



РИТМ
углерода



БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ: БИОСФЕРНЫЕ ФУНКЦИИ, РАЗНООБРАЗИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

Петрозаводск • 25–28 сентября 2023 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КарНЦ РАН
ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ им. В. Ф. КУПРЕВИЧА НАН БЕЛАРУСИ
ВАЖНЕЙШИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ
«ЕДИНАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
КЛИМАТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»
РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

**БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ:
БИОСФЕРНЫЕ ФУНКЦИИ,
РАЗНООБРАЗИЕ И УПРАВЛЕНИЕ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

Петрозаводск, 25–28 сентября 2023 г.

Петрозаводск
2023

УДК 556.56+502.51(285.3)+574.5(4/5)(063)
ББК 26.222.7(4)
Б79

Редакционная коллегия:
д.б.н. О. Л. Кузнецов, к.б.н. С. Р. Знаменский, к.б.н. М. А. Бойчук

Болота северной Евразии: биосферные функции, разнообразие и управление :
Б79 тезисы докладов Международного симпозиума, Петрозаводск, 25–28 сентября 2023 г. / редакционная коллегия: О. Л. Кузнецов, С. Р. Знаменский, М. А. Бойчук ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российская академия наук, Отделение биологических наук РАН, ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук», Институт биологии КарНЦ РАН, Важнейший инновационный проект государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», Русское ботаническое общество. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2023. – 113 с.

ISBN 978-5-9274-0973-0

В сборнике содержатся тезисы докладов, представленных на Международном симпозиуме «Болота северной Евразии: биосферные функции, разнообразие и управление». Они охватывают широкий круг вопросов природы как естественных, так и трансформированных болотных экосистем, а также проблем их использования, восстановления и охраны в различных регионах России и Республики Беларусь. Освещаются современные методы исследований болотных экосистем и их компонентов.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов, работающих в области болотоведения, лесоведения, экологии и охраны природы.

УДК 556.56+502.51(285.3)+574.5(4/5)(063)
ББК 26.222.7(4)

ISBN 978-5-9274-0973-0

© Коллектив авторов, 2023
© Институт биологии КарНЦ РАН, 2023
© ФИЦ «Карельский научный центр РАН», 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

В таежной и тундровой зонах северной Евразии болотные экосистемы занимают огромные площади. Они выполняют уникальные биосферные функции, внося значимый вклад в круговорот углерода и регулирование содержания парниковых газов в атмосфере. Болота оказывают большое влияние на развитие экономики северных регионов, часто затрудняя и удорожая освоение территории, при этом являются источниками торфа, ягодных и лекарственных растений, важными охотничьими угодьями, объектами туризма.

В ряде стран Северной Евразии давно сложились национальные научные школы по изучению болот и традиции их разностороннего использования. Интенсивное освоение болот на Севере со второй половины XX века потребовало разработки стратегий управления болотами и сохранения их разнообразия. В последние десятилетия во многих странах и регионах ведутся широкомасштабные работы по восстановлению нарушенных болот и искусственному заболачиванию. На протяжении нескольких десятилетий успешно развивается международное научное сотрудничество по этим проблемам, разрабатываются и внедряются новые методы исследований, активно развивающиеся с появлением новых технических возможностей. Результаты таких работ регулярно обсуждаются на различных научных мероприятиях.

Исследования болот Карелии, начавшиеся в конце 20-х годов, постоянно ведутся с 1950 года с создания сектора болотоведения и мелиорации в Карело-Финском филиале АН СССР (сейчас это лаборатория болотных экосистем Института биологии Карельского научного центра РАН). Исследования болотоведов Карелии широко известны в России и за рубежом, на базе лаборатории на протяжении десятилетий проводятся различные научные мероприятия. Международные симпозиумы, посвященные болотам Европейского Севера, уже стали регулярными. На данном симпозиуме планируется обсудить результаты и задачи исследований по следующим направлениям:

1. разнообразие и структура болотных экосистем;
2. динамика и функционирование болотных экосистем;
3. болота и климат: прошлое и настоящее;
4. научные основы восстановления болотных экосистем;
5. управление и экосистемные услуги болот в современных условиях;
6. современные методы исследований болотных экосистем.

