитания.

Объектами мониторинга охраняемых видов растений (далее – МОВР) являются популяции высокоспециализированных видов, видов-реликтов и видов, произрастающих на границе ареалов их распространения или за их пределами. МОВР – система регулярных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния популяций охраняемых видов растений, а также среды их обитания под воздействием природных и антропогенных факторов. Одна из целей МОВР – разработка научно-обоснованных рекомендаций по практической охране редких видов, основанных на результатах регулярных натурных обследований состояния популяций и анализа трендов динамики популяционных процессов.

В 2006 году мониторинг охраняемых видов растений и грибов включен отдельным направлением в блок «Мониторинг растительного мира» Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. По состоянию на 01.01.2018 год сеть мониторинга охраняемых видов растений составляет 269 ППН, на основе которых оценивается жизнеспособность 124 видов охраняемых растений, что составляет 47% от проектной мощности сети. Для получения сопоставимых данных при изучении популяций одного вида в разных частях ареала и определения мер по сохранению и восстановлению их численности при проведении МОВР учитываются степень проявления негативного воздействия (угроз) природного и антропогенного происхождения на популяцию и условия среды ее произрастания. Анализ негативных антропогенных и природных факторов воздействия позволил выявить основные причины ухудшения состояния (в т.ч. гибели популяций) и/или сокращения ареала отдельных редких

видов. При закладке ППН лишь в 97 случаях (36% от общего количества ППН) не выявлены негативные воздействия на состоянии популяций и/или условия среды их произрастания.

По частоте встречаемости и степени воздействия негативные факторы можно расположить в следующем порядке: – природные сукцессии в фитоценозах, которые вызваны или усилены в последние десятилетия изменением режима землепользования (прекращением сенокоса и выпаса скота, ведущим к зарастанию экотопов древесно-кустарниковой растительностью, плотнодерновинными злаками и бурьянистым крупнотравьем); – рекреационная деятельность; – рубки лесов (в особенности старовозрастных); – нарушение гидрологического режима вследствие осушительной мелиорации, подтопления/затопления территории (в т.ч. связанных с деятельностью бобров) и т.п.; – нарушение местообитаний растений в результате зоогенного пресса; – изменение режима землепользования (в т.ч. аренда водоемов с наличием «краснокнижных» видов); – нарушение, деградация или полное уничтожение местообитаний растений, в связи с урбанизацией, индустриализацией, дорожным строительством, распашкой и т.д.

При закладке ППН экологическая ситуация в большинстве местообитаний оценивается как нормальная, и негативные воздействия на состояние объектов мониторинга проявляются в слабой (балл 1) или умеренной (балл 2) степени. При уровне воздействия, соответствующем баллу 1, реальной угрозы состоянию популяции нет; при степени негативного воздействия с оценкой 2 возникают предпосылки постепенной деградации популяции, но при снятии фактора угрозы возможно ее восстановление. Однако при повторных наблюдениях в большинстве местообитаний, где ранее отмечалось негативное воздействие, они проявляются уже в высокой (баллы 3–5) степени, при котором создается угроза быстрой частичной или полной деградации объекта мониторинга, когда восстановление возможно только активными восстановительными мерами, в т.ч. путем ренатурализации мест произрастания.

Для видов, в наибольшей степени ограниченных в своем распространении из-за их слабой конкурентоспособности и которые демонстрируют регрессивный тип динамики, по результатам МОВР разрабатываются рекомендательные документы – «Планы действий по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных или дикорастущих растений» (далее – План действий). Планы действий ориентированы на непосредственную реализацию на местах конкретных мероприятий, направленных на поддержание и расширение существующих популяций вида, на восстановление и увеличение их численности как в условиях *in-situ*, так и в культуре, минимизацию потерь от прямого и косвенного воздействия неблагоприятных природных и антропогенных факторов, устойчивое (с учетом мер охраны) использование в хозяйственных целях занятых ими территорий, улучшение экологической ситуации в экосистемах, а также на организацию работы землепользователей и повышение эффективности контроля соблюдения режимов и требований к их охране. Рекомендации в завершающей части Планов действий адресуются конкретным исполнителям (землепользователям, подразделениям Минприроды, научным учреждениям, вузам) с указанием сроков исполнения. После утверждения Минприроды План действий направляется ее территориальным органам, в зоне ответственности которых находятся популяции вида, и землепользователям, на чьих землях они расположены, для организации его выполнения.

Реализация планов действий по сохранению и восстановлению популяций охраняемых видов позволило в ряде случаев добиться значительного увеличения их численности и усиления позиций в фитоценозах за счет специальных мероприятий по оптимизации среды их произрастания. Так, например, в отношении среды произрастания 3-х видов I категории национального природоохранного статуса: валерианы двудомной, крестовника приручейного и кольника черного, расположенных в полосе отвода желеной дороги, в 0,9 км на юго-восток от остановочного пункта «Веленский» (Пуховичский р-н), были проведены мероприятия по восстановлению участка луга – фитоценотической среды оптимального произрастания данных видов.

Первые гербарные сборы валерианы двудомной и крестовника приручейного здесь датируются 1968 годом. При повторном обследовании участка сотрудниками ИЭБ НАН Беларуси в 1979 г. также был выявлен и кольник черный. Все эти виды росли в комплексе с другими редкими видами средневропейского флористического комплекса (горечавкой весенней, астранцией большой, первоцветом высоким, безвременником осенним, осокой теневой, осокой Дэвелла и другими). Площадь, на которой были сосредоточены эти виды, ограничена на северо-востоке железнодорожной насыпью, а на юго-западе снегозащитными посадками деревьев и кустарников и полями. В фитоценотическом плане участок в первые годы наблюдений характеризовался как низинный мелкоосоково-(осоки черная, желтая, просяная и др.) злаково-(вейник незамеченный, полевица собачья, лисохвост луговой, овсяница луговая, луговик дернистый и др.) разнотравно-мшистый луг, представленный комплексом ассоциаций и микроассоциаций, с доминированием различных видов злаков и осок на разных элементах микро-рельефа. Микрорельеф сложный, бугристый. Локальные микропонижения чередуются с отдельными плоскими буграми до 0,5 м высоты и 1–1,5 м длины и ширины, образовавшимися, очевидно, в результате перепашивания полосы отчуждения).

Впоследствии сотрудниками Института фиксировались смены ведения хозяйства на данной территории, а скорее его отсутствие, и, как результат, значительное разрастание древесно-кустарниковых пород, занявших практически весь охраняемый участок, сильнейшая задернованность, вызванная развитием дерновинных злаков (ежа сборная, щучка дернистая, тимофеевка луговая и др.). На водный режим фитоценоза негативное воздействие оказали не только часто повторяющиеся в последние 20 лет весенне-летние засухи, но и разросшиеся вблизи железной дороги дачные посёлки. В начале 2000-х гг. в этом локалитете были обнаружены лишь единичные растения валерианы двудомной, 20 генеративных растений кольника черного на площади 2x3 (м<sup>2</sup>) и на площади 10 м x 20 м в зарослях ив было насчитано около 70 генеративных особей крестовника (подсчет вегетативных не проводился).

В период закладки ППН в мае 2011 года, характеризовавшегося обильными осадками, выявлены два локуса валерианы двудомной: 1) площадью в 1 кв.м и насчитывающий 13 генеративных и 30 вегетативных побегов, 2) площадью 100 кв.м и численностью более 600 побегов (из них более 200 генеративных). Более многочисленный локус был расположен на опушке черноольшаника снытевого. Хотя растения кольника черного не были выявлены, было отмечено, что при существующей фитоценотической обстановке (густой и высокой травостой) ювенильные растения этого вида выявить не представлялось возможным. Крестовник приручейный зафиксирован на площади 600 кв.м при численности более 1100 (из них более 500 генеративных) растений.

После обследования места произрастания растений данных видов было установлено, что популяции «выживают» на участке, удаленном от первичного местонахождения в условиях, отличных от их экологических требований. В целях поддержания популяций охраняемых видов и увеличения их численности были даны рекомендации по восстановлению луговины в первоначальном месте их обитания. В порядке реализации этих рекомендаций осенью 2013 года была удалена древесно-кустарниковую растительность, а в 2016 году в 10 м от мест произрастания популяций вдоль полотна железной дороги провели раскорчевку кустарников с последующей перепашкой раскорчеванного участка.

Оптимизация условий мест произрастания уже в 2015 г. привела к резкому улучшению всех жизненных показателей. На площади 154 кв. м было отмечено 856 генеративных особей валерианы двудомной, на 350 кв. м выявлено 4500 (в т.ч. 2100 генеративных) растений крестовника приручейного, на 150 кв. м – 19 (в т.ч. 15 генеративных) растений кольника черного. Последующие ежегодные наблюдения свидетельствуют о стабилизации численности данных видов на указанном уровне.

При этом важно понимать, что для стабилизации ситуации необходимы регулярные мероприятия по поддержанию места произрастания в состоянии, оптимальном для произрастания конкретных растений.

Ученые и практики возлагают надежды, что реализация специальных мероприятий на местах по результатам МОВР позволит поставить на практическую основу работу по восстановлению численности и сохранению популяций «краснокнижных» видов растений и их местообитаний, устойчиво использовать в хозяйственных целях территории (при допустимых видах деятельности), на которых произрастают эти виды.

**Вознячук И.П., Судник А.В., Ефимова О.Е., Вознячук Н.Л., Голушко Р.М.**

## **РЕДКИЕ, УНИКАЛЬНЫЕ ДЕРЕВЬЯ И НАСАЖДЕНИЯ БЕЛАРУСИ: РЕЗУЛЬТАТЫ КАМПАНИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ И КРИТЕРИЯМ ВЫДЕЛЕНИЯ**

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

*A campaign has been launched to identify rare, unique flora resources in Belarus with the aim of their inventory and accounting for their further protection and development of practical measures to increase their sustainability and effective use, and improve the level of environmental education and awareness.*

По заказу Национальной академии наук Беларуси в 2016 году стартовал проект по выявлению и учету высоковозрастных деревьев и насаждений на территории Беларуси для организации их охраны и разработки практических мер по повышению устойчивости и эффективного использования, а также повышения уровня экологического образования и просвещения. К редким, уникальным деревьям относятся отдельные деревья-долгожители и высоковозрастные насаждения, которые являются эталонами видов, хранителями ценнейшей дендрохронологической информации, обеспечивающие сохранность генофонда биологического разнообразия страны. Отдельные природные объекты, достигшие наивысших показателей своего развития, в зависимости от их уникальности сохраняются на территории Беларуси в статусе памятников природы республиканского или местного значения. Сегодня в Беларуси насчитывается 320 ботанических памятников природы. Однако, учет таких объектов на этом ограничивается, а практика показывает, что на землях населенных пунктов, в лесных массивах, на территории частных усадеб и старинных парков еще сохранилось определенное количество старых деревьев и насаждений.

Первоочередная задача проекта – проведение полномасштабной кампании по выявлению, учету и инвентаризации редких, уникальных деревьев и насаждений для принятия решений по их охране и содержанию. Следующей актуальной проблемой являются вопросы долговечности деревьев. Естественным является то, что деревьям-долгожителям, как любому живому организму, свойственны болезни и старение. Сегодня лечение деревьев не проводится или проводится недостаточно, и отношение к ним формируется как к источнику аварийной опасности, подлежащему удалению. Результатом данного этапа станут разработанные рекомендации по лечению, повышению устойчивости и снижению аварийности старовозрастных деревьев и реализация их на практике. Важным также считаем популяризацию данных объектов, вовлечения редких, уникальных деревьев и насаждений в сеть туристических объектов и привлечение всех заинтересованных в работы по их восстановлению и сохранению.

Для реализации поставленных задач в период 2016-2018 гг. развернута кампания по выявлению редких, уникальных объектов растительного мира через официальные обращения в лесохозяйственные и природоохранные учреждения, районные, городские и сельские исполнительные комитеты, епархиальное управление Белорусской Православной Церкви, Курии епархии, общественные организации, средства массовой информации. Использовались различные платформы, организованные общественными организациями.



Проанализированы лесоустроительные данные для получения по заданным параметрам количественных и качественных характеристик уникальных участков в лесном фонде административных областей, согласно которым вековые насаждения со средним возрастом 100 лет и выше составляют 0,99% от лесопокрытой площади Брестской, 1,5% Гродненской, по 2,1% Витебской и Минской, 3,1% Могилевской и 5,5% Гомельской областей. В качестве потенциальных уникальных объектов растительного мира со средним возрастом преобладающей породы 150 лет и более выделено 66 участков лесного фонда на территории Брестской, 118 – Витебской, 1133 – Гомельской, 256 – Гродненской, 252 – Минской и 372 – Могилевской областях. В породном составе старовозрастных участков преобладают дубовые и сосновые формации, незначительными площадями представлены еловая, кленовая, липовая, лиственничная.

Инвентаризация данных участков показала, что большинство из них в последнее 10-летие пройдено санитарными рубками или рубками переформирования, которые привели к потере целостности и эстетической ценности насаждений. В естественном состоянии сохранились насаждения, как правило, удаленные от транспортных коммуникаций или расположенные в поймах рек, перекрытых многочисленными старицами или на минеральных островах среди болот, т.е. территориально не доступные для использования в туристическом кластере.

В результате первого этапа сформирована база данных «Редкие и уникальные деревья и насаждения Беларуси», в которой содержатся сведения о 545 редких и уникальных объектах растительного мира. При создании базы особо ценных отдельных деревьев придерживались следующих критериев:

*возраст дерева.* Возраст должен быть не менее 100 лет, а для быстрорастущих деревьев (тополя, ивы – не менее 80 лет), чем выше возраст, тем наибольший интерес представляет дерево. До недавнего времени считалось, что на территории Беларуси встречаются 700–800-летние исполины, произрастающие в Брестской области, 300–500-летние дубы единично сохранившиеся по всей территории Беларуси. Однако, современные методы определения абсолютного возраста (устанавливается с помощью приростных буравов) позволили установить, что ранее возраст был завышен в 2–2,5 раза. Основными старожилками на территории Беларуси, возраст которых инструментально подтвержден, являются сосна обыкновенная (380 лет на верховом болоте, 300 лет на минеральных почвах) и дуб черешчатый (350 лет, Брестская обл., Малоритский р-н).

*размер ствола.* Поскольку, биометрические параметры дерева тесно увязаны с возрастом (который не всегда удается точно установить) и условиями произрастания, то одним из критериев выделения является его диаметр/периметр (обхват ствола на уровне 1,3 м от земли). По результатам анализа существующего фонда старовозрастных деревьев пришли к выводу, что к категории высоковозрастных можно отнести деревья с обхватом ствола (периметр) 4 м и более (для быстрорастущих тополей и ив – 5 м). В результате анализа пределов возраста при достижении деревом 3-х метрового периметра получили, что в условиях открытой местности данный параметр дубом черешчатым достигается в 90–110-лет. В условиях открытой местности на сельхозземлях при данных параметрах возраст может варьировать в пределах 70–80 лет, а 100-летний рубеж достигается при периметре ствола 350–420 см. В насаждениях в условиях местопроизрастания С<sub>2-3</sub>-Д<sub>2-3</sub> 3-х метровый периметр ствола достигается в 120–180 лет. Наибольший периметр зафиксирован у дуба черешчатого, произрастающего на сельскохозяйственных землях в окрестности д. Козлы (Минская обл., Несвижский р-н) и составляет 8 м 10 см;

*порода дерева.* К особо ценным деревьям в первую очередь относятся: старые деревья широколиственных и хвойных пород; интродуценты, культура которых представляет продолжительный временной «эксперимент» по испытанию адаптационных свойств к местным условиям, достигшие возраста плодоношения, регулярно плодоносящие или продуцирующие семена и демонстрирующие высокие показатели жизнестойкости; деревья, имеющие мемориальное значение, эстетическую, ботаническую или научную ценность; лучшие представители отдельных пород деревьев; виды древесной флоры, включенные в Красную книгу Республики Беларусь.

В таблице 1 отражено распределение различных пород древесной флоры по возрастным группам, полученное при обследовании деревьев, периметр ствола которых составляет 3 м и более, произрастающих отдельно или небольшими группами на территории 4-х административных областей Беларуси:

*состояние дерева.* В соответствии со шкалой категорий состояния (ТКП 026-2006), деревья категории «усыхающие»; «свежий сухостой» и «старый сухостой» не могут быть отнесены к категории особо ценных деревьев; желательнее отбирать деревья, проявляющие высокие показатели жизнеспособности либо деревья, состояние которых потенциально может быть восстановлено или сохранено при проведении специальных мероприятий;

*форма дерева.* К особо ценным деревьям относятся деревья, обладающие редкой формой ствола, кроны и окраской стволов, листьев и хвои.

Таблица 1 – Распределение обследованных деревьев с периметром 3 м и более по возрастным группам

Порода	Возраст, лет					Всего, %
	100-120	121-150	151-200	201-250	старше 250	
Дуб черешчатый	7,1	8,8	22,0	5,1	1,0	<b>43,9</b>
Липа мелколистная	2,0	11,1	3,0	3,3		<b>19,4</b>
Клен платановидный	1,3	2,3	3,8			<b>7,3</b>
Сосна обыкновенная	0,3	0,3	1,5	5,1	0,3	<b>7,3</b>
Лиственница сибирская	2,3	2,8	0,3			<b>5,3</b>
Ясень обыкновенный	1,5	1,0	1,3			<b>3,8</b>
Вяз шершавый	0,8	1,3	1,0	0,3		<b>3,3</b>
Тополь канадский	1,3	0,8				<b>2,1</b>
Тополь белый	1,5					<b>1,5</b>
Ель обыкновенная	1,0	0,3				<b>1,3</b>
Лиственница европейская	0,3	0,5				<b>0,8</b>
Ольха черная	0,8					<b>0,8</b>
Сосна кедровая		0,8				<b>0,8</b>
Береза бородавчатая		0,5				<b>0,5</b>
Вяз гладкий			0,3	0,3		<b>0,5</b>
Сосна веймутова	0,3		0,3			<b>0,5</b>
Береза черная	0,3					<b>0,3</b>
Клен ложноплатановый	0,3					<b>0,3</b>
Пихта белая	0,3					<b>0,3</b>
Черешня обыкновенная	0,3					<b>0,3</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>21,2</b>	<b>30,3</b>	<b>33,3</b>	<b>13,9</b>	<b>1,3</b>	<b>100,0</b>

При создании базы особо ценных насаждений следует выделять участки, соответствующие следующим критериям:

*реликтовые участки леса,* сохранившиеся от коренного растительного покрова;

*участки леса с ценными древесными породами,* устанавливаются в отношении березы карельской (независимо от возраста) и интродуцентов, культура которых представляет продолжительный «эксперимент» по испытанию адаптационных свойств к местным условиям и не проявляет агрессии в отношении аборигенной флоры. Из интродуцентов, не проявляющих агрессии, в лесном фонде встречаются насаждения лиственницы европейской, сосны веймутовой, бука европейского;

*эталонные высоковозрастные насаждения,* примеры лучшего опыта ведения лесного

хозяйства начала прошлого века, источники семенного материала;

*участки леса аборигенных видов*: расположенных за пределами своих ареалов, устанавливаются в отношении ели европейской и ольхи серой за южной границей, граба обыкновенного за северной границей ареалов; находящихся под угрозой исчезновения, устанавливаются в отношении пихты белой (I категория) и дуба скального (II категория национального природоохранного значения);

*парки, сады и аллеи*, являющиеся частью культурного наследия Беларуси и произведениями садово-паркового искусства;

*ботанические коллекции*, являющиеся результатом коллективных усилий многих людей на протяжении ряда лет с целью создания коллекций древесно-кустарниковой растительности аборигенной флоры и экзотов края.

Отдельные деревья и насаждения, достигшие наибольших параметров или обладающие наиболее редкими формами, рекомендованы к объявлению памятниками природы. Подготовлены охранные документы (научное и технико-экономическое обоснование, паспорта и охранные свидетельства объявления 60 памятников природы (6 республиканского и 54 местного значения). Работа выполнена в рамках задания П.4.2.03.2. государственной научно-технической программы «Природопользование и экологические риски» на 2016–2020 гг.

Воронцовская А.Н., Шумак С.В.

## ПРОИЗРАСТАНИЕ *PULSATILLA PRATENSIS* (L.) MILL. S. L. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,  
г. Хойники, Республика Беларусь, voronetskaya2015@mail.ru, shumaksvetlana@mail.ru

*The article informs about new growing site for the flora of the Polessky State Radio-Ecological Reserve of the rock brake (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L.). The species is referred to the IVth category of the national environmental importance. A brief ecological-phytogenic characteristic of the place of growth is give.*

Изучение биоразнообразия растительного покрова является одной из важнейших задач в решении проблемы восстановления и охраны дикорастущей флоры. Важную роль при ее выполнении играет территория Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее – заповедник), экологическая значимость которой определяется богатством флоры, высокой численностью и устойчивостью популяций редких видов. Прекращение активной хозяйственной деятельности после катастрофы на Чернобыльской АЭС на данной территории привело к активизации процессов восстановления и формирования уникальных растительных сообществ и биогеоценозов. Благодаря заповедному режиму и природно-территориальным условиям заповедник является одним из центров концентрации видового разнообразия Республики Беларусь. С момента организации на его территории систематически проводятся флористические исследования, что позволяет уточнять видовой состав растительности и пополнять гербарную коллекцию.

Основой данной публикации послужило обнаружение нового места произрастания ранее не указанного для территории заповедника вида – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. (Прострел луговой). Исследования осуществлялись маршрутным методом в целях флористического обследования заповедника. Видовая принадлежность гербарного образца, приведенного в статье, установлена по определителю, точность определения подтверждена старшим научным сотрудником лаборатории флоры и систематики растений Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси Д. В. Дубовиком. Образец хранится в гербарной коллекции заповедника.

Ареал мест произрастаний *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. охватывает Европу (Скандинавия, северо-восток Средней Европы, Восточная Европа). В Беларуси вид встречается одиночными экземплярами и небольшими группами на восточной границе ареала. Распространен преимущественно в западных районах республики и изредка в Припятском Полесье, на северо-западе Минской, и в Могилевской областях. Известен в большинстве районов Гродненской и Гомельской областей, в ряде районов Брестской, Минской и Могилевской областей. Ранее отмечался в Пинском и Минском районах, в Кричевском графстве (без точного указания местонахождений).

Для *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. характерны следующие признаки: многолетнее густоопушенное травянистое растение высотой 10–25 см (при плодах – до 50 см) с одно- или многоглавым коротким корневищем. Прикорневые листья образуют розетку, длинночерешковые, продолговато-яйцевидные, многократно перисто-рассеченные дольки; листья-покрывальца (стеблевые) в числе 3, влагалищеобразно сросшиеся, разделенные на широколинейные доли. Цветки довольно крупные, одиночные, поникающие, на длинных дуговидно изогнутых цветоножках. Околоцветник колокольчатый, обычно бледно-лиловый, из 6 свободных, продолговато-яйцевидных, снаружи опушенных, на верхушке отогнутых листочков, длиной до 3 см. Плоды состоят из многочисленных волосистых односемянных с длинным остевидным придатком плодиков. Цветет в апреле – мае. Энтомофил. Листья появляются во время цветения. Размножение семенное. Плоды, созревающие в мае – июне, распространяются с помощью ветра (анемохор).

Произрастает *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. в сухих разреженных сосновых лесах лишайникового, верескового, брусничного и мшистого типов, на открытых песчаных склонах берегов рек.

В пределах заповедника *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. известен с 1990 года. Отмечены следующие местонахождения:

1. Хойникский район, окрестности б.н.п. Оревичи (3 км к западу), сосняк лишайниково-вересковый (Скуратович, 1997, MSK).
2. Хойникский район, окрестности б.н.п. Погонное, сосняк лишайниковый (Скуратович, 1998, MSK).
3. Наровлянский район, окрестности б.н.п. Тешков, левобережье р. Словечно, сосняк на золотых песчаных холмах (Скуратович, 1997, MSK).
4. Брагинский район, окрестности б.н.п. Кулажин, сосняк мшистый (Скуратович, 1997, MSK).

В 2015 году на территории Брагинского района Верхнеслободского лесничества, квартал 91, выдел 2 обнаружено новое место произрастания *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. Географические координаты – N: 51°40.727', E: 030°14.321'. Местообитание: участок плоской невысокой дюны, открытая поляна между болот в сосняке вересковом. Состав древостоя – 8С2Б, возраст – 90 лет, полнота – 0,6, бонитет 2. Тип условий местопроизрастаний А<sub>2</sub>. Площадь ценопопуляции 30 м<sup>2</sup>. Популяция немногочисленна. Жизненное ее состояние нормальное, полночленное. Количество растений – 15 экземпляров, средняя высота – 36 см. Жизненность популяции оценивается как высокая (5 баллов). Фактических факторов угрозы не выявлено.

Таким образом, на территории Верхнеслободского лесничества (Брагинский район) в пределах Полесского заповедника выявлено новое место произрастания ранее не отмечавшегося для территории заповедника вида – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L., представителя класса Dicotyledones (Двудольные), порядка Ranunculales (Лютикоцветные), семейства Ranunculaceae (Лютиковые). Вид включен во второе, третье и четвертое издание Красной книги Республики Беларусь и относится к IV категории национальной природоохранной значимости (потенциально уязвимый вид). Охраняется в Российской Федерации, Польше, Украине и Латвии.

В целях сохранения данной ценопопуляции *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. S. L. целесообразна периодическая инвентаризация с оценкой ее состояния. По мере выявления угроз ее существованию, рекомендовать принимать соответствующие меры по их устранению.

## МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАКРОМИЦЕТОВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, o.s.gapienko@mail.ru

*The taxonomical structure of mushrooms in old-age fir forests of the Brest region has been presented by 210 species of the higher basidial mushrooms belonging to 91 genera, 16 families and 5 orders. The largest orders by number of species and genera are: Agaricales (39/75), Cortinariales (10/34) and Russulales (2/18). The species of the orders Boletales (4/14) and Amanitales (3/12) have been identified in smaller quantity.*

Трактовка понятия мониторинга звучит так: «мониторинг (Monitoring) понимается как систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения; косвенно для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики» и выявляет состояние критических или находящихся в состоянии изменения явлений окружающей среды, в отношении которых будет выработан курс действий на будущее. Мониторинг растительного мира является видом мониторинга Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Проведение мониторинга растительного мира в Беларуси обеспечивается Государственным научным учреждением «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси». Исследования основаны на методах фитоиндикации систем длительных и регулярных наблюдений за объектами растительного мира. Основная цель – оценка их состояния экосистем, среды произрастания, а также прогноза развития и изменений под воздействием природных и антропогенных факторов.

Бэркман (Barkman, 1973) выделяет 2 типа зависимости грибов от субстрата – **синтаксономическую зависимость**, выражающуюся в ограничении распространения организмов определенным типом (синтаксоном) растительного сообщества (ибо *способом существования микоценозов являются связанные с определенным субстратом микосинузии*) и **географическую зависимость** – ограничение распространения той или иной территорией, располагающей определенным набором субстратных ниш. Основным фактором, определяющим как распространение грибов в сообществах, так и их глобальное распространение, является **субстрат**, в отношении которого грибы дифференцированы на 3 основные группы – **биотрофы, сапротрофы и симбиотрофы** с различными грациями и переходами.

Биотрофы ассоциированы в основном с филопланой растений, хотя среди высших микелиальных грибов имеются корневые и стволовые патогены древесно-кустарниковых пород.

Сапротрофы встроены в экосистемный блок (**редусфера**), включают в себя гниющие растения, трупы и экскременты животных, пресноводные и морские илы, подстилочный и гумусовый горизонт почв, не зависимы от энергии солнечного света.

Симбиотрофы, образуя экто- и эндомикоризы с растениями, определяют глобальное распространение целых растительных сообществ. Так, существование лесов возможно только благодаря явлению эктомикоризы, позволяющей деревьям и кустарникам удерживать хотя бы часть минеральных веществ, интенсивно вымываемых из аккумулятивного почвенного горизонта.

В отношении прочих факторов среды обитания грибы весьма пластичны. Требования к условиям среды различных таксономических групп грибов отличаются.

Через территорию Брестской области проходит южная граница сплошного распространения ели: Бушмищи – Каменец – Щерчово – Козище – Детковичи – Спорово – Мотоль – Логишин – Лунин. Далее к югу ель встречается в виде островов: Меднянские ельники – 31,7 га,

Пожежинские ельники – 118,5 га, Малоритские ельники – 13,2 га, которые взяты под охрану. Наиболее распространены мшистые, черничные и кисличные ельники.

В статье использованы сведения, собранные в период проведенных полевых экспедиционных исследований на территориях НП «Беловежская пуща», Гродненской области (Свислочский район, Новоселковское лесничество); Брестской области (Пружанский район, Никорское лесничество; Ляховичский район, Кривошинское лесничество, Дворцово-парковый комплекс «Савейки»).

Таксономическое положение родов выделенных грибов дано по системе, опубликованной в 8-м издании «*Ainsworth and Bisby's dictionary of the fungi*».

**Таксономический состав грибов** в старовозрастных еловых лесах Брестской области представлен 210 видами высших базидиальных грибов из 91 рода, 16 семейств и 5 порядков.

Наиболее крупными порядками по числу видов и родов являются: *Agaricales* (39/75), *Cortinariales* (10/34), *Russulalles* (2/18). Несколько меньшим количеством видов представлены порядки *Boletales* (4/14), *Amanitales* (3/12).

**По трофической приуроченности** высшие базидиомицеты старовозрастных лесов в Брестской области относятся к следующим группам – микоризообразователям, ксилотрофам, подстилочным сапротрофам и бриотрофам. Из общего числа (210 видов): 115 – микоризообразователи, 31 – ксилотрофы, 52 – подстилочные и гумусовые сапротрофы, 12 – сапротрофы на опаде и бриофиты.

**Микоризообразователи.** В ельниках образуют микоризу только с елью – 36 видов, с елью и сосной – 37 видов, с елью и березой – 12 видов, более чем с двумя древесными породами, включая ель – 38 видов. В ельниках также отмечено 50 видов-микоризообразователей с другими древесными породами. Некоторые выявленные макромицеты, например, *Paxillus involutus*, *Cortinarius scaperatus*, *Amanita muscaria*, *Laccaria laccata* не имеют узкой специализации и вступают в симбиоз как с хвойными, так и с лиственными породами.

Преимущественно микоризные грибы, встречаются среди паутинниковых, аманитовых, болетовых, руссуляльных. Встречаются как в лесах и посадках, так и на открытых местах, среди трав. К микоризообразующим относятся роды *Leucocortinarius*, *Cortinarius*, *Rozites*, *Hebeloma*, *Inocybe*. Первые три из них живут исключительно в симбиозе с деревьями и кустарниками, остальные способны развиваться и без растения-хозяина. Растениями-симбионтами чаще всего являются хвойные (ель, сосна), буковые, берёза, ольха, ива, представители розовых, режы, лещина, вересковые и некоторые другие. Роды *Gymnopilus*, *Phaeocollybia* и *Galerina* относятся к исключительно сапротрофным, эти грибы живут на древесине разной степени разложения, остатках листового и хвойного опада, на отмерших частях мхов (преимущественно галерины). Некоторые галерины могут участвовать в последней, самой продолжительной стадии разложения древесины. Отдельные виды (в родах *Hebeloma*, *Gymnopilus*) предпочитают обуглившиеся остатки древесины (карбофилы).

**Практическое значение микоризных грибов.** Очень незначительное число видов из этого обширного семейства признаётся съедобным всеми авторами: это колпак кольчатый, белопаутинник, одна из волоконниц (*Inocybe adaequata*) и немногие виды паутинника. Колпак кольчатый считают очень вкусным, в некоторых странах употребляют как деликатес. Съедобные паутинники, такие как паутинник превосходный (*Cortinarius praestans*), паутинник водянисто-голубой (*Cortinarius cumatilis*) тоже популярны в некоторых странах, но собирать их следует с особой осторожностью, так как точное определение неспециалистом может быть затруднено, многие авторы предлагают считать несъедобными все виды паутинников.

**Наибольшее разнообразие сапротрофных и ксилотрофных** сосредоточено в семействе агариковые грибы, в основном сапротрофы, играют важную роль в минерализации органических соединений, в особенности трудноразрушимых (целлюлоза, лигнин). Грибы выделяют свои ферменты в среду и впитывают всей поверхностью продукты распада органики, разрушая при этом гораздо больше вещества, чем реально используют. Наибольшее распространение агариковые имеют в лесных почвах и подстилке. Многие из них выступают в качестве сим-

бионтов растений. Порядок *Agaricales* включает большое количество съедобных видов, имеются среди них лекарственные и ядовитые представители. Это – виды родов *Clitocybe*, *Pluteus*, *Kuehneromyces*, *Pholiota*, *Armillaria*, *Pleurotus*. Представляют большой интерес подстилочные сапротрофы. Они представлены в основном видами из семейств *Mycenaceae*, *Tricholomataceae*. Гумусные сапротрофы представлены 8 видами из семейств *Bolbitiaceae*, *Strophariaceae*, *Agaricaceae*.

В старовозрастных еловых лесах Брестской области найдено 2 вида сапротрофов на опаде из рода *Marasmiellus*. Бриотрофы представлены несколькими видами из родов *Hypoholoma*, *Galerina*.

Краснокнижные виды, обнаруженные в старовозрастных еловых лесах: *Dentipellis fragilis* (Pers.: Fr.) Donk – дентипеллис ломкий. *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. *Hericium coralloides* (Scop.: Fr.) Pers., *Sistotrema raduloides* (P.Karst.) Donk, *Fomitopsis rosea* (Alb.) P.Karst., *Spathularia clavata* (Schaeff.) Sacc., *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr.

Губаз Э.Ш.

## РОЛЬ СУХУМСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БОТАНИКИ АНА В СОХРАНЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ АБХАЗИИ

*Институт ботаники Академии наук Абхазии,  
г. Сухум, Республика Абхазия, eduard\_gubaz@mail.ru*

***The most important function of the Botanical Garden is the development of the collection fund, the introduction of new species, scientific work, education activities and, what is especially important, the issues of education.***

Абхазия динамично и гармонично развивающаяся страна. Последние 15–20 лет государство уделяет особое внимание экологическим проблемам, в уникальных природных ландшафтах создаются новые заповедники, национальные парки. Парламентом государства принят лесной кодекс РА, создан Институт экологии. Делается все возможное для сохранения и приумножения основного богатства нашей страны – природы.

Имея территорию всего лишь около 8,6 тыс. кв. км, благодаря своему географическому положению на границе умеренного и субтропического типов климата северного полушария, находясь на берегу теплого Черного моря и на южном склоне высоких гор Большого Кавказа, Абхазия обладает богатейшим спектром природных условий, что и создает огромное богатство и разнообразие ее природных комплексов.

Мы не устаем узнавать Абхазию и восхищаться мудростью и красотой природы. Кавказ – жемчужина нашей планеты, где мы встречаемся с необычайным разнообразием природных условий. Небольшой уголок Черноморского побережья солнечной Абхазии занимает совершенно особое положение. Абхазия – страна чарующих красот и сказочного разнообразия полезных и красивых растений, площадь ее невелика, земельные ресурсы весьма ограничены, поэтому и отбор хозяйственно-ценных, садово-декоративных, озеленительных, парковых растений должен быть строг, так как случайности и ошибки были бы здесь особенно досадны.

Абхазия имеет все условия для процветания растительного мира во всем его многообразии. Флора страны, насчитывающая миллионы лет, отличается оригинальностью и самобытностью. Больше половины всей территории Абхазии покрыты лесами и кустарниками. Лес называют ее бесценным «изумрудом». Это сравнение используется, для того чтобы подчеркнуть особую ценность и универсальное экономическое и природоохранное значение главного зеленого природного богатства Абхазии.

Сухумский ботанический сад (ныне Институт ботаники Академии наук Абхазии) является одним из старейших ботанических учреждений Кавказа.

Ботанические сады играют важную роль в обществе, сохраняя биоразнообразие, выполняя при этом различные функции в развитии науки, образования и культуры. Обогащая свои коллекции новыми видами растений, выявляя их полезные свойства, непосредственно решаются задачи, связанные с образованием и экологическим воспитанием.

Благодаря деятельности нашего учреждения Абхазия послужила входными воротами интродукции для абсолютного большинства растений (пищевых, технических, лекарственных, древесных, декоративных и т.д.) для Кавказа, юга России и других территорий.

Со времени основания площадь Сада значительно увеличилась. В 1840 году он размещался всего на 6 гектарах, а к 1989 году площадь достигла 61 гектара и сохранилась до настоящего времени. Число таксонов возросло с 580 в 1950 г. до 5 тыс. на момент начала военных действий в 1992–93 гг.

Помимо основных исследований, к концу 1994 г. деятельность Сада значительно расширилась, начав работу, которая сегодня называется «экологическое воспитание». Также проводились научные исследования по изучению лесных массивов страны, их древесных ресурсов, вопросов озеленения. Была осуществлена классификация растительных фондов, проводились работы по улучшению планировки и посадок растений.

Необходимо отметить, что в этом учреждении работали такие выдающиеся ученые, как А.А. Колаковский, А.В. Васильев, Г.Г. Айба, Т.Н. Турчинская и др. Нашими ботаниками выведены новые сорта, получено более 20 авторских свидетельств от Госкомиссии по цветочным культурам, разработаны агротехнические рекомендации по выращиванию цветочных растений в условиях Абхазии. Экспозиции нашего ботанического сада неоднократно награждались золотыми и серебряными медалями, дипломами первой степени на многих Международных выставках, в частности, в Эрфурте (Германия), Оломоуце (Чехия), ВДНХ (Москва) и др.

В составе флоры Абхазии насчитывается более 2000 видов высших растений, среди которых 319 (из 700) колхидских эндемиков, а 83 из них произрастают только в Абхазии и не встречаются более нигде в мире. Охрана редких и исчезающих видов флоры и вопросы, связанные с подготовкой и изданием Красной книги Абхазии, также разрабатываются в Институте.

При Институте благодаря усилиям многих поколений ботаников создан уникальный гербарий колхидской флоры, фонды которого насчитывают 45000 листов, и он внесен в каталог мировых гербариев с пометкой «особо ценный». В Институте также хранится уникальная палеоботаническая коллекция, то есть отпечатки частей растений на камне, свидетельствующие о том, что климат здесь в геологическом прошлом был тропическим.

В течение всех этих лет основная работа ботанического сада была направлена на сохранение коллекции живых растений, репродукцию исчезающих и возрастных экземпляров.

Абхазское государство, с самого начала придавая важное значение проводимой в Саду работе, присвоило ему звание «Национальный Памятник», который стал достоянием Республики.

Работы, проводимые в нашем Институте, вносят свой вклад в развитие ботаники и экологии. Следует особо выделить экологическое воспитание, а также большую воспитательную работу с местным населением.

Важным этапом истории Института ботаники явилось проведение в 2016 году Международной конференции «Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа», в котором приняло участие большое количество национальных ученых сообществ, в том числе, Национальная сеть ботанических садов, Университеты, Научно-исследовательские институты, а также большое количество зарубежных ученых.

На ближайшую перспективу ставится задача преобразования сада в уникальный комплекс, повышение его природоохранной, научной и культурно-просветительской роли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сохранение биоразнообразия растений в природе и при интродукции. Сухум 2006. – 693с.
2. Проблемы охраны флоры и растительности на Кавказе. Сухум 2011. – 496с.
3. Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа, Сухум 2016–515с.



## О НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДАХ РАСТЕНИЙ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ ХОПРА

ФГБУ «Государственный природный заповедник «Воронинский»,  
р.п. Инжавино, Тамбовская обл., Российская Федерация, karajvor@mail.ru

*In 2013–2018 years studied the flora of the river basin of Vorona, one of the main tributaries of Hoper. Short-term excursions were conducted annually and on the adjacent territories. It is reported about finds in the region *Camphorosma songorica*, *Gagea maeotica*, *Rhaponticum serrulatuloides* and *Gladiolus tenuis* as well as monitoring the state of the only in the Tambov region *Pulsatilla pratensis* population.*

В 2013–2018 гг. нами проводилось изучение флоры бассейна р. Ворона, одного из главных притоков р. Хопёр, в пределах Тамбовской (восток и юго-восток) и Воронежской (северо-восток) областей с целью создания регионального кадастра редких видов растений. Для изучения флоры прилегающих территорий осуществлялись ежегодные выезды в Прихопёрье, в Воронежскую, Саратовскую и Волгоградскую области. Результаты нашей работы пока остаются малоизвестными для ботаников и специалистов природоохранных организаций. О некоторых из них сообщается в настоящей публикации.

### Флористические находки в бассейне Вороны

1. *Camphorosma songorica* Bunge. До недавнего времени для Центрального Черноземья было известно единственное местонахождение камфоросмы джунгарской – в окр. с. Байчурово Поворинского р-на Воронежской области [1]. Во второй половине сентября 2016 г. нами было найдено аналогичное место произрастания этого пустынно-степного вида в низовьях р. Богана, на территории Борисоглебского городского округа Воронежской области [3]. Наконец в середине июля 2017 г., впервые для Тамбовской области, была обнаружена ещё одна изолированная популяция вида – на засоленном лугу южнее с. Шапкино Мучкапского р-на (Гудина, в печати). В настоящее время это самый северо-западный форпост ареала.

2. *Gagea maeotica* Artemcz. В 2018 г. собранные нами гусиные луки были доставлены на определение в БИН РАН. Один образец И.Г. Левичев определил как гусиный лук приазовский. 28.04.2017 г. растение было собрано нами (совместно с Л.Е. Борисовой и И.А. Козиной) на пойменном лугу в урочище Займище между сс. Кулябовка и Чащино Мучкапского р-на Тамбовской области. Гусиный лук приазовский ранее считался эндемиком Степного Причерноморья (Запорожская область). Позднее стал известен как очень редкий вид Белгородской, Воронежской, Самарской, и, возможно, Саратовской областей [6]. На территории Тамбовской области найден впервые.

### Мониторинг состояния популяций редких видов

*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. Популяция прострела лугового, найденная нами в 2013 г. в Мучкапском р-не (Гудина), остаётся единственной на территории Тамбовской области. К 2017 г. численность её сильно сократилась. В ходе учёта, проведенного 4 мая, было выявлено всего около 90 растений. Возможно, резкое падение численности связано с сильным похолоданием в конце второй декады апреля, когда на протяжении недели наблюдались ночные заморозки. Весна 2018 г. также характеризовалась «рваным» ритмом, затяжным характером, неоднократным возвратом холодов. 6 мая в популяции насчитывалось 125–130 цветущих растений, причём встречались как бутоны, так и цветки с уже полуоблетевшими лепестками.

### Находки редких видов в Прихопёрье

1. *Rhaponticum serrulatuloides* (Georgi) Bobr. (*Leuzea altaica* (Fisch. ex Spreng.) Link). В средней полосе России рапонтikum серпуховидный, или левзея алтайская, произрастает только в Воронежской и Саратовской областях. Согласно «Красной книге Воронежской области» [4], вид был известен в 4-х административных районах. В мае 2014 г. нами найдено новое

место произрастания рапонтикума – в пойме р. Белозёрка в окр. с. Пески Поворинского района. Популяция, насчитывавшая более 30 цветущих растений, находилась в пойме правого берега реки, напротив 100-го квартала Песковского лесничества.

2. *Gladiolus tenuis* Vieb. В конце мая 2014 г. небольшая популяция шпажника тонкого (около двух десятков растений) была отмечена нами на опушке пойменной дубравы в 102 м кв. Песковского лесничества, в окр. с. Пески Поворинского р-на Воронежской области. В первых числах июня 2016 г. более 200 цветущих растений было учтено на лугу в пойме р. Бузулук, восточнее х. Исакиевский Алексеевского р-на Волгоградской области. О произрастании вида в упомянутых административных районах ранее не было известно [4, 5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонов В.А. О новых и редких видах цветковых растений для юго-востока Центрального Черноземья // Бот. журн., 2003. – Т. 88, № 7. – С. 123–125.
2. Гудина А.Н. Об организации и некоторых результатах мониторинга растительного мира в заповеднике «Воронинский» // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: Матер. IV Международ. науч. конф. Минск, 30 сент. – 4 окт. 2013 г. – Минск: ГУ «БелИСА», 2013. – С. 314–316.
3. Гудина А.Н. Новые флористические находки в бассейне р. Ворона. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – 6 с.
4. Красная книга Воронежской области. В 2-х т. Т.1 Растения. Лишайники. Грибы. / Науч. ред. В.А. Агафонов. – Воронеж: МОДЭК, 2011. – 472 с.
5. Красная книга Волгоградской области. В 2-х т. Т. 2 Растения и другие организмы. – 2-е изд. / Под ред. О.Г. Барановой, В.А. Сагалаева. – Волгоград, Воронеж: Издат-Принт, 2017. – 268 с.
6. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России: 11-е изд. – Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 635 с.

**Дмитриева С.А., Савчук С.С., Лебедько В.Н., Давидчик Т.О.**

### **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ СОХРАНЕНИЯ ИХ ГЕНОФОНДА**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, karyology\_dmitrieva@mail.ru*

***In the article is presented approaches to the formation of a monitoring system for CWR in the Republic of Belarus. They are based on taking into account the biological features of the species, the frequency of their occurrence and genesis. The priority model species of plants should be monitored.***

В концепции охраны биоразнообразия и генофонда растительного компонента биоты на рубеже XX и XXI столетий определилась новая, планетарно значимая проблема – сохранение генофонда диких родичей культурных растений (ДРКР) и староместных сортов (ландрас), поскольку эта группа растений играет важную роль в решении проблемы продовольственной безопасности населения Земли. Селекционная значимость ДРКР заключается в том, что они характеризуются достаточно высоким адаптационным потенциалом к воздействию неблагоприятных факторов среды.

Инвентаризационный перечень ДРКР в Республике Беларусь в настоящее время включают 668 видов, что составляет более 30% по отношению к общему числу видов во флоре республики и около 60% по отношению к числу хозяйственно полезных растений. Более 500 видов растений могут быть использованы в качестве продовольственных.

Видовой состав ДРКР отличается высоким таксономическим разнообразием. Относящиеся к нему виды – представители 69 семейств и 243 родов. Наиболее крупным являются семейства Злаки (*Poaceae* Barnhart) и Бобовые (*Fabaceae* Lindl.). К ним принадлежит большинство кормовых растений. Вместе с тем ДРКР характеризуются широким диапазоном изменчивости по биологическим свойствам, их структурно-функциональной роли в растительных

сообществах, частоте встречаемости на территории республики, генезису, полезности и экономической ценности. Среди них преобладают виды кормового и пищевого назначения, выполняющие основную роль в производстве продовольствия.

Информационной основой разработки и оперативной реализации мер по надежному сохранению и рациональному использованию генетических ресурсов ДРКР является систематический мониторинг состояния их популяций, позволяющий выявить видоспецифичные факторы угрозы и оптимальные условия онтогенеза. В системе мониторинга должны быть задействованы следующие группы растений, выделенные из компонента ДРКР.

**Виды, характеризующиеся ограниченным распространением.** Такие виды преобладают среди ДРКР (75,6%). Из них изредка встречаются 26,8%, редко – 20,7%, очень редко – 28,1%. Следует отметить, что 99 видов ДРКР включены в 4-ое издание «Красной книги Республики Беларусь», что составляет 32,6% по отношению к их общему числу, равному 304. Распределение их по категориям национальной природоохранной значимости выглядит следующим образом: 17 видов находятся на грани исчезновения – CR (critically endangered, I категория); 18 являются исчезающими – EN (endangered, II категория); 16 относятся к уязвимым – VU (vulnerable, III категория); 13 – к потенциально уязвимым – NT (near theated, IV категория). Список видов, нуждающихся в профилактической охране, включает 35 видов ДРКР.

К числу редких видов относится уникальная в генетическом отношении группа растений, состоящая из видов, находящихся на данной территории на границах своего естественного распространения. Их содержание во флоре республики составляет около 300 (15%). К ДРКР относится 72. Объектами охраны являются лишь 35 из них.

Сохранение генофонда редких видов ДРКР – проблема первостепенной значимости, поскольку они уязвимы по отношению к воздействию неблагоприятных как антропогенных, так и экстремальных природных факторов. Основное направление научно-практической деятельности в решении этой сложной проблемы – формирование и поддержка оптимальной численности популяций, обеспечивающей их нормальную жизнеспособность и необходимый уровень генетической изменчивости.

**Широко распространенные, в том числе экономически значимые виды.** Среди ДРКР их содержание составляет 163 (24,4%). Исходной позицией в сохранении и рациональном использовании их генофонда является изучение генетической изменчивости с целью выявления типичных и уникальных, редких биотипов, форм, рас, популяций. В систему мониторинга должны быть прежде всего включены внутривидовые структурные единицы, сочетающие высокие потребительские свойства и адаптационный потенциал.

**Заносные и инвазионные виды.** Из 668 видов ДРКР 52,2% относятся к аборигенным и 47,8% – к заносным. Заносные виды обычно не включаются в национальные «Красные книги» и не являются объектами охраны ввиду неопределенности их статуса – возможного исчезновения или превращение в инвазионные объекты, проявляющие агрессивные свойства. Вместе с тем многие из них в новых условиях нередко приближаются по своим свойствам к аборигенным видам, занимая в фитоценозах соответствующие экологические ниши. Несомненно, с учетом полезных свойств они заслуживают того, чтобы стать объектами мониторинга и охраны. Среди заносных ДРКР 25 видов относятся к инвазионным. Вызываемые ими негативные эффекты варьируют от слабых до заметно выраженных. Примерами могут явиться белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.), овсяница тростниковилная (*Festuca arundinacea* Schreb.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.) и др. Мониторинг заносных видов целесообразно осуществлять в направлении оценки их состояния, степени натурализации в новых условиях и возможной трансформации в инвазионный компонент.

Из числа заносных видов, включенных в список ДРКР, более 100 являются результатом натурализации ранее интродуцированных полезных растений, культивируемых в недалеком прошлом, а также и в настоящее время в качестве пищевых (преимущественно пряно-ароматических) декоративных, лекарственных и пр. К ним относятся, например, латук посевной

(*Lactuca sativa* L.), девясил высокий (*Inula helenium* L.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), огуречная трава (*Borago officinalis* L.), окопник шероховатый (*Symphytum asperum* Lepech.), хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana* Gaertn., Mey. et Schreb.) и др.

Достаточно представительной по численности (около 100 видов) является группа аборигенных видов, культивируемых в связи с тем, что их природные ресурсы не могут удовлетворить потребности населения республики. Примером могут явиться тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), спаржа обыкновенная (*Asparagus officinalis* L.), полынь Божье дерево (*Artemisia abrotanum* L.) лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), мак самосейка (*Papaver rhoeas* L.), ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.), валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.), большинство видов рода шиповник (*Rosa* L.) и др. Мониторинг частоты и эффективности культивирования таких малоиспользуемых видов растений совместно с просветительской работой среди населения будет в значительной мере способствовать сохранению их генофонда.

**Малолетние (1-, 2-летние) виды.** Среди ДРКР их содержание составляет 26,2%. Мониторинг за их состоянием должен быть направлен на контролирование структуры растительных сообществ с учетом конкурентных отношений между видами, а также систематический их пересев и формирование новых ценозов в оптимальных для охраняемых видов местообитаниях.

Для всестороннего изучения и сохранения генофонда ДРКР в целом необходимо выделить приоритетные виды ДРКР на основе критериев их уязвимости, экономической ценности и степени эволюционного родства с культурными растениями. Дальнейший последовательный этап исследований должен заключаться в получении детальных сведений о географической локализации приоритетных видов растений. С этой целью целесообразно проводить исследования как на охраняемых природных территориях (ООПТ), так и вне их. Это даст возможность построения картосхем распространения видов растений, при необходимости оптимизации (преимущественно расширения) сети ООПТ, выявления возможных ядровых (ключевых) территорий с локализацией максимального числа видов ДРКР и организации на этой основе дополнительных ООПТ различного ранга - заказников, памятников природы, специализированных резерватов по сохранению генофонда ДРКР.

Дудын Р.Б.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ЯСЕНЬ (*FRAXINUS* L.) В ПАРКАХ ЗАПАДА УКРАИНЫ

Национальный лесотехнический университет Украины,  
г. Львов, Украина, drb2008@ukr.net

*The role of representatives of the genus Ash (*Fraxinus* L.) in the formation of forest and garden and park environments is considered. On the basis of long-term studies of ancient parks, species representation of the genus, its age structure and sanitary condition, as well as the possibilities for further use are determined.*

Род Ясень (*Fraxinus* L.) – представитель семейства Маслиновые (*Oleaceae* Lindl.) – насчитывает около 60–70 видов, распространенных преимущественно в умеренном поясе Северного полушария. Немного видов произрастает в тропиках Азии и Америки. В Украине выявлено девять видов этого рода. Ясени – важные лесообразующие породы широколиственных (с буком, дубом, каштаном) и смешанных (с пихтой) лесов, а наиболее влаголюбивые из них растут на почвах речных долин, вдоль берегов и даже на болотах (Заячук, 2008). Древесину этих деревьев используют для изготовления мебели, в машино- и вагоностроении. Из коры ясеня обыкновенного получают дубильные вещества и естественные красители, лекарственное сырье. Незаменимыми являются ясени и в формировании садово-паркового ландшафта.

В ходе многолетних исследований (2010–2017 гг.), проводимых в парках, дендропарках и ботанических садах Западной Украины, по результатам инвентаризации насаждений оказалось, что представители рода Ясень составляют основу паркового древостоя, так как распространены практически в каждом из обследованных объектов. В данной публикации мы приводим данные, собранные в садово-парковых объектах, расположенных в Карпатском регионе, то есть в пределах четырех административных областей: Львовской, Закарпатской, Ивано-Франковской и Черновицкой. По результатам полученных данных, на Западе Украины произрастает шесть видов ясеней, в частности, ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), ланцетолистный (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), цветочный или мантый (*Fraxinus ornus* L.), остроплодный (*Fraxinus oxycarpa* Willd.), пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) и носолистный (*Fraxinus rhynchophylla* Hance). Если первые пять видов распространены шире, то последний вид произрастает только в дендрологическом парке Черновицкого национального университета им. Ю.Федьковича.

В таблице 1 приведены данные видового разнообразия и распространения представителей рода Ясень в регионе исследования.

Таблица 1 – Видовое разнообразие и распространение Ясеня (*Fraxinus* L.) в парках запада Украины

Расположение объекта	Название вида					
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance	<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.
Львовская область						
Парк в с. Подгорцы, Стрыйский р-н						
Дендропарк в г. Рудки						
Меженецкий парк						
Парк А.Фредро в с. Вишня						
Парк в г. Самбор						
Парк в с. Дубына						
Парк курорта Трускавец						
Парк курорта Моршин						
Парки г. Дрогобыч						
Закарпатская область						
Парк в г. Виноградов						
Парк в г. Хуст						
Парк в с. Голубиное						
Ивано-Франковская область						
Парк в г. Коломыя						
Парк в г. Косов						
Дендропарк «Дружба» в г. Ивано-Франковск						
Черновицкая область						
Дендропарк Черновицкого НУ						
Парк им. Шевченко в г. Черновцы						
Дендропарк в г. Берегомет						

Полученные данные свидетельствуют о том, что *Fraxinus excelsior* является наиболее распространенным видом, поскольку встречается на каждом из объектов. Также часто можно встретить и *Fraxinus lanceolata*, который кроме парковых насаждений часто высаживают в аллейных и уличных посадках. Остальные виды встречаются в единичных экземплярах.

Наблюдается закономерность более частого распространения местных видов ясеня и единичное представительство экзотов, преимущественно в ботанических садах и дендрариях.

Отмечено также наличие в парковых насаждениях декоративных форм рода Ясень, в частности, ясеня обыкновенного: «Aurea» – растение с желтыми листьями, «Aslenifolia» – папоротниколистная форма, «Crispa» – с мелкими, курчавыми темно-зелеными листочками, «Diversifolia» – с простыми одиночными или отчасти тройчатыми листьями, «Monophylla» – однолистная форма, «Pendula» – с плакучей формой кроны.

Отдельные представители рода Ясень способны доживать до 150–200 (300) лет (Кохно и др., 2005). В ходе наших исследований были обнаружены экземпляры ясеня обыкновенного, таксационные показатели которых свидетельствуют об их значительном возрасте. Например, в парке с. Подгорцы (Львовская область) встречаются деревья, диаметр которых в среднем составляет 107–140 см, высота – 26–30 м; в парках Закарпатья растут деревья с диаметром 80–90 см и высотой 26–28 м; на территории парков Ивано-Франковской области отдельные экземпляры имеют диаметр 90–130 см и высоту 28–30 м. Большинство этих деревьев находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии, поскольку ясень практически не поражается вредителями и редко страдает от болезней.

Ясень обыкновенный хорошо размножается семенами, о чем свидетельствует обильная поросль в каждом из парков. Декоративные формы, а также интродуценты размножаются преимущественно вегетативным способом. Исследованием возможности размножения вегетативных форм ясеня в Украине занимаются во многих научных учреждениях (Баюра, 2010), а также в питомниках. К сожалению, видовая насыщенность парков Западной Украины находится на низком уровне (за исключением ботанических садов и отдельных дендрологических парков), поэтому следует вести научную работу в направлении расширения ассортимента декоративных растений садово-парковых объектов, в частности за счет внедрения в их состав представителей данного рода.

Результаты наших исследований свидетельствуют о возможности широкого применения видов рода Ясень как в лесном хозяйстве, так и в садово-парковом. Во втором случае целесообразно использовать ясени в аллейных посадках, при формировании уличных насаждений (поскольку большинство ясеней устойчивы к уплотнению почвы и загрязнению среды). Декоративные формы ясеней и экзоты следует использовать при формировании групп или солитеров на фоне газона.

Ежов О.Н.

## РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ ОСТРОВОВ АРХИПЕЛАГА ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА

ФГБУН «ФИЦ комплексного изучения Арктики  
имени академика Н.П. Лаверова РАН», ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика»,  
г. Архангельск, Российская Федерация, olegezhik@gmail.com

*The paper deals with review of inventory of Franz Josef Land flora. Till now, 49 species of vascular plant, about 120 species of mosses, 39 species of liverworts, 136 species of cyanobacteria, 167 species of lichens, and 99 species of fungi are recorded for this territory. These data are probable inadequate to a real species diversity due to poor investigation of the territory by specialists. On the other hand, the FJL represents one of key territories for understanding of Arctics biodiversity.*

Территория архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) 25 августа 2016 года Постановлением Правительства РФ была включена в границы национального парка «Русская Арктика». Архипелаг расположен на северо-востоке Баренцева моря (Приморский район, Архангельская область) между 79° 46' и 81° 50' с.ш. и 44° 52' и 65° 25' в.д. и является самой северной сухопутной территорией России. Общая площадь архипелага, насчитывающего 192 острова, составляет 16 тыс. км<sup>2</sup>.

Архипелаг находится в полярно-арктической климатической зоне. По данным метеостанции им. Э.Т. Кренкеля (о. Хейса), средняя годовая температура воздуха – -13.2°C (при средней в январе – -24.2°C и в июле – +0.7°C). Продолжительность периода с положительными среднесуточными температурами – около двух месяцев (южная часть) и около полутора (север). Почва и грунт прогреваются до положительных температур на протяжении летних месяцев (среднемесячные температуры на поверхности составляют 0.1°C (июнь), 3.3°C (июль), 3.1°C (август). Бесснежный период – чуть более двух месяцев. За год выпадает 250–300 мм осадков (июль – 18 и август – 22 мм).

Восточная часть архипелага входит в подзону арктических пустынных насыщенных почв, а западная – арктических типичных гумусированных почв. Почвы архипелага характеризуются неполным профилем и отнесены к серогумусовым (дерновым). Субстрат преимущественно с высоким содержанием щебня, часто каменистый. Острова, как правило, представляют собой плато, покрытые ледниками (85% от площади суши).

Почвенно-растительный покров развивается в крайне неблагоприятных условиях. Предельно короткое и холодное лето ограничивает жизнедеятельность даже споровых растений и замедляет почвенные процессы. Это предопределяет крайнюю бедность флоры и препятствует формированию сплошного почвенно-растительного покрова на тех незначительных участках суши, которые свободны ото льда. Бедность флоры обусловлена сочетанием факторов: современными суровыми климатическими условиями и интенсивным оледенением островов, неблагоприятной палеогеографической обстановкой с неоднократными трансгрессиями и недавним еще более мощным оледенением, изолированностью архипелага, затруднившей реколонизацию островов в послеледниковый период. Согласно геоботаническому районированию, территория относится одними авторами к арктическим пустыням, другими – к высокоарктическим тундрам.

История изучения флоры ЗФИ началась вместе с историей открытия и освоения самого архипелага. Первые сведения о флоре ЗФИ были получены в ходе австро-венгерской экспедиции 1873–1874 гг., под руководством Ю. Пайера и К. Вайпрехта, открывшей архипелаг. За весь период изучения флоры архипелага состоялось более 20 экспедиций, проводивших сборы на ЗФИ, не считая сборов 1950–1970-х гг., выполненных попутно разными исследователями в нескольких комплексных экспедициях и в окрестностях полярных метеостанций. Последняя экспедиция 2016 г. – «Открытый Океан: Архипелаги Арктики – 2016 (О2А2 – 2016)», которая была проведена в рамках Проекта Программы развития ООН в России, Глобального экологического фонда и Минприроды России (ПРООН/ГЭФ-МПР). На 12 островах проведены ботанические работы, впервые были исследованы острова Ли-Смита, Сальма, Этериджа.

Рассмотрим видовое разнообразие флоры островов архипелага на настоящий момент. Начнем с сосудистых растений. Всего к настоящему времени сборами на архипелаге охвачено 23% островов (44 острова). На территории к настоящему времени достоверно выявлено и документально подтверждено наличие 49 видов и 4 разновидностей сосудистых растений (гербарные коллекции, фондовые материалы, неопубликованные и опубликованные данные), принадлежащих к 10 семействам. За последние годы интенсивных ботанических исследований, охвативших множество новых точек на архипелаге, ранее не обследованных специалистами, список удалось пополнить всего тремя новыми видами. Поэтому состав флоры цветковых растений можно считать преимущественно выявленным. Настоящий список на 2 таксона короче предыдущей сводки (Сафронова, 1986). Связано это как с использованием иной таксономической номенклатуры, так и по причине исключения 5 сомнительных видов, доказать присут-

ствие которых на ЗФИ по имеющимся данным достоверно не удалось. Наиболее широко распространены циркумполярные и почти циркумполярные виды и арктические и преимущественно арктические виды, заходящие в субарктические высокогорья.

Более половины видов (27 из 49) отнесены к категории редких и очень редких, остальные встречаются более, чем на четверти из обследованных островов. Единственное местопроизрастание отмечено для *Ranunculus hyperboreus*, *Phippsia concinna* и *Persicaria (Bistorta) vivipara*. К наиболее широко распространенным и часто встречающимся (отмечены на 20 и более островов) отнесено 18 видов: *Alopecurus alpinus*, *Cardamine bellidifolia*, *Cerastium arcticum*, *C. regelii*, *Cochlearia groenlandica*, *Draba subcapitata*, *Papaver radicum*, *Phippsia algida*, *Poa abbreviata*, *P. alpigena*, *Ranunculus sulphureus*, *Saxifraga caespitosa*, *S. cernua*, *S. hyperborea*, *S. nivalis*, *S. oppositifolia*, *S. rivularis*, *Stellaria longipes*. Наибольшее количество видов (более половины) отмечено на о-вах Гукера (43) и Мейбел (36). Наименьшее число – Большой Комсомольский и Огора (по 2), Ева-Лив (1).

Лишайники. На 29 обследованных островах найдено 167 видов лишайников (Andreev, Kotlov, Makarova, 1996, Kristinsson, Zhurbenko, Hansen, 2010 и др.), что является следствием явной слабой изученности, т.к. в схожих условиях архипелага Шпицберген найдено уже более 800 видов лишайников (Konoreva, 2011). Наибольшее количество видов (более четверти) отмечено на о-вах Норбрука, м. Флора (58), Земля Александры (46), Земля Геогра (44). Наименьшее число видов – Галля, Мыс Тегетхоф (9), Гофмана (5). Наиболее часто на островах отмечены: *Ochrolechia frigida* (25 островов), *Thamnia vermicularis* var. *subuliformis* (23), *Flavocetraria cucullata* (= *Cetraria cucullata*) (22). 25 видов отмечены по одному разу, а 22 вида – по 2 раза.

Мхи. Первые сборы были проведены на о-вах Альджер, Огорд, Белл, Нортбук, Гукера, Рудольфа, Скот-Кельти, Мак-Клинтока И.М. Ивановым в 1929 г. и В.П. Савичем в 1930 г. (экспедиция на ледоколе «Георгий Седов») и И.И. Перезентом в 1932 г. (экспедиция на л/п «Малыгин») и обобщены в работе Л.И. Савич (1936). В работе И.В. Чернядьевой (1992) приводятся данные о находках листостебельных мхов на о-вах Гукера и Мейбел, общим числом – 63 вида. Данные о находках данной систематической группы можно найти в работах, проводимых на о. Гукера (Одаз, Виртанен, 1994), о. Хейса (международной экспедиции в 2010 г.), о. Земля Александры. На настоящий момент найдено порядка 120 видов листостебельных мхов.

Грибы. По сравнению со многими другими группами живых организмов, эта группа организмов изучена недостаточно и очень неравномерно. Первые микологические сборы на архипелаге были выполнены Гарри Фишером (H. Fischer) в 1895–1896 гг. в экспедиции Джексона-Хармсуорта 1894–1897 гг. (Каратыгин и др., 1999). К настоящему времени на территории ЗФИ (на 15 островах) имеются данные о 99 видах грибов, принадлежащих к отделам Ascomycota (74 вида) и Basidiomycota (25 видов). Они образуют микоризу с полярной ивой, развиваются в качестве биотрофов на сухих и отмерших частях лишайников, мхов и сосудистых растений, часть видов встречаются в почве в качестве гумусовых сапротрофов. За последние годы исследований список агарикомицетов на территории архипелага пополнился новыми видами: *Arrhenia auriscalpium*, *A. lobata*, *A. obatra*, *A. rickenii*, *A. spathulata*, *Clitocybe dryadicola*, *C. festiva*, *Cortinarius decipiens*, *C. obtusus*, *C. polaris*, *Galerina arctica*, *G. pumila*, *G. tibiicystis*, *G. subclavata*, *G. vittiformis*, *Hebeloma gigaspermum*, *H. marginatum*, *H. remyi*, *Lichenomphalia alpina*, *L. velutina*, *Psilocybe montana*, *Naucoria salicis*, *Pseudoomphalina pachyphylla*, *Psilocybe coprophila*, *L. umbellifera* и 2 пециномицетами – *Peziza arenaria*, *P. cerea*.

Цианопрокариоты и эукариотные водоросли. Территорию можно охарактеризовать, как частично изученную (136 видов). Разнообразие цианопрокариот во флоре является невысоким, что связано прежде всего с небольшим охватом пунктов (о-ва Гукера, Земля Александры, Нортбрук, Мак-Клинтока, Скотт-Келли, Алджер), в которых побывали специалисты-альгологи.

Печеночники. На островах архипелага обследования специалистами никогда не проводились. А.Л. Жуковой был обработан ряд сборов геоботаников (преимущественно В.Д. Александровой) с о-ов Хейса, Гукера, и Солсбери (Жукова, 1972) и Рудольфа (Жукова, 1973). В настоящее время известно о 39 видах печеночников.



Приведенные цифровые данные о видовом разнообразии флоры архипелага не отражают, возможно, реальное число видов (исключения может быть только для сосудистых растений) ввиду обследования части территории ЗФИ и ограниченности в проведении исследований соответствующими специалистами.

Рассмотренная территория относится к ключевым для понимания разнообразия Арктических земель.

Автор выражает благодарность: сотрудникам НП «Русская Арктика» к.б.н. Гаврило М.В., Менникову Д.С.; сотрудникам БИН РАН: д.б.н. Змитровичу И.В., д.б.н. Холоду С.С., к.б.н. Коноровой Л.А.; ФИЦКИА РАН к.б.н. Чураковой Е.Ю. и к.б.н. Ершову Р.В.

Исследования проводились в рамках темы № 0409-2015-0141 ФНИР Института биогеографии и генетических ресурсов ФИЦКИА РАН (гос. рег. № ГР АААА-А18-118011690221-0).

Ермакова О.Д.

## ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ЗАЦВЕТАНИЕМ ШИПОВНИКА И ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА (ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН)

ФГБУ «Байкальский государственный природный биосферный заповедник»,  
пос. Танхой, Республика Бурятия, Российская Федерация, olerm@list.ru

*The dependence of an initial blossom of a *Rosa acicularis* on temperature of air was investigated. The correlation connection between a date started of an efflorescence of a *Rosa acicularis* and temperature of air above than ten degrees is detected.*

Как известно, годовой ход максимальных и минимальных температур воздуха существенно влияет на биоту [1]. *Rosa acicularis* Lindley – Роза иглистая (шиповник) – относится к семейству Rosaceae – Розоцветные [6]. В Южном Прибайкалье этот вид является фенологическим индикатором, по дате начала зацветания шиповника судят о наступлении лета. Работы проводились на территории Байкальского заповедника и его охранной зоны (центральная часть северного макросклона хр. Хамар-Дабан) в рамках «Летопись природы». Регистрация феноявлений осуществлялась по общепринятым методикам [4, 5]. Использовались данные метеостанции «Танхой», расположенной на высоте 472 м над ур. м. Статистические характеристики получены с применением компьютерной программы Microsoft Excel. При статистической обработке дат наступления фенологических явлений применялся метод перевода календарных дат в непрерывный ряд, предложенный Г.Н. Зайцевым [2], когда началом фенологического года считается первое марта.

Взаимосвязь даты начала цветения шиповника с элементами климата оценивалась в соответствии с величиной коэффициента корреляции [3]. Для данной статистической выборки (где объём совокупности –  $n = 35$  и число степеней свободы –  $df = 33$ ) значения коэффициента корреляции ( $r$ ) при уровне значимости ( $P$ ) = 0,05 достоверны, если они не ниже 0,30.

Ниже в таблице 1 представлены результаты статистической обработки изучаемых параметров. Для дат наступления всех явлений характерна слабая изменчивость ( $V$ , % менее 10). Наиболее низкая изменчивость свойственна дате зацветания шиповника. Это говорит о его хорошей приспособленности к условиям среды обитания.

Тем не менее, для нормального развития шиповника, особенно во флоральный период, необходим определённый комфортный температурный режим, когда воздух достаточно прогреется (минимальные температуры воздуха установятся на уровне выше  $10^{\circ}\text{C}$ ). Это доказывают данные, представленные ниже на рисунке 1, где продемонстрирована корреляционная связь даты зацветания шиповника иглистого с различными элементами климата.

Таблица 1 – Статистические характеристики исследуемых параметров\*

n	$\bar{X}$		$X_{min}$		$X_{max}$		$\sigma^2$	$\sigma$	V, %	$S_{\bar{x}}$
	Дата		Дата		Дата					
	Календарная	По Зайцеву	Календарная	По Зайцеву	Календарная	По Зайцеву				
Начало цветения шиповника (дата)										
35	17.06	109	8.06	100	27.06	119	16,529	4,065	3,7	0,69
Относительно регулярный переход средней суточной температуры воздуха выше +10 °С (дата)										
35	25.05	86	4.05	65	10.06	102	78,546	8,862	10,3	1,49
Окончательный переход среднесуточной температуры воздуха выше +10 °С (дата)										
35	17.06	109	30.05	91	9.07	131	77,434	8,799	8,1	1,49
Относительно регулярный переход минимальной температуры воздуха выше +10 °С (дата)										
35	2.07	124	17.06	109	18.07	140	44,08	6,639	5,3	1,12

Примечание: 1 – объём совокупности; 2 – среднее арифметическое значение; 3 – минимальное значение; 4 – максимальное значение; 5 – средний квадрат отклонений показателя от средней арифметической; 6 – среднее квадратическое отклонение (или стандартное отклонение); 7 – коэффициент вариации; 8 – ошибка средней арифметической.