В рамках данного симпозиума его участники поделятся своими новыми результатами, обсудят их с коллегами, наметят дальнейшие задачи и перспективы сотрудничества.

Свидетельством внимания к природе болот и их роли в биосфере является выполнение в России важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», в рамках которого выполняется широкий спектр исследований болотных экосистем в ряде регионов России, в том числе и в Карелии. Некоторые результаты и задачи этих исследований будут рассматриваться и на этом симпозиуме.

О большом интересе к симпозиуму свидетельствует география его участников, представляющих десятки научных и природоохранных организаций и вузов России и Беларуси и широкая тематика предлагаемых докладов.

д.б.н. О.Л. Кузнецов

INTRODUCTION

Mire ecosystems occupy huge areas in the taiga and tundra zones of Northern Eurasia. They provide unique biospheric functions, contributing greatly to carbon cycling and regulation of atmospheric greenhouse gas content. Mires have a pronounced effect on the economic development of northern regions, often making the development of new territories more challenging and costly, while at the same time acting as sources of peat, berry and medicinal plant resources, valuable hunting grounds, and tourism destinations.

Some North Eurasian countries have long-established national science schools in mire studies and solid traditions of versatile mire use. Considering the intensive utilization of mires in the North since the second half of the 20th century strategies had to be designed to manage mires and conserve their diversity. In recent decades, many countries and regions have been working on a large scale to restore disturbed mires and initiate artificial paludification. For several decades international cooperation on these matters has been developing successfully, new research methods are being actively designed and implemented owing to newly emerging technical possibilities. The results of these activities are regularly discussed in various scientific events.

Mire research in Karelia, which commenced in the late 1920s, has been done consistently since 1950, when the Mire Science and Land Reclamation Section was set up at the Karelian-Finnish Branch of the USSR Academy of Sciences (now Mire Ecosystems Laboratory of the Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences). Studies by mire scientists from Karelia are known widely both in Russia and abroad. The Laboratory has for decades hosted various scientific events. International symposia on North European mires have become regular.

The symposium goal is to discuss the results and objectives of the research in the following fields:

1. biological diversity and structure of mire biota;
2. dynamics and functioning of mire ecosystems;
3. mires and the climate, the past and the present;
4. scientific bases for reconstruction of mire ecosystems;
5. mire management and ecosystems services;
6. modern techniques and methods of mire ecosystems investigations.

During this Symposium its participants will share their new results, discuss new mire research methods, draft future tasks and cooperation prospects.

There is great interest in the nature of northern mires, their study, multi-purpose use and conservation as evidenced by the geography of the participants, who represent dozens of research and conservation organizations and higher educational institutions of Russia and Belarus as well as broad topics of reports.

Dc. Biol. Sc. *O. Kuznetsov*

О СОЗДАНИИ ЦИФРОВОЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЫ БОЛОТНЫХ УЧАСТКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ»

Антипин В. К.^{1,2}, Шредерс М. А.²

ON THE CREATION OF A DIGITAL GEOBOTANICAL MAP OF MIRE SITES OF THE VODLOZERSKY NATIONAL PARK

Antipin V. K.^{1,2}, Schreders M. A.²

¹ *Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

² *Национальный парк «Водлозерский», Петрозаводск. avk-krc@yandex.ru*

Пространственная структура болот (болотные участки, болотные массивы, болотные системы) отражается на аэрофото и космических снимках. Аэрофотоснимки давно используются в болотоведении, способы их дешифрирования являются важнейшей составной частью картографического метода изучения болот. Современные ГИС-технологии и методы геоботанического картирования позволяют подбирать для каждого уровня пространственной организации болот свой масштаб снимка, при котором корректно дешифрируются и картографируются элементы их структуры, и затем транслировать растровые объекты в цифровой формат.