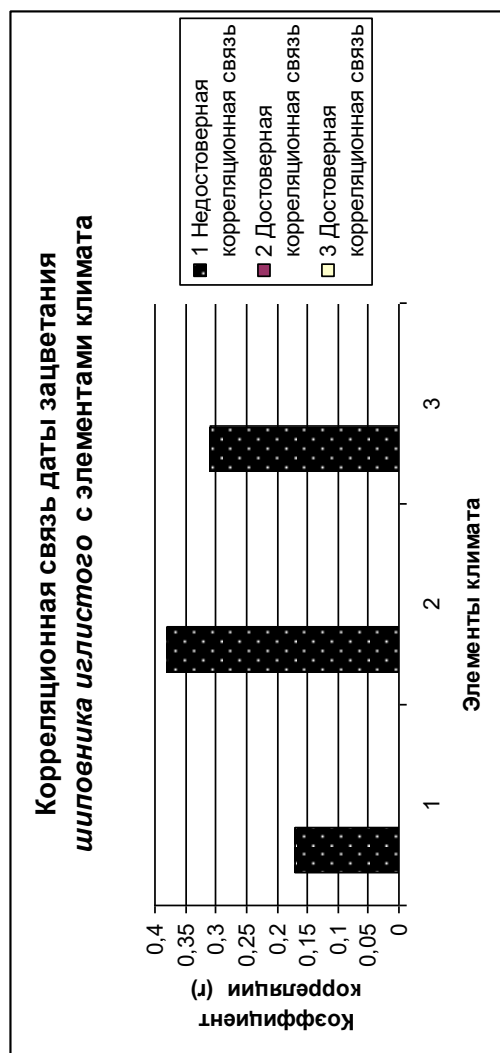


Рисунок 1 – Корреляционная связь даты зацветания шиповника иглистого с элементами климата

- 1 – Относительно регулярный переход средней суточной температуры воздуха выше +10°С.
- 2 – Окончательный переход среднесуточной температуры воздуха выше +10°С.
- 3 – Относительно регулярный переход минимальной температуры воздуха выше +10°С.

## Выводы

1. Очень тесная достоверная корреляционная связь даты начала зацветания *Rosa acicularis* выявлена с датой окончательного перехода среднесуточной температуры воздуха выше +10°C.
2. Также достоверную корреляционную связь дата начала цветения *Rosa acicularis* обнаруживает с датой относительно регулярного перехода минимальной температуры воздуха выше +10°C.
3. Относительно регулярный переход средней суточной температуры воздуха выше +10°C не показывает достоверной корреляционной связи с датой начала цветения *Rosa acicularis*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Буторина Т.Н., Крутовская Е.А. Биоклиматическая характеристика территории заповедника «Столбы» за 1963-64 год // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Владивосток, 1975. – С. 40–62.
2. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. – 184 с.
3. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2002. – 543 с.
4. Природные условия Керженского заповедника и некоторые аспекты охраны природы Нижегородской области // Тр. Государственного природного заповедника «Керженский». 2001. Том 1. Нижний Новгород. – 442 с.
5. Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д. Летопись природы в заповедниках СССР: Метод. Пособие. М.: Наука, 1985. – 143 с.
6. Флора Прибайкалья. Новосибирск: Наука. 1978. – 312 с.

Жданович С.А.<sup>1</sup>, Лукин В.В.<sup>2</sup>

## НОВЫЕ РЕГИСТРАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ДЕРЕВООБИТАЮЩИХ ГРИБОВ БЕЛАРУСИ

<sup>1</sup> УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, szhdanovich@belstu.by

<sup>2</sup> ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им.нги В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, luka-2000@rambler.ru

*According to the results of the fieldworks in the Belarusian forests in 2016-2018 the 27 new habitats of 3 species of protected wood-inhabiting fungi (*Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa*, *Rhodofomes roseus*) were found. The annotated list of these species is given in article.*

В ходе исследований в лесах Беларуси в 2016–2018 гг. нами было выявлено 27 новых мест произрастания 4 видов грибов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [1]. В каждом выявленном месте произрастания вида устанавливался тип леса в соответствии с [2] и глазомерно – средний возраст преобладающего элемента леса с точностью 5 лет. При описании субстрата указывались: тип субстрата (живое дерево, свежий (текущего года) или старый (прошлых лет) сухостой, валеж, пень), древесная порода, для валежа и пней – стадия разложения (ст.р.) по шкале, модифицированной нами [3] на основе шкалы стадий разложения валежа ели, предложенной В.Г. Стороженко [4]. Ниже приводится аннотированный список выявленных нами охраняемых деревообитающих грибов. Названия видов приводятся в соответствии с [5].

*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst. – Ганодерма блестящая, или Лакированный трутовик (VU – уязвимый вид): Брестская обл., Столинский р-н, заказник «Средняя Припять», Столинский л-з, Турско-Лядецкое л-во, в грабняке снытевом (65 лет), на пне дуба черешчатого 2 ст.р., в черноольшанике осоковом, на пне ольхи черной 3 ст.р., 18.08.2016; Пружанский р-н, НП «Беловежская пуца», Никорское л-во, в черноольшанике папоротниковом (60 лет), на свежем сухостое ольхи черной, 15.06.2017, Жданович С.А.; Минская обл., Логойский р-н, Логойский л-з, Нестановичское л-во, в березняках снытевых (55, 60 лет), 02.08.2018; Семковское л-во, в черноольшанике

папоротниковом (45 лет), 20.07.2018, везде на валеже ольхи черной 2 ст.р., Лукин В.В.; Могилевская обл., Бельничский р-н, Бельничский л-з, Эсьмонское л-во, в ельнике папоротниковом (85 лет), на валеже ольхи черной 2 ст.р., в черноольшанике папоротниковом, на пне ольхи черной 2 ст.р., 25.07.2018, Лукин В.В.; Осиповичский р-н, Осиповичский опытный л-з, Брицаловичское л-во, в ельнике кисличном, на пне ольхи черной 3 ст.р., 06.10.2016, Жданович С.А.

*Grifola frondosa* (Dicks.) Gray – Грифола многошляпочная, или Грифола курчавая, или Гриббаран (VU – уязвимый вид): Гомельская обл., Житковичский р-н, памятник природы «Насаждения дуба», Житковичский л-з, Ленинское л-во, в дубраве прируслово-пойменной, у основания 4-х живых деревьев дуба, 12-13.10.2016, Жданович С.А.

*Rhodofomes roseus* (Alb. & Schwein.) Vlasák (= *Fomitopsis rosea* (Alb. & Schwein.) P. Karst.) – Фомитопсис розовый, или Розовый трутовик (EN – исчезающий вид): Брестская обл., Пружанский р-н, НП «Беловежская пуша», Никорское л-во, в сосняках долгомошных (100, 120 лет), 18.04.2017 и 14.06.2017, в ельнике крапивном (120 лет), 13.06.2017, в сосняке черничном (190 лет) и черноольшанике осоковом (100 лет), 14.06.2017; Ясенское л-во, в сосняке долгомошном (100 лет), 14.06.2017, везде на валеже ели 2 ст.р., Жданович С.А.; Гомельская обл., Калинковичский р-н, заказник «Островные ельники «Калинковичские», Калинковичский л-з, Горбовичское л-во, в ельнике черничном (100 лет); Клинское л-во, в ельниках кисличных (70-100 лет), 07.06.2017, везде на валеже ели 2 ст.р., Жданович С.А.; Минская обл., Березинский р-н, Березинский л-з, Березинское л-во, в дубраве кисличной (60 лет), 22.06.2018; Богушевичское л-во, в ельнике папоротниковом (70 лет), 21.06.2018, в ельнике кисличном (85 лет), 19.06.2018; Логойский р-н, Логойский л-з, Задорьевское л-во, в ельнике кисличном (70 лет), 31.07.2018, везде на валеже ели 2 ст.р., Лукин В.В.; Минский р-н, Боровлянский спецлесхоз, Боровлянское л-во, в сосняке орляковом (60 лет), на валеже ели 2 ст.р., 16.04.2018; Могилевская обл., Осиповичский р-н, Осиповичский опытный л-з, Брицаловичское л-во, в ельнике кисличном (80 лет), на валеже ели, 2 и 3 ст.р., 5-6.10.2016; г. Могилев, Печерский лесопарк, на валеже ели 2 ст.р., 31.05.2017, Жданович С.А.

Приведенные данные по новым местам произрастания грибов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, могут быть использованы для организации сети мониторинга охраняемых видов, а сведения по фитоценотической и субстратной приуроченности видов – для повышения эффективности мер их охраны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Юркевич, И.Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И.Д. Юркевич. – Минск: [б. и.], 1980. – 120 с.
3. Пугачевский, А.В. Запасы, размерная структура и степень разложения древесных остатков в некоторых типах сосновых, еловых и березовых лесов / А.В. Пугачевский, С.А. Жданович // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. Минск, 2007. – Вып. 15. – С. 366-370.
4. Стороженко, В.Г. Датировка разложения валежа ели / В.Г. Стороженко // Экология. - 1990. - № 6. - С. 66-69.
5. Index Fungorum [Electronic resource]. - Mode of access: <http://www.indexfungorum.org> – Date of access: 26.08.2018.

**К РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА УНИКАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ  
СООБЩЕСТВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА  
НА Г. СТРЕЛЬНОЙ ЖИГУЛЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ЗАПОВЕДНИКА ИМЕНИ И.И. СПРЫГИНА**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени С.П. Королева»,  
г. Самара, Российская Федерация, lkavelenova@mail.ru

<sup>2</sup> ФГБУ «Жигулевский государственный природный биосферный заповедник имени И.И. Спрыгина»,  
пос. Бахилова Поляна, Самарская обл., Российская Федерация, chap.t@yandex.ru

*The intensive development of ecological tourism in nature reserves must be combined with effective forms of its organization, which ensure minimization of negative consequences. Ecological monitoring of the consequences of ecological and recreational exploitation of unique nature objects seems to be an obligatory condition of it. The results of a five-year plant communities monitoring are listed for the excursion trail environs on Strelnaya mountain (Zhigulevsky State Reserve, Russia).*

Охрана уникальных природных комплексов в сочетании с их изучением в «щадящем варианте» в течение долгого времени составляла основной объем деятельности государственных заповедников. Однако в начале XXI в. отчетливо проявилась тенденция перехода к активному взаимодействию государственных природных заповедников с массами населения, что привело в том числе к обустройству и использованию экологических туристических троп. То, что заповедные территории характеризуются наличием уникальных объектов природного наследия, налагает особые ограничения на формы организации экологического туризма. Важнейшими условиями эффективного использования рекреационного потенциала заповедных территорий и развития на них экологического туризма являются разработка методики соотношения количества посещений ООПТ и их рекреационной ёмкости, а также мониторинг последствий их эколого-рекреационной эксплуатации.

Для Жигулевского государственного заповедника имени И.И. Спрыгина, занимающего часть территории Самарской Луки (среднее течение р. Волги, Самарская область), отчетливо прослеживается присущая горным экосистемам мозаичность и уязвимость растительных сообществ. При значительном объеме научных исследований и мер по сохранению объектов природного наследия Жигулевский заповедник уделяет значительное внимание развитию экологического туризма. Только в 2014 году два экскурсионных маршрута заповедника посетило свыше 43,59 тыс. человек, включая посетителей в организованных группах. Маршрут по горе Стрельной длительное время был открыт для посещения немногочисленными гостями заповедника, которые доставлялись по подъездной дороге, а последнюю часть маршрута шли пешком. Собственно, пешая тропа начиналась площадкой, где гости отдыхали, дальше по ходу тропы сменялись более трудные и более легкие участки, завершающий опасный участок пути проделывали не все гости заповедника. Площадки на тропе и скалах активно использовались для фотографирования, что оказывало негативное воздействие на природные объекты. Однако в этот период количество посетителей было сравнительно небольшим, на большей протяженности ширина тропы не превышала 1 м, исключение составляли начальная площадка и завершающий участок подъема.

Идея сохранения природных сообществ без прекращения регулируемого ограниченного доступа посетителей на гору Стрельную была реализована путем сооружения в 2012 г металлического настила на опорах с перилами (экскурсионные мостки и две смотровые площадки в центре настила и над вершиной горы) по ходу бывшей тропы, который должен был минимизировать негативное воздействие рекреации на природные экосистемы при существенном росте потока экскурсантов. Ожидалось, что естественное зарастание в ходе самовосстановления растительных

группировок восстановит растительный покров на нарушенных в ходе строительства настила участках.

Проводимый нами с 2013 г. мониторинг растительных сообществ по ходу экскурсионной тропы на г. Стрельной направлен на оценку хода восстановления нарушенного ранее (при существовании пешеходной тропы или в период строительства настила) растительного покрова, выявление специфики участия в данном процессе различных видов растений, а также установление эффективности настила как объекта инфраструктуры, обеспечивающего сохранение уникальных природных сообществ г. Стрельная. Научный стационар мониторинга включает совокупность площадок в виде 2 трансект и пробных площадок разной площади и формы, заложенных вдоль настила и под ним, где ранее проходила экскурсионная тропа, от бывшей обзорной площадки до вершины горы. Динамика ежегодных изменений в развитии растительного покрова пробных площадей демонстрирует связь с погодными условиями вегетационных периодов, а также разнонаправленным (ослабление – усиление) уровнем негативного воздействия рекреации.

С учетом пятилетнего (2013–2017гг.) выявления видов, наиболее активно участвующих в образовании аспекта в различные сроки в пределах вегетационного периода, установлено произрастание в зоне экскурсионной тропы 165 видов сосудистых растений, относящихся к 130 родам и 39 семействам. Наибольшими по числу видов являются 10 семейств: *Asteraceae*, *Poaceae*, *Papilionaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Caryophyllaceae*, *Liliaceae*, *Apiaceae*, *Rubiaceae*, *Lamiaceae*. Представлено 24 вида, включенных в Красную книгу Самарской области, и 5 видов из Красной книги РФ. Длительное воздействие рекреации, начавшееся до строительства экскурсионного настила, привело к внедрению 18 видов-рудералов, присутствующих практически на всех пробных площадях и трансектах. Зафиксировано восстановление растительных сообществ там, где они были нарушены в ходе строительства настила. К сожалению, не прекращается формирование новых троп при самовольном спуске посетителей на склон с настила. При этом они разбивают субстрат, повреждают растения, в том числе горно-степные многолетники, что усиливает эрозионные процессы и внедрение видов-рудералов.

Кангерова А.В., Новик Г.И.

## ВИДОВОЙ СОСТАВ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, collection@mbio.bas-net.by

*Generic and species composition of basidiomycetes maintained by different methods at Belarusian collection of non-pathogenic microorganisms has been described. Results of multiyear studies demonstrated that long-term storage of basidial fungi may be carried out by cryoconservation technique ensuring full survival and preservation of valuable physiological-morphological properties of the cultures. It is especially important that basidial fungi recovered after cryoconservation are capable to form fruit bodies arousing vivid interest as the feedstock for food and pharmaceutical industries.*

Исследование мицелиальных грибов как важного компонента биогеоценоза представляет большой научный и практический интерес. Мицелиальные грибы в природе имеют достаточно прочно сложившиеся и чрезвычайно разнообразные связи с растительным и животным миром (например, различные виды симбиоза). Из всех групп микроорганизмов мицелиальные грибы представлены наибольшим числом видов, имеющих широкий спектр морфологических, физиологических и биохимических свойств.

Базидиомицеты, наиболее известные и узнаваемые представители царства грибов, издавна употребляются в пищу, а самые ранние упоминания об их выращивании в искусственных условиях относятся ко II веку до н. э. Шляпочные грибы, такие как *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, успешно культивировали в ботанических садах ряда итальянских университетов. В Японии метод выращивания плодовых тел вида *Lentinula edodes* также известен с глубокой древности. На протяжении последних лет базидиомицеты являются объектами внимания учёных разных специальностей не только как источники различного рода пищевых продуктов, но и как ценнейшее сырьё для фармакологической промышленности. Таким образом, сохранение генофонда продуцентов биологически активных веществ *ex situ* в настоящее время особенно актуально и возможно только в специализированных коллекциях. В Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (БКМ) поддерживаются базидиальные грибы, которые представляют интерес для проведения научных исследований, используются для разработки инновационных биотехнологий. В коллекционном фонде депонированы также представители редких и исчезающих видов микобиоты. Основной коллекционный фонд базидиомицетов начал формироваться более 20 лет назад. Поддерживаемые в БКМ базидиомицеты относятся к порядкам *Agaricales*, *Boletales*, *Gloeophyllales*, *Hymenochaetales*, *Polyporales*, *Russulales*. Образцы грибов выделяли из природных источников различных регионов Беларуси, проводили межколлекционный обмен штаммами с другими отечественными и зарубежными организациями. Интенсивно пополнять и сохранять коллекцию на высоком техническом уровне стало возможным с 2008 года, после приобретения оборудования, которое обеспечивало глубокое замораживание биологических объектов. Это дало возможность помещать на длительное хранение также базидиомицеты, которые ранее поддерживались только методом субкультивирования. В настоящее время фонд базидиальных грибов представлен 49 видами, относящимся к 38 родам (таблица 1). Цитирование номенклатурных названий приводится согласно Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org>. Авторы таксонов не указаны, но соответствуют данным источника.

Род *Armillaria* (опёнок) представлен в БКМ наибольшим количеством видов (5), у рода *Trametes* поддерживается 3 вида. По количеству хранящихся штаммов – 20 – лидирует вид *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная), виды *Lentinula edodes* (шиитаке) и *Trametes versicolor* (трутовик разноцветный) представлены в коллекции каждый 8-ю штаммами, виды *Daedaleopsis confragosa* (трутовик бугристый), *Russulaporus cinnabarinus* (трутовик киноварно-красный) – 7-ю штаммами. Права на штаммы грибов, представляющих научный и коммерческий интерес, защищены патентами и авторскими свидетельствами Республики Беларусь.

Все культуры мицелиальных грибов хранятся двумя способами – субкультивирование и криоконсервация при  $-70^{\circ}\text{C}$ . Частота пересевов грибов зависит от скорости потребления субстрата культурами, поэтому ведется постоянный визуальный контроль за ростом мицелия в пробирках, хранящихся при  $+4^{\circ}\text{C}$ . Результаты многолетних исследований показали, что штаммы базидиальных грибов могут длительно (до 10 лет) храниться методом криоконсервации, полностью сохраняя жизнеспособность и характерные физиолого-морфологические свойства. Что особенно важно, культуры базидиальных грибов, восстановленные после криоконсервации, способны образовывать плодовые тела, представляющие большой интерес, как сырьё для пищевой и фармацевтической промышленности. Таким образом, в БКМ успешно решается задача сохранения штаммов базидиомицетов *ex situ*, в том числе представляющих научный и практический интерес, без потери присущих им морфологических и физиологических свойств.

Таблица 1 – Родовой и видовой состав общедоступного коллекционного фонда  
базидиальных грибов \*

№ п/п	Род	Вид
1.	<i>Abortiporus</i>	<i>biennis</i> (2)
2.	<i>Armillaria</i>	<i>mellea</i> (3), <i>bulbosa</i> (1), <i>ostoyae</i> (1), <i>borealis</i> (1), <i>cepistipes</i> (2)
3.	<i>Bjerkandera</i>	<i>adusta</i> (1), <i>fumosa</i> (1)
4.	<i>Crinipellis</i>	<i>schevczenkoi</i> (1)
5.	<i>Cyclocybe</i>	<i>aegerita</i> (1)
6.	<i>Daedaleopsis</i>	<i>confragosa</i> (7)
7.	<i>Diplomitoporus</i>	<i>flavescens</i> (1)
8.	<i>Flammulina</i>	<i>velutipes</i> (6)
9.	<i>Fomes</i>	<i>fomentarius</i> (1)
10.	<i>Fomitiporia</i>	<i>robusta</i> (3)
11.	<i>Fomitopsis</i>	<i>pinicola</i> (1)
12.	<i>Ganoderma</i>	<i>applanatum</i> (1), <i>lucidum</i> (4)
13.	<i>Gloeophyllum</i>	<i>sepiarium</i> (2)
14.	<i>Heterobasidion</i>	<i>annosum</i> (3)
15.	<i>Hirschioporus</i>	<i>pergamenus</i> (1)
16.	<i>Inonotus</i>	<i>obliquus</i> (3)
17.	<i>Laetiporus</i>	<i>sulphureus</i> (4)
18.	<i>Lentinula</i>	<i>edodes</i> (8)
19.	<i>Lentinus</i>	<i>tigrinus</i> (3)
20.	<i>Neolentinus</i>	<i>lepideus</i> (4)
21.	<i>Panellus</i>	<i>farinaceus</i> (1), <i>stipticus</i> (1)
22.	<i>Phanerodontia</i>	<i>chrysosporum</i> (1)
23.	<i>Phellinus</i>	<i>igniarius</i> (4), <i>tremulae</i> (1)
24.	<i>Phlebia</i>	<i>radiata</i> (2), <i>tuberculata</i> (1)
25.	<i>Phlebiopsis</i>	<i>gigantea</i> (3)
26.	<i>Pholiota</i>	<i>aurivella</i> (1)
27.	<i>Piptoporus</i>	<i>betulinus</i> (1)
28.	<i>Pleurotus</i>	<i>calyptratus</i> (1), <i>ostreatus</i> (20)
29.	<i>Polyporus</i>	sp. (1)
30.	<i>Porodaedalea</i>	<i>pini</i> (1)
31.	<i>Pycnoporus</i>	<i>cinnabarinus</i> (7)
32.	<i>Schizophyllum</i>	<i>commune</i> (3)
33.	<i>Serpula</i>	<i>sclerotiorum</i> (2)
34.	<i>Stereum</i>	<i>hirsutum</i> (2)
35.	<i>Trametes</i>	<i>hirsuta</i> (2), <i>versicolor</i> (8), <i>ochracea</i> (1)
36.	<i>Tricholomopsis</i>	<i>rutilans</i> (1)
37.	<i>Tyromyces</i>	<i>lacteus</i> (1)
38.	<i>Xanthoporia</i>	<i>radiata</i> (3)

\* В скобках указано количество штаммов



***EPIPACTIS ATRORUBENS* (HOFFM. EX BERNH.) BESSER В ВЕРХНЕМ  
ТЕЧЕНИИ РЕКИ ПЕЧОРА (ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)**

ФГБУ «Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник»,  
пос. Якша, Республика Коми, Российская Федерация, Okirsanowa@yandex.ru

*There are results of the researches four *Epipactis atrorubens* coenopopulations situation at upper reaches river Pechora, at the Pechoro-Ilychsky state reserve. Area, number, density and percentage generative individuals of these coenopopulations are gives.*

Печоро-Илычский заповедник расположен на юго-востоке Республики Коми, в подзонах средней и северной тайги. В настоящее время территория заповедника состоит из двух участков, расположенных в трех крупных геоботанических районах. Один участок площадью 15800 га расположен в районе сосновых лесов и сфагновых болот Печорской низменности. Второй, занимающий площадь 705522 га, – в районе темнохвойных лесов увалистых предгорий и районе горных темнохвойных лесов, субальпийских криволесий и лугов, горных тундр и гольцов Северного Урала [5].

*Epipactis atrorubens* в республике Коми встречается в основном на выходах карбонатных пород на Тимане, в Приуралье, на Северном и Приполярном Урале. Растёт на открытых осыпных известняковых склонах, в сосновых и лиственничных лесах с близким залеганием известняков; редкий вид, включён в Красную книгу Республики Коми со статусом 3 [3].

На территории Печоро-Илычского заповедника дремлик тёмно-красный встречается в долинах рек Печора и Илыч в местах выхода известняковых коренных пород, на известняковых, доломитовых и сланцевых скалах. Произрастает на открытых обнажениях, щебнистых осыпях или под пологом разреженных лесов по береговым склонам. Довольно обычен в верхнем течении р. Илыч, где произрастает по скалам Шантым-Прилук, Татарское Вичко, Амбар Кырта и др., а так же по реке Ичет Ляга в 5 км к востоку от её устья. В верховьях р. Печора встречается реже. Произрастает на облесённых известняковых обнажениях выше кордона Собинская Заостровка и к западу от устья р. Большая Порожная (урочище Тургарь) на облесённых известняковых осыпях по обрывистому склону коренного берега [4]. Так же обнаружен на левом берегу р. Большая Шайтановка, в 4,5 км к северо-западу от её впадения в р. Печора в разнотравно-моховых сообществах у подножия скал и в урочище Малая Чалма на облесённых известняковых скалах, в урочище Лог Иорданского [2].

И.А. Кирилловой в 2003–2008 гг. было обследовано шесть ЦП в бассейне р. Илыч и три на реке Унья (за пределами заповедника). В 2010–2017 г.г. нами были обследованы 4 ценопопуляции (ЦП), произрастающие в верхнем течении р. Печора. При изучении ценопопуляций использовались общепринятые методики [7] с учётом специфики исследования редких видов [6]. В исследуемых местообитаниях закладывались по 3 трансекты длиной 10 и шириной 0,5 м. Трансекты разбивались на пробные площадки размером 0,5×0,5 м. На каждой площадке учитывались все растения дремлика тёмно-красного. Определялась встречаемость вида, плотность, степень генеративности (таблица 1). В качестве счётной единицы брался парциальный побег, на ранних стадиях онтогенетического развития – особь семенного происхождения. Измерялись морфометрические показатели генеративных растений (таблица 2). Длина и ширина измерялась у наибольшего (третьего снизу листа). Уровни варьирования признаков принимались по Г.Н. Зайцеву [1].

Первая ценопопуляция (ЦП1) расположена на правом берегу р. Печора, ниже устья р. Большая Порожная, на прибрежном склоне юго-восточной экспозиции крутизной около 45° на зарастающей скале в березово-еловом лесу с примесью пихты и кедра.

Вторая ценопопуляция (ЦП2) произрастает на правом берегу р. Печора в урочище Тургарь на крутом склоне южной экспозиции, на сланцевой осыпи с молодыми деревьями ели сибирской, кедра сибирского и берёзы пушистой.

Третья ценопопуляция (ЦП3) произрастает в урочище Лог Иорданского на склоне юго-восточной экспозиции у подножия скал на сланцевой осыпи в окружении березово-елового леса с примесью кедра.

Четвёртая ценопопуляция (ЦП4) произрастает на правом берегу р. Печора, выше к. Собинская на крутом склоне юго-восточной экспозиции в берёзово-еловом лесу с примесью кедра.

Таблица 1 – Характеристики ценопопуляций *Eriactis atrorubens*

Параметр	ЦП1	ЦП2	ЦП3	ЦП4
Площадь, м <sup>2</sup>	400	600	600	100
Численность, шт.	700-2000	900-2300	1900-2500	<30
Средняя плотность, шт/м <sup>2</sup> (для ЦП 4 количество экземпляров)				
2010 г.	3,1	3,7	3,3	21
2011 г.	2,8	1,6	–	20
2012 г.	5,1	2,7	4,0	18
2013 г.	2,6	2,3	3,6	–
2014 г.	1,8	3,9	4,0	21
2016 г.	3,7	3,0	4,2	14
2017 г.	3,3	–	3,4	19
Встречаемость, %				
2010 г.	30,0	60,0	22,5	1,6
2011 г.	18,3	21,7	–	3,3
2012 г.	16,7	41,7	30,0	3,3
2013 г.	25,0	36,7	47,5	–
2014 г.	30,3	45,0	50,0	3,3
2016 г.	28,3	35,0	62,5	3,3
2017 г.	18,1	–	67,5	3,3
Генеративность, %				
2010 г.	40,4	50,0	72,7	57,1
2011 г.	34,1	41,7	–	5,2
2012 г.	31,4	24,4	50,0	72,2
2013 г.	44,0	29,4	50,0	–
2014 г.	31,4	62,1	35,0	71,4
2016 г.	3,7	37,8	64,3	35,7
2017 г.	49,0	–	38,2	78,9

Все обследованные ценопопуляции не очень большие по площади, ЦП1, 2, 3 довольно многочисленны. Плотность первых трёх ценопопуляций различается незначительно. В четвёртой ЦП, отличающейся большей затенённостью и большим проективным покрытием травянисто-кустарничкового яруса, плотность и численность *Eriactis atrorubens* значительно ниже. Степень генеративности во всех четырёх ценопопуляциях была достаточно высокой, хотя и различалась в разные годы наблюдений.

Таблица 2 - Морфометрические признаки генеративных побегов *Epipactis atrorubens* (средние показатели за период 2010-2017 гг.)  $M \pm m$  (CV)

№ ЦП	Высота рас- тения, см	Высота со- цветия, см	Число цветков	Число листьев	Ширина листа, мм	Длина листа, мм
ЦП1	32,8±1,5(50)	8,6±0,40,3	9,8±0,3(31)	5,3±0,2(38)	25,6±0,9(52)	50,3±1,0(25)
ЦП2	28,7±1,3(39)	10,5±0,6(49)	11,7±0,7(3)	5,6±0,1(18)	30,4±0,9(25)	52,9±1,5(24)
ЦП3	30,0±1,0(33)	12,2±0,5(44)	15,4±0,6(40)	5,9±0,1(20)	30,0±0,9(33)	59,2±1,1(20)
ЦП4	25,0±1,0(27)	6,5±0,5(66)	11,8±1,1(66)	5,1±0,1(20)	24,7±1,1(34)	50,6±1,(19)

Большинство морфометрических показателей генеративных растений варьировали в значительной степени. Средний уровень варьирования наблюдался только у числа листьев в ЦП 2, 3, 4 и длины листа в ЦП 4, низкий у высоты соцветий в ЦП1 и числа цветков в ЦП2.

В целом состояние обследованных ценопопуляций *Epipactis atrorubens* можно оценить как благополучное. Первые три из них имеют достаточно высокую плотность, численность, степень генеративности и нормальный габитус. Четвёртая ценопопуляция малочисленная, представлена растениями меньшей высоты, но число цветков и листьев на растениях, а так же размеры листа отличаются от растений других ЦП недостоверно. В настоящее время угрозы существованию *Epipactis atrorubens* в верхнем течении реки Печора в пределах Печоро-Илычского заповедника не существует.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Г. Н. Методика биометрических расчётов - М: Наука, 1973. 256 с.
2. Кириллова И.А. Орхидные Печоро-Илычского заповедника (Северный Урал). Сыктывкар, 2010. 144 с.
3. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.
4. Лавренко А.Н. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника / А.Н. Лавренко, З.Г. Улле, Н.П. Сердитов. СПб, 1995. 256 с.
5. Леонтьев А.М. Плодоношение ели сибирской на верхней Печоре. // Труды Печоро-Илычского гос. заповедника. – Сыктывкар, 1963. – Вып. 10. – С. 5–87.
6. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М., 1986, 33 с.
7. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М., 1976. 217 с.

Киселева В.В.

### ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ – ИНТРОДУЦЕНТЫ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

ФГБОУ ВПО «Мытищинский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана»,  
г. Мытищи, Российская Федерация, vvkisel@mail.ru

*The author discusses the species composition, origin and occurrence of tree and shrub species, extraneous to the flora of the national park Losinyi Ostrov (Moscow). Fifty-seven of 80 trees and 42 of 59 shrubs are alien species; 13 and 8 of them, respectively, demonstrate the trend to naturalization. However, at present no special measures of alien species control are required.*

Важнейшей задачей особо охраняемых природных территорий является сохранение видо-вого разнообразия. Одним из критериев их природоохранной эффективности является доля участия нехарактерных для местной флоры видов [2]. В высоко урбанизированных регионах больше влияние на видовой состав растительности оказывают интродуцированные и культурные виды.

Описывая флору городских лесов Москвы, Л. А. Дейстфельдт с соавторами показали, что в крупных массивах площадью в сотни и тысячи гектаров доля заносных и культурных видов составляет около 30% [1]. Не является исключением и национальный парк «Лосиный Остров», расположенный в Москве и Ближнем Подмосковье.

В ходе инвентаризации флоры национального парка было выявлено 80 видов деревьев и 59 видов кустарников, из них соответственно 57 и 42 вида (71,2%) не относятся к местной флоре [1].

Большинство нехарактерных для местной флоры видов появились в 1950–70-е годы, когда «Лосиный остров» входил в состав лесопаркового защитного пояса Москвы; в нем существовали зоны отдыха, в которых широко практиковались декоративные посадки видов, типичных для городского озеленения.

подавляющее большинство видов деревьев, представленных ниже в таблице 1, использовалось при создании регулярных посадок (аллей, живых изгородей, оформления опушек) и декоративных композиций у экоцентров и зданий лесничеств. Создавались и экспериментальные лесопарковые посадки с преобладанием или заметным участием видов-интродуцентов, в том числе экзотических. Более того, 4 вида использовались для создания лесных культур, в основном в середине XX в. – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), режа – дуб красный (*Quercus rubra* L.) и тополь черный (*Populus nigra* L.).

Тринадцать из 22 представленных в таблице 1 видов способны к естественному возобновлению в условиях национального парка. Как правило, область, где появляется естественное возобновление, не превышает десятков метров от источников обсеменения. Исключение составляют ясень пенсильванский, который из культур проникает в соседние выделы под полог, и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), который специально в национальном парке не высаживался, но распространился из городского озеленения.

Если последний как исключительно светолюбивый вид занимает опушки и нарушенные участки, то теневыносливый ясень прочно закрепляется под пологом березы или сосны и местами входит в состав 2-го яруса.

Кустарников, чуждых местной флоре и встреченных неединично, насчитывается 34 вида. Все они встречаются в регулярных посадках и в озеленении, большинство из них способно проникать на территорию парка, но встречаются нечасто; 5 видов вводились как подлесочные породы в лесопарковые посадки. Восемь видов способны натурализоваться настолько, что принимают участие в сложении подлеска. В первую очередь это рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A.Br.), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) и свидина белая (*Cornus alba* L.), которые, распространяясь из живых изгородей и с опушек, способны локально занять доминирующее место в подлеске.

Интродуцированные виды отмечаются и на постоянных пробных площадях лесного мониторинга. При этом 4 площади заложены в культурах лиственницы сибирской, 2 площади имеют в составе насаждений экзотические виды, еще на 4 площадях такие деревья присутствуют единично. Присутствие кустарников-интродуцентов еще более заметно – они участвуют в подлеске на 20 пробных площадях из 58.

Несмотря на то, что нехарактерные для национального парка виды составляют более 2/3 списочного состава флоры деревьев и кустарников, их участие в сложении растительных сообществ незначительно. Исключение составляют культуры лиственницы и ясеня пенсильванского, занимающие соответственно 2% и 1% от площади лесных земель национального парка. Несмотря на то, что 13 видов деревьев и 8 видов кустарников способны к натурализации, специального контроля за их распространением в настоящее время не требуется. Однако посадки интродуцентов в будущем нежелательны как несоответствующие задачам национального парка по сохранению природного видового разнообразия.

Таблица 1 – Характер распространения видов деревьев, чуждых местной флоре, в национальном парке «Лосиный остров»

№	Вид	культуры	лесопарковые посадки	регулярные посадки и озеленение	спорадически	способность к естественному возобновлению
1	Бархат амурский, <i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	-	+	+	+	ед.
2	Вяз приземистый, <i>Ulmus pumila</i> L.	-	-	+	+	+
3	Дуб красный, <i>Quercus rubra</i> L.	+	+	+	-	+
4	Ель колючая, <i>Picea pungens</i> Engelm.	-	-	+	-	-
5	Ива причерноморская, <i>Salix euxina</i> I.V. Belyaeva	-	-	+	+	?
6	Клен гиннала, <i>Acer ginnala</i> Maxim.	-	-	+	+	ед.
7	Клен ложноплатановый, или явор, <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	-	+	-	+	+
8	Клен татарский, <i>Acer tataricum</i> L.	-	+	+	+	+
9	Клен ясенелистный, <i>Acer negundo</i> L.	-	-	+	+	+
10	Конский каштан обыкновенный, <i>Aesculus hippocastanum</i> L.	-	+	+	+	+
11	Липа крупнолистная, <i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	-	-	+	+	+
12	Лиственница даурская, или Гмелина, <i>Larix dahurica</i> Turcz. [ <i>L. gmelinii</i> (Rupr.) Rupr. ex Gord.]	-	-	+	-	-
13	Лиственница европейская, <i>Larix decidua</i> Mill.	-	+	-	-	-
14	Лиственница сибирская, <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	+	+	+	?	-
15	Орех манчжурский, <i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	-	+	+	-	ед.
16	Сосна кедровая сибирская, <i>Pinus sibirica</i> Du Tour	-	-	+	-	-
17	Тополь канадский, <i>Populus x canadensis</i> Moench	-	-	+	+	-
18	Тополь сереющий, <i>Populus x canescens</i> (Ait.) Smith	-	-	+	+	+
19	Тополь сибирский, <i>Populus x sibirica</i> G.Krylov	-	-	+	+	-
20	Тополь черный, <i>Populus nigra</i> L.	+	+	+	+	+
21	Черемуха Маака, <i>Padus maackii</i> (Rupr.) Kom.	-	+	+	-	-
22	Ясень пенсильванский, <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	+	+	-	+	+
Всего, число видов		4	11	19	14	13

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дейстфельдт Л. А. Аннотированный список видов сосудистых растений московской части Лосиног Острова / Л. А. Дейстфельдт, Ю. А. Насимович, К. Ю. Теплов // Предварительные итоги изучения флоры Лосиног Острова. — М., 2011. — С. 7-70.
2. Стишов М.С. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. — М.: WWF России, 2012. — 284 с.

## ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»,  
г. Барнаул, Российская Федерация, kononcevaasau@mail.ru, zhan.khludentsov@mail.ru

*During the monitoring of vegetation cover in specially protected natural areas, special long-term monitoring of its state is carried out on permanent test sites and key areas. The paper presents the main stages of monitoring, criteria for evaluation of the field survey of vegetation, features of studying populations of rare and endangered plant species.*

Ведущую роль в сохранении в естественном состоянии типичных участков основных ландшафтов природно-географических зон играют особо охраняемые природные территории (ООПТ) [2, 3, 4]. Главенствующими задачами, стоящими перед ними, являются как охрана, так и изучение биологического разнообразия заповедных и соседних с ними территорий [5, 6, 7]. Проведение государственного мониторинга состояния объектов растительного мира на ООПТ организует Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края в соответствии с федеральным и региональным законодательствами [1].

Мониторинг объектов растительного покрова – это мониторинг одного из компонентов локальной экосистемы, представляющий собой систему регулярных наблюдений за распространением, численностью, состоянием указанных объектов, структурой, качеством и площадью среды их обитания.

При проведении мониторинга растительного покрова проводят специальное длительное слежение за его состоянием на постоянных пробных площадках и ключевых участках.

Организация мониторинга растительного покрова на ООПТ Алтайского края включает 3 этапа: подготовительный, полевой и камеральный.

На подготовительном этапе производится сбор исходных данных по землеустройству, лесоустройству, геоботанике, анализируются фондовые материалы управления по охране окружающей среды Алтайского края, ряда научно-исследовательских организаций, уточняются границы объекта, варианты оптимального подъезда к ООПТ, разрабатывается план обследования.

Полевой этап включает натурное обследование особо охраняемых природных территорий. Данный этап имеет сезонный характер и возможен лишь в вегетационный период.

На третьем, заключительном, этапе обрабатываются полевые данные, дается оценка состояния растительного покрова ООПТ, разрабатываются природоохранные рекомендации, создается информационная база по мониторингу растительности, дается экспертная оценка возможных изменений флор и популяций отдельных видов, составляется прогноз состояния ООПТ.

В большинстве случаев при проведении работ оценивается состояние растительности и почвенного покрова.

При полевом обследовании состояния растительности в качестве основных критериев оценки рекомендуют принимать:

- 1) обилие и соотношение в сообществах аборигенных и синантропных видов, определяющих степень деградации сообществ;
- 2) жизненное состояние (жизненность) видов в локальных популяциях;
- 3) степень синантропизации фитоценозов;
- 4) санитарное состояние древостоя.

Дополнительными критериями служат:

- 1) нарушенность растительного покрова;

2) повреждения древостоя.

При геоботаническом описании территории используется детально-маршрутный метод исследования растительности. Описание растительности проводится по общепринятым методикам. Для изучения популяций редких и исчезающих видов растений также используется общепринятые методические разработки. Для точного позиционирования заложённых площадок наблюдений используется навигационный прибор GPS.

При описании охраняемых видов растений указывают их категорию (статус) в виде условного обозначения: исчезающие виды (1, или E); уязвимые, сокращающие ареал (2, или V); узколокальные эндемики или субэндемики Алтайского края, южного Алтая (2а, или V(a)); виды с ограниченным ареалом, на территории России встречаются только на Алтае или реже в немногих районах Сибири, только в очень специфических местообитаниях (2б, или V(б)); виды с более обширными ареалами, очень редкие и явно уязвимые именно на территории края (2в, или V(v)); редкие виды (3, или R); редкие эндемичные или субэндемичные виды Алтая, Алтае-Саянской горной страны или Алтая и Джунгарии, реже еще более широко ареальные (3а или R(a)); редкие виды с широкими ареалами, часто произрастающие в специфических местообитаниях (3б, или R(б)); редкие виды, входящие в Красную книгу РФ, которые могут охраняться в системе местной охраны (особенно в сочетании с их расширенной культурой в условиях края) (3в, или R(v)); виды, которые заслуживают особых мер местной охраны, но сведения об их популяциях на территориях края незначительны (4, или In).

При мониторинге растительности важно следить и за изменением почвы. Для этого закладывают почвенные выработки (разрезы, прикопки, полуямы), из которых отбирают для дальнейшего изучения образцы почв и подземной фитомассы.

Мониторинг растительного покрова можно проводить на разных уровнях в соответствии с пространственной дифференциацией биосферных систем: уровне ландшафтного геоботанического района, уровне мезокомбинации растительного покрова, уровне микрокомбинации и растительного сообщества, или контурфитоценоза. При мониторинге растительности следует выявлять ведущие факторы, вызывающие периодические изменения конкретных растительных сообществ (климат, изменение уровня грунтовых вод, изменение степени засоления, подкисления почв и др.). Для этого необходимо привлекать ученых из научно-исследовательских центров, институтов, университетов, создавать качественную базу с использованием современных информационных технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Байлагасов Л. В. Теория и практика заповедного дела: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 022000 "Экология и природопользование" / Л. В. Байлагасов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Горно-Алтайский гос. ун-т". – Горно-Алтайск : РИО Горно-Алтайского госуниверситета, 2013. – 260 с.
2. Биологическое разнообразие и мониторинг природных комплексов на особо охраняемых природных территориях Алтае-Саянского экорегиона: научные труды Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона / отв. ред. В. В. Непомнящий. – Новосибирск : СО РАН. Вып. 2. – 2009. – 108 с.
3. Мониторинг охраняемых растений и животных в заказниках Алтайского края: учеб. пособие / М. М. Силантьева [и др.]; АлтГУ. – Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2013. – 176 с.
4. Хлуденцов Ж.Г. Лесорастительные условия и почвы Новичихинского лесхоза / Ж.Г. Хлуденцов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: VIII Междунар. науч.-практ. конф. (6–7 февраля 2013 г.): в 3 кн. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – Кн. 2. – С. 498–500.
5. Хлуденцов Ж.Г. Почвоохранная роль лесной растительности в районах проявления водной эрозии почв в условиях Алтайского края / Ж.Г. Хлуденцов, Е.В. Кононцева // Почвы России: современное состояние, перспективы изучения и использования: материалы докладов VI съезда Общества почвоведов и Докучаева. Всероссийская с междунар. участием науч. конф. (Петрозаводск – Москва, 13-18 августа 2012 г.): в 3 кн. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – Кн. 1. – С.377–378.

6. Хлуденцов Ж.Г. Почвы Егорьевского заказника Алтайского края // Ж.Г. Хлуденцов, Е.В. Кононцева // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: VIII Междунар. науч.-практ. конф. (6–7 февраля 2013 г.): в 3 кн. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – Кн. 2. – С. 500–502.

7. Хлуденцов Ж.Г. Эдафические факторы защитных лесных насаждений сухой степи / Ж.Г. Хлуденцов, Е.В. Кононцева // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Международной научн.-практ. конф.: в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – Т.1. – С.55–58.

Кориняк С.И.

## ГРИБЫ РОДА *ALTERNARIA* В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, SS70@mail.ru

***The work on identification of pathogen Anamorphic fungi at the at National park Bielovegskaja Pushcha at vegetation periods of time 2016–2017 was done. In result of research work 5 species of microscopic fungi from Alternaria genus on 18 species of herbs from 11 families were found. Degree of harmful of plants by fungi Alternaria was 1–2 marks.***

В целях оценки состояния растительного мира и рационального использования лесных ресурсов на особо охраняемых территориях Беларуси в государственном природоохранном учреждении «Национальный парк «Беловежская Пуща» проведены исследования по изучению анаморфных грибов, среди которых встречаются грибы рода *Alternaria*. В природных экосистемах грибы данного рода являются, в основном, сапротрофами, однако при изменяющихся экологических факторах грибы рода *Alternaria* могут выступать в качестве фитопатогенов и провоцировать возникновение пятнистостей на листьях сосудистых растений. Поэтому изучение патогенной микобиоты позволяет оценить вред, наносимый микромицетами, и вовремя разработать защитные мероприятия для предотвращения распространения грибной инфекции, поражающей растения, и возникновения эпифитотий.

Ботанические исследования проводились в вегетационные периоды 2016-2017 годов маршрутным методом. Изучение микобиоты сопровождалось сбором гербарного материала. При изучении видового состава микромицетов использованы общепринятые микологические методы. Для определения и уточнения видовых названий растений использованы online-определитель растений *Plantarium*, а также монография Н.Н. Цвелева. Названия нижеприведенных видов грибов согласованы с международной микологической глобальной базой данных *Index fungorum*.

*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

На листьях *Trientalis europaea* L. (*Primulaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 133 г. Сосняк орляково-чернично-кислично- мшистый.

На листьях *Alchemilla vulgaris* L. (*Rosaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 172. Сосняк орляково-чернично-кислично- мшистый.

На листьях *Veronica officinalis* L. (*Scrophulariaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 172. Сосняк орляково-чернично-кислично- мшистый.

На листьях *Chimaphila umbellata* (L.) Nuth. (*Pyrolaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 158. Сосняк можжевельново-чернично-бруснично-мшистый.



На листьях *Convallaria majalis* L. (*Liliaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 б. Сосняк чернично-мшистый.

На листьях *Vaccinium myrtillus* L. (*Ericaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 21 г. Сосняк чернично-бруснично-мшистый. Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 108в. Сосняк орляково-чернично-мшистый. Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 36 в. Сосняк можжевельново-чернично-бруснично-мшистый.

На листьях *Lysimachia vulgaris* L. (*Primulaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 21 г. Сосняк чернично-бруснично-мшистый.

На листьях *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avtor. (*Ericaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 36 в. Сосняк можжевельново-чернично-бруснично-мшистый.

На листьях *Hepatica nobilis* Schreb. (*Ranunculaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

На листьях *Ranunculus lanuginosus* L. (*Ranunculaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

*Alternaria chartarum* Preuss.

На листьях *Fragaria vesca* L. (*Rosaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 133 г. Сосняк орляково-чернично-кислично-мшистый. Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 108 в. Сосняк орляково-чернично-мшистый.

На листьях *Rubus idaeus* L. (*Rosaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», Новоселковское л-во, кв. 186. Ольс разнотравный.

На листьях *Rubus nessensis* W.Hall. (*Rosaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 36 в. Сосняк можжевельново-чернично-бруснично-мшистый.

*Alternaria consortialis* (Thuem.). Groves et Hughes.

На листьях *Phragmites australis* Trin. (*Gramineae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 107 б. Сосняк орляково-чернично-мшистый.

На листьях *Calamagrostis arundinaceae* Roth. (*Gramineae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 36 в. Сосняк можжевельново-чернично-бруснично-мшистый.

*Alternaria rumicicola* R.L. Mathur.

На листьях *Rumex confertus* L. (*Polygonaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Новоселки, Новоселковское л-во, кв. 133 г. Сосняк орляково-чернично-кислично-мшистый.

*Alternaria tenuissima* (Fr.) Wiltshire.

На листьях *Polygonatum officinale* All. (*Liliaceae*). Брестская обл., Пружанский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Бабинец, Урочище Тисовик, Никорское л-во, кв. 562. Грабняк мертвопокровный;

На листьях *Majanthemum bifolium* (L.) Fr. (*Liliaceae*). Брестская обл., Пружанский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Перерово, Никорское л-во, кв. 589. Кленовник разнотравный. Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 108а. Сосняк орляково-чернично-мшистый. Гродненская обл., Свислочский р-н,

ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 108а. Сосняк орляково-чернично-мшистый.

На листьях *Trientalis europaea* L. (*Primulaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 108 в. Сосняк орляково-чернично-мшистый.

На листьях *Polygonatum officinale* L. (*Liliaceae*). Гродненская обл., Свислочский р-н, ГПУ НП «Беловежская пуца», окр. д. Жарковщина, Свислочское л-во, кв. 77 а. Смешанный лес.

В результате проведенных ботанико-микологических исследований за прошедшие вегетационные периоды 2016–2017 гг. в НП «Беловежская пуца» собран гербарный материал растений с явными признаками поражений анаморфными грибами. В процессе микроскопических исследований собранного материала выявлено 5 видов микромицетов рода *Alternaria*, на 18 представителях из 11 семейств сосудистых растений. Практически во всех исследуемых локалитетах (13) отмечено слабое или умеренное поражение растений анаморфными грибами рода *Alternaria* (1-2). Однако высокая распространенность – практически по всему Национальному парку – требует дополнительных микологических исследований, оценки фитопатологической ситуации (определение степени поражения растений и распространенности патогенных микромицетов), а также разработки профилактических мероприятий по снижению распространенности анаморфных грибов.

Кручонок А.В.<sup>1</sup>, Козлова О.Н.<sup>1</sup>, Ивкович Е.Н.<sup>2</sup>, Автушко С.А.<sup>2</sup>, Ивкович В.С.<sup>2</sup>

## ОЦЕНКА МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК *OPHRYS INSECTIFERA* L. ДВУХ УДАЛЕННЫХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,

г. Минск, Республика Беларусь, A.Kruchonok@cbg.org.by

<sup>2</sup>ГПУ «Березинский биосферный заповедник»,

д. Домжерицы, Витебская обл., Республика Беларусь, valery.ivkovich@tut.by

*The ecological conditions of two coenopopulations of *Ophrys insectifera* L. are considered. The ecological stress points have been determined by the method of phytoindication. The morphological traits have been analyzed.*

*Ophrys insectifera* L. – реликтовый европейско-средиземноморский вид, произрастающий в Беларуси в отдельных локалитетах за восточной границей ареала, находящийся на грани исчезновения (I категория (CR)). Мезоэвтрофный мезогигрофит. Охраняется в России, Украине, Эстонии, Литве и Латвии. Включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС. В Беларуси известно 2 места произрастания. В Березинском биосферном заповеднике (ББЗ) представлен несколькими локалитетами (Созинов, 2010), один из которых является пунктом постоянного наблюдения в системе мониторинга растительного мира МРМ-КК-Вм-5. Вторая ценопопуляция обнаружена в 2015 г в окрестностях д. Веркуды, Ушачский р-н, Витебская обл. (Кручонок, Козлова, 2015).

Обе популяции произрастают на территориях, относящихся к редким биотопам. В случае с ББЗ речь идет о мезотрофной, мелкоконтурной заболоченной луговине с высоким уровнем видового разнообразия (76 видов, из них 10 относятся к редким и охраняемым), значительным (около 35%) зарастанием ивняками и березой бородавчатой. Популяция офрис насекомоносной в окрестностях д. Веркуды расположена на деградированной заболоченной территории с признаками низинного болота, в сообществе из 35 видов, 3 из которых охраняемые. Обе территории носят признак присутствия карбонатных растворов в субстрате.

Геоботаническое описание фитоценозов двух популяций осуществлено в пределах пробной площади 100 м<sup>2</sup> (5x20 м) (Ипатов, 2008). Фитоиндикация экологических режимов биотопа проведена согласно Д.Н. Цыганову (Цыганов, 1983). Диапазон экологической толерантности определен согласно схеме Л.А. Жуковой (Жукова, 2010). Экологическое положение ценопопуляции оценили, сравнив значения градаций факторов в изученном биотопе по значению регрессии (Бузук, Созинов) с амплитудой валентности офрис насекомоносной в пределах подзоны хвойно-широколиственных лесов (рисунок 1).

Анализируя экограмму, можно сделать вывод о факторах напряженности среды, которые влияют на жизнеспособность популяций. Из полученных данных видно, что обе популяции расположены в оптимальных границах климатической группы факторов (омброрежим, степень континентальности, криоклимат) и только по термоклиматическому параметру они находятся в зоне стресса. Условия обеих популяций показывают недостаток освещенности. И отрицательное влияние этого фактора будет прогрессировать, учитывая темпы закустаривания территорий. Обе популяции лежат в зоне переизбытка увлажнения почв. Также обе популяции испытывают стресс в зоне рН реакции почв по сравнению с оптимальными значениями. Популяция ББЗ имеет недостаток трофности по сравнению с популяцией Веркуды и оптимальными значениями, установленными для данного вида (Вахрамеева и др., 2014).

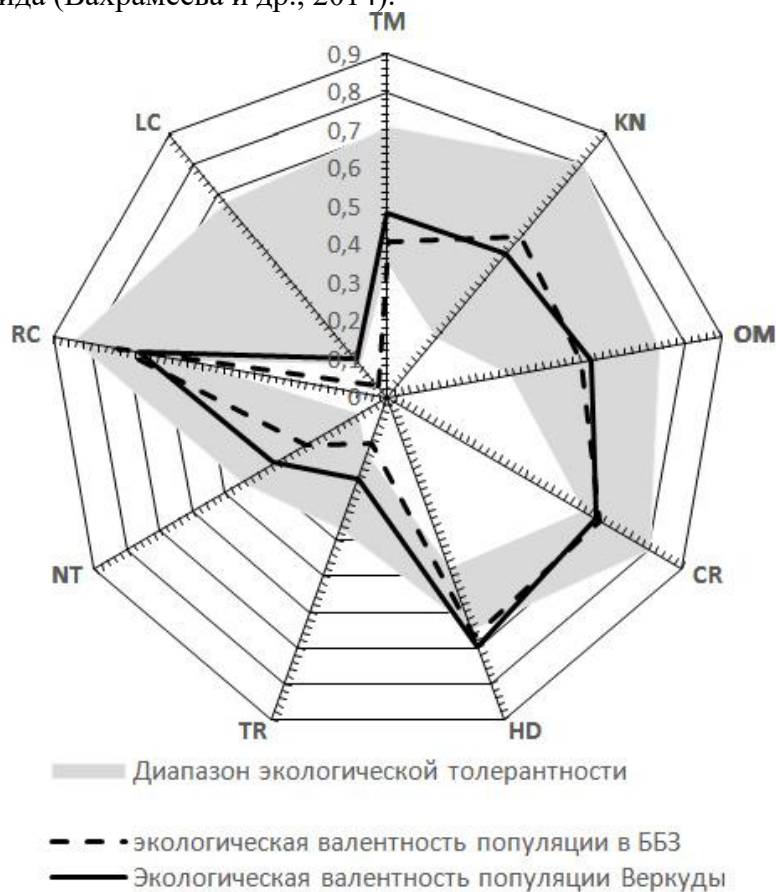


Рисунок 1 - Сравнительная экограмма двух исследуемых популяций *Ophrys insectifera* L.

Шкала: TM – термоклиматическая, KN – континентальности климата, OM – аридности/гумидности климата, CR – криоклиматическая, HD – увлажнения почв, TR – трофности почв, NT – богатства почв азотом, RC – кислотности почв, LC – освещенности/затенения (по Цыганову, 1983); оси нормированы по удельным значениям экологических шкал.

При изучении морфомерических характеристик в исследуемых локалитетах *O. insectifera* производили замеры на тридцати генеративных особях в каждой популяции, расположенных на расстоянии не менее 30–40 см друг от друга. Замеры производились 11 июня (Ушачский район) и 19 июня (ББЗ) 2016 года, а так же в Ушачском районе повторно в 2017 году 23 июня и 25 июня в ББЗ. Основные морфометрические показатели *O. insectifera* в исследуемых популяциях соответствуют видовым характеристикам (Вахрамеева и др., 2014). Следует отметить, что выборка по такому показателю как длина листа была малочисленной, т.к. у более 60% исследуемых особей в обеих популяциях верхушка листовой пластинки была повреждена, что, вероятно, связано с подзимним отрастанием листьев у растений и, как следствие, обморожением верхней части листа при минусовых температурах. Существенная разница в высоте особей в одной и той же популяции в разные годы объясняется сроками проведения замеров (рисунок 2). Так как у представителей рода *Ophrys* нарастание цветоноса происходит по мере раскрытия цветков, показатели высоты растения могут значительно варьировать в зависимости от фазы цветения. В начале цветения растения будут короче, чем по его окончании. Таким образом, учет морфометрических характеристик у *O. insectifera* лучше проводить при полном раскрытии соцветия. Количество цветков на особь в среднем было выше у ушачской популяции два года подряд, однако достоверной разницы между этими значениями получено не было. Так же стоит отметить низкую завязываемость плодов (не более 30% от числа цветков в соцветии) в обеих исследуемых популяциях.

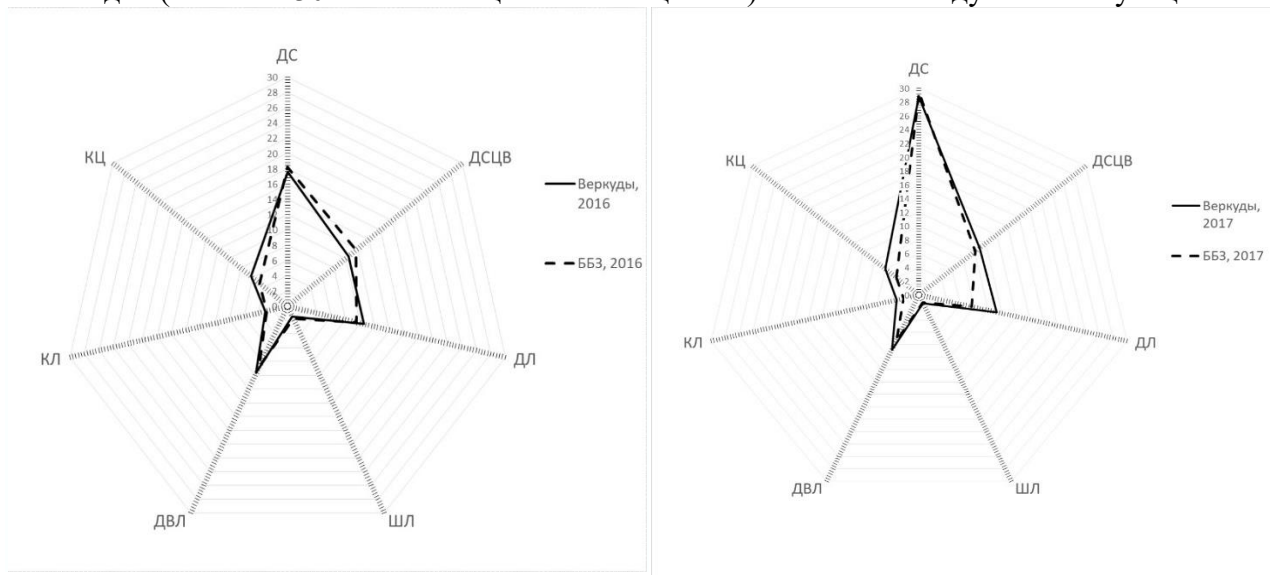


Рисунок 2 - Морфограммы структуры особей *O. insectifera* в двух исследуемых популяциях в 2016 (слева) и в 2017 (справа)

ВР - высота растения; ДЛ - длина листа, см; ШЛ - ширина листа, см; ДВЛ - длина влагалищного листа, см; КЛ - количество листьев, шт; КЦ - количество цветков, шт.

Исходя из полученных данных, можно предположить, что вид является морфологически консервативным (разница в экологических условиях достоверно не влияет на основные морфометрические показатели). Устойчивость популяции определяется ее способностью к самоподдержанию вследствие репродукционных процессов (Злобин, 2013). Такие показатели как количество цветков и завязываемость плодов являются важными при описании репродукционного потенциала популяции. Однако исследование консортивных связей с опылителями, качества семенного материала, генетической гетерогенности особей, а также динамики онтогенетического спектра популяции по годам даст более полную картину о реализации репродуктивной стратегии *Ophrys* в исследуемых популяциях.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО  
ФИТОИНДИКАЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ВАЛЕНТНОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *ASTRANTIA MAJOR L.***

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, A.Kruchonok@cbg.org.by, V.Anoshenko@cbg.org.by, V.Titok@cbg.org.by

<sup>2</sup>ГПУ «Национальный парк «Беловежская Пуща»,  
д. Каменюкі, Брестская обл., Республика Беларусь, valentinakrav77@gmail.com

*The results of the ecological analysis of *Astrantia major L.* in situ and ex situ habitats conditions are presented. Comparison between ecological amplitudes and ecological optimums of species and actual ecological conditions at the site of the growth of the coenopopulation makes it possible to determine limiting factors.*

Астранция большая (*Astrantia major L.*) – вид, находящийся на грани исчезновения, I категория (CR). Естественный ареал вида охватывает преимущественно горные районы Центральной Европы. Отдельные местонахождения известны в Восточной Европе: Литва, Латвия, Украина и Молдова. Из белорусских известных ранее ценопопуляций достоверно авторами инвентаризирована лишь одна, расположенная в Национальном парке «Беловежская пуща», в дубраве грабово-кисличной, состоящая из 14 особей, развивающаяся в правосторонний тип без признаков генерации на момент осмотра (23.05.2018 г.). Впервые данное местопроизрастание в Беловежской пуще было описано в начале 1970-х гг. О. М. Грушевской. Ранее эта популяция была довольно многочисленна и насчитывала около 120 экземпляров, хотя уже тогда она была представлена слаборазвитыми особями с нерегулярным цветением (Грушевская, 1981). По результатам исследований возрастного спектра ценопопуляции, проведенных в течении ряда лет, отмечена тенденция к ее медленному угасанию (рисунок 1).

Характерной особенностью онтогенетического спектра ценопопуляции астранции в пуще, по нашему мнению, является наличие значительного количества квазисенильных растений, численность которых может достигать половины всех особей в популяции. Эта группа потенциально является генеративной, но не вступает в фазу цветения в силу ряда факторов (Работнов, 1975, Смирнова, 1984).

В ЦБС НАН Беларуси в коллекции редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси содержится образец (около 20 растений), выращенный из семян, полученных из Беловежской пущи. На протяжении последних пяти лет в рамках заданий ГПНИ проходят всесторонние исследования этого вида – экологические, морфологические, анатомические и карпологические. Также проведен сравнительный анализ фрагментов ДНК беловежской ценопопуляции, родственных ей образцов из ЦБС и контрольных образцов из горных областей Европы, собранных в природе и содержащихся в ботанических садах. Также на территории ЦБС проходит испытание модель переноса в фитоценоз специально выращенных гетерогенных разновозрастных семянцев (Кручонок, 2018).

Для сохранения биоразнообразия Национального парка «Беловежская пуща» авторами в рамках выполнения ГПНИ «Природопользование и экология» подпрограммы 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» по заданию 2.23 «Создание научных основ формирования национального резервного генофонда редких и исчезающих видов растений природной флоры Беларуси и определение путей их сохранения и репатриации» запланированы природоохранные транслокационные мероприятия, направленные на восстановление этой популяции.

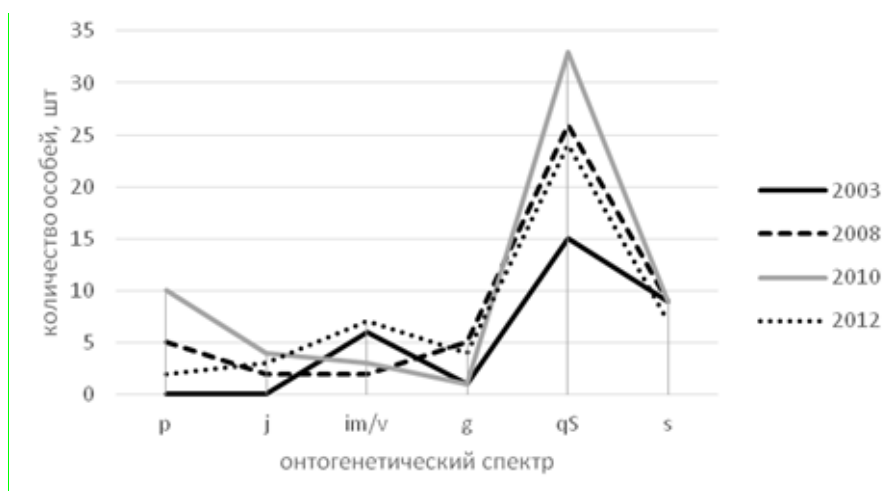


Рисунок 1– Динамика онтогенетических спектров ценопопуляции *A. major* L в Беловежской пушке (2003–2012 гг.)

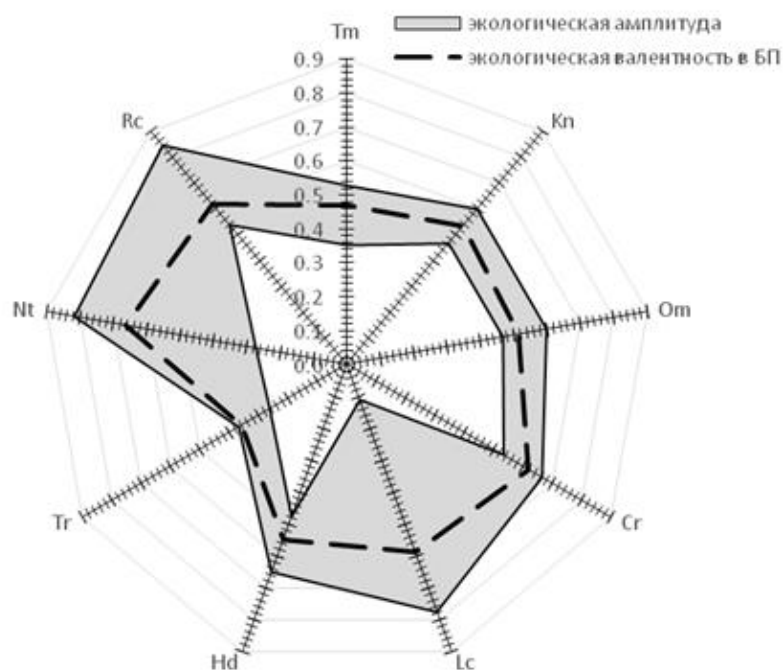


Рисунок 2 – Экограмма ценопопуляции *Astrantia major* L. в Беловежской пушке (БП)

Шкала: ТМ – термоклиматическая, КN – континентальности климата, ОМ – аридности/гумидности климата, СR – криоклиматическая, НD – увлажнения почв, ТR – трофности почв, NТ – богатства почв азотом, RС – кислотности почв, LС – освещенности/затенения (по Цыганову, 1983); оси нормированы по удельным значениям экологических шкал

Для разработки адекватных моделей транслокационных мероприятий (реинтродукции и репатриации) редких видов растений необходимы исследования экологического пространства территории, перспективной для транслокационных мероприятий. Мы остановили свой выбор на методе фитоиндикации, с помощью которого возможно определить специфику растительного сообщества, перспективного местообитания и комплекс условий, определяющих эту специфику.

Также этим методом возможно определить экологическую толерантность и бионтность репатрируемого вида, что поможет точнее вписать его в экологическое пространство будущего места произрастания.

Сравнивая фактическое (реальное) положение ценопопуляции, определенное по регрессии амплитудных значений видов сообщества (Бузук, Созинов, 2009) с амплитудой вида по Цыганову, можно получить визуализацию потенциальных и реализованных экологических возможностей ценопопуляции.

Анализируя экограмму (рисунок 2), стоит отметить, что положение растительного сообщества находится как раз посредине амплитудных расстояний, что указывает на подходящее место произрастание. Особенно важно положение в пределах амплитудных значений климатической группы факторов. Положение показателя трофности (TR) сообщества лежит ближе к максимальному значению, но в пределах амплитуды. К слову, это наиболее узкое, а значит, чувствительное место.

В списке потенциальных угроз для астранции большой в Красной книге Республики Беларусь перечислены следующие: а) антропогенные: рубки леса главного пользования, хозяйственная трансформация земель, чрезмерные рекреационные нагрузки; б) природные: сильное затенение, возникающее при увеличении сомкнутости крон древесно-кустарникового яруса (КК РБ, 2015). Однако амплитуда освещенности/затенения (LC) показывает, что вид способен переносить значительное затенение. Основными же природными лимитами следует считать климатические изменения омброрежима, термоклимата и четкую приуроченность вида к узким почвенным условиям, характеризующимся наличием карбонатов. Все эти показатели в данном месте произрастания ценопопуляции находятся в оптимуме. В чем же причина угасания успешно развивавшейся ранее ценопопуляции на территории Беловежской Пуши? В современном геоботаническом описании отмечается занимающий все большую площадь и проективное покрытие подрост граба. А также место произрастания находится на краю понижения, заполненного водой, которое активно используется копытными животными. Таким образом, среди причин угасания данной ценопопуляции на первое место выходит фактор долгой изоляции и старовозрастности. Затем следуют нарушения, вызываемые копытными животными (поедание, выбивание). Далее следуют фитоценоотические изменения – сукцессионные процессы, вызванные экспансией грабового подроста. Мы считаем, что целесообразно всесторонне изученный, документированный и подготовленный с соблюдением норм экобезопасности в ЦБС НАН Беларуси гетерогенный разновозрастный посадочный материал астранции большой перенести в *in situ* и реконструировать угасающую популяцию. Участок с перенесенным материалом будет находиться поодаль от существующего популяционного поля, но на расстоянии прямого консортивного контакта.

Левкович А.В.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, anastasia-levkovich@mail.ru

*The state of populations of 10 plant species was estimated on three levels of spatial organization: local, metapopulation and regional. The integral factor ( $R_i$ ) was proposed for estimating the state of local populations and predicting their probable disappearance. The most threatened and stable species were revealed.*

В настоящее время проблема сокращения биологического разнообразия остается актуальной во всем мире. В Беларуси в Красную книгу включено 303 вида растений и грибов [1]. Численность многих из них снижается. Для разработки адекватных мер охраны и рекомендаций по восстановлению необходима полноценная оценка их состояния и устойчивости, а также регулярное проведение мониторинга.

Объектами исследования явились популяции десяти видов охраняемых растений: *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Anemone sylvestris* L., *Trollius europaeus* L., *Isopyrum thalictroides* L., *Melittis sarmatica* Klok., *Lilium martagon* L., *Listera ovata* (L.) R. Br., *Orchis morio* L., *O. mascula* (L.) L., *Neckera pennata* Hedw. Исследования проводились с 2005 по 2015 гг. Всего была изучена 661 популяция, из них 345 – при проведении полевых исследований. 298 популяций были новыми для Беларуси. Для определения годичной вариабельности численности и площади популяций было заложено 65 постоянных пробных площадей в Витебской, Минской и Гродненской областях.

Показатели, от которых зависит состояние и устойчивость популяций редких и исчезающих видов растений, определялись на трех уровнях пространственной организации: уровне локальных популяций, метапопуляционном и региональном. При этом каждому уровню соответствовал определенный набор характеризующих параметров.

Базовым уровнем исследований являлся уровень локальных популяций, на котором определялись площадь, численность, плотность, проективное покрытие, возрастной спектр, жизненность [2, 3]. Именно этот уровень являлся наиболее важным при проведении мониторинга популяций.

На метапопуляционном уровне (уровне комплексов локальных популяций в пределах одного ландшафта, лесного массива и т.п.) для видов сосудистых растений определяли количество локальных популяций в составе метапопуляции, их меру связанности, количество особей, площадь, расстояние между локальными популяциями. В случае мхов-эпифитов для каждого дерева-хозяина определялись вид дерева, диаметр ствола, глубина трещин коры, относительное покрытие мха [4]. На региональном уровне определялась доля локальных популяций каждого вида, вероятность исчезновения которых очень высока. Последний уровень позволял сделать оценку состояния вида в регионе и дать прогноз его развития в целом по республике.

В качестве показателя устойчивости рассматривалась величина среднего годового прироста численности локальных и метапопуляций [5].

В результате проведенных исследований для сосудистых растений была выявлена нелинейная зависимость среднего годового прироста популяций от предложенного нами интегрального показателя влияния исходной численности, жизненности и меры связанности на устойчивость локальных популяций ( $R_{VPi}$ ), имевшая вид треугольника с основанием по вертикальной шкале прироста и затухающим к его вершине размахом колебаний. Сам интегральный показатель  $R_{VPi}$  выражался формулой 1 [5, 6].

$$R_{VPi} = \ln((N_{VPi} + \sqrt{C_{VPi}}) \times V_{VPi}) \quad (1),$$

где  $R_{VPi}$  – интегральный показатель влияния исходной численности, жизненности и меры связанности на устойчивость  $i$ -й локальной популяции видов сосудистых растений;  $N_{VPi}$  – исходная численность  $i$ -й локальной популяции, экз.;  $V_{VPi}$  – жизненность  $i$ -й локальной популяции, балл;  $C_{VPi}$  – мера связанности  $i$ -й локальной популяции.

Было установлено, что при значениях данного показателя менее конкретной величины, специфичной для каждого вида, вероятность вымирания локальных популяций возрастала. Следовательно, вычислив данную критическую величину для вида, можно было определить, какие его локальные популяции находятся под наибольшей угрозой исчезновения, и, таким образом, в



первую очередь на них направлять усилия по сохранению. Особенностью такого подхода является то, что здесь учитывается состояние не только одной конкретной популяции, но их комплексов, а также «эффект спасения», возможность переноса семян из соседних локальных популяций, что влияет на вероятность вымирания.

Для исследования состояния популяций мха-эпифита *Neckera pennata* был предложен интегральный показатель влияния параметров деревьев-хозяев, обилия и меры связанности на устойчивость популяций ( $R_{Bi}$ ) (формула 2) [7].

$$R_{Bi} = \ln \left( \prod x_{im} \cdot Ab_{Bi} \cdot C_{Bi} \right) \quad (2),$$

где  $R_{Bi}$  – интегральный показатель влияния параметров деревьев-хозяев, обилия и меры связанности на устойчивость популяции *Neckera pennata* на  $i$ -м дереве;  $x_{im}$  – значение  $m$ -й локальной переменной, которая, как предполагается, влияет на  $R_{Bi}$ ;  $Ab_{Bi}$  – проективное покрытие мха на  $i$ -м дереве на площадке 35 см x 35 см, %;  $C_{Bi}$  – мера связанности для  $i$ -го дерева.

Данный параметр отражает, насколько оптимальны характеристики субстрата (дерева-хозяина) и насколько связаны локальные популяции друг с другом, что необходимо для стабильности и дальнейшего роста популяции и метапопуляции. Для данного вида также было определено критическое значение  $R_{Bi}$ , зависевшее от пород деревьев, на которых поселялся мох.

В результате исследования было показано, что из изученных видов под наибольшей угрозой исчезновения находятся *Trollius europaeus*, *Orchis morio*, *Lilium martagon* и *Isopyrum thalictroides*, у которых более 60% локальных популяций имели высокую вероятность исчезновения. Также более 50% локальных популяций *Listera ovata* и *Orchis morio* находилось в крайне неустойчивом состоянии. Наиболее стабильное состояние характерно для *Huperzia selago* и *Neckera pennata*.

Результаты исследований показали, что причиной нестабильного состояния региональных популяций ряда видов является их узкая экологическая амплитуда, а также интенсивная антропогенная и зоогенная нагрузка.

Использование предложенного интегрального показателя  $R_i$  как для сосудистых растений, так и для мхов-эпифитов дает возможность достаточно быстро и точно на основании количественного подхода оценивать состояние локальных популяций и прогнозировать их вероятное исчезновение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Мн: БелЭн, 2005. – 456 с.
2. Порядок проведения планового обследования территории Республики Беларусь для кадастрового учета объектов растительного мира = Парадак правядзення планавага абследавання тэрыторыі Рэспублікі Беларусь для кадастравага ўліку аб'ектаў расліннага свету: ТКП 17.12-09-2015 (33140). Минск, 2015. 32 с.
3. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь / Под ред. А.В. Пугачевского. Минск, 2011. С. 40–57.
4. Snäll T., Ehrlén J., Rydin H. Colonization-extinction dynamics of an epiphyte metapopulation in a dynamic landscape. *Ecology*, 2005, no. 86, pp. 106–115.
5. Левкович, А. В. Оценка состояния и устойчивости популяций редких и исчезающих видов растений Беларуси на разных уровнях пространственной организации / А. В. Левкович // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2016. – Вып. 45. – С. 114–128.
6. Левкович, А. В. Особенности динамики цено- и метапопуляций некоторых охраняемых видов сосудистых растений Беларуси / А. В. Левкович // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2017. – Вып. 46. – С. 95–112.
7. Левкович, А. В. Динамика и прогноз развития метапопуляций мха *Neckera pennata* в Беларуси / А. В. Левкович, О. М. Масловский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 2. – С. 14–26.

**АНАЛИЗ СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ С РАЗНОЙ  
АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА»**

<sup>1</sup> РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК,  
г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup> РГУ ГНПП «Кульсайские озера», с. Саты, Алматинская обл., Республика Казахстан

***The monitoring sites were laid in 2 gorges of the State national natural park Kulsay Lakes. The estimation of vegetation disturbance in 3 plots with different anthropogenic load in the territory of the national park is given. There is a low degree of impairment (1–2) in these areas.***

Возрастающий в мире интерес к экологическому туризму приводит к усилению рекреационных нагрузок на природную среду. В связи с этим возникает необходимость оценки прямого воздействия различных видов туризма и его инфраструктуры на ландшафт и особенно на горные экосистемы.

Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері» расположен на северном макросклоне восточной части Кунгей Алатау. Климат определяется как резко континентальный. Северный макросклон Кунгей Алатау вместе с хребтами Кетмень и Заилийский Алатау объединяются в Заилийский округ Северо-Тянь-Шанской геоботанической провинции [1, 4], и распределение растительного покрова здесь носит резко выраженный поясной характер.

Для сравнительного анализа по состоянию растительных сообществ закладываются мониторинговые площадки в местах с разной степенью нарушенности растительного покрова. Определение видов проводится с использованием существующих флористических сводок и определителей [3]. Оценка нарушенности растительности проводилась согласно методике по пяти степеням [2].

Нами заложены и описаны мониторинговые площадки в подверженных рекреационной нагрузке (вблизи туристических троп) территорий, бывших сенокосных угодьях и пастбищах.

Мониторинговая площадка в ущелье Жаман-Булак на высоте 2128 м над у. м. в кустарниково-разнотравной ассоциации на склоне юго-западной экспозиции. В прошлом описываемый участок использовался под пастбище. Проективное покрытие – 100%. Состав сообщества: *Juniperus sabina*, *Lonicera altmanii*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Rosa fedtschenkoana*, *Spiraea lasiocarpa*, *Rheum wittrokkii*, *Rhodiola linearifolia*, *Seseli schrenkianum*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Festuca valesiaca*, *Festuca gigantea*, *Campanula glomerata*, *Codonopsis climatidae*, *Orobis luteus*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Agropiron repens*, *Aegopodium podagraria*, *Heracleum dissectum*, *Rhumex acetosa*, *Thalictrum foetidum*, *Polygonum nitens*, *Origanum vulgare*, *Rhumex tianschanicus*, *Hieracium pretense*, *Lamium album*, *Urtica dioica*, *Galium septentrionale*, *Artemisia absintium*, *Artemisia Gmelinii*, *Artemisia vulgaris*, *Linum olgae*, *Eremurus altaicus*, *Hypericum elegans*, *Delphinium iliense*, *Polemonium caucasicum*, *Ligularia macrophylla*, *Lathyrus pisiformis*, *Vicia cracca*, *Allium fetisowii*, *Allium tianschanicum*, *Polygonatum roseum*, *Silene venosa*, *Tulipa dasystemon*, *Valeriana turkestanica*, *Alfredia acantholepis*, *Alopecurus alpinus*, *Chamerion angustifolium*, *Geum rivale*, *Geranium divaricatum*, *Barbarea arcuate*.

Мониторинговая площадка заложена на высоте 1844 м над у. м. вблизи туристической тропы вокруг озера Кульсай-1, на склоне юго-западной экспозиции, в разнотравно-кустарниковом сообществе. Проективное покрытие – 80%. Состав сообщества включает следующие виды: *Juniperus sabina*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea lasiocarpa*, *Galium septentrionale*, *Origanum vulgare*, *Festuca valesiaca*, *Allium korolkowii*, *Aster alpinus*, *Bupleurum thianschanicum*, *Centaurea ruthenica*, *Erigeron seravschanicus*, *Alfredia nivea*, *Iris ruthenica*, *Leontopodium fedtschenkoanum*, *Ligularia*

*narynensis*, *Medicago falcata*, *Polygala hybrida*, *Potentilla orientalis*, *Pulsatilla campanella*, *Ranunculus grandifolius*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus pisiformis*, *Rhinanthus songaricus*, *Scutellaria przewalskii*, *Seseli schrenkianum*, *Veronica spicata*, *Ziziphora bungeana*, *Thymus seravschanicus*, *Trifolium pratense*, *Ferula transiliensis*, *Ajania fastigiata*, *Scabiosa ochroleuca*.

Мониторинговая площадка на озере Кульсай-2 заложена вблизи смотровой площадки на высоте 2272 м над у.м. в злаково-разнотравном сообществе с кустарником на склоне южной экспозиции. Состав сообщества: *Juniperus sabina*, *Spiraea lasiocarpa*, *Rosa laxa*, *Campanula glomerata*, *Galium septentrionale*, *Astragalus alpinus*, *Festuca valesiaca*, *Linum olgae*, *Aster alpinus*, *Alfredia nivea*, *Hieracium pratense*, *Erigeron heterochaeta*, *Poa alpina*, *Sedum hybridum*, *Ligularia macrophylla*, *Leontopodium fedtschenkoanum*, *Ligularia narynensis*, *Gentiana tianschanica*, *Polygala hybrida*, *Potentilla evestita*, *Pulsatilla campanella*, *Ranunculus krylovii*, *Artemisia gmelinii*, *Lathyrus pisiformis*, *Polygonum nitens*, *Scutellaria przewalskii*, *Seseli schrenkianum*, *Geranium pratense*, *Ziziphora bungeana*, *Rhinanthus songaricus*, *Trifolium pratense*.

Мониторинговая площадка Жаман-Булак насчитывает наибольшее число видов – 52 вида. Сорные виды (*Rhumex tianschanicus*, *Urtica dioica*, *Artemisia absintium*) составляют не более 5%. Данная площадка имеет слабую (1) степень нарушенности. Мониторинговые площадки Кульсай-1 и Кульсай-2 включают 31 и 32 вида из 15 и 17 семейств соответственно и имеют среднюю степень (2) нарушенности. Площадки Кульсай-1 и Кульсай-2 в большей степени подвержены рекреационной нагрузке, но благодаря созданной системе дорожек, деревянных настилов и специально отведенных мест для отдыха снижается степень нагрузки на окружающую растительность. Здесь имеются сорные виды (*Trifolium pratense*, *Potentilla orientalis*, *Scabiosa ochroleuca*), но их общее количество незначительно (не более 10%).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). Под ред. Рачковской Е.И., Волковой Е.А., Храмцова В.Н. – СПб., 2003. – 424 с.
2. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. – 1984. – № 5. – С. 3–16.
3. Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: ФАН, 1968–1993. – Тт. 1–10.
4. Рубцов Н.И. Геоботаническое районирование Северного Тянь-Шаня. // Изв. АН Каз ССР. Сер. Биол. – 1955. – Вып. 10. – С.3–28.
5. Флора Казахстана. Алма-Ата, 1956–1966. – Т.1–9.

Пересторонина О. Н.<sup>1</sup>, Савиных Н. П.<sup>1</sup>, Гальвас А. Г.<sup>2</sup>

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕДВЕДСКИЙ БОР» (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»,  
г. Киров, Российская Федерация, botany-vsu@yandex.ru  
<sup>2</sup>ООО «Нолинская лесопромышленная компания»,  
г. Нолинск, Российская Федерация, botany-vsu@yandex.ru

*The article noted the diversity of the communities and protected species of plants specially protected natural territories «Medvedsky bor». Proposed measures for the conservation of steppe pine forests.*

Памятник природы «Медведский бор» находится на левом берегу реки Вятки, на границе подзона южной тайги и хвойно-широколиственных лесов таежной зоны. Он создан в 1962 г. и включает сосновый лес с остепненными и неморальными элементами и цепью озер карстового

происхождения. Площадь памятника природы – 6 821,05 га (55 кварталов), расположен на материковых песчаных дюнах.

Еще в начале XX века было установлено, что в Медведском бору наряду с типичными представителями таежной флоры встречается более 30 видов степных растений: *Pulsatilla flavescens* (Zucc.) Juz., *Dianthus arenarius* L., *Dianthus borbasii* Vandas, *Dianthus fischeri* Spreng., *Gypsophila paniculata* L., *Silene borysthenica* (Grun.) Walters, *Potentilla humifusa* Willd.ex Schlecht, *Centaurea sumensis* Kalen, *Jurinea cyanooides* (L.) Reichenb и другие.

Медведский бор в течение длительного времени (еще с 30-х годов XIX века рубка деревьев разрешалась только специальной комиссией, то есть уже тогда на сосновый бор частично распространялся заповедный режим) имеет охранный режим с отменой хозяйственной деятельности. Это привело к хорошему возобновлению подроста ели, березы, которые под пологом леса создали достаточно сильное затенение. Поэтому в настоящее время все сообщества в той или иной степени изменены. Многочисленны сообщества с естественной сменой сосны елью или широколиственными деревьями. Есть участки, где смена уже прошла, и сформировался травянистый ярус типичного ельника. Смена эдификатора привела к смене растительности нижних ярусов. Возможно, в этом причина исчезновения в Медведском бору *Stipa pennata* L., *Eryngium planum* L., *Helichrisum arenarium* (L.) Moench. Тем не менее видовой состав охраняемых степных и неморальных видов еще сохраняется в «окнах», по обочинам лесных дорог и по краю леса.

Дюнный рельеф обусловил разнообразие фитоценозов на особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Медведский бор». В бору представлена вся гамма типов сосновых лесов (от беломошников до сфагновых) в окружении лесов неморального комплекса.

Растительность ООПТ «Медведский бор» объединена в 4 секции: лишайниковая, зеленомошниковая, травяная и сфагновая. Вершины песчаных дюн занимают сосняки лишайниковые, зеленомошниковые и сосняки травяно-лишайниковые. По склонам песчаных дюн отмечены сосняки зеленомошники, сосняки травяно-зеленомошниковые, сосняки лишайниково-зеленомошниковые и елово-сосновые леса зеленомошниковые и сложные (неморально-бореальные). Подножия песчаных холмов занимают сосняки бруснично-зеленомошниковые, сосняки травяно-зеленомошниковые и елово-сосновые сложные леса. В междюнных понижениях произрастают сосняки зеленомошники, травяно-зеленомошниковые и березово-сосновые леса кустарничковые. Особый интерес представляют сложные сосновые леса с присутствием степных и неморальных видов, произрастающие на внутриматериковых дюнах.

С целью сохранения реликтового соснового бора, а также входящих в его состав природных комплексов и объектов, обеспечения благоприятной среды обитания для редких и исчезающих, в том числе степных, видов постановлением Правительства Кировской области № 41/289 от 02.06.2015 г. «Об утверждении границ и режима особой охраны территории памятника природы регионального значения «Медведский бор» выделены три функциональные зоны с дифференцированным режимом лесохозяйственной деятельности: зона особой охраны; рекреационная зона; зона регулируемого лесопользования (рисунки 1).

Зона особой охраны установлена для сохранения участков естественных сообществ, мониторинга хода сукцессии, включает кварталы: 30–34, 49, 56, 57, 59, 67, 74, 76–78, 88–90, 96–98.

Рекреационная зона определена вокруг озера Чваниха для осуществления организованного туризма и рекреации. Рекреационная зона расположена в границах 75 и 58 кварталов.

Зона регулируемого лесопользования выполняет функцию экспериментальной площадки, служит для восстановления сообщества исходного типа и включает кварталы 27, 50–55, (северная часть), 68–73, 79, 80, 91, 92, 110–114, 105, 116–119, 121, 124. Здесь осуществляется регулируемая научно-лесохозяйственная деятельность по восстановлению сосняков исходного типа в соответствии с Проектом освоения лесов для данной территории.

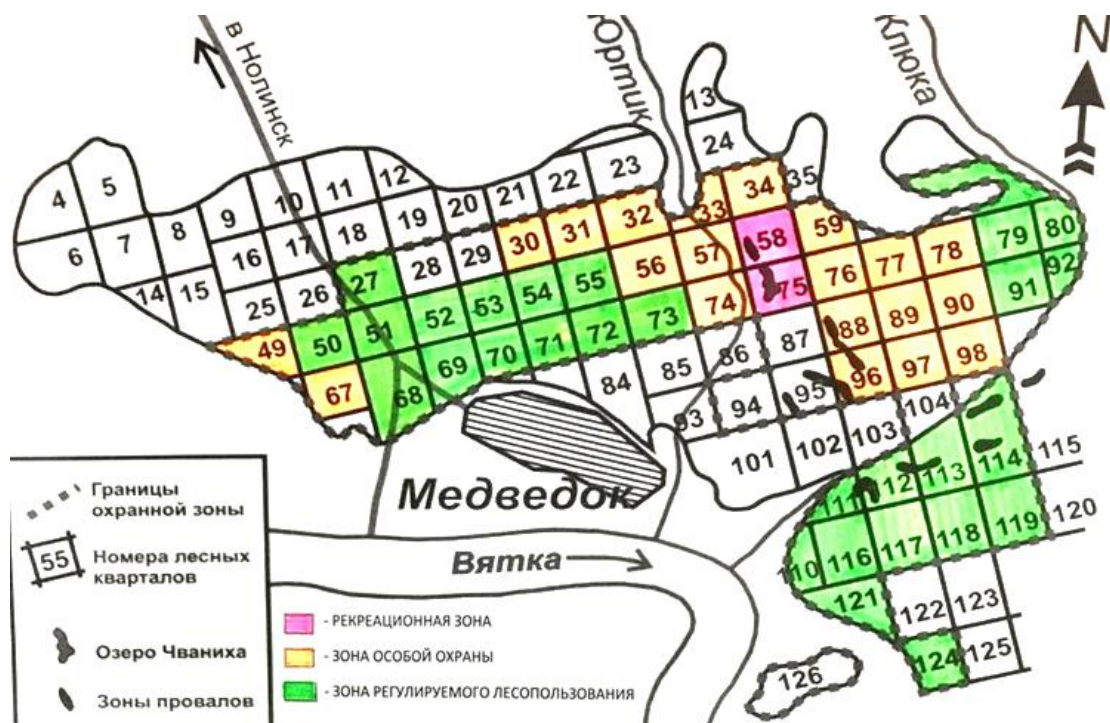


Рисунок 1 – Зонирование территории «Медведского бора»

Для сохранения уникальной территории «Медведского бора» в зоне регулируемого лесопользования предлагаем следующие мероприятия:

1. С целью создания оптимального светового режима для произрастания охраняемых травянистых растений в высокосомкнутых сосняках с помощью рубок ухода снижать полноту насаждений до 0,5, особенно в случае примыкания их к участкам территории с наличием редких объектов.
2. Обеспечить проведение постоянного комплексного мониторинга лесных биоценозов на всей территории памятника природы.
3. Для сохранения исходных сосняков, предотвращения смены биоценозов сосны елью и сохранения в них охраняемых травянистых растений считать подрост ели нецелевым элементом леса и разрешить его рубку при проведении всех видов рубок на всей территории памятника природы «Медведский бор».

В настоящее время на территории памятника природы в зоне особой охраны формируются зональные (елово-сосновые, сосново-еловые, еловые) типы растительности и их разнообразные варианты. Оценивая современное состояние растительного покрова в «Медведском бору», можно отметить участие в нем как исходных сообществ, так и сообществ, находящихся на разных стадиях восстановления. Процесс восстановления занимает не менее 80 лет, но и сейчас на территории памятника природы «Медведский бор» сохранено значительное флористическое и фитоценотическое разнообразие. Сохранение степных и неморальных элементов и условий для их произрастания важно для поддержания биоразнообразия таежной зоны.

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, root@ilan.msk.ru  
<sup>2</sup>ФГБУН «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН»,  
г. Москва, Российская Федерация, floramoscow@mail.ru

*The modern vegetation cover of the Moscow region is exposed to the effects of global natural phenomena and various anthropogenic factors that affect the composition and structure of vegetation, the state of individual plant species. The species of the family Orchidaceae were quite sensitive to changes in the environment. The article presents the results of long-term observations of the dynamics of the numbers of some species of the family Orchidaceae of the Moscow region.*

Для проведения мониторинга за состоянием популяций *Cypripedium calceolus* L. и других видов сем. Orchidaceae были заложены постоянные пробные площади (ППП). На первом этапе исследований было проведено картирование и описание растительности ППП [1]. Оно включало картирование местоположения стволов деревьев и проекции их крон, определение диаметра и высоты стволов, высоту прикрепления живой кроны, пересчет подроста и подлеска. Был составлен полный список видов напочвенного покрова с указанием их проективного покрытия и обилия, проведено картирование микрогруппировок травянистой растительности. Надземные побеги *Cypripedium calceolus* были нанесены на карту и пронумерованы. Отдельно учитывались генеративные, виргинильные, иматурные и ювенильные особи. Учет проводили дважды за сезон, в периоды цветения и плодоношения с целью выявления полноты прохождения растениями фенологических фаз, результативности опыления и степени антропогенного повреждения растений. Для учета других видов ППП разбивалась на квадраты 1 м<sup>2</sup> (или меньше), внутри которых осуществлялся учет.

Две ППП для наблюдений за динамикой численности популяций *Cypripedium calceolus* заложены нами в 1995 г. Первая, площадью 500 м<sup>2</sup>, располагается в карстовой воронке. Древостой средневозрастной (*Betula pendula* с примесью *Pinus sylvestris*). Ярус подроста и подлеска средней густоты. Травяной покров относительно густой у бровки воронки, в нижней части склона изреженный (50–30%). Доминируют *Rubus saxatilis* и *Convallaria majalis*. До 2000 г. здесь отмечали в среднем 150 побегов. После осветления участка (был частично вырублен подрост и подлесок) произошло заметное увеличение численности вида, в том числе за счет появления ювенильных растений. Максимальная численность (260 экз.) отмечена в 2009 г., в эти же годы был зафиксирован и максимум цветущих побегов – 131 [2]. По мере восстановления подроста и подлеска уменьшалась освещенность напочвенного покрова, что привело к снижению численности *Cypripedium calceolus*. Этому способствовало также аномально сухое и жаркое лето 2010 г. Одновременно увеличилось обилие доминирующих на данном участке *Rubus saxatilis* и *Convallaria majalis*, что также может быть причиной сокращения ценопопуляции. Минимальная численность отмечена в 2014 и 2017 гг. (61 и 67 экз. соответственно).

Вторая ППП (400 м<sup>2</sup>) заложена на лесной поляне в средневозрастном елово-березовом насаждении. Здесь также наблюдали уменьшение численности *Cypripedium calceolus*, что связываем в первую очередь с увеличением сомкнутости древостоя, в основном за счет разрастания *Acer platanoides* и частично кустарников (*Lonicera xylosteum*). Максимальная численность побегов отмечена здесь в 1996–1998 гг. (214), в эти же годы отмечено и наибольшее число генеративных особей – 78. Начиная с 2003 г. общая численность постепенно снижалась. В 2017 г. обнаружено всего 5 побегов этого вида. В прилегающих к данной ППП участках елового леса с примесью

березы наблюдается некоторое увеличение численности вида, что позволяет делать оптимистический прогноз для данной ценопопуляции.

*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter. Наблюдения на постоянных площадках показали, что численность вида неустойчива и сильно колеблется. Максимальной численности при благоприятных погодных условиях вид достигает в приспевающих и спелых сосняках зеленомошной группы. Исключение составляют периоды, когда в результате засухи верхние горизонты песчаной почвы пересыхают, как это случилось в 2010 г. Это привело к резкому сокращению численности вида на пробных площадках в 4–6 и более раз. В последующие годы отмечено постепенное восстановление численности вида.

ППП для наблюдений за *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichenb. располагается в приспевающем, достаточно густом липняке с доминированием в напочвенном покрове *Carex pilosa* и *Aegopodium podagraria*. Максимальная численность наблюдалась в 2009 г. После жаркого лета 2010 г. произошло снижение численности, которое в 2017 г. сменилось постепенным ее восстановлением. На соседних участках также отмечено увеличение числа особей вида.

*Goodyera repens* (L.) R. Br. Появление вида отмечено в молодых сосновых насаждениях, достигших 40–50 лет. Максимального обилия вид достигает в приспевающих насаждениях. На постоянных площадках численность *Goodyera repens* заметно колеблется по годам, на одних она увеличивалась, на других, наоборот, сокращалась.

Наблюдения за *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó ведутся с 1994 г. на сыром лугу в музее-заповеднике Коломенское (Москва). За эти годы отмечено перемещение ценопопуляции на участки оптимальные по режиму увлажнения и по характеру растительного покрова. Число особей постепенно сокращалось на участках, где формировались растительные группировки влаголюбивого высокотравья (*Epilobium hirsutum*, *Filipendula ulmaria*, *Impatiens glandulifera*, *Lysimachia vulgaris*), высота которого достигала в среднем 100–120 см. В таких сообществах остаются лишь единичные экземпляры вида. За время наблюдений ценопопуляция *Dactylorhiza incarnata* переместилась на соседние участки влажного луга с менее мощным травостоем.

*Malaxis monophyllos* (L.) Sw. Площадка располагается в заболоченном сосново-березово-ольховом насаждении. Ценопопуляция небольшая, наибольшее обилие было отмечено в 2010 г. (13 побегов). В последующие годы наблюдались лишь единичные экземпляры вида.

*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó. За период с 1996 г. на ППП (400 м<sup>2</sup>) максимальная численность вида отмечена в 2009 г. (241 экз.), затем, после засухи 2010 г., происходило постоянное снижение численности вплоть до 2017 г. (29 экз.). Возможные причины сокращения численности – динамические изменения растительного покрова в связи со сменой хозяйственного использования леса.

Одним из ведущих факторов, влияющих на состояние и динамику видов растений, слагающих напочвенный покров лесных сообществ, являются сукцессионные изменения растительного покрова, происходящие по мере старения основных лесообразующих пород. Виды семейства Orchidaceae наиболее чувствительны к изменению освещенности напочвенного покрова и влажности почвы. Эти факторы могут быть связаны как с естественными сукцессионными явлениями, так и с антропогенными. При сохранении негативных тенденций динамики ценопопуляций актуальным станет разработка комплекса инструментальных мер по их сохранению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полякова Г.А., Ротов Р.А., Швецов А.Н. Популяция *Cypripedium calceolus* L. в подмосковном заповеднике «Горки» // Бюллетень Главного ботанического сада, 1999. Вып. 177. С.68–73.
2. Полякова Г.А., Меланхолин П.Н., Швецов А.Н. Динамика численности популяций некоторых видов семейства Orchidaceae в Москве и Московской области // Бюллетень Главного ботанического сада, 2017. Вып. 1 (203). С.64–74.

## СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРАРИЯ ДЖАНЫБЕКСКОГО СТАЦИОНАРА В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ ПОЛУПУСТЫНИ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ: ИТОГИ 65-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

ФГБУН «Институт лесоведения РАН»,  
с. Успенское, Московская обл., Российская Федерация, sizem@mail.ru

*The abstract describes the results of a 65-year monitoring of Dzhanybek Research Station arbo-retum that was created without irrigation in the semi-desert of the Northern Caspian. This unique territory has small but sustainable tree and shrub diversity (including more than 70 species) despite being located at severe natural and climatic conditions. The non-indigenous species of plants that are valuable according to long-term observations from the perspective of scientific silvicultural, ecological, educational, recreational purposes have been identified and characterized.*

Дендрарии как платформа научных поисков потенциальных возможностей древесной и кустарниковой растительности в несвойственных для них условиях местопроизрастания проявить свои способности акклиматизации представляют особый интерес в исконно безлесных регионах. В мире насчитываются единицы дендрариев, созданных в аридных регионах на богаре – в условиях без орошения. Дендрарий Джаныбекского стационара Института лесоведения РАН – уникальный объект, входящий в агролесомелиоративный комплекс, заложенный в начале 1950-х годов в глинистой полупустыне Северного Прикаспия в междуречье Волги и Урала на границе Волгоградской обл. Российской Федерации и Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. Этот лесной оазис в полупустыне, включающий полезащитные и лесопастбищные системы, массивные насаждения, сады, ягодники, дендрарии, создавался как натурная модель для апробации научных разработок, полученных в ходе выполнения грандиозного проекта – так называемого сталинского Плана преобразования природы. Его задачей было, не в последнюю очередь, создание комфортных условий для труда и отдыха людей. Район характеризуется резкоконтинентальным климатом с амплитудой температуры воздуха от  $+40\text{C}^0$  до  $-40\text{C}^0$  при среднегодовой  $+6.9\text{C}^0$ . Среднегодовая сумма осадков составляет  $295\pm 80$  мм, за теплый период осадков выпадает  $161\pm 72$  мм, за холодный в 1,2 раза меньше –  $134\pm 35$  мм. Испаряемость – около 900 мм. Почвенный покров представлен трехчленным солонцовым комплексом. При этом отличительной особенностью этой местности является наличие локальных замкнутых мезопонижений глубиной до 2 м и площадью от 1 до 100 га. Эти понижения (так называемые «большие падины») заняты незасоленными лугово-каштановыми почвами с пресными линзами на глубине 5,5–7,5 м, которые покоятся на засоленных грунтовых водах. Эти линзы образуются в результате инфильтрации талых вод при периодическом весеннем затоплении падин (через каждые несколько лет).

Дендрарий был заложен на одной из падин площадью около 6 га. Он представляет собой куртинно-аллейные типы посадок с включением небольших массивов из дуба черешчатого (*Quercus robur*), ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica*), акации белой (*Robinia pseudo-cacia*), ирги круглолистной (*Amelanchier spicata*), вяза приземистого (*Ulmus pumila*), разных видов тополей и др. Всего в богарных условиях было высажено около 200 видов (Карандина, Эрперт, 1972). Уходы за растениями проводились лишь в первые годы, затем в силу ряда обстоятельств, в т.ч., межгосударственных научно-производственных трудностей, они сократились до минимума и состояли лишь в уборке упавших деревьев.

В процессе акклиматизации интродуцентов выделяется первый период, который характеризуется гибелью тех растений, биология которых не соответствовала климатическим условиям местопроизрастания. В первые же годы после посадки погибли десятки видов, которые подверглись вымерзанию или не смогли перенести длительный период летней засухи: орех грецкий (*Juglans*



*regia*), буддлея (*Buddleja davidii*), пузырник (*Colutea*), раkitник австрийский (*Cytisus austriacus*), магония падуболистная (*Mahonia aquifolium*), чубушник Левиза (*Philadelphus lewisii*), сосна горная (*Pinus mugo*), сирень амурская (*Syringa amurensis*), леспедеца (*Lespedeza*) и др. (Карандина, Эрперт, 1972).

После 45 лет акклиматизации для интродукции были рекомендованы: дуб черешчатый, береза (*Betula pendula*), липа (*Tilia cordata*), клен (*Acer platanoides*), рябина (*Sorbus aucuparia*) и др. Список насчитывал около 100 видов деревьев и кустарников, причем преимущественно это были мезофилы бореального происхождения (Сенкевич, Оловяникова, 1996).

Во второй период с начала 90-х годов прошлого века стали погибать те растения, которые не выдерживали постепенного засоления пресных линз грунтовых вод по мере их исчерпания, вызванного сильной десукцией. Вследствие этого многие виды переставали использовать засоляющуюся воду из линз и постепенно усыхали, т.к. влаги из верхних горизонтов почвы совершенно недостаточного для нормального функционирования интродуцентов (Сапанов, 2003). Погибают или уже погибли почти все виды тополей, кленов и др. Остались лишь деревья и кустарники, которые имеют преимущественно поверхностную корневую систему и/или используют воду из засоляющейся линзы. К таким интродуцентам относятся, например, ясень пенсильванский, жимолость татарская (*Lonicera tatarica*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*), ирга, тополь белый (*Populus alba*), барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris*), черемуха виргинская (*Padus virginiana*), карагана древовидная (*Caragana arborescens*). Примечательно, что сохраняются многие виды деревьев в опушечных рядах, где пресная линза не засоляется, например, дуб черешчатый, яблоня (*Malus sylvestris*), груша (*Pyrus communis*) и другие виды (Сапанов, 2003). Немаловажно также, что, в отличие от других участков, здесь ежегодно проводилась противопожарная вспашка, способствующая «снятию» конкуренции с травянистыми растениями.

Третий период, наблюдаемый с начала 2000-х годов, характеризуется длительной сохранностью тех интродуцентов, которые отличаются хорошей семенной возобновительной способностью. Надо отметить, что здесь не все растения производят жизнеспособные семена, а также не все семена способны к внедрению и закреплению (Сенкевич, Оловяникова, 1996). Однако есть такие интродуценты, главным образом кустарники, которые успешно внедряются на место распавшихся куртин, на опушки и старопахотные участки. Например, жимолость татарская, черемуха, клен татарский (*Acer tataricum*), смородина золотая, скумпия и др. Образованные из них заросли могут существовать здесь неопределенно долго. Иными словами, по существу наблюдается натурализация некоторых видов интродуцентов.

По данным учетов 2017 года, современная коллекция дендрария Джаныбекского стационара насчитывает 74 вида. К сожалению, полностью выпали некоторые интересные виды: гледичия (*Gleditsia triacanthos*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), клены сахарный (*Acer saccharum*) и серебристый (*A. saccharinum*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), каштан конский (*Aesculus hippocastanum*), в неудовлетворительном состоянии находятся куртины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), березы (*Betula pendula*), катальпы (*Catalpa bignonioides*), тополей (кроме тополя белого), некоторые загущенные участки дуба черешчатого. Однако несмотря на участвовавшие в последние десятилетия засухи и отсутствие пополнения падьин влагой во время весеннего стока талых вод (Сапанов, 2018) ряд видов в возрасте 65 лет имеет великолепные характеристики, полноценный жизнеспособный самосев и перспективы для дальнейшей успешной акклиматизации.

Таким образом, полученные материалы 65-летнего непрерывного мониторинга состояния интродуцентов в дендрарии Джаныбекского стационара позволяют получить важные данные об устойчивости, адаптивных свойствах и механизмах приспособления интродуцентов к жестким природно-климатическим факторам среды, а также определить наиболее перспективные виды, например, для озеленения, создания парков, ягодников и других лесонасаждений в столь суровых природно-климатических условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России».

Судник А.В.

## **КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

*Monitoring of ecosystems on especially protected natural territories is system of regular supervisions with the purpose of an estimation of ecosystem state, quality of environment and the forecast of change in the future at existing levels of protection, exploitation and influence on biological and landscape diversity of territories.*

Комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях (далее – КМЭ ООПТ) – система регулярных наблюдений за состоянием экосистем на ООПТ, проводимых в целях оценки их состояния, качества среды и прогноза изменения в будущем при существующих условиях охраны, эксплуатации и воздействия на экосистемы, а также оценки эффективности режима охраны и использования ООПТ. Цель КМЭ ООПТ – информационное обеспечение принятия управленческих, проектных и технологических решений в области экологической безопасности, охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов на ООПТ, сохранения их биологического и ландшафтного разнообразия на основе оценки состояния экосистем, их динамики и прогноза развития.

Задачами КМЭ ООПТ являются:

- сбор, обобщение и анализ информации об экосистемах ООПТ;
- оценка состояния экосистем ООПТ по совокупности критериев, основанных на различных экологических показателях;
- оценка эффективности режимов охраны и использования на ООПТ;
- выявление факторов, оказывающих негативное влияние на состояние экосистем ООПТ, оценка степени их проявления;
- прогноз динамики состояния экосистем ООПТ по результатам мониторинговых наблюдений;
- разработка рекомендаций для принятия управленческих и проектных решений в отношении экосистем ООПТ;
- накопление результатов и их предоставление заинтересованным.

В соответствии с Законом РБ «Об особо охраняемых природных территориях» «Организация и проведение комплексного мониторинга экосистем на ООПТ осуществляются Национальная академия наук Беларуси совместно с государственным природоохранным учреждением, а в случае, когда оно не создано, с государственным органом (иной государственной организацией), в управление которого (которой) передана ООПТ» (статья 36).

Постановление Советов Министров РБ от 21.10.2015 г. № 884 утверждено «Положение о порядке проведения комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях». Проведение КМЭ ООПТ определяется следующими нормативными документами: «Методика проведения комплексного мониторинга экологических систем особо охраняемых природных территорий» (утверждена Приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ от 28.12.2009 № 389-ОД). КМЭ ООПТ проводится в

соответствии с утверждаемыми НАН Беларуси программами, в которых должны содержаться:

- характеристика структуры земельного фонда соответствующей ООПТ (с распределением по категориям экосистем и приложением карты-схемы расположения экосистем);
- характеристика режима охраны и использования ООПТ;
- перечень и характеристика экосистем на ООПТ, в отношении которых будут проводиться мониторинговые наблюдения, и оценка их состояния;
- перечень и характеристика планируемых пунктов наблюдений в пределах ООПТ;
- перечень компонентов экосистем ООПТ, за которыми будут проводиться наблюдения;
- перечень факторов вредного воздействия на экосистемы ООПТ;
- регламент наблюдений.

Объектами наблюдений при проведении КМЭ ООПТ являются:

- территория ООПТ в целом (балансы территории по категориям земель, экосистемам, степени нарушенности, экологической ценности и другое);
- экосистемы по категориям.