Национальный парк «Водлозерский» расположен на смежной территории двух субъектов РФ – Республики Карелия (Пудожский р-н) и Архангельской области (Онежский р-н). Он является одним из крупнейших лесоболотных парков России (площадь 468 340 га), причем болота занимают здесь около 40 % территории.

В 2022 г. нами была завершена работа по составлению цифровой геоботанической карты «Типы и виды болотных участков парка». Она отражает разнообразие и географическое распространение на территории парка болотных участков – важнейших элементов пространственной структуры болотной биоты.

Применительно к целям картирования составлена типологическая классификация участков. По особенностям растительного покрова и микрорельефа выделено 19 видов болотных участков, которые по режиму водно-минерального питания объединены в 7 типов: дистрофный, дистрофно-олиготрофный, олиготрофный, мезоолиготрофный, мезотрофный, мезоевтрофный и евтрофный, также выделены болотные выдела болот, нарушенных лесной мелиорацией. Классификация послужила основой для составления легенды карты. Карта создана в среде ГИС-технологий на основе MapInfo Professional. Прекартой служили синтезированные (многозональные) растровые космические снимки SPOT 5, Landsat 7, Bing различной степени разрешения. База данных цифровой карты состоит из слоя, в котором приведен список выделенных участков. В атрибутивных колонках табличного файла карты указаны тип, вид и площадь каждого оцифрованного выдела.

База данных карты состоит из 2900 контуров участков общей площадью 170 300 га. Установлено, что на территории парка по условиям водно-минерального питания господствуют болотные участки олиготрофного типа. По особенностям растительного покрова и микрорельефу здесь преобладают олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные (25%) и очень топкие мезотрофные травяно-сфагновые грядово-мочажинные (12%) виды участков. Только в северной части встречаются дистрофные (разрушающиеся) и дистрофно-олиготрофные типы участков. В парке редко встречаются мезоевтрофные разнотравно-сфагновые (0,3%) и травяно-молиниевые-сфагновые грядово-мочажинно-озерковые (0,8%) виды участков. Уникальным является евтрофный травяно-моховой участок.

Карта предназначена для использования в научных, ресурсоведческих и эколого-просветительских целях. Она является основой (прекартой) для составления следующих 2 цифровых геоботанических карт: «Типы болотных массивов» и «Типы болотных систем», отражающих пространственную структурную организацию болотной биоты парка.

Финансирование: госзадание Института биологии КарНЦ РАН FMEN-2022-0008; НП «Водлозерский» – № 051 00095-23-00.

РАЗВИТИЕ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОНДИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ И РАДИОУГЛЕРОДНОМУ ДАТИРОВАНИЮ

Антипина Т.Г.

DYNAMICS OF FOREST AND BOG VEGETATION IN THE KONDINSKY LOWLAND IN THE HOLOCENE

Antipina T. G.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург. antanya1306@mail.ru

Для территории Западной Сибири к настоящему времени накоплен обширный палеоклиматический материал. Кондо-Тавдинская провинция подзоны среднетаежных лесов в палеоэкологическом аспекте остается малоизученной территорией. Провинция включает верховья долины реки Конды с ее притоками. Климат района исследования умеренно-континентальный. Лесная растительность представлена сосновыми, елово-сосновыми и производными березняками.

Заболоченность территории свыше 60%. Преобладают верховые сфагновые болота, встречаются рямовые сосняки.

Цель исследования: изучение динамики климатических условий лесной и болотной растительности на основе анализа торфяных отложений в долинах рек Большой Умытьи, Мулымьи и оз. Арантур.

На основе палинологических данных 4 разрезов и результатов радиоуглеродного датирования были выявлены смены лесной растительности и этапы болотообразования, начиная с позднеледниковья.

С потеплением около 10 300 ВР л. н. началась трансформация растительности на всей территории Западной Сибири, распространение древесной растительности от лиственнично-еловых редколесий к настоящим сомкнутым елово-березовым лесам в бореальном периоде. Около 9500 л. н. начался процесс заболачивания озер с образованием залежи низинного типа.

Около 8200 ВР л. н. после кратковременного сухого похолодания наступает наиболее влажный и теплый период. В составе древостоев появляются кедр сибирский, пихта и в подлеске широколиственные виды (вяз, липа). Продолжается процесс заболачивания озер, в том числе термокарстовых, низких пойм рек. В поймах аккумулируются торфа низинного типа осоково-пушицевый, древесно-пушицевый, шейхцериевый.

Холодное событие 4,2 кал. ВР л. н. привело к усилению континентальности климата. В составе лесов произошло сокращение широколиственных растений, уменьшилась роль пихты. Доминирующими древесными видами становятся ель, кедр, береза. Болотные системы переходят на олиготрофную стадию развития.

Формирование лесных ландшафтов современного облика произошло за последние 2500 ВР л. н. В условиях усиления континентальности климата в составе лесов снижается роль кедра, увеличивается присутствие сосны. Процесс олиготрофизации приводит к появлению сосны на болотах. Экспансия сфагновых мхов в разрезах различается по времени (влияние локальных факторов). В долине Большой Умытьи олиготрофизация началась около 1500 ВР л. н.; на заболоченном берегу оз. Арантур – около 390 ВР л. н.

Трансформация лесной растительности происходила в связи с изменениями климатических условий: в периоды ослабления континентальности увеличивались площади лесных массивов и усиливалась эвтрофизация болот. В периоды повышения сухости и понижения температур происходило обеднение древостоев (исчезали широколиственные), сокращалась доля пихты и ели, болота переходили на олиготрофную стадию развития.

РОЛЬ БОЛОТ В ГИДРОСФЕРЕ

Баби́ков Б. В.

THE IMPORTANCE OF MIRES IN THE HYDROSPHERE

Babikov B. V.

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург*

Заболоченные участки и болота обычно занимают относительно небольшие участки территории, хотя общая их площадь почти 21 % лесных земель России. Среди них есть и крупные болотные массивы. По данным Г. А. Елиной в Карелии около 6500 болот. По площади болота разные – от 5 до 1000 га, преимущественно от 100 до 300 га. В Западной Сибири имеется Васюганское болото размером 50 на 250 км, занимая 80 % Западно-Сибирской низменности.

Особенностью болот является высокая плотность растительности, что проявляется на их биологической активности. Интегральным показателем биологической активности почв является продуцирование CO_2 , ее эмиссии в атмосферу. Этот процесс в значительной степени связан с гидротермическими условиями и, прежде всего, с увлажнением. Проведенные исследования на участках с разными уровнями грунтовых вод показали, что при глубине грунтовых вод 16 см и влажности почвы около 85 % продуцирование CO_2 и выделение в атмосферу составило 38,4 кг/га в сутки. Высокая влажность ограничивает порозность аэрации, снижая микробиологические процессы почвы.

При снижении уровня грунтовых вод до 42 см при объемной влажности около 70 % эмиссия CO_2 увеличилась почти вдвое, составив 73,6 кг/га в сутки. Однако при более интенсивном осушении, когда грунтовые воды понизились до 62–65 см, а объемная влажность снизилась до 50–60 %, увеличилась степень аэрации почвы, продуцирование CO_2 снизилось и ее выделение из почвы уменьшилось (рис.).

С понижением грунтовых вод до 40–45 см достаточная порозность почвы обеспечивает создание хороших условий для активности почвенной микрофлоры. В таких условиях эмиссия CO_2 в атмосферу составила 8,5–9,0 т/га за период вегетации (рис.). Близкие величины, около 10 т/га, во время летних месяцев были получены Б. Н. Макаровым при исследованиях на перегнойно-торфяной почве парового поля.