В целях организации КМЭ ООПТ в зависимости от доминирующих типов растительности определяются следующие категории экосистем:

- лесные экосистемы, выделяемые по наличию лесной растительности как естественного, так и культурного происхождения, на покрытых и непокрытых лесом землях;
- кустарниковые экосистемы, выделяемые по наличию кустарниковой растительности;
- луговые экосистемы, выделяемые по наличию травянистой многолетней растительности естественного происхождения в суходольных или материковых, низинных и пойменных условиях;
- болотные экосистемы, выделяемые по наличию гидрофитной растительности. Представлены на травяных болотах с доминированием травянистой гидрофитной растительности и моховых болотах с доминированием сфагновых мхов;
- водные экосистемы, выделяемые на землях под водными объектами, такими как водоемы (озера, пруды, водохранилища) и водотоки (реки, ручьи, родники, каналы, канавы).

В отношении экосистем антропогенного происхождения – пустошных, сегетальных, селитебных и прочих, объединяющих трансформированные в результате хозяйственной деятельности участки с объектами и сооружениями специального назначения (дорогами, линиями электропередачи, газопроводами и другими), на которых установлен особый режим хозяйствования, – мониторинговые наблюдения не проводятся. Их наличие учитывается при анализе структуры земельного фонда и экосистем ООПТ в целом, а также при оценке возможности возникновения угроз состоянию экосистем.

Оценка состояния экосистем в рамках КМЭ ООПТ осуществляется на сети пунктов наблюдений, которые объединяют постоянные пункты наблюдения, ключевые участки, точки мониторинга, площадки мониторинга, мониторинговые маршруты. Совокупность пунктов наблюдений в границах конкретной ООПТ образует локальную сеть мониторинга. Локальная сеть КМЭ ООПТ создается в соответствии с целевым назначением пунктов наблюдений и с учетом особенностей территории, структуры ландшафтов и растительного покрова, размеров экосистем, подлежащих мониторингу, их репрезентативности или уникальности, наличия и степени угрозы их существованию, доступности для проведения наблюдений. Количество пунктов наблюдения, протяженность мониторинговых маршрутов и их размещение должны обеспечивать достаточность и объективность получаемой информации для оценки состояния экосистем ООПТ.

По состоянию на 01 января 2018 г. утверждены концепции, программы и регламенты, созданы локальные сети КМЭ ООПТ Березинского биосферного заповедника; Национальных парков «Беловежская пуща», «Браславские озера», «Припятский» и 30 заказников республиканского значения: Волмянский, Выгонощанское, Днепро-Сожский, Долгое, Ельня, Замковый лес, Званец, Корытинский мох, Котра, Красный Бор, Кривое, Лебязий, Липичанская пуща, Лунинский, Медухово, Мозырские овраги, Озера, Освейский, Пекалинский, Прибужское Полесье, Прилукский,

Простырь, Ружанская пуца, Селява, Синьша, Смычок, Сорочанские озера, Споровский, Средняя Припять, Стиклево, а также Национального парка «Смоленское Поозерье» (на территории Российской Федерации). Общая численность пунктов наблюдения составляет 1226 штук, в том числе повторные исследования проводятся на территории 21 заказника (676 пунктов).

Регламентом наблюдений устанавливается следующая периодичность:

- за структурой земельного фонда и экосистем ООПТ в целом – каждые 10 лет;
- за состоянием экосистем – не реже одного раза в 5 лет;
- за угрозами экосистемам на мониторинговых маршрутах – один раз в 2 – 5 лет в зависимости от степени проявления угроз.

При проведении КМЭ ООПТ в пунктах наблюдений должны быть получены данные:

- о состоянии экосистем, основанные на методах биоиндикации и оценки состояния факторов среды;
- о наличии и степени проявления угроз функционированию экосистем.

На основании указанных данных составляется прогноз возможных изменений состояния экосистем в будущем при существующих уровнях охраны, эксплуатации и воздействия на экосистемы или об отсутствии таких воздействий. Для КМЭ ООПТ могут использоваться также результаты наблюдений за компонентами природной среды на ООПТ, полученные в пунктах наблюдения иных видов мониторинга окружающей среды, расположенных в их границах или вблизи от них.

Итогом функционирования и развития КМЭ ООПТ является обеспечение информационных потребностей различных целевых групп (органы государственного управления, государственные природоохранные учреждения, общественность), в том числе своевременное выявление негативных тенденций изменения состояния экосистем и биоразнообразия для разработки и обоснования комплекса мероприятий по снижению антропогенного воздействия, предотвращению расширения зон экологического риска для конкретной ООПТ. По результатам наблюдений КМЭ ООПТ уже получено немало результатов, имеющих практическое и научное значение, отражающих современную динамику экосистем на ООПТ. Для всех обследованных ООПТ разработаны предложения для принятия управленческих решений в части охраны и использования природных ресурсов. Важнейшими, первоочередными задачами, которые должны быть решены, являются не только сохранение, но установление и улучшение условий для устойчивого функционирования природных экосистем ООПТ, разработка комплекса мер по рациональному ведению хозяйственной деятельности.

Проблемы развития системы комплексного мониторинга естественных экологических систем на ООПТ и использование его данных:

1. КМЭ ООПТ не проводится на территории Березинского биосферного заповедника и Национальных парков, хотя локальные сети были полностью развернуты к 2012 году (финансирование осуществлялось в рамках Государственной программы развития системы ООПТ на 2008–2014 г.);

2. Локальные сети КМЭ ООПТ созданы на территории 30 заказников республиканского значения, а повторные исследования проводятся в 21 заказнике. А это значит, что мониторинговыми наблюдениями охвачена только пятая часть заказников республиканского значения. Кроме того, мониторинговые исследования не проводятся на других категориях ООПТ, для части из которых приемлемы методы дистанционного мониторинга.

3. Низкий уровень выделяемого бюджетного финансирования, в рамках которого невозможно соблюдать регламенты, развивать системы мониторинга, путем оптимизации сетей пунктов наблюдений и совершенствования материально-технической базы, но и получать данные с уже заложенных и включенных в государственный реестр пунктов наблюдений. При этом нарушается принцип регулярности наблюдений, что ведет к снижению качества и достоверности информации;

4. Учреждения, проводящие мониторинговые наблюдения, недостаточно оснащены специфическим приборным оборудованием и снаряжением. Требуется разработка и организация производства целого семейства приборов и снаряжения для оперативного дистанционного наблюдения за состоянием экосистем и режимами среды их существования на основе новой элементной базы современного приборостроения;

5. Отсутствие авторского надзора в области сохранения биоразнообразия и выполнения природоохранных мероприятий, а также отсутствие правовой ответственности за не реализацию землепользователями разработанных по результатам мониторинговых наблюдений рекомендаций и мероприятий.

**Судник А.В., Вознячук И.П., Ефимова О.Е., Владимирова И.Н.**

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МОНИТОРИНГА  
РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА И КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА  
ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ООПТ**

*ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

*Informational and analytical center of vegetation monitoring and complex monitoring of ecosystems on specially protected natural areas was founded in 2000 consisting of V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus. Main purpose of the center is coordination, generalization of results, scientific and information accompaniment, popularization of works in the field of vegetation monitoring.*

В соответствии с действующим законодательством (Законы Республики Беларусь «О растительном мире»; «Об особо охраняемых природных территориях»; «Об охране окружающей среды»), организацию проведения мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС) осуществляет Национальная академия наук Беларуси (далее – НАН Беларуси). В соответствии с пунктом 8 Положения о НСМОС (утв. Постановлением СМ РБ от 14.07.2003 г. № 949 «О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь»), «республиканские органы государственного управления и Национальная академия наук Беларуси, осуществляющие организацию проведения видов мониторинга окружающей среды в составе НСМОС, обеспечивают сбор, хранение, обработку, анализ данных мониторинга окружающей среды, предоставление экологической информации, получаемой в результате их проведения. В этих целях ими определяются информационно-аналитические центры видов мониторинга окружающей среды. Положения об информационно-аналитических центрах утверждаются республиканскими органами государственного управления и Национальной академией наук Беларуси, в системах которых они находятся, по согласованию с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды».

Распоряжением Президиума НАН Беларуси от 29.06.2000 г. № 69 в Государственном научном учреждении «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича Национальной академии наук Беларуси» создан Информационно-аналитический центр мониторинга растительного мира (далее ИАЦ МРМ), который функционирует на правах сектора мониторинга растительного мира и входит в состав отдела растительности и ресурсов растительного мира (приказ по ИЭБ от 22.07.2004 № 41). С 2016 г. ИАЦ МРМ получил название информационно-аналитического

центра мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях (далее – ИАЦ МРМ и КМЭ).

Положение об информационно-аналитическом центре мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь согласовано с Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и утверждено Постановлением Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 07.07. 2004 г. № 390 (в редакции постановления Бюро Президиума Национальной академии наук Беларуси от 28.06.2016 № 307).

В структуре подсистемы «Мониторинг растительного мира» и «Комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях» НСМОС ИАЦ МРМ и КМЭ занимает ключевое место как организующий, связующий, и координирующий орган этих 2-х подсистем (рисунок 1).

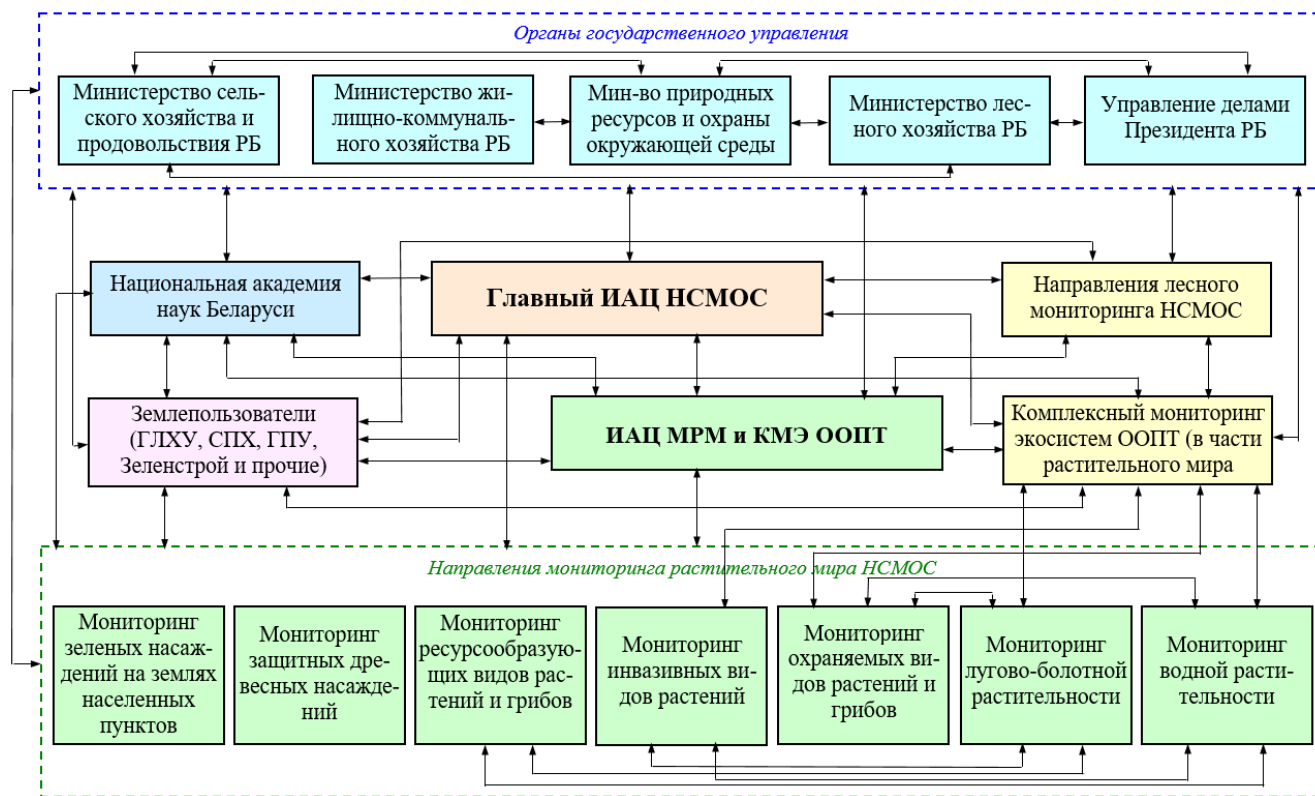


Рисунок 1 – Схема организационных и информационных связей в подсистеме НСМОС «Мониторинг растительного мира»

Задачами деятельности ИАЦ МРМ И КМЭ являются организация работ в области мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях в рамках НСМОС, их научно-методическое и информационное сопровождение, сбор, обработка, хранение, анализ и предоставление данных.

ИАЦ МРМ И КМЭ в соответствии с возложенными на него задачами:

- координирует деятельность организаций, участвующих в выполнении работ в области мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;

- осуществляет сбор и хранение данных, полученных по наблюдаемым параметрам на пунктах наблюдения мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных

экологических систем на особо охраняемых природных территориях;

– проводит анализ и обобщение обработанной в разрезе пунктов наблюдений информации мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях, осуществляет подготовку и предоставляет в ГИАЦ НСМОС аналитическую информацию в форматах и в сроки, установленные Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды, в виде годовых отчетов и их электронных копий;

– ведет специализированные банки данных наблюдений о состоянии и разнообразии растительного мира и среды его произрастания, состоянии естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;

– разрабатывает комплексные критерии оценки состояния растительного мира и естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях, а также интегральный прогноз их динамики на основе данных отдельных видов и направлений мониторинга;

– инициирует и участвует в выполнении исследований и разработок, направленных на совершенствование мониторинга растительного мира, комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях и процессов информационного обмена;

– осуществляет подготовку и вносит в установленном законодательством порядке на утверждение методики проведения мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях и другие правовые акты в составе НСМОС;

– организует и проводит семинары, совещания, конференции и другие организационные мероприятия в области мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;

– осуществляет подготовку информационных материалов о состоянии растительного мира и естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях на основе данных мониторинга;

– организует размещение информации по результатам мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях в средствах массовой информации;

– обеспечивает создание и сопровождение интернет-сайта.

В штате ИАЦ МРМ и КМЭ работают 4 научных сотрудника. Финансирование деятельности ИАЦ МРМ и КМЭ осуществляется за счет средств республиканского бюджета, предусмотренных для обеспечения функционирования НСМОС, и иных источников, не запрещенных законодательством. Всего специалисты Центра координируют выполнение 9 заданий в области мониторинга растительного мира и комплексного мониторинга экосистем особо охраняемых природных территорий.

Сотрудниками Центра разработаны предложения по внесению изменений и дополнений в Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.04.2004 г. № 412 «Об утверждении Положений о порядке проведения в составе НСМОС в Республике Беларусь мониторинга растительного мира, геофизического мониторинга и использования их данных» в редакции Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25.10.2011 г. №1426; в Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.10.2015 г. № 884 «Об утверждении Положения о порядке проведения комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях, внесении изменений и дополнений в постановления Совета Министров Республики Беларусь и признании утратившим силу постановления Совета Министров Республики Беларусь от 04.11.2008 г. № 1657» (внесены изменения и дополнения в Постановление Совета Министров РБ от 14.07.2003 г. № 949 «О Национальной системе мониторинга окружаю-

щей среды)). Подготовлены и согласованы в Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды в Республике Беларусь и утверждены Постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 12.10.2012 г. № 52 «Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» и Постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 г. № 405 «Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь». В ИАЦ МРМ и КМЭ создан банк информации о состоянии и разнообразии растительного мира. Банк включает 13 информационных ресурсов, зарегистрированных в Государственном регистре информационных ресурсов. ИАЦ МРМ и КМЭ имеет опыт проведения 4-х международных научных конференций (в 1998, 2003, 2008 и 2013 гг.). Опубликовано 191 печатная работ, подготовленных сотрудниками ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ по результатам мониторинговых исследований и оценки состояния объектов растительного мира или с их использованием. Существующий Интернет-сайт ИАЦ МРМ и КМЭ (<http://monitoring.basnet.by>) содержит информацию о структуре подсистемы НСМОС «Мониторинг растительного мира», о направлениях мониторинга растительного мира, а также об основных текущих результатах мониторинговых исследований.

В перспективе деятельности Центра: завершение формирования сетей наблюдения по всем направлениям мониторинга растительного мира, 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 мониторинга растительного мира с применяемыми в странах Европы, расширение технических возможностей и привлечение современных полевых методик с использованием приборов и оборудования нового поколения для оценки состояния растений.

Судник А.В.<sup>1</sup>, Вознячук И.П.<sup>1</sup>, Степанович И.М.<sup>1</sup>, Рудаковский И.А.<sup>2</sup>

## КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»: РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

<sup>1</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [asudnik@tut.by](mailto:asudnik@tut.by)

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь, [rudakovski.igor@tut.by](mailto:rudakovski.igor@tut.by)

*Assessment of the state of natural ecological systems of Belovezhskay Puscha National Park 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.*

Национальный парк «Беловежская пушча» (далее – НП) образован с целью сохранения в естественном состоянии и комплексного изучения уникальных природных комплексов и объектов Беловежского девственного леса, восстановления нарушенных природных комплексов и объектов, имеющих особую экологическую, историко-культурную и эстетическую ценность, а также их устойчивого использования в природоохранных, научных, просветительских, оздоровительных, рекреационных и иных целях. 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 территории, 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 времени.

В структуре экосистем абсолютное доминирование принадлежит лесным экосистемам (81,6% территории НП), которые являются одним из главных индикаторов состояния природной среды данной ООПТ. Поэтому проводимые на территории НП мониторинговые исследования направлены преимущественно на изучение состояния лесных экосистем.

Локальная сеть пунктов наблюдения комплексного мониторинга экосистем Национального парка «Беловежскую пуцу» (в части растительного мира) состоит из 76 пунктов наблюдений, в том числе: в лесных экосистемах – 47 пунктов, из которых 17 действующих ППУ мониторинга лесов (внесены в реестр НСМОС), 30 дополнительно заложенных ППН; в луговых и болотных экосистемах – 5 пунктов; в водных экосистемах – 9 пунктов; оценка степени проявления угроз экосистемам проводилась на 3 мониторинговых маршрутах, и 12 пунктов наблюдений заложено в местах произрастания популяций охраняемых видов растений (6 сосудистых, 2 лишайника, 1 гриб).

*Лесные экосистемы.* Среди обследованных насаждений преобладают «здоровые с признаками ослабления» – 53,4%; доля «ослабленных» составляет 33,3%; «поврежденных» – 13,3%. В среднем для всех обследованных на пробных площадях лесных фитоценозов индекс жизненного состояния древостоев составляет 78,6%, а лесные насаждения в целом характеризуются как «ослабленные». Всего в ходе полевого обследования было оценено 3338 деревьев 1-го яруса. По всему спектру пород доминируют деревья без признаков ослабления – 54,5%; количество ослабленных деревьев составляет 29,9%, сильно ослабленных – 7,6%, усыхающих – 2,0%, доля свежего сухостоя составляет 1,7%; 4,3% – старые сухостойные деревья, которые в соответствии с положением о НП не вырубается. Хуже всего состояние деревьев ясеня, среди которых доминируют ослабленные и усыхающие деревья (по 23,3%); также отмечено наибольшее доленое участие старых сухостойных – 19,9%, а доля свежих сухостойных составляет 4,8%. Индекс состояния в среднем по данной породе составил 37,2%, а древостой относится к категории сильно поврежденного. К поврежденным по совокупности оцененных деревьев были отнесены береза бородавчатая, среди деревьев которой почти пятая часть – усыхающие или сухостойные, и осина, половина деревьев которой отнесена к категории сильно ослабленных. (на 86,7% пунктах возраст старше 100 лет) и повышенным количеством сухостойных деревьев.

Повреждено факторами природного происхождения в среднем каждое пятое из обследованных деревьев (18,8%) с максимальной степенью повреждения у широколиственных пород: 87,2% – у ясеня; 41,8% – у дуба; а также 25,4% – у ольхи черной и 24,6% – у осины. Ущерб состоянию лиственных деревьев наносят листогрызущие насекомые. На лиственных деревьях отмечается наличие гнилей, вызываемых фитопатогенными грибами. Ясенники НП поражены болезнями и стволовыми вредителями (большим ясеневым лубоедом, реже пестрым ясеневым лубоедом). Комплексные очаги корневых гнилей и стволовых вредителей приводит к выпадению ясеня из состава древостоев. Болезням подвержены деревья хвойных пород: на соснах встречается рак-серянка (8,6% обследованных деревьев).

Подрост под пологом лесных насаждений НП отмечался на 93,3% пробных площадях. Преимущественно во всех фитоценозах в подросте доминируют граб и клен; в сухих и свежих сосняках, особенно пройденных пожарами, – сосна и дуб; в полидоминантных лиственных древостоях в подросте и втором ярусе широко представлены широколиственные породы (наравне с кленом и грабом – это дуб, вяз, ясень, липа). Почти на половине спелых насаждений имеется благонадежный подрост хозяйственно-ценных пород, но представлен он в подавляющем преимуществе елью, а сосна, дуб и другие породы повреждаются и уничтожаются дикими копытными.

*Луговые и болотные экосистемы.*

На долю луговой и болотной растительности НП приходится около 4,6% и 7,1% соответ-

ственно. Наиболее крупные болота находятся в северо-восточной (Новоселковское лес-во) и центральной (Никорское и Хвойникское лес-ва) частях НП. На остальной территории безлесные болота вкраплены небольшими (часто менее 1 га) фрагментами среди лесных болот. Преобладающая их часть (97,9%) относится к низинному типу. Большинство болот в Пуще образовалось путем заболачивания минеральных почв или приурочены к долинам рек и ручьев. Многие болота нарушены мелиорацией.

Большая часть территории, покрытой луговой и болотной растительностью, сосредоточена в северо-восточной части парка и приурочена к болотному массиву Дикое, который был включен в состав НП в 2004 г. Большая часть болотного массива представляет собой болото низинного типа, на отдельных участках болотный массив имеет черты переходного болота. Растительность представлена преимущественно безлесными сообществами. Результаты выполненных исследований в целом свидетельствуют о стабильности фитоценотической ситуации на болоте Дикое. Некоторые изменения наблюдаются лишь на низком синтаксономическом уровне. Так, например, в связи со снижением уровня обводненности сукцессионный процесс пошел в сторону большей мезофилизации сообществ. Наблюдается заметное разрастание участка древесно-кустарниковой растительности: чем ближе к террасе, тем активнее происходит этот процесс независимо от степени обводнения, что может объясняться прекращением сенокосения. Снижение продуктивности надземной фитомассы многих сообществ объясняется поражением поздними весенними и ранними летними заморозками.

*Водные экосистемы.* Состояние водных экосистем можно признать относительно стабильным и мало подверженным антропогенной нагрузке. Самый крупный водоем НП – водохранилище Лядское, которое создавалось для рекреационных целей, в первую очередь для развития охоты на промысловых водоплавающих птиц. Поэтому на акватории водоема стимулировалось развитие пояса высшей водной растительности, проводились искусственные посадки цицании широколистной (водяного риса). В настоящее время антропогенные нагрузки, представляющие угрозу для функционирования водных экосистем, минимальны. Постоянной угрозой для экосистем такого типа является колебание уровня воды и особенно его снижение, которое приводит к замедлению течения, обнажению берегов и быстрому ускорению развития фито и бактериопланктона.

*Состояние охраняемых видов растений* Сеть мониторинга охраняемых видов растений на территории НП состоит из 12 ППН, 5 ППН из которых заложены для оценки состояния 3-х видов, относящихся к I-ой категории охраны (астранция большая (*Astrantia major* L.), ячменеволоснец европейский (*Hordelymus europaeus* (L.) Harz.), пихта белая (*Abies alba* Mill.), и 7 ППН охватывают 6 охраняемых видов, относящихся к III категории (дремлик темно-красный (*Epipactis atrorubens* (Hoffm. Ex Bern.), волжанка обыкновенная (*Aruncus vulgaris* Rafin.), гроздовник многогораздельный (*Botrychium multifidum* (S.G.Gmel.) Rupr.), цетрелия цетриеvidная (*Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W.L.Culb. & C. Culb.), лобария легочная и спарассис курчавый).

По результатам мониторинга жизненное состояние большинства оцененных ценопопуляций (далее – ЦП) видов сосудистых растений, относящихся к различным категориям уязвимости, характеризуется как «среднее» и «высокое» (баллы 4-5 из 5). Фитоценотическая ситуация в большинстве местообитаний оценивается как нормальная. При проведении мониторинговых исследований установлен, что жизненное состояние ценопопуляций волжанки обыкновенной оценивается как «низкое» (балл 3 из 5), а астранции большой – как «низкое-критическое» (балл 2 из 5). Наибольшую озабоченность вызывает состояние ценопопуляции астранции большой – вида I-й категории национальной природоохранной значимости, т.е. относящихся к группе видов, находящихся на грани исчезновения. По результатам мониторинга, размеры данных ценопопуляций сократились по сравнению с результатами ранних описаний и в целом в республике имеют типично регрессивный характер.

Основными факторами угрозы для исследованных ценопопуляций и мест их произрастания являются природные сукцессии. Степень проявления негативного воздействия на состояние объектов мониторинга в большинстве случаев имеет место в слабой или умеренной степени проявления. Однако на некоторых участках произрастания охраняемых видов, существующие факторы воздействия создают угрозу деградации. Такие популяции требуют практических мер, по снятию/снижению воздействия негативных факторов на условия среды произрастания охраняемых растений.

Основные негативные факторы (по данным мониторинга), которые являются угрожающими для ценностей биоразнообразия и природных комплексов Национального парка «Беловежская пуща»: нарушение естественного гидрологического режима из-за проведения осушительной мелиорации, преимущественно в 1960-х гг. (осушение крупных массивов низинных болот по периферии лесного комплекса и, частично, внутри него, путем создания открытой дренажной сети, спрямление русел рек и ручьев, лесная мелиорация); завышенная плотность диких копытных животных; снижение устойчивости высоковозрастных лесов к неблагоприятным внешним воздействиям как результат естественного биологического старения древостоев; хозяйственная деятельность человека (рубки), приведшая к нарушению возрастной и породной структуры древостоев; лесные пожары; энтомоповреждения; болезни леса; воздействие стихийных природных явлений (ураганы); загрязнение и зарастание водных экосистем. Результатом воздействия указанных факторов явились следующие негативные процессы: изменение хода естественных сукцессионных процессов; практически полное отсутствие естественного возобновления сосны в древостоях как результат эффективной борьбы с лесными пожарами, в т.ч. и низовыми; уменьшение площади и трансформация наиболее увлажненных типов лесной растительности (прежде всего некоторые типы сосняков и пушистоберезняков) как результат изменения гидрологического режима и климатических изменений.

Судник А.В.<sup>1</sup>, Вознячук И.П.<sup>1</sup>, Степанович И.М.<sup>1</sup>, Рудаковский И.А.<sup>2</sup>

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» КАК ОСНОВА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ДАННОЙ ООПТ

<sup>1</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [asudnik@tut.by](mailto:asudnik@tut.by)

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь, [rudakovski.igor@tut.by](mailto:rudakovski.igor@tut.by)

*Assessment of the state of natural ecological systems of National park «Braslaw lakes» 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 «Браславские озера» (далее – НП), являясь природоохранно-хозяйственным и научно-исследовательским учреждением, создан в целях сохранения природного комплекса Браславской группы озер как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Поозерья. НП находится на территории одного из крупнейших озерных регионов Беларуси – Браславского Поозерья, которое насчитывает 267 больших и малых озер, в том числе в парке – 74. В структуре экосистем НП абсолютное доминирование принадлежит лесным и водным экосистемам (67,4 и 26,5% территории), ко-

которые являются одними из главных индикаторов состояния природной среды данной ООПТ. Поэтому проводимые на территории НП мониторинговые исследования направлены преимущественно на изучение состояния этих типов экосистем. Создание сети комплексного мониторинга экосистем ООПТ позволяет проводить оценку их состояния на протяжении длительного времени, опираясь на конкретную информацию, получаемую на различных объектах наблюдения.

Локальная сеть пунктов наблюдения комплексного мониторинга экосистем НП «Браславские озера» (в части растительного мира) состоит из 88 пунктов, в том числе: в лесных экосистемах – 47; в луговых и болотных экосистемах – 5; в водных экосистемах – 13; оценка степени проявления угроз экосистемам проводилась на 4 мониторинговых маршрутах; 16 пунктов заложено в местах произрастания популяций охраняемых видов растений и 3 пункта в местах произрастания популяций инвазионных видов растений.

*Лесные экосистемы.* Состояние лесных экосистем НП следует признать хорошим. В лесах преобладают «здоровые» древостои (55,6%); доля «здоровых с признаками ослабления» – 40,0%; «ослабленных» – 4,4%. В среднем индекс жизненного состояния древостоев составляет 89,6%, а лесные насаждения характеризуются как «здоровые с признаками ослабления». Среди обследованных деревьев (2295 штук) доминируют деревья без признаков ослабления (72,0%). Количество ослабленных деревьев составляет 23,3%, сильно ослабленных – 3,2%, усыхающих – 0,1%, сухостойных и снеголомных – 1,4%. По степени дефолиации 69,7% всех оцененных деревьев не имеют признаков повреждения. Остальные 30,3% охарактеризованы как поврежденные, при этом на слабоповрежденные деревья приходится 26,2%; среднеповрежденные – 3,9%; сильноповрежденные – 0,2%. В совокупности средняя дефолиация живых деревьев составляет 10,7% (варьируя по пунктам наблюдения от 5,3% до 19,8% и по породам – от 6,3% до 22,0%). Хуже всего состояние деревьев дуба, среди которых больше половины (58,2%) – ослабленные; здесь также отмечено наибольшее доленое участие сильно ослабленных деревьев – 10,2% и сухостойных – 9,1% и только 21,8% деревьев – здоровые. Такое состояние дуба вызвано прежде всего высоким возрастом деревьев (около 150 лет) и условиями местопроизрастания.

Энтомоповреждениями и болезнями ослаблено состояние 5,2% обследованных деревьев, с максимальной степенью повреждения 28,0% у дуба, 20,0% у вяза, 13,9% у ольхи черной. Ущерб состоянию деревьев наносят листогрызущие насекомые. На лиственных деревьях отмечается наличие гнилей, вызываемых фитопатогенными грибами. Болезням подвержены деревья хвойных пород: на единичных соснах и елях встречаются раковые заболевания (3,2% обследованных деревьев сосны и 7,0% – ели). В ясеневых насаждениях отмечается поражение корневых систем деревьев гнилями – 3,7%. Антропогенный фактор является причиной повреждения 2,9% деревьев. Наиболее часто повреждаемыми деревьями оказались сосна – 5,3% и береза – 2,2%. Из числа угроз антропогенной природы наиболее существенны механические повреждения деревьев и пожары, вызванные рекреацией в санитарно-защитной зоне вокруг озер, рубки леса и подсочка деревьев березы.

Видовой состав и фитоценотические особенности подлесочного яруса и напочвенного покрова сохраняют черты, характерные для коренных фитоценозов. Преимущественно во всех фитоценозах в подросте доминирует ель; в сухих и свежих сосняках – сосна; в полидоминантных насаждениях – широколиственные породы.

*Луговые и болотные экосистемы.* Результаты мониторинга луговых и болотных экосистем НП свидетельствуют о тенденции сокращения занимаемых травяными сообществами площадей вследствие снятия или ограничения сенокосно-пастбищного режима и зарастания древесно-кустарниковой растительностью; некоторых изменениях в видовом составе и общем снижении кормовой ценности на фоне повышения продуктивности травостоев вследствие бурьянизации (зарастания крупнотравья); критической локализации и исчезновении редких и хозяйственно ценных сообществ. Основной угрозой является зарастание древесно-кустарниковой растительностью, перезалужение. Основными мерами по их охране выступают сохранение и восстановление

сенокосения и сенокосно-пастбищный режим.

*Водные экосистемы.* Состояние водных экосистем характеризуется как устойчивое. Существующие угрозы общему биоразнообразию и таксономической уникальности водного комплекса проявляются в слабой степени. Однако для ряда озер существуют угрозы загрязнения при продолжении строительства на малом водосборе и значительном увеличении рекреационной нагрузки. Основные угрозы водным экосистемам остаются прежними: это поступление биогенных и загрязняющих веществ, источниками которых служат селитебные территории (населенные пункты), сельскохозяйственные угодья, рекреация.

*Анализ и степень синантропизации флоры.* Флора НП является довольно типичной для Белорусского Поозерья и содержит сведения о 1243 видах сосудистых растений. Основу списка составляют аборигенные виды. Здесь благодаря местным условиям отмечается определенный набор видов растений, которые либо характерны, либо, наоборот, не свойственны для других частей Белорусского Поозерья, однако имеются и виды, которые известны в республике пока лишь в пределах парка или его ближайших окрестностях. НП является одной из важнейших заповедных территорий для сохранения в республике популяций ряда охраняемых видов (по литературным, гербарным и ведомственным данным – 37 охраняемых видов растений).

С другой стороны, проведенные исследования показали тенденцию к увеличению адвентивной фракции флоры и повышению показателя синантропизации (37,0%). Наиболее опасными инвазивными растениями на территории НП являются борщевик Сосновского, золотарник канадский, элодея канадская, клен ясенелистный, эхиноцистис лопастной. Основную опасность естественным растительным сообществам НП и здоровью людей представляют локальные популяции борщевика Сосновского. Всего на территории района выявлено более 181 местонахождение борщевика Сосновского общей площадью 139,2 га (по данным сектора кадастра растительного мира).

*Состояние охраняемых видов растений.* Сеть мониторинга охраняемых видов растений на территории НП состоит из 16 пунктов. Проведена оценка жизненности 12 охраняемых видов сосудистых растений, 2-х лишайников и 2-х видов мохообразных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: ветреница лесная *Anemone sylvestris*, лилия кудреватая *Lilium martagon*, одноцветка одноцветковая *Moneses uniflora*, прострел раскрытый *Pulsatilla patens*, тайники сердцевидный *Listera cordata* и яйцевидный *Listera ovata*, кизильник черноплодный *Cotoneaster melanocarpus*, мякотница однолистная *Malaxis monophyllos*, шпажник черепитчатый *Gladiolus imbricatus* L., кострец Бенекена *Bromopsis benekenii*, овсяница высокая *Festuca altissima* All., лук медвежий, или черемша, *Allium ursinum* L., лобария легочная *Lobaria pulmonaria*, цетрелия цетрариевидная *Cetrelia cetrarioides*, риччия желобчатая и псевдобриум цинклидиевидный. При этом 5 ППН заложены для оценки состояния 5 видов, относящихся ко II-ой категории уязвимости, 6 ППН охватывают 6 охраняемых видов, относящихся к III категории уязвимости и на 5 ППН оценено состояние 5 видов, относящихся к IV категории уязвимости.

По результатам мониторинга жизненное состояние большинства оцененных ценопопуляций (далее ЦП) видов сосудистых растений, относящихся к различным категориям уязвимости, характеризуется как «среднее» и «высокое» (баллы 4-5 из 5). Фитоценотическая ситуация в большинстве местообитаний оценивается как нормальная. Основными факторами угрозы для исследованных ЦП и мест их произрастания являются природные сукцессии и рекреация. Степень проявления негативного воздействия на состояние объектов мониторинга в большинстве случаев имеет место в слабой (балл 1) или умеренной степени проявления (балл 2).

*Основные негативные факторы* (по данным мониторинга), которые являются угрожающими для ценностей биоразнообразия и природных комплексов НП: биологическое загрязнение; рекреация; загрязнение водных экосистем; подтопление лесов в результате деятельности бобра; повреждение копытными животными; лесные пожары; рубки леса; энтомоповреждения и болезни леса; интенсивное земледелие; изменение землепользования, зарастание естественных лугов и

других открытых пространств древесно-кустарниковой растительностью; добыча полезных ископаемых. Следовательно, в плане управления НП «Браславские озера» в части устранения (смягчения) угроз растительному миру следует предусмотреть следующие мероприятия и ограничения:

- разработать и реализовать мероприятия, направленные на стабилизацию гидрологического режима ООПТ;
- разработать меры по предотвращению массового распространения и истреблению вредоносных чужеродных (инвазивных) видов растений;
- обеспечить соблюдение режимов охраны и использования территорий, на которых выявлены места обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений;
- разработать программу экологически ориентированных методов ведения лесного хозяйства, экологизации мероприятий в практике лесовосстановления и лесопользования;
- разработать систему мер и планы действий по восстановлению традиционного режима ведения хозяйства на сенокосах и пастбищах, иных видов хозяйствования на луговых угодьях;
- обеспечить соблюдение требований запрета посещения лесов Нацпарка и граничащих с лесом водных объектов в периоды пожарной опасности;
- разработать предложения по регулированию рекреационной нагрузки;
- продолжить разработку и реализацию программ развития различных видов туризма в парке и на прилегающих территориях: наблюдения за птицами, агроэкотуризм, экологический туризм с тематическими ботаническими, зоологическими, историческими экскурсиями, конный, водный и пр.
- оптимизировать сеть пунктов наблюдений различных направлений мониторинга (мониторинг растительного мира, поверхностных вод, атмосферного воздуха, комплексный мониторинг экосистем на ООПТ и пр.) для ее ориентации на разработку необходимых мер и ограничений по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия, принятия своевременных мер по устранению или снижению степени воздействия тех или иных неблагоприятных факторов.