При снижении уровня грунтовых вод до 65–70 см активность почвенной микрофлоры снижается, увеличивается порозность почвы. Продуцирование и эмиссия CO_2 снижается до 1,6–1,7 т/га за период вегетации (рис.).

При фотосинтезе растения, поглощая CO_2 , обеспечивают рост древостоя, прирост древесины и продуцирование O_2 . Кислород обеспечивает существование кислородно-озонового экрана в верхних слоях атмосферы – в стратосфере на высоте 20–40 км. В результате воздействия ультрафиолетового излучения на молекулярный кислород (O_2) появился трехатомный кислород (O_3) – озон.

Озоновый экран обеспечивает защиту всего живого на Земле от жесткой ультрафиолетовой радиации. Но озоновый слой под угрозой промышленной деятельности, да и бытовой тоже. В результате над Антарктидой в кислородно-озоновом экране образовалась естественная дыра.

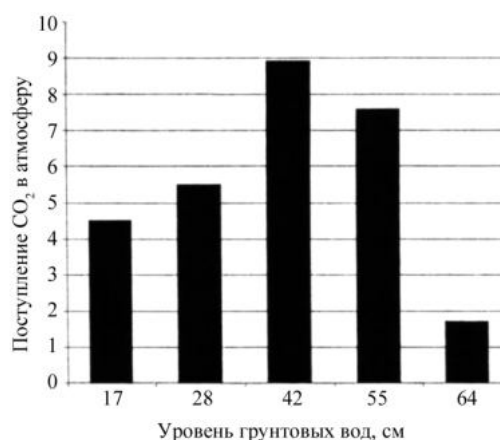


Рис. Поступление CO_2 в атмосферу при осушении болот, т/га

ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ

Батуев В. И., Калужный И. Л.

INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF OLIGOTROPIC BOGS

Batuev V. I., Kalyuzhnyy I. L.

Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург. batuevvggi@mail.ru, hfl@mail.ru

Анализ результатов наблюдений за гидрометеорологическим режимом болот показал, что период 1978–1980 гг. является тем рубежом, с которого наблюдается заметное уменьшение глубины промерзания торфяной залежи и изменение характеристик стока воды. В результате климатических изменений (с 1981 по 2018 г.) увеличение среднегодовой температуры торфяной залежи на болоте Ламмин-Суо (Карельский перешеек) составило 0,6 °С и на Иласском болоте (Архангельская область) – 0,8 °С, что привело к уменьшению глубины промерзания.

В то же время, количество выпадающих атмосферных осадков, которые являются основной приходной составляющей водного баланса олиготрофных болот, возросло. Среднегодовое количество осадков на болоте Ламмин-Суо выросло на 95 мм или на 11,7% от среднегодовой величины за предшествующий период. Соответственно, эти же величины для Иласского болота составили 34 мм или 4,5%. Количество твердых атмосферных осадков за зимний период на болотах также показывает их увеличение. На болоте Ламмин-Суо среднегодовое количество твердых осадков увеличилось на 56 мм, т.е. на 25,8% и на Иласском болоте – на 14 мм или на 8,7%. Вместе с тем, анализ изменения максимальных влагозапасов в снежном покрове показывает устойчивый отрицательный тренд из-за воздействия оттепелей. Количество оттепелей в течение трех зимних месяцев на болоте Ламмин-Суо, в период до 1980 года, составляло в среднем 10 случаев за зиму, а с 1981 года возросло до 16 случаев. Среднегодовое количество максимальных влагозапасов перед началом половодья на болоте Ламмин-Суо уменьшилось на 26 мм. Потери влагозапасов в период оттепелей на Иласском болоте были невелики – 4 мм.

Средняя глубина промерзания в грядово-мочажинном комплексе (гряда) на болоте Ламмин-Суо уменьшилась на 7 см от первоначальной величины, а на Иласском болоте, в аналогичном комплексе, – на 11 см. Такая динамика промерзания обуславливает уменьшение законсервированной влаги в мерзлом слое и увеличение влаги, участвующей в формировании зимнего стока. На болоте Ламмин-Суо содержание стокоформирующей влаги зимнего периода возросло на 42 мм. На Иласском болоте – несколько больше, т.к. при глубине промерзания 45–50 см, в период стабильного климата, промерзание превышает мощность деятельного слоя и стокоформирующая влага становится близка к нулю. В период изменения климата ее содержание возрастает от нуля до нижней границы промерзания.

В зимний период сток с болот возможен только в том случае, если в деятельном слое сохраняется проточная зона. Анализ ее формирования показывает, что при изменении климата в сторону потепления проточная зона увеличивается. За период наблюдений до 1980 г. на болоте Ламмин-Суо она отсутствовала в 17 случаях, что составило 55% от общего числа лет наблюдений. В 45% случаев средняя ее толщина составляла 7 см, изменяясь в пределах от 2 до 15 см. В последующий период проточная зона отсутствовала только в 4 случаях. В 34 случаях (90%) она изменялась от 1 до 22 см. В период стабильности климата на Иласском болоте среднегодовое значение толщины проточной зоны составляло 5 см. В период относительного изменения климата она увеличилась до 10 см. Ее увеличение обуславливает возрастание зимнего стока и вызывает уменьшение весеннего. На болоте Ламмин-Суо сток за зимние месяцы вырос в 2,6 раза от первоначальной величины. Наибольшие расходы весеннего половодья уменьшились в 1,5 раза, а наименьшие зимние увеличились в 2,4 раза. На Иласском болоте средняя величина зимних расходов возросла с 5,8 л/с до 11,7 л/с. В результате климатических изменений на северо-западе страны значительно изменяются характеристики стока воды с олиготрофных болот.

ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ БОЛОТ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Бахмат И. В., Леонова О. А.

PHYTOMASS RESERVES OF VEGETATION COVER OF KARST-SUFFUSION MIRES OF THE TULA REGION

Bakhmat I. V., Leonova O. A.

Тулский государственный университет, Тула. podobedoff.ivan@gmail.com

На территории Тульской области сформированы отличающиеся по растительному покрову и строению торфяных отложений водораздельные болота, которые относятся к классу типов Водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях. В данном классе выделено 3 группы типов: эвтрофные, мезотрофные и олиготрофные, представленные 14 типами. Специфическими типами болот указанного класса являются эвтрофные березово-сфагновые и олиготрофные очеретниково-сфагновые болота (Волкова, 2018). Структурные отличия разных типов болот предполагают специфику их функционирования, что проявляется в продуктивности растительного покрова и запасах органического вещества. Для выявления отличий в запасах и структуре фитомассы исследования проведены на модельных болотах Источек (березово-сфагновый тип) и Главное (очеретниково-сфагновый тип).

Фитомассу древесного яруса оценивали с помощью разработанных таблиц моделей биопродуктивности на основе высоты древесных пород и плотности их расположения (Швиденко и др., 2008), травяного и мохового ярусов – укосным методом. Фитомассу подземной фракции определяли методом монолитов.

Полученные результаты показали, что запасы общей фитомассы на исследуемых болотах отличаются: наиболее высокие значения характерны для эвтрофного березово-сфагнового сообщества болота Источек и составляют 27,8 кг/м². Более низкие значения отмечены для олиготрофного очеретниково-осоково-сфагнового сообщества болота Главное, сформированного на сплаvine в центральной части, и составляют 3,7 кг/м². В структуре фитомассы разных сообществ также выявлены отличия.