Читанова С.М.<sup>1</sup>, Губаз Э.Ш.<sup>2</sup>

## СОСТОЯНИЕ САМШИТА КОЛХИДСКОГО ПОСЛЕ ИНВАЗИИ ОГНЕВКИ

<sup>1</sup>Государственный комитет РА по экологии и охране природы,  
г. Сухум, Республика Абхазия, [saveliszsas@mail.ru](mailto:saveliszsas@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт ботаники АН Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия, [eduard\\_gubaz@mali.ru](mailto:eduard_gubaz@mali.ru)

***Information is provided on the current state of boxwood plantations and on the chronological spread of infectious diseases caused by pathogenic fungi *Volutella buxi* and *Cylindrocladiu buxicola* and on the invasion of the most dangerous pest of boxwood plantations - *Cydalima perspectalis* Walker and about the damage and control measures and results obtained.***

Самшит колхидский (*Buxus colchica* Pojark.) (или как его называли русские неисследователи флоры – кавказская пальма) является третичным реликтом и эндемиком колхидской флоры, иррадирующим в Средиземноморский регион.

Род самшит (*Buxus*) включает около 30 видов вечнозеленых деревьев и кустарников с разорванным ареалом, распространенных в тропических, субтропических и теплоумеренных странах. *Buxus colchica* и близкие к нему виды *B. microphylla* Siebold et Zucc., *B. cephalantha* H.Lev., *B. japonica* Muell.-Arg. сконцентрированы в горах юго-восточной Азии, средиземноморской и атлантической Европы, в Алжире, на Кавказе, островах Сокатра и Мадагаскар.

По пыльце и макроостаткам род *Buxus* на Кавказе известен в ископаемом состоянии с миоцен-плиоцена (от сармата до плейстоцена). Относясь к секции *Eubuxus*, судя по распространению рода в прошлом и современному ареалу, а также по экологии и биологии, все эти виды относятся к предковой форме *B. sempervirens*. Однако в процессе эволюции и географической изолированности на Кавказе выработались свои эндемичные виды с мелкими отличительными признаками – *Buxus colchica*, *B. hyrcana* в Колхидском и Гирканском рефугиумах.

*Buxus colchica* Pojark. находится под охраной государств: включен в Красную книгу СССР (1978), в Красную книгу Российской Федерации и некоторые региональные Красные книги. *S. колхидский* будет включен в готовящуюся Красную книгу Абхазии с категорией статуса «находящийся под угрозой исчезновения». Очевидно, в будущих Красных книгах государств на всем ареале распространения *S. колхидского* придется изменить категорию статуса на более строгую, нежели это принято в современных изданиях. К сожалению, такая обстановка сложилась в последние десятилетия из-за внедрения в естественный ареал нехарактерных для Кавказа различных грибковые заболевания и инвазивных вредителей.

Начиная с 2009–2010 гг., а может быть и раньше, на территории российского Кавказа, а затем и на территории Республики Абхазия (Колганихина и др., 2012; Гасич, 2012; 2013) наблюдаются признаки ослабления и усыхания *S. колхидского*. Со временем этот процесс в масштабе все усиливался. А к концу 2010 г., по литературным данным, естественные популяции *S. колхидского* в Аджарии и Южной Осетии были охвачены этим неизвестным ранее процессом, вызывающим также ослабление и усыхание деревьев. Аналогичным явлениям подверглись самшитовые насаждения в Турции и Болгарии.

Этот прогрессирующий негативный процесс в самшитниках по всему ареалу вызвал у ученых опасение за дальнейшую судьбу реликта третичной эпохи. Совместными усилиями специалистов Сочинского национального парка, Института лесоведения РАН, Московского государственного университета леса и Института леса НАН Беларуси, проводивших изыскательские работы в российской части Кавказа, было установлено, что причиной ослабления и усыхания самшита являются инфекционные заболевания, вызванные грибами *Volutella buxi* и *Cylindrocladiu buxicola*. Таким образом, уже к 2010 году сформировался инфекционный очаг в самшитниках по всему кавказско-европейскому ареалу, вызывал ослабление и затем и высыхание деревьев, что породило немало споров среди ученых о судьбе самшита вплоть до полной гибели реликта.

К этому времени фитосанитарная и экологическая обстановка в российско-абхазской частях Кавказа резко ухудшились. Это явилось следствием широкомасштабных боевых действий на территории Абхазии с одной стороны и разрушением целостности экосистем в результате полномасштабного строительства олимпийских комплексов на территории Российской Федерации с другой. Таким образом, разделенная политической границей природа, составляющая единый комплекс целостной экосистемы, была подвергнута варварскому расчленению, что не замедлило сказаться на общей физиономике, вызывая ослабление жизненной силы сообщества.

Вслед за выявлением инфекционного заболевания, связанного с воздействием патогенных грибов, самшитовые насаждения подверглись атаке инвазивного вредителя *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae) (Самшитовая огневка) – бабочка из семейства Огневки-травянки, или травяные огневки – опасный вредитель самшита, появление которых в Сочинском регионе связано с благоустройством олимпийских объектов. Осенью 2012 года с посадочным материалом из Италии, в частности с самшитом вечнозеленым (*Buxus sempervirens* L.), в питомники г. Сочи попадает новый инвазивный вредитель из Юго-Восточной Азии, и начинается его «победное» шествие по всему Кавказу. К этому времени огневка была обнаружена также почти во всех европейских странах.

В естественные самшитники Абхазии инвайдер внедрился осенью 2013 года. К сожалению, в виду того, что это инвазивное насекомое – новый вид для фауны Абхазии, ни ученые, ни эко-

логи и тем более общественность не ведали, чем все это может обернуться для экосистемы Кавказа в целом. Лето 2014 года также прошло без особых попыток противодействия в надежде на то, что в экосистеме найдутся естественные враги огневки, но уже и в обществе, и среди ученых нарастала напряженность и опасение за судьбу третичного реликта *C. колхидского*. К этому времени уже была информация о последствиях внедрения инвайдера в соседнем Сочинском регионе и масштабах поражения самшитовых насаждений. Но специалисты и общественность по-прежнему недоумевали, не знали, что делать. В это время в Абхазию приехала группа специалистов из Сочинского национального парка, которые констатировали факт продолжения распространения инвайдера в Абхазии. Лето 2014 года стало благополучным для самшитовой огневки тем, что при наличии безграничной кормовой базы и благоприятных климатических факторов произошла невообразимая вспышка численности. Уже осенью 2014 года самшитовые леса на приморской низменности были абсолютно дефолированы, окутаны сплошной завесой шелковой нити-паутины инвайдера. Надо отметить, что в благоприятных условиях Абхазии у огневки развивается от 5 до 7 личиночных стадий. При отсутствии естественных врагов в экосистеме наблюдается неконтролируемый рост и вспышка численности, что имело место и в самшитниках Абхазии. Кроме высокой численности огневки, борьба с ней осложняется еще и тем, что одновременно в экосистеме присутствуют все четыре стадии возрастов развития гусеницы бабочки огневки.

В июне 2015 года Постановлением КМ Республики Абхазия была создана специальная комиссия по борьбе с самшитовой огневкой. Имея печальный опыт соседнего Сочи, надо было принимать неординарные решения. По закону РА «Об охране окружающей среды» применение пестицидов в местах особо охраняемых природных и курортных территорий запрещается. Надо было искать выход. И выход был найден. Ознакомив общественность с необходимостью принятия непопулярной меры, чтобы избежать всякой анонимности, Правительство приняло решение о применении пестицидов в борьбе с самшитовой огневкой. А специалисты отдела защиты растений Министерства сельского хозяйства для этих целей предложили пестицид Димилин, который действует только на гусеницы первых двух возрастов огневки. Он безвреден для человека, животных (пчел и рыб), не обладает фитотоксичностью, не накапливается в растениях, в воде и в почве и относится к четвертому классу опасности, т.е. обладает щадящим действием на окружающую среду. В последующем эти характеристики пестицида подтвердились. Действие его оказалось максимально губительным для гусениц огневки. Благодаря этому пестициду и его производным нам удастся сдерживать натиск огневки в ущелье реки Бзып и сохранять самшит в естественных условиях в зеленом состоянии. Кроме того, проведение удачных мероприятий по опрыскиванию самшитовых насаждений стало возможным благодаря международной благотворительной организации UNDP, подарившей нам вентиляторный опрыскиватель с мощностью струи опрыскивания на 15–20 м. К сожалению, в самом начале после принятия решений о возможности опрыскивания самшитовых насаждений в Пицунда-Мюссерском и Скурчинском заповедниках и других местах на предгорьях мы пользовались обычными шланговыми опрыскивателями, КПД которых равнялось почти нулю. Других вариантов к тому времени просто не было. Мы воспользовались авиацией, в том числе и дельтопланом. В сильно пересеченном рельефе местности, каковым является территория Абхазии, авиация, в том числе и вертолет, оказались неэффективными. Потому было принято решение, в местах, доступных для наземной техники, периодически, по мере необходимости, продолжать обработку самшитовых насаждений с помощью вентиляторного опрыскивателя. К этому времени удавалось сохранить самшит только в Бзыпском ущелье. После долгих исканий стало очевидно невозможность сохранения самшита на всей территории Абхазии. Потому было принято согласованное решение об обработке и сохранении самшита в местах, доступных наземной технике, хотя бы для сохранения генетического материала (генофонда) *C. колхидского* для последующего размножения и реинтродукции.



Как показала практика, для борьбы с самшитовой огневкой единственным и верным способом является применение химических методов, т.е. пестицида с минимальным классом опасности, что в последующем на семинаре экспертов в Швейцарии подчеркнули российские эксперты: «... надо было брать пример с абхазских коллег, которым удалось преодолеть свое законодательство», благодаря чему можно было бы избежать столь масштабной экологической катастрофы. Мало того, спустя два года после гибели самшита под пологом сухих растений наблюдаются молодые всходы самшита: в Пицунда-Мюссерском заповеднике от 1 до 3 штук на квадратном метре, а в Скурчинском заповеднике от 3 до 5 штук. Таким образом, после разыгравшейся экологической катастрофы в экосистеме Кавказа, во всяком случае на территории Абхазии, наблюдается зародыш естественного возобновления, что не может не вселять уверенности в завтрашнем дне.

Сотрудники отдела флоры и растительности Института ботаники АНА провели акцию по высеванию семян *S. колхидского* под полог высушенного самшитового леса в Скурчинском заповеднике. Нам кажется, чем создавать отдельные питомники для выращивания самшита лучше бы на адаптированных участках, где тысячелетиями рос самшит, производить посев семян. Эти участки могут явиться в будущем очагами восстановления популяции самшита в естественной среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дворецкая Е.В. Вспышка заболеваемости самшита колхидского в Сочинском национальном парке // Экологический вестник Северного Кавказа. Т. 7. № 2, Краснодар, 2011. С.35-50.
2. Самшит колхидский: ретроспектива и современное состояние. М. 2016. 208 С.
3. Тугуши К.Н. Самшитники Абхазии//Леса Абхазии, Сухуми: Алашара, 1972. С.99-118.

**Шамаль Н.В., Клементьева Е.А., Дворник А.А., Гапоненко С.О., Король Р.А.**

#### **СОСТОЯНИЕ *OENOTHERA BIENNIS* L. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь, namahasha@rambler.ru*

***The condition of plants *Oenothera biennis* L., growing on radioactively contaminated territories of PSRER was estimated. The number of plants in the populations formed in the first years after the Chernobyl disaster is reduced substantially in the remote period after the accident during the succession processes. The mass of seeds and plants decreases in radioactively contaminated areas, and the metabolic activity of photosynthetic tissues is inhibited.***

Формирование растительного покрова на территории зоны отчуждения после аварии на ЧАЭС проходила по классической схеме. В настоящее время продолжается процесс олуговения и залесения. Одним из доминирующих видов сухих и бедных экотопов территории ПГРЭЗ (бывшие сельскохозяйственные угодья и песчаные пустоши) в первые годы после аварии являлся представитель семейства Кипрейные ослинник двулетний: *Oenothera biennis* L. (*Onagra biennis* Scop.).

На территории ПГРЭЗ в период 1997–2000 гг. были определены 5 реперных площадок с разной плотностью загрязнения по <sup>137</sup>Cs, где данный вид являлся со- или доминирующим. В работе представлены результаты исследований, проведенные в 2009–2011 гг. В этот период было отмечено существенное снижение численности растений, что стало следствием вытеснения *Oenothera biennis* L. корневищными злаками. Ввиду длительности временного периода выпадения

радионуклидов в острый период аварии для каждой реперной площадки сложилось свое уникальное соотношение плотностей загрязнения по дозообразующим радионуклидам (таблица 1).

В ходе исследований, проведенных в 1997–2000 гг., у растений *Oenothera biennis* L., произрастающих на участках с высоким уровнем загрязнения отмечено появление эффекта ксероморфизма листьев, что выражалось в уменьшении длины листовой пластинки, ее массы и площади. Доля поступления радионуклида в растения определялась не только уровнем радиоактивного загрязнения почвы, а также интенсивностью развития растений, которая, в свою очередь, зависела от почвенно-климатических условий конкретного реперного участка.

Таблица 1 – Радиологическая характеристика участков

Площадка	Мощность дозы <sup>1</sup> , мкГр/ч	Плотность загрязнения почвы,			
		<sup>137</sup> Cs, МБк/м <sup>2</sup>	<sup>90</sup> Sr, кБк/м <sup>2</sup>	<sup>238-240</sup> Pu, кБк/м <sup>2</sup>	<sup>241</sup> Am, кБк/м <sup>2</sup>
1 бнп. Бабчин	0,24 / 0,22	0,34-0,41	23-38	1,08	1,19
2 бнп. Погонное	1,14 / 0,87	0,12-0,14	200-400 <sup>2</sup>	2-4 <sup>2</sup>	18-23
3 р. Припять	1,34 / 1,0	0,19-0,23	75-200 <sup>2</sup>	4-10 <sup>2</sup>	20-40 <sup>2</sup>
4 бнп. Масаны	4,11 / 3,04	0,32-0,36	1100-1400	42,6	82,9

<sup>1</sup> - в числителе МД на уровне почвы, в знаменателе – МД на высоте 1 м.

<sup>2</sup> - Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия-Беларусь)/ Москва, Минск, 2009. 140с.

Исследования, проведенные в 2009–2011 годах, не выявили какой-либо зависимости между массой семян и плотностью загрязнения почвы (таблица 2), в то время как на первом этапе исследований была отмечена прямая связь этих двух параметров. В то же время установлено снижение массы семян от 10 до 20% на всех реперных площадках по сравнению с семенами 1997–2000 гг. Удельная активность (УА) <sup>137</sup>Cs в семенах, сформированных на площадках, существенно варьировала по годам. Различия в УА семян между площадками выросли с 5,7 раз в 1-ый период исследований (1997–2000гг.) до 2 порядков в 2009–2011 гг.

В связи со значительным сокращением численности растений на реперных участках исследования в 2009–2011 гг. проводили только на генеративных растениях. Была подтверждена ранее установленная тенденция угнетения ростовых функций растений, произрастающих в условиях высоко уровня радиоактивного загрязнения (таблица 3). Отмечается снижение сухой биомассы надземной части растений (листья и стебли) по сравнению с площадкой 1 (условно контрольная), от 40% на площадках 2 и 3 до 60% на площадке 4. При этом накопление биомассы растений имела обратную зависимость с удельной активностью <sup>137</sup>Cs в их надземной части. Кроме того, для площадок 2–4 отмечено общее снижение массы растений в 2009–2011гг. по сравнению с массой растений, произрастающих на этих площадках в 1997–2000гг. на 11, 32 и 53% соответственно номеру площадки.

Таблица 2 – Характеристика семян *Oenothera biennis* L.

Параметр	1 Бабчин	2 Погонное	3 Припять	4 Масаны
Масса семян, мг/1000	481 ± 2,9	441 ± 7,2	504 ± 13,1	499 ± 6,9
УА <sup>137</sup> Cs в семенах, Бк/кг	6,2-12,5	446-1120	380-1200	630-1510

На первом этапе исследований (1997–2000 гг.) была отмечена аномальность реперной площадки 2 (бнп. Погонное), которая подтвердилась на втором этапе исследований в 2009–2011 гг. (таблица 3). Для растений этой площадки были характерны высокие показатели удельной активности радионуклида в фитомассе растений и семенах. Было сделано предположение, что высокий коэффициент перехода радионуклида в растения связан с агрохимическими характеристиками почвы этого участка. Анализ почвы площадок 2 и 4 подтвердил наше предположение. Почва площадки 2 имела более низкое значение рН (5,17) и доля подвижного калия была ниже на 30% по сравнению с аналогичным параметром почвы площадки 4.

Таблица 3 – Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и биомасса надземной части растений

Площадка	Часть растения	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		Масса, г	УА $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Масса, г	УА $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Масса, г	УА $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг
1 Бабчин	листья	<u>3,70</u>	<u>56,0</u>	<u>3,87</u>	<u>103,2</u>	<u>10,89</u>	<u>170,0</u>
	стебель	2,67	70,3	2,29	76,7	9,37	73,8
2 Погонное	листья	<u>2,69</u>	<u>3283</u>	<u>4,25</u>	<u>2112</u>	<u>2,38</u>	<u>1066</u>
	стебель	1,35	3045	1,96	2072	1,57	1405
3 Припять	листья	<u>2,75</u>	<u>1126</u>	<u>2,73</u>	<u>1235</u>	<u>3,01</u>	<u>4036</u>
	стебель	3,30	3563	1,53	1965	2,95	2631
4 Масаны	листья	<u>1,75</u>	<u>2929</u>	<u>2,33</u>	<u>1804</u>	<u>1,69</u>	<u>1470</u>
	стебель	1,11	2868	1,35	2847	1,37	1202

Определение биохимических параметров листьев на первом этапе исследований не выявило связи между фотосинтетической активностью растений и уровнем радиоактивного загрязнения почвы. В ходе исследований 2009–2011 гг. отмечено существенное влияние на этот параметр климатических условий. Наблюдается прямая зависимость концентрации хлорофилла от удельной активности листьев для 2009–2010 гг. и обратная для 2011 г., который характеризовался аномально высокими температурами в весенне-летний период. Низкое отношение хлорофиллов и каротиноидов и увеличение концентрации белка указывает на формирование растениями адаптивного ответа на действие засухи и повышенных температур (защитная функция каротиноидов по отношению к хлорофиллам). Обнаружено высокое содержание доли светособирающего комплекса хлорофилла (ССК) в растениях площадок 2–4 по сравнению с площадкой 1. Эта тенденция сохранялась на протяжении всего периода исследований, при этом какой-либо связи с уровнем радиоактивного загрязнения почвы или растений установлено не было. Однако при высоком содержании ССК растения с этих площадок имели низкую метаболическую активность, что отразилось в снижении сухой биомассы надземной части растений.

Таким образом, в ходе проведенных исследований оценено состояние растений *Oenothera biennis* L., произрастающих на радиоактивно загрязненных территориях ПГРЭЗ. В отдаленный период после аварии установлено существенное сокращение численности растений в популяциях, сформировавшихся в первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС. Отмечено снижение массы семян и надземной части растений, а также угнетение их метаболической активности. Радиоактивное загрязнение природных ландшафтов является новым экологическим фактором, определяющим морфологические и физиологические изменения растений и возможно оказывающим микроэволюционные изменения кариотипа в популяциях травянистых растений.

**ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА  
ГРИБОВ СЕМ. *RUSSULACEAE* В СОСНЯКАХ МШИСТЫХ В УСЛОВИЯХ  
РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В НП «НАРОЧАНСКИЙ»**

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [Shaparava@yandex.ru](mailto:Shaparava@yandex.ru)

<sup>2</sup>ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь, [os\\_gapienko@mail.ru](mailto:os_gapienko@mail.ru)

***86 species of the russule mushroom has been established during the study (since 1996) of its mycobiota in NP Narochansky. This is more than 65% of the total number of species of this group in Belarus. The abundance of russule basidiom increases with the increase in recreational load. At I-II stages of digression abundance did not exceed 3 points, at III – 4, at IV-V – 5 points.***

С целью сохранения природных комплексов в 1999 г. был создан Национальный парк «Нарочанский», общей площадью 94 тыс. га, в том числе 37,9 тыс. га лесов. Территория парка относится к Нарочанско-Вилейскому комплексу лесных массивов Ошмяно-Минского района широколиственно-еловых лесов. С территории этого района берут начало реки Западно-Двинского, Неманского, Днепровского и Припятского бассейнов. Из всех лесных массивов Республики Беларусь леса НП «Нарочанский» характеризуются наибольшим количеством сосновых боров.

Роль микобиоты в лесных сообществах определяется их физиологическими особенностями. Грибы, как гетеротрофные организмы, являются неотъемлемым и необходимым компонентом лесов. Характер взаимоотношений грибов в экосистемах чрезвычайно разнообразен. Около 80% всех сосудистых растений находятся в тесной взаимосвязи с грибами своей корневой системой. Эта связь является ключевой в процессах формирования лесных экосистем. Оценить состояние фитоценозов невозможно без анализа микофлоры. Экологическая ниша грибов лесных экосистем представлена широким видовым спектром: высшие базидиальные грибы, сумчатые, дискомицеты, дейтеромицеты, гастермицеты, дрожалковые и др.

Тот факт, что одни виды грибов очень чувствительны к антропогенному воздействию, а другие более устойчивы, известен давно. В литературе часто рассматривается вопрос зависимости их урожая под влиянием той или иной деятельности человека, в тоже время относительно мало материала, касающегося изменений видового состава.

В своих микологических исследованиях мы отмечали различия по видовому разнообразию, обилию, способу размещения базидиом руссуляльных грибов в сосняках мшистых, подверженных различной степени рекреации. (В нашей республике наибольшее количество факультативных симбиотрофов приходится на сем. *Russulaceae*. По многочисленности видов данное семейство занимает третье место, среди агарикоидных грибов, уступая лишь сем. *Tricholomataceae* и *Cortinariaceae*).

Всего в ходе исследования (начиная с 1996 г.) микобиоты сыроежковых грибов НП «Нарочанский» нами установлено 86 видов, что составляет более 65% от общего количества видов данной группы в Беларуси.

Для изучения были выбраны сосняки примерно одного возраста (50–80 лет) (по данным Л.Г. Буровой, 1986 именно в сосновых насаждениях такого возраста наблюдается максимум развития микоризообразующих грибов), произрастающие в сходных почвенно-климатических условиях и отличающиеся между собой по степени дигрессии. Видовой состав руссуляльных грибов в сосняках мшистых, находящихся на различных стадиях дигрессии, изучался на пробных площадях (ПП) размером 0,1 га. Стадия дигрессии ПП устанавливалась на основании работы (Казанская и

др., 1977). Участки осматривали в период массового образования базидиом регулярно через 7–10 дней. Осуществлялся учет обилия базидиом, отмечался характер их пространственного размещения. В исследованиях нами были выделены три группы сосняков мшистых.

К первой группе относятся сосняки, произрастающие в местах, мало посещаемых населением, что соответствует I и II стадиям рекреационной дигрессии. Здесь были заложены ПП1 и ПП2.

**ПП 1.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 70 лет.

**ПП 2.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 65 лет.

Отмечено хорошее возобновление сосны обыкновенной, ели европейской *Picea abies* Kars., дуба черешчатого *Quercus robur* L. Подлесок редкий, встречаются можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* L., крушина ломкая *Frangula alnus* Mill. Напочвенный покров хорошо развит, очень густой (растения покрывают почву на 80–90%). Он образован различными видами мхов, основная доля приходится на плеуроциум Шребера *Pleurozium schreberi* (Willd). Нигде не отмечено поднятия лесной подстилки. Ее мощность составляет 8–9 см, у основания стволов деревьев до 12 см, а также совершенно незаметно никаких тропинок. Усыхание хвои на можжевельнике 0–5%.

Вторую группу составляют сосняки, соответствующие III стадии дигрессии. Здесь были заложены ПП3 и ПП4.

**ПП 3.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 60 лет.

**ПП 4.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 65 лет.

Отмечено слабое возобновление сосны обыкновенной. Хорошо развивается подрост березы бородавчатой. На образующем подлесок можжевельнике обыкновенном отмечено усыхание хвои до 15%. Напочвенный покров рассекает сеть тропинок, общая площадь которых достигает 20%. Моховой покров за пределами тропинок не претерпевает заметных изменений. Но на самих тропинках появляются новые растения, несвойственные лесу – луговые и сорные (полевица тонкая *Agrostis tenuis* Sibth., душистый колосок *Anthoxanthum odoratum* L. и др.).

Третью группу составляют сосняки, соответствующие IV и V стадиям дигрессии. Здесь были заложены ПП5 и ПП6.

**ПП 5.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 65 лет.

**ПП 6.** *Тип леса:* сосняк мшистый. *Ассоциация:* можжевельново-мшистая. *Древесный ярус:* Сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris* L., возраст: 70 лет.

Идет естественное возобновление березы бородавчатой. Не отмечено образования подроста сосны обыкновенной. На образующем подлесок можжевельнике обыкновенном происходит усыхание хвои (свыше 50%), встречаются отдельные экземпляры, полностью усохшие. В напочвенном покрове возрастает участие луговых видов (клевер луговой *Trifolium pratense* L., полевица тонкая *Agrostis tenuis* Sibth., мятлик луговой *Poa pratensis* L.). Эти растения занимают до 40% площади, вместе с тем сильно редет моховой покров (мхи покрывают до 20% площади). Лесные тропинки выбиты до грунта, встречается много мест от кострищ, на которых полностью отсутствует лесная растительность. Подстилка только у стволов деревьев достигала 6 см.

В ненарушенном или мало нарушенном сосняке мшистом (I, II стадии дигрессии) встречается незначительное количество видов сыроежковых грибов. Обнаружены 16 видов, 11 из рода *Russula* и 5 – из рода *Lactarius*. Это объясняется тем, что сообщество находится в экологическом равновесии и проникновение новых видов затруднено. Здесь не происходит нарушения целостности мицелия и, как следствие этого, размещение базидиом носит единичный характер.

Максимум видового разнообразия сыроежковых грибов наблюдается в сосняках мшистых, которые находятся на III стадии дигрессии. Отмечено 25 видов и 2 разновидности. Из рода *Russula* найдено 20 вида и 2 разновидности, а 5 – из рода *Lactarius*. С увеличением нагрузки происходят существенные изменения в фитоценозе, в результате чего руссуляльные грибы начинают успешно конкурировать с другими видами симбиотрофов и выполняют роль «скорой помощи» для древесной растительности. Размещение базидиом носит рассеяно-групповой характер. Основное количество плодовых тел отмечено в непосредственной близости от тропинок.

В лесах, которые находятся на IV и V стадиях дигрессии, происходит специализированный отбор видов сем. *Russulaceae*, способных выжить в экстремальных условиях. Зарегистрировано 12 видов из сем. *Russulaceae*, из них 10 относятся к роду *Russula* и 2 – к роду *Lactarius*. Размещение базидиом носило групповой характер и они встречались вблизи стволов деревьев.

Таким образом, обилие базидиом сыроежковых увеличивается с усилением рекреационной нагрузки. На I-II стадиях дигрессии обилие не превышало 3 баллов, на III – 4, на IV-V – 5 баллов.

Следует также отметить, что у некоторых видов наблюдается тенденция к более раннему образованию базидиом на III стадии дигрессии и только спустя декаду на III I-II и IV-V.

Vozniachuk I.P.<sup>1</sup>, Remucal D.J.<sup>2</sup>, Vlasava N.B.<sup>3</sup>, Skuratovich A.N.<sup>1</sup>,  
Yukhimuk A.N.<sup>3</sup>, Malysza J.<sup>2</sup>, Monterusso M.<sup>4</sup>, Vozniachuk N.L.<sup>1</sup> and Moe P.<sup>2</sup>

#### INTEGRATIVE ECOLOGICAL AND GENETIC MONITORING OF CLOUDBERRY (*RUBUS CHAMAEMORUS* L.) POPULATIONS ON THE SOUTHERN BORDER OF THE EUROPEAN AND NORTH AMERICAN AREA (IN BELARUS AND MINNESOTA)

<sup>1</sup> State Scientific Institution «The V.F.Kuprevich Institute of Experimental Botany of the NAS of Belarus»,  
Minsk, Republic of Belarus, [ipv@tut.by](mailto:ipv@tut.by)

<sup>2</sup>Minnesota Landscape Arboretum, Chaska, USA, [remucald@umn.edu](mailto:remucald@umn.edu)

<sup>3</sup>State Scientific Institution» Central Botanical Gardens NAS Belarus»,  
Minsk, Republic of Belarus, [nastassia\\_vlasova@yahoo.com](mailto:nastassia_vlasova@yahoo.com)

<sup>4</sup>Alaska Botanical Garden, Anchorage, USA, [mike.monterusso@alaskabg.org](mailto:mike.monterusso@alaskabg.org)

**Объектом исследования являются популяции *Rubus chamaemorus* L. в Беларуси и Миннесоте (США), где этот циркумполярный бореальный вид находится на южной границе ареала распространения и охраняется законодательством штата (Миннесота) и Республики Беларусь. Такие «краевые» популяции являются наиболее уязвимыми к изменениям климата. Сравнительная оценка параметров эколого-ботанических особенностей среды их произрастания позволяет идентифицировать экологические предпочтения и лимитирующие факторы. Интегральный сравнительный анализ развития популяций, эколого-ботанических параметров среды, а также вариабельности генетического разнообразия позволит ответить на вопрос о происхождении популяций, оценить их подразделенность, адаптивный потенциал вида в исследуемых регионах, выявить аллели, расширяющие способность популяций противостоять и выдерживать резкие изменения качества среды. Проект направлен на получение новых данных по идентификации областей по сохранению вида, оптимизацию практических мер охраны его местообитаний и отдельных популяций.**

The subjects of the study are the populations of *Rubus chamaemorus* L. (cloudberry) in Belarus and the state of Minnesota (USA), where this circumpolar boreal species reaches the southern boundary of the distribution area and is protected by state (Minnesota) and national (Belarus) governments. There are 17 known places of growth of *R. chamaemorus* in 14 administrative districts in Belarus and only 7 locations in Minnesota. In the context of global climate change, the study of such low-latitude edge

populations, which are extremely important for the long-term survival and maintenance of the genetic diversity of the species, is particularly relevant as it helps to clarify the history and phylogeography of its distribution on the local landscape, and generally to assess the evolutionary potential of the species across its whole range [1]. The purpose and objectives of this study were to conduct integrated ecological and genetic studies: 1). to obtain quantitative and qualitative characteristics of the ecological parameters of habitat and the state of cloudberry populations in Belarus and Minnesota; 2). to develop an effective system for detecting variability of genomic DNA at the intra- and interpopulation levels using AFLP and SRAP markers aimed at identification of the genetic diversity (GD) parameters of populations.

*Field examination.* To address the objectives and obtain comparable results, a unified protocol for monitoring and comparative studies of the ecological and population parameters of the species under the conditions of their natural growth and collection of plant material for genetic analyzes based on [2] has been developed. The assessment of the diversity of the plant community of the target habitats is based on geobotanical descriptions. As a result of field studies during the growing seasons in 2017–2018 an inventory was made and permanent points of observation (PPO) were established for 7 natural populations of Belarus (2 PPOs are located on the territory of Grodno, 1 – Minsk and 3 – Vitebsk regions) and Minnesota (1 PPO). Comparative analyses of the development of the populations and plant community survey on the PPO network made it possible to identify patterns of habitat preferences, either for certain landscape types or for associated plant species, and limiting factors (risk factors) for the development of populations (the data are summarized in Table). Based on the results of the inventory, it is established that at the borders of the Belarusian and Minnesotan range the species grows on raised wetlands and is confined mainly to the plant communities of cottongrass-shrub-sphagnum pine forests. Locations with highest viability of cloudberry plants were characterized mainly with the moist habitat and soil cover corresponding to A4–A5 of growth condition types, density of standing timber in the range 0.4–0.5, and stable state of subcanopy (see Table). The shrub layer in all communities is represented by heather, wild rosemary and blueberry; hare's-tail cottongrass (*E. vaginatum*) was also found at all sites. Ecological parameters of populations at the southern range of the species distribution have been established. It is shown that in the eastern, central and western part of the Belarusian area, as well as in Minnesota, populations are mainly characterized by critical or low indicators of viability and are unstable due to geographic disruption and restriction, unfavorable gender distributions (predominance of males over females or absence of either) and plant community changes caused by succession due to prior fires or logging on, or nearby, the cloudberry landscapes. Only “Lonno” location, which is one of the most productive from all estimated, possess relatively equilibrated (balanced) number of age periods of ontogenesis: 54% pre-generative over 46% of generative individuals.

*Population genetic study.* The developed protocol using SRAP (15 primers tested, 7 selected), and AFLP (3 primers, according to the method [3]) marker systems reliably tests the variability of genome regions of *R. chamaemorus* at inter- and intrapopulation levels. a preliminary assessment of the intra- and interpopulation genetic variability of individuals from the studied localities was carried out (for at least 11 individual cloudberry plants from 4 populations of Belarus and Minnesota) was performed based on the GD parameters of populations: genetic distances between populations, number of polymorphic loci and their percentage, indicators of total and effective number of alleles ( $N_a$  and  $N_e$ ), genetic population subdivision ( $G_{st}$ ),  $\phi_{PT}$  (the  $F_{ST}$  analogue), the gene flow ( $N_m$ ), the general and particular genetic diversity ( $H$ ), the number of rare alleles, the expected heterozygosity ( $H_e$ ,  $uH_e$ ). Assessing the balance of which together with genetic latent potential index (GLP) allow us to assess the genetic stability of each studied population. Moreover, initial sequencing of the chloroplast intergenic spacer *psbA-trnH* of *R. chamaemorus* individuals showed slight variability (in total 3%; 1 bp substitution in ~300 bp length fragment was detected at 50% of analysed individuals from Minnesota) between individuals from the Minnesota population, but did not reveal any among or between the Belarusian populations, which is in general consistent with the literature data that this region is highly conservative, though it does seem suitable for phylogenetic studies [4].