Надземная фракция представлена древесным, травяным и моховым ярусами. Доля надземной фитомассы в сообществах исследуемых болот составляет от 1,3 кг/м² до 6,6 кг/м² (от 7,5 до 36,1% от общей фитомассы). Максимальный запас органического вещества в древесном ярусе характерен для эвтрофного сообщества болота Источек, где составляет 5,9 кг/м² (88,3% от надземной фракции). Это обусловлено спецификой гидрологического режима болота, для которого характерно сезонное снижение уровня болотных вод, что обеспечивает аэрацию корнеобитаемого горизонта и успешный рост древостоя. Для болота Главное высокая фитомасса древостоя характерна для окраинных (березово-камышовое, березово-телиптерисовое и др.) сообществ, где показатель соответствует 1,1 кг/м² (68,5% от надземной фракции). Доля травяного яруса составляет, в среднем, 5,4% от надземной фракции (от 0,8% до 8,7%). Моховой покров хорошо развит на сплаvine болота Главное, где представлен сфагновыми мхами. Доля мохового яруса в олиготрофных сообществах этой части болота составляет 64,9% (867 г/м²). Мортмасса в надземной фракции фитомассы максимальна для эвтрофного сообщества болота Источек, где составляет 697 г/м² (10,4% от надземной фракции), а для болота Главное этот показатель колеблется от 13 г/м² в олиготрофных сообществах центральной части до 406,5 г/м² на окраине в эвтрофных условиях (от 0,9% до 24,4% от надземной фракции).

Подземная фракция составляет от 63,9 до 92,5% в общей фитомассе растительных сообществ изучаемых болот. В этой фракции представлены живые и мертвые корни, а также торф, образованный неполностью разложившимися частями растений.

Выявленные отличия в запасах и структуре фитомассы разных типов водораздельных болот свидетельствуют об отличиях в их функционировании, включая роль болот в депонировании углерода.

ПОЗДНЕЛЕДНИКОВАЯ И ГОЛОЦЕНОВАЯ ИСТОРИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, КЛИМАТА И ПОЖАРОВ В ПРЕДГОРЬЯХ АЛТАЯ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНЫХ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БОЛОТА «МОХОВОЕ»

Бляхарчук Т. А., Пупышева М. А., Бляхарчук П. А.

LATE GLACIAL AND HOLOCENE HISTORY OF VEGETATION, CLIMATE AND FIRES IN FOOTHIELS OF ALTAI MOUNTAINS ACCORDING TO MULTI-PROXY PALAEOECOLOGICAL RESEARCH OF «MOKHOVOE» MIRE

Blyakharchuk T. A., Pupyshcheva M. A., Blyakharchuk G. A.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск. blyakharchuk@mail.ru