Table 1 – Comparative characteristics of phytocoenotic and vital indicators of *R. chamaemorus* populations of in the surveyed locations

Characteristics of habitat and state indices of populations состояния популяции	Permanent points of observation (PPO)						Minnesota, Cook county (Central part of Minnesota distribution area)	
	Grodno district, reserve «Chertovo Boloto» (Western border of Belarus distribution area)	Grognodistrict, Lida reg, reserve «Dokudovskiy» (Southern border of Belarus distribution area)	Minks district, Mielad region, NP «Narochanskiy» (Southern border of Belarus distribution area)	Vitebsk district, reserve «Korytenskiy Mokh» (Eastern border of Belarus distribution area)	Vitebsk district, Polotsk region, reserve «Lonno» (Central part of Belarus distribution area)	Vitebsk district, Miory region, reserve «Boloto Mokh» (Northern-Western part of Belarus distribution area)		
Habitat	raised peat wetland, Southern-Eastern shore of the dystrophic lake	up raised per peat wetland, 0,6 km to the North-East from the dystrophic lake	raised peat wetland, Western shore of the dystrophic lake	raised peat wetland, Northern shore of the dystrophic lake	raised peat wetland, around the dystrophic lake	raised peat wetland, Northern shore of the dystrophic lake	open raised peat wetland	forested raised peat wetland
Type of forest, association	tussock cottongrass-heather-sphagnum moss	bog Labrador tea - European blueberry - sphagnum moss- pine forest	bog Labrador tea - sphagnum moss- pine forest	bog Labrador tea - European blueberry - moss- pine forest	bog Labrador tea - sphagnum moss- pine forest	tussock cottongrass-bog Labrador tea - sphagnum moss- open bog	grey alder-Northern Labrador tea- Three leaf Solomon's seal-sphagnum moss- open bog	grey alder-Northern Labrador tea- sphagnum moss - leather leaf-black spruce forest
Type of habitat conditions	A5	A4	A4-5	B3	A5	A5	B4	A5
Standing timber	-	10Ps, single Bp	9Ps1Bp	10Ps+Bp	10Ps	10Ps	-	9Pm1Ll
origin	post-pyrogenic	natural	natural	natural	natural	natural	7 years after logging	natural
age, years	-	80	60	90	110	70	-	80
density	-	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	-	0,6
Subcanopy	5Pb5Ps	7Bp3Ps	8Ps2Bp	7Ps2Ppd1Bp	8Pp1Bpd1Ps	10Ps, Bp singly	6Ai2Pm2Ab+AV+Ba+Ss+Pt	10Pm+Ll+Ab
average height, m	0.5	1.6	1.2	2	1.5	0.8	-	2.5
density, individuals(ind)/ha	300	500	500	1500	1500	500	600 (40 - logged)	-
state	unstable	unstable	unstable	stable	stable	stable	unstable	stable
Species composition of the ground vegetation (abundance after O. Drude's scale)*								
<i>Alnus incana, Ai</i>	-	-	-	-	-	-	cop2	-
<i>Betula pubescens, Bp</i>	sol	cop1	sp	sp	cop1	rr	-	-
<i>Betula pendula, Bpd</i>	-	-	-	sp	rr	-	-	-
<i>Pinus sylvestris, Ps (Picea mariana***, Pm)</i>	sol	sol	cop1	cop3	cop2	cop3	sp	cop3





The next step is to estimate a larger number of populations both in the study regions and also within the center of distribution of the species (well-balanced “reference” populations) and assess their GD, which will eventually allow assessing the phylogenetic relationships among all studied populations and their adaptive potential for predicting trends over time and developing action plans for their conservation, restoration and reproduction. For example, the data of the integral evaluation of the population development and its GD could help answer the question whether a population with a small number is genetically restricted due to a founder event or due to a bottlenecking well after the population was established - in many respects will help to answer. Promising are studies on *ex situ* crossings and plant propagation for repatriation purposes into populations with incomplete gender representation (i.e. presented only with male individuals) to increase their numbers and sustainability. Continued monitoring of populations of *R. chamaemorus* on the territory of Belarus and Minnesota is recommended (perhaps every 5 years) as is the application of biotechnological methods to conserve or restore genetic diversity at the most vulnerable locations.

The study was supported by a grant from the Belarusian Republican Foundation for Basic Research (agreement No B17MC-033, 2017–2019) and a special grant from the Minnesota Landscape Arboretum. Authors appreciate help of Dr. M. Marchan Rivadeneira, Dr. L. Cortes-Ortiz and Dr. D. Michener and the possibility to use University of Michigan Genomic Diversity Lab resources for the molecular studies.

#### LITERATURE

1. Hampe, A. and Petit, R.J., 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. *Ecology letters*, 8(5), pp.461-467.
2. Pugachevskiy, A.V., Vozniachuk, I.P. and Semerenko, L.V., 2011. Program and methodology for organization and monitoring of protected plant species in the Republic of Belarus: Practical edition. Minsk: Pravo i Ekonomika. 50 pp.
3. Ehrich, D., Alsos, I.G. and Brochmann, C., 2008. Where did the northern peatland species survive the dry glacials: cloudberry (*Rubus chamaemorus*) as an example. *Journal of Biogeography*, 35(5), pp.801–814.
4. Fehlberg, S.D. and Ranker, T.A., 2009. Evolutionary history and phylogeography of *Encelia farinosa* (*Asteraceae*) from the Sonoran, Mojave, and Peninsular Deserts. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 50(2), pp.326–335.

## СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ-УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

### *РЕСПУБЛИКА АБХАЗИЯ*

Институт ботаники Академии наук Абхазии  
Государственный комитет Республики Абхазия по экологии и охране природы

### *РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ*

ГЛХУ «Буда-Кошелевский опытный лесхоз»  
ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси»  
ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»  
ГНУ «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»  
ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»  
ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси»  
ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»  
ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща»  
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»  
РДЛУП «Гомельлеспроект»  
РУП «Белгослес»  
УО «Белорусский государственный медицинский университет»  
УО «Белорусский государственный технологический университет»  
УО «Белорусский государственный университет»  
УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»  
УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»  
УО «Полоцкий государственный университет»

### *РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН*

РГП на праве хозяйственного ведения «Институт ботаники и фитоинтродукции» Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан  
Республиканское государственное учреждение «Государственный национальный природный парк «Кольсайские озера»

### *РЕСПУБЛИКА СЕРБИЯ*

University of Banja Luka

### *РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ*

«Институт леса имени В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук» – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»  
«Институт леса» – обособленное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»  
«Естественнонаучный институт» – обособленное подразделение ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
«Институт математических проблем биологии Российской академии наук» – филиал ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук»  
ООО «Нолинская лесопромышленная компания»  
ООО НПЦ «Лесное дело»

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства»  
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»  
ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»  
ФГБОУ ВО «Братский государственный университет»  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»  
ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»  
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»  
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»  
ФГБОУ ВПО «Мытищинский филиал Московского государственного технологического университета имени Н.Э. Баумана»  
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»  
ФГБПун «Ильменский государственный заповедник»  
ФГБУ «Байкальский государственный природный биосферный заповедник»  
ФГБУ «Государственный природный заповедник «Воронинский»  
ФГБУ «Государственный природный заповедник «Денежкин Камень»  
ФГБУ «Жигулевский государственный природный биосферный заповедник имени И.И. Спрыгина»  
ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика»  
ФГБУ «Печоро-Илычский государственный природный биосферный заповедник»  
ФГБУ «Сочинский национальный парк»  
ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук»  
ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук»  
ФГБУН «Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук»  
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»»  
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Российской академии наук»  
ФГБУН «Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук»  
ФГБУН «Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук»  
ФГБУН «Институт лесоведения Российской академии наук»  
ФГБУН «Институт физиологии растений имени К. А. Тимирязева Российской академии наук»

### ***СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ***

Alaska Botanical Garden  
University of Minnesota Landscape Arboretum

### ***ТУРЕЦКАЯ РЕСПУБЛИКА***

Marmara University  
Istanbul Medeniyet University

## **УКРАИНА**

Ботанический сад Львовского национального университета имени Ивана Франко  
ГУ «Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук  
Национальной академии наук Украины»  
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара  
Криворожский государственный педагогический университет  
Национальный лесотехнический университет Украины  
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
Хорошківська загальноосвітня школа Лубенського районного ради Полтавської області  
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

## **КОРОЛЕВСТВО ШВЕЦИЯ**

BMG TRADA Certifying AB

## УКАЗАТЕЛЬ ФАМИЛИЙ

### А

АВТУШКО С.А.	246	АНТОХИНА С.П.	105
АЗОВСКАЯ Н.О.	126	АРЕСТОВА И.Ю.	13
АЛЕЙНИКОВ А.А.	20	АРЫНОВ Б.	254
АНОШЕНКО Б.Ю.	249	АТОЯН М.С.	197
АНТОНОВИЧ А.О.	202	АУЛИЕВА Б.Б.	254

### Б

БАРСУКОВА Т.Л.	33	БОЛБОТУНОВ А.А.	15
БЕЛОМЕСЯЦЕВА Д.Б.	128, 217	БОЛОНДИНСКИЙ В.К.	17, 87
БЕЛЬИЙ П.Н.	105	БОЛЬШАКОВ В.Н.	204
БЕРЕЗИНА О.А.	168	БОРДОК И.В.	130
БИСИРОВА Э.М.	56	БОРСУКЕВИЧ Л.М.	133
БЛИНЦОВ А.И.	51	БУЛАВКО Г.И.	105

### В

ВАЛУЙСКИХ О.Е.	207	ВОЗНЯЧУК Н.Л.	150, 212, 282
ВАШКЕВИЧ М.Н.	105	ВОЛКОВА Е.С.	22, 137
ВЕСЕЛОВА Н.В.	180	ВОЛКОВА Н.В.	130
ВЛАДИМИРОВА И.Н.	93, 189, 265	ВОЛЧЕНКОВА Г.А.	128
ВЛАДИМИРОВА Н.А.	20	ВОРОНЕНКО С.А.	98
ВЛАСОВ Б.П.	135	ВОРОНЕЦКАЯ А.Н.	215
ВОЗНЯЧУК И.П.	186, 189, 209, 212, 265, 268, 271, 282	ВРОНСКАЯ А.М.	71
		ВЫСОЦКИЙ Ю.И.	139

### Г

ГАВРИЛЮК Е.А.	73	ГОРНОВ А.В.	26, 58
ГАЛЬВАС А.Г.	255	ГОРНОВА М.В.	26, 58
ГАПИЕНКО О.С.	217, 280	ГРАБОВИК С.И.	143
ГАПОНЕНКО С.О.	277	ГРИГОРЮК И.П.	184
ГАРБАРУК Д.К.	24, 98	ГРИЩЕНКОВА Н.Д.	135
ГЕРАСЬКИНА А.П.	58	ГУБАЗ Э.Ш.	219, 274
ГНАТКОВИЧ П.С.	182	ГУДИНА А.Н.	221
ГОЛУШКО Р.М.	93, 192, 212		

### Д

ДАВИДЧИК Т.О.	222	ДЕГТЯРЕВА Е.В.	15
ДАЙНЕКО Н.М.	145	ДМИТРИЕВА С.А.	222
ДАНИЛИНА Д.М.	29	ДОМНИНА Е.А.	31
ДВОРНИК А.А.	277	ДУДЫН Р.Б.	224
ДЕБКОВ Н.М.	56		

### Е

ЕЖОВ О.Н.	226	ЕРМОЛЕНКОВА Г.В.	150, 155
ЕЛСУКОВА Е.Ю.	13	ЕРМОХИН М.В.	33, 47, 59
ЕРМАКОВА О.Д.	229	ЕФИМОВА О.Е.	189, 212, 265

### Ж

ЖАДЬКО С.В.	145	ЖИБУЛЬ А.А.	35
ЖДАНОВИЧ С.А.	231		

### З

ЗАХОЖИЙ И.Г.	197	ЗОЛИНА Т.А.	66
ЗВЯГИНЦЕВ В.Б.	128	ЗОРИН В.П.	39
ЗЕЛЕНСКАЯ Ю.В.	37		

### И

ИАВУЗ М.	171	ИВКОВИЧ Е.Н.	246
ИВАНОВСКАЯ С.И.	42	ИЛЬЮЧИК М.А.	82
ИВКОВИЧ В.С.	246		

### К

КАВЕЛЕНОВА Л.М.	233	КОНОВАЛОВА М.Е.	29
КАГАН Д.И.	42, 47	КОНОНЦЕВА Е.В.	242

КАНТЕРОВА А.В.	234	КОРИНЯК С.И.	244
КАНТОР Г.Я.	31	КОРОЛЕВА Н.В.	49, 73
КАПЛЕВСКИЙ А.А.	45	КОРОЛЬ Р.А.	277
КВАШНИНА А.Е.	20	КОРЧИКОВ Е.С.	233
КВИТКО М.А.	184	КОЦАН В.В.	82
КЕРЧЕВ И.А.	56	КРАВЧУК В.В.	249
КИРСАНОВА О.Ф.	237	КРИВЕЦ С.А.	56
КИСЕЛЕВА В.В.	239	КРУЧОНОК А.В.	246, 249
КЛЕМЕНТЬЕВА Е.А.	277	КУЗНЕЦОВА А.И.	26, 58
КНЫШ Н.В.	33, 47	КУЗНЕЦОВА И.А.	204
КНЯЗЕВА С.В.	49, 73	КУКУШКИН С.Ю.	13
КОЗЕЛ А.В.	51	КУЛАКОВА Н.Ю.	174
КОЗЛОВА О.Н.	246	КУЛИКОВА Е.Я.	150
КОЗОРЕЗ А.И.	53	КУРПАТОВ А.М.	59
КОЛЕСНИКОВ А.В.	174	КУТЕНКОВ С.А.	143
КОМАРОВ А.А.	148		
<b>Л</b>			
ЛАРИНИНА Ю.А.	51	ЛИХОЛАТ Ю.В.	184
ЛЕБЕДЬКО В.Н.	222	ЛУКИН В.В.	33, 231
ЛЕВКОВИЧ А.В.	152, 251	ЛУКИНА Н.В.	26, 58
ЛЕСИНА С.А.	62	ЛУФЕРОВ А.О.	64
<b>М</b>			
МАКСИМОВИЧ Н.Г.	168	МЕЛЬНИК Л.П.	69
МАЛАХОВА Е.Г.	20	МЕЛЬНИК М.А.	22
МАЛЫШЕВ Р.В.	197	МЕЛЬНИК П.Г.	71
МАЛЫШЕВА Н.В.	66	МЕРЖВИНСКИЙ Л.М.	139
МАСЛОВСКИЙ О.М.	152	МОИСЕЕВ Б.Н.	66
МАХОВИК И.В.	130	МОИСЕЕВА Т.Р.	130
МАШКОВСКИЙ В.П.	82	МОРОЗОВ И.М.	139
МЕЛАНХОЛИН П.Н.	258	МЫЧКО В.Е.	33
<b>Н</b>			
НАЗИМОВА Д.И.	29	НИКОЛАЙЧУК А.М.	105
НАРТОВ Д.И.	176	НИКОНОВА Н.Н.	204
НАРТОВА Е.В.	176	НОВИК Г.И.	234
НИКИТИНА А.Д.	73	НОВИКОВА Ю.И.	139
НИКИФОРОВ А.Н.	56	НОВИЧОНОК Е.В.	75
<b>О</b>			
ОПЕКУНОВА М.Г.	13	ОТРАДНЫХ И.Г.	254
<b>П</b>			
ПАДУТОВ В.Е.	42	ПРИДАЧА В.Б.	17, 75, 87
ПАСМУРЦЕВА В.В.	130	ПРУДНИКОВ М.Н.	176
ПАСТУХОВА И.С.	179	ПУГАЧЕВСКИЙ А.В.	77
ПЕРЕСТОРОНИНА О.Н.	255	ПУСТОВАЛОВА Л.А.	204
ПОЛЯКОВА Г.А.	258	ПУЧИЛО А.В.	150
ПОТОКИН А.Ф.	180	ПУШКИН А.А.	82
<b>Р</b>			
РОМАНОВА М.Л.	155	РУНОВА Е.М.	182
РУДАКОВСКИЙ И.А.	268, 271	РЫБАКОВА Н.А.	84
<b>С</b>			
САВЕЛЬЕВ В.В.	93	СТАРОВОЙТОВА М.Ю.	157
САВИНЫХ Н.П.	255	СТЕПАНОВИЧ И.М.	159, 162, 268, 271
САВОСЬКО В.Н.	184	СУДНИК А.В.	91, 93, 186, 189,
САВЧУК С.С.	222		192, 194, 212, 252,
САЗОНОВА Т.А.	17, 75, 87		265, 268, 271
САПАНОВ М.К.	89, 260	СУХАНОВ П.А.	148
СИЗЕМСКАЯ М.Л.	260	СЪЕДИНА И.А.	254
СМИРНОВ В.Э.	58	СЫСОЙ И.П.	152, 165

<b>Т</b>			
ТАБАЛЕНКОВА Г.Н.	197	ТИМОФЕЕВ С.Ф.	145
ТАТАРНИКОВ Д.В.	96	ТИТОК В.В.	249
ТЕБЕНЬКОВА Д.Н.	26, 58	ТИХОВА Г.П.	75
ТЕРЕЩЕНКО С.С.	194	ТИХОНОВА Е.В.	26, 58
ТИМОНОВ А.С.	31	ТОРБЕНКО А.Б.	139
<b>У</b>			
УГЛЯНЕЦ А.В.	24, 98	УСС Е.А.	103
УЛАНОВА Н.Г.	45, 100		
<b>Ф</b>			
ФИЛИПЧУК А.Н.	66		
<b>Х</b>			
ХВАСЬКО А.В.	51	ХОМЯКОВ Ю.В.	148
ХЛУДЕНЦОВ Ж.Г.	242		
<b>Ч</b>			
ЧАП Т.Ф.	233	ЧОБАНОГЛУ Г.	171
ЧЕРНОВА Н.А.	56	ЧУМАКОВ Л.С.	152
ЧИТАНАВА С.М.	274		
<b>Ш</b>			
ШАБАШОВА Т.Г.	128, 217	ШЕЛЯКИН М.А.	197
ШАДРИН Д.М.	207	ШИМАНОВИЧ Р.В.	152
ШАМАЛЬ Н.В.	277	ШИХОВ А.Н.	168
ШАПОРОВА Я.А.	280	ШУЙСКАЯ Е.В.	174
ШВЕЦОВ А.Н.	199, 258	ШУМАК С.В.	24, 215
ШЕВЧЕНКО Н.Е.	26, 58		
<b>Э</b>			
ЭЙДЛИНА С.П.	49, 73	<b>Я</b>	
		ЯКОВЛЕВ А.П.	105
<b>А</b>			
АПОСТОЛОВ А.А.	118	<b>В</b>	
		БИЛИЋ С.	107, 113
<b>Е</b>			
ELISTRATOVA L.A.	118	<b>Г</b>	
		GOVEDAR Z.	110
<b>Н</b>			
HODOROVSKIY A. Ya.	118	<b>И</b>	
		ILIĆ HRKIĆ Z.	120
<b>Ј</b>			
JOSIPOVIĆ S.	107, 113		
<b>К</b>			
KNEŽEVIĆ A.	115	<b>К</b>	
		KOLEŠKA I.	120
<b>Л</b>			
LYALKO V.I.	118		
<b>М</b>			
MALYSZA J.	282	<b>М</b>	
МОЕ Р.	282	MONTERUSSO M.	282
<b>О</b>			
OLJAČA R.	120		
<b>Р</b>			
REMUCAL D.J.	282	<b>Р</b>	
		ROMANCIUC I.F.	118
<b>С</b>			
ŠKORIĆ S.	122	<b>С</b>	
SKURATOVICH A.N.	282	STANKOVIĆ D.	120
		SUBOTIĆ B.	120
<b>У</b>			
VESELINOVIĆ D.	124	<b>У</b>	
VLASAVA N.B.	282	YUKHIMUK A.N.	282



## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
<b>МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ</b>	
Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Елсукова Е.Ю., Кукушкин С.Ю. МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КОСТОМУКШСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	13
Болботунов А.А., Дегтярева Е.В. ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	15
Болондинский В.К., Придача В.Б., Сазонова Т.А. УСТЫЧНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ГАЗООБМЕНА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ	17
Владимирова Н.А., Алейников А.А., Малахова Е.Г., Квашнина А.Е. КАРТИРОВАНИЕ ВЕТРОВАЛОВ ПЕРИОДА 2010–2016 ГОДОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ДЕНЕЖКИН КАМЕНЬ» НА ОСНОВЕ ДЗЗ И НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ	20
Волкова Е.С., Мельник М.А. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ПИХТОВЫЕ ЛЕСА СИБИРИ	22
Гарбарук Д.К., Углянец А.В., Шумак С.В. НАКОПЛЕНИЕ <sup>137</sup> Cs ДОМИНАНТНЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В БЕРЕЗНЯКАХ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	24
Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Лукина Н.В. ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СУКЦЕССИОННОГО СТАТУСА ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	26
Данилина Д.М., Назимова Д.И., Коновалова М.Е. 50-ЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ СТРУКТУРЫ КОРЕННОГО ЧЕРНЕВОГО КЕДРОВНИКА (ЗАПАДНЫЙ САЯН)	29
Домнина Е.А., Тимонов А.С., Кантор Г.Я. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ	31
Ермохин М.В., Мычко В.Е., Кныш Н.В., Барсукова Т.Л., Лукин В.В. ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ	33
Жибуль А.А. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ	35
Зеленская Ю.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УСЫХАНИЯ ДУБРАВ	37
Зорин В. П. МОДЕЛЬНЫЕ ЛЕСА БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА И ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ	39
Ивановская С.И., Каган Д.И., Падутов В.Е. ГЕНОФОНД СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ	42

Каплевский А.А., Уланова Н.Г. ЧЕТЫРЁХЛЕТНИЙ МОНИТОРИНГ СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ПОДРОСТА И ПОДЛЕСКА ЕЛЬНИКА ПОСЛЕ ГИБЕЛИ ДРЕВОСТОЯ В ОЧАГЕ РАЗМНОЖЕНИЯ КОРОЕДА-ТИПОГРАФА	45
Кныш Н.В., Ермохин М.В., Каган Д. И. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) РАЗНЫХ ГАПЛОТИПОВ	47
Князева С.В., Эйдлина С.П., Королева Н.В. ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НАРУШЕННЫХ ЛЕСОВ	49
Козел А.В., Блинцов А.И., Ларинина Ю.А., Хвасько А.В. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ПЛАСТИНЧАТОУСЫХ-РИЗОФАГОВ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ	51
Козорез А.И. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДРОСТА И ПОДЛЕСКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОХОТООУСТРОЙСТВА	53
Кривец С.А., Бисирова Э.М., Дебков Н.М., Керчев И.А., Никифоров А.Н., Чернова Н.А. ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СИБИРСКИХ ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ В ЗОНЕ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА	56
Кузнецова А.И., Лукина Н.В., Гераськина А.П., Тихонова Е.В., Горнов А.В., Шевченко Н.Е., Горнова М.В., Тебенькова Д. Н., Смирнов В.Э. ДИНАМИКА ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ГОРНЫХ И РАВНИННЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ХОДЕ ИХ СУКЦЕССИОННОГО РАЗВИТИЯ	58
Курпатов А.М., Ермохин М.В. ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕСИСТОСТИ РЕГИОНА БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ ЗА ПЕРИОД 1930– 2010-Х ГОДОВ	59
Лесина С.А. СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ В УСЛОВИЯХ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ	62
Луферов А.О. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УСЫХАЮЩИХ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ, А ТАКЖЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК. ВЗГЛЯД ЛЕСОУСТРОИТЕЛЯ	64
Мальшева Н.В., Моисеев Б.Н., Филипчук А.Н., Золина Т.А. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УЧЕТА СТОКА И ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЛЕСАХ РОССИИ. МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ	66
Мельник Л.П. МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛИСТВЕННИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ПРОСТОЙ СВЕЖЕЙ СУБОРИ НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ	69
Мельник П.Г., Вронская А.М. МОНИТОРИНГ СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА НИКОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ	71
Никитина А.Д., Князева С.В., Гаврилюк Е.А., Королева Н.В., Эйдлина С.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА»	73
Придача В.Б., Сазонова Т.А., Тихова Г.П., Новичонок Е.В. ВЛИЯНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ	75

Пугачевский А.В. КОНЦЕПЦИЯ МОНИТОРИНГА ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ	77
Пушкин А.А., Машковский В.П., Коцан В.В., Ильючик М.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ УСЫХАЮЩИХ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ	82
Рыбакова Н.А. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПАРЦЕЛЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЕЛИ В ЮЖНОТАЕЖНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ И НА ВЫРУБКАХ	84
Сазонова Т.А., Болондинский В.К., Придача В.Б. ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО И УГЛЕРОДНОГО ОБМЕНА КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	87
Сапанов М.К. РЕЗУЛЬТАТЫ 65-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ	89
Судник А.В. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НОВОПОЛОЦКОГО НПК ПО ДАННЫМ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЗА 25- ЛЕТНИЙ ПЕРИОД	91
Судник А.В., Савельев В.В., Владимирова И.Н., Голушко Р.М. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	93
Татарников Д.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА НИЖНИХ ЯРУСОВ, ВЫЗВАННАЯ ОБРАЗОВАНИЕМ СОМКНУТОГО ПОЛОГА ЕЛОВОГО ПОДРОСТА В ЮЖНОТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ	96
Углянец А.В., Гарбарук Д.К., Вороненко С.А. НАКОПЛЕНИЕ 90Sr ФОНОВЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕРЕЗНЯКОВ В ЗОНЕ ОТЧЕЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	98
Уланова Н.Г. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ» В ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДЛИТЕЛЬНЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ	100
Усс Е.А. К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД БЕЛАРУСИ	103
Яковлев А.П., Белый П.Н., Николайчук А.М., Булавко Г.И., Антохина С.П., Вашкевич М.Н. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ	105
Bilić Srđan, Josipović Srđan STRUCTURAL ELEMENTS OF THE EUROPEAN BEECH OLD-GROWTH FOREST IN THE AREA OF DUBIČKA GORA – REPUBLIC OF SRPSKA	107
Govedar Zoran SILVICULTURE SYSTEMS IN BEECH HIGHT FORESTS IN THE REPUBLIC OF SRPSKA	110
Josipovic Srđan, Bilić Srđan SPATIAL DYNAMICS OF NATURAL REGENERATION OF THE EUROPEAN BEECH IN THE AREA OF DUBIČKA GORA – REPUBLIC OF SRPSKA	112
Knežević A. INITIAL CORES AS A ELEMENT OF NATURAL REGENERATION OF HIGH CAMMON BEECH FORESTS TO SHELTERWOOD SYSTEM	115

Lyalko V. I., Hodorovskiy A. Ya., Apostolov A. A., Romanciuc I. F., Elistratova L. A. THE EVALUATION OF FOREST CONDITION IN UKRAINIAN POLISSIA WITH THE REMOTE SENSING DATA (on the example of the Chernobyl Nuclear Power Plant forests)	118
Oljača R, Koleška I, Ilić Hrkić Z, Stanković D, Subotić B. THE NATURE OF THE CLONE I-214 IN THE CONDITIONS OF THE RIVER OF THE SAVA RIVER	120
Škorić Srđan THE NATURAL REGENERATION OF HIGH BEECH FORESTS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE REPUBLIC OF SRPSKA	122
Veselinović Duško CHARACTERISTICS OF FAIRIES' BEECH FORESTS IN THE REGION OF ČAJNIČE	124
<b>МОНИТОРИНГ ЛУГОВОЙ, БОЛОТНОЙ И ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, РЕСУРСООБРАЗУЮЩИХ И ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ</b>	
Азовская Н.О. СТЕПЕНЬ РАДИАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СУХИХ ГРИБОВ И ЕЁ ВКЛАД В ДОЗОВУЮ НАГРУЗКУ НАСЕЛЕНИЯ	126
Беломесяцева Д.Б., Звягинцев В.Б., Шабашова Т.Г., Волченкова Г.А. ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ ГРИБОВ В КОНСОЦИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ	128
Бордок И.В., Моисеева Т.Р., Маховик И.В., Волкова Н.В., Пасмурцева В.В. МОНИТОРИНГ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД И СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ КАК ИНДИКАТОР ИХ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА	130
Борсукевич Л.М. ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ	133
Власов Б.П., Грищенко Н.Д. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕК И ОЗЕР БЕЛАРУСИ	135
Волкова Е.С. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТРАНСФОРМАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ХРЕБТА СУТАЙ (МОНГОЛЬСКИЙ АЛТАЙ)	137
Высоцкий Ю.И., Мерзвинский Л.М., Морозов И.М., Новикова Ю.И., Торбенко А.Б. АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИИ БОРЩЕВИКА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ	139
Грабовик С.И., Кутенков С.А. ПОСТМЕЛИОРАТИВНАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЗОТРОФНОМ ТРАВЯНО-СФАГНОВОМ БОЛОТЕ В КАРЕЛИИ	143
Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф., Жадько С.В. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССОЙ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ Р. СОЖ	145
Комаров А.А., Суханов П.А., Хомяков Ю.В. МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)	148
Куликова Е.Я., Ермоленкова Г.В., Вознячук Н.Л., Пучило А.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»	150
Масловский О.М., Чумаков Л.С., Сысой И.П., Левкович А.В., Шиманович Р.В. РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	152
Романова М.Л., Ермоленкова Г.В. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛУГОВ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ	155

Старовойтова М.Ю. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАССЕЙНА РЕКИ СУЛА (УКРАИНА)	157
Сцепановіч Я.М. СІНТАКСАНАМІЧНАЯ СТРУКТУРА І ДЫНАМІКА РАСЛІННАСЦІ БАЛОТА ДЗІКАЕ	159
Сцепановіч Я.М. СУЧАСНЫ СТАН І ТЭНДЭНЦЫІ РАЗВІЦЦЯ ЛУГАВОЙ І ЛУГАВА-БАЛОТНАЙ РАСЛІННАСЦІ БЕЛАРУСІ	162
Сысой И.П. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ	165
<b>МОНИТОРИНГ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ</b>	
Березина О.А., Максимович Н.Г., Шихов А.Н. ДЕГРАДАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛИКВИДИРОВАННОГО КИЗЕЛОВСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА	168
Иавуз М., Чобаноглу Г. БИОМОНИТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ XANTHORIA PARIETINA (L.) TH.FR В ПРОВИНЦИИ ИСПАРТА (ТУРЦИЯ)	171
Кулакова Н.Ю., Колесников А.В., Шуйская Е.В. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ	174
Нартов Д.И., Нартова Е.В., Прудников М.Н. СТРУКТУРА И СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ ГОРОДА БРЯНСКА	176
Пастухова И.С. СОСТОЯНИЕ И ПРИЧИНЫ УВЯДАНИЯ, ОПАДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ, ЧЕРЕШКОВ, ПОБЕГОВ ПЛАТАНА В ГОРОДСКИХ И ПАРКОВЫХ УСЛОВИЯХ СОЧИ	179
Потокин А.Ф., Веселова Н.В. ОПЫТ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАРУШЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА ПАРК «МОНРЕПО» (ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)	180
Рунова Е.М., Гнаткович П.С. ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УРБОЭКОСИСТЕМЕ Г. БРАТСКА	182
Савосько В.Н., Квитко М.А., Лихолат Ю.В., Григорюк И.П. ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРФИТОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ И ТЕХНОГЕНЕЗА	184
Судник А.В., Вознячук И.П. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОМПЛЕКСОМ ТЕХНОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И ХЛОРИДОВ	186
Судник А.В., Вознячук И.П., Владимирова И.Н., Ефимова О.Е. ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОДОРОГИ В 2004-2017 ГГ.	189
Судник А.В., Голушко Р.М. СОСТОЯНИЕ ЛЕСНЫХ И ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В БЕЛАРУСИ (ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ)	192
Судник А.В., Терещенко С.С. ОСОБЕННОСТИ СИНАНТРОПИЗАЦИИ ПРИДОРОЖНОЙ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ БЕЛАРУСИ	194

Табаленкова Г.Н., Шелякин М.А., Захожий И.Г., Малышев Р.В., Атоян М.С. БИОДИАГНОСТИКА СРЕДЫ В ЗОНЕ ДОБЫЧИ БОКСИТОВОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЛИШАЙНИКОВ	197
Швецов А.Н. МОНИТОРИНГ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВЫСОКО УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	199
<b>МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ</b>	
Антонович А.О. ГАСТЕРОМИЦЕТЫ БЕЛАРУСИ: КРАТКИЙ ОБЗОР	202
Большаков В.Н., Кузнецова И.А., Никонова Н.Н., Пустовалова Л.А. МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (СРЕДНИЙ УРАЛ)	204
Валуйских, О.Е., Шадрин Д.М. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ GYMNADENIA CONOPSEA (L.) R. BR. (ORCHIDACEAE) НА ИЗВЕСТНЯКАХ ТИМАНСКОГО КРЯЖА	207
Вознячук И.П. МОНИТОРИНГ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ – ОСНОВА ПРАКТИКИ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ УНИЧТОЖЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИЗРАСТАНИЯ (IN SITU) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	209
Вознячук И.П., Судник А.В., Ефимова О.Е., Вознячук Н.Л., Голушко Р.М. РЕДКИЕ, УНИКАЛЬНЫЕ ДЕРЕВЬЯ И НАСАЖДЕНИЯ БЕЛАРУСИ: РЕЗУЛЬТАТЫ КАМПАНИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ И КРИТЕРИЯМ ВЫДЕЛЕНИЯ	212
Воронецкая А.Н., Шумак С.В. ПРОИЗРАСТАНИЕ PULSATILLA PRATENSIS (L.) MILL. S. L. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	215
Гапиенко О.С., Беломесяцева Д.Б., Шабашова Т.Г. МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАКРОМИЦЕТОВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	217
Губаз Э.Ш. РОЛЬ СУХУМСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БОТАНИКИ АНА В СОХРАНЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ АБХАЗИИ	219
Гудина А.Н. О НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДАХ РАСТЕНИЙ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ ХОПРА	221
Дмитриева С.А., Савчук С.С., Лебедько В.Н., Давидчик Т.О. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ СОХРАНЕНИЯ ИХ ГЕНОФОНДА	222
Дудын Р.Б. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗРАСТАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ЯСЕНЬ (FRAXINUS L.) В ПАРКАХ ЗАПАДА УКРАИНЫ	224
Ежов О.Н. РАЗНООБРАЗИЕ ФЛОРЫ ОСТРОВОВ АРХИПЕЛАГА ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА	226
Ермакова О.Д. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ЗАЦВЕТЕНИЕМ ШИПОВНИКА И ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА (ХРЕБЕТ ХАМАР-ДАБАН)	229

Жданович С.А., Лукин В.В. НОВЫЕ РЕГИСТРАЦИИ ОХРАНЯЕМЫХ ДЕРЕВООБИТАЮЩИХ ГРИБОВ БЕЛАРУСИ	231
Кавеленова Л.М., Корчиков Е.С., Чап Т.Ф. К РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА УНИКАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА НА Г. СТРЕЛЬНОЙ ЖИГУЛЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА ИМЕНИ И.И. СПРЫГИНА	233
Кантерова А.В., Новик Г.И. ВИДОВОЙ СОСТАВ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ	234
Кирсанова О.Ф. EPICRATIS ATRORUBENS (HOFFM. EX VERNH.) BESSER В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ПЕЧОРА (ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)	237
Киселева В.В. ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ – ИНТРОДУЦЕНТЫ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»	239
Кононцева Е.В., Хлуденцов Ж.Г. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	242
Кориняк С.И. ГРИБЫ РОДА ALTERNARIA В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА	244
Кручонок А.В., Козлова О.Н., Ивкович Е.Н., Автушко С.А., Ивкович В.С. ОЦЕНКА МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ORNHRYS INSECTIFERA L. ДВУХ УДАЛЕННЫХ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ	246
Кручонок А.В., Кравчук В.В., Анощенко Б.Ю., Титок В.В. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ФИТОИНДИКАЦИОННОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ВАЛЕНТНОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ ASTRANTIA MAJOR L.	249
Левкович А.В. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ	251
Отрадных И.Г., Съедина И.А., Аулиева Б.Б., Арынов Б. АНАЛИЗ СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ С РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КУЛЬСАЙСКИЕ ОЗЕРА»	254
Пересторонина О. Н., Савиных Н. П., Гальвас А.Г. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «МЕДВЕДСКИЙ БОР» (КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	255
Полякова Г.А., Швецов А.Н., Меланхолин П.Н. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ	258
Сиземская М.Л., Сапанов М.К. СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРАРИЯ ДЖАНЫБЕКСКОГО СТАЦИОНАРА В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ ПОЛУПУСТЫНИ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ: ИТОГИ 65-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА	260
Судник А.В. КОНЦЕПЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	262

Судник А.В., Вознячук И.П., Ефимова О.Е., Владимирова И.Н. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА И КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ООПТ	265
Судник А.В., Вознячук И.П., Степанович И.М., Рудаковский И.А. КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»: РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ	268
Судник А.В., Вознячук И.П., Степанович И.М., Рудаковский И.А. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» КАК ОСНОВА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ДАННОЙ ООПТ	271
Читанава С.М., Губаз Э.Ш. СОСТОЯНИЕ САМШИТА КОЛХИДСКОГО ПОСЛЕ ИНВАЗИИ ОГНЕВКИ	274
Шамаль Н.В., Клементьева Е.А., Дворник А.А., Гапоненко С.О., Король Р.А. СОСТОЯНИЕ OENOTHERA BIENNIS L. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	277
Шапорова Я.А., Гапиенко О.С. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ГРИБОВ СЕМ. RUSSULACEAE В СОСНЯКАХ МШИСТЫХ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В НП «НАРОЧАНСКИЙ»	280
Vozniachuk I.P., Remucal D.J., Vlasava N.B., Skuratovich A.N., Yukhimuk A.N., Malysza J., Monterusso M., Vozniachuk N.L. and Moe P. INTEGRATIVE ECOLOGICAL AND GENETIC MONITORING OF CLOUDBERRY (RUBUS CHAMAEMORUS L.) POPULATIONS ON THE SOUTHERN BORDER OF THE EUROPEAN AND NORTH AMERICAN AREA (IN BELARUS AND MINNESOTA)	282