Данные комплексных палеоэкологических исследований торфяных отложений болот несут уникальную информацию о развитии самого болота и об истории окружающего его ландшафта, охватывающую многие тысячелетия до начала инструментальных наблюдений. Интересным регионом для таких исследований являются западные предгорья Алтая, поскольку географически эта территория находится на границе между степной зоной и горными лесами. Это природный экотон, который гиперчувствителен к любым изменениям климата. Кроме того, Предалтайская равнина и Алтайские горы в течение всего позднего голоцена были ареной развития различных археологических культур. Всё это подчеркивает важность проведения здесь детальных палеоэкологических исследований. Нами были исследованы спорово-пыльцевым, радиоуглеродным, макрофоссильным и угольковым методами отложения мощностью 620 см из торфяного болота «Моховое», расположенного около поселка Ая на границе между Алтайским краем и Республикой Алтай. Детальные результаты спорово-пыльцевого анализа опубликованы нами ранее (Бляхарчук, 2022). Пять радиоуглеродных датировок показали, что озерно-болотные отложения болота Мохового начали формироваться 16 185 календарных лет назад. При этом отложения возрастом 16–14,5 тысяч лет (кал. л. н.) представлены глинами, 14,5–10,9 (кал. л. н.) – озерным сапропелем, а с 10,9 до 1 (кал. л. н.) – торфами различного состава (в основном евтрофными: гипновым, осоковым, древесно-осоковым). Лишь верхний слой торфяника возрастом 1000 лет представлен мезотрофным осоково-сфагновым торфом. В исследовании проведено сопоставление данных угольковых анализов (макроуголькового и микроуголькового) с данными спорово-пыльцевого и макрофоссильного анализов этого же разреза. Проведенные исследования выявили периодичность крупных пожарных событий, происходивших на фоне изменений климата, растительного покрова и эволюции болотного массива. Длительность таких пожарных циклов составляет от 2 до 3,5 тыс. л. Выявлено, что, хотя главным фактором, контролировавшим смены растительного покрова в послеледниковое время на исследуемой территории, являлось изменение климата (потепление/похолодание, увлажнение/аридизация), интенсивные и частые пожары способствовали ускорению этих смен. После очередной смены фитоценозов интенсивность горения ландшафта обычно снижалась, но практически каждый последующий период интенсификации пожарной активности приводил к смене господствующих фитоценозов либо на самом болоте, либо в окружающем ландшафте. Меньше было пожаров в период существования гипновой болотной фации в начале торфонакопления (10–8,5 кал. л. н.) и в заключительной стадии мезотрофного осоково-сфагнового болота (1 кал. л. н. – современность). Болотные стадии: древесно-осоковая (8,5–5,5 кал. л. н.), кочкарно-осоковая (5,5–3 кал. л. н.) и топяно-осоковая (3–1 кал. л. н.) – начинались после периодов мощной интенсификации пожаров. Наиболее интенсивные и длительные пожарные эпизоды приводили к смене господствующих биомов на региональном уровне. Так пожары 11,5–10,5 кал. л. н. привели к смене степных биомов на лесостепные с березой. Наиболее интенсивные пожары, происходившие 5,5–5 кал. л. н., привели к увеличению

в лесах исследуемого региона роли пирогенно-устойчивой сосны и снижению роли березы. Таким образом, наше исследование показало, что пожары играли и играют важную роль в естественных природных экосистемах.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-27-00217.

УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА ОТ ОЗЕРНОГО РЕЖИМА К БОЛОТНОМУ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ В РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Борисова О. К.

CONDITIONS FOR THE TRANSITION FROM A LACUSTRINE TO PALUSTRINE REGIME IN THE MID-LATITUDINAL PART OF THE EAST EUROPEAN PLAIN IN THE EARLY HOLOCENE

Borisova O. K.

Институт географии РАН, Москва. olgakborisova@gmail.com

В средней части бассейнов Днепра и Волги на высоких поймах и низких террасах рек широко распространены небольшие болотные массивы, возникшие на месте озер, которые занимали плесы в излучинах больших палеорусел, сформировавшихся в конце позднего плейстоцена и переставших функционировать при резком снижении речного стока. В течение позднеледниковья и в начале голоцена эти старичные озера постепенно заполнялись наносами. По данным радиоуглеродного анализа, в центральной части Восточно-Европейской равнины переход от озерного осадконакопления к торфообразованию произошел в конце пребореального – начале бореального периода голоцена, 10–11 тыс. калиброванных лет назад. После заполнения и зарастания старичных озер на их месте сформировались маломощные торфяники (1,5–3 м, редко до 4 м).

Примером болотного массива этого типа является торфяник на высокой пойме р. Свапа (приток р. Сейм, бассейн Днепра). Данные комплексных исследований отложений, заполняющих большие излучины палеорусла на этом участке долины (Borisova et al., 2007), показали, что в течение позднеледниковья здесь происходило быстрое накопление глинисто-алевритовых наносов в старичном озере. На рубеже позднеледниковья и голоцена преимущественно терригенное осадконакопление сменилось медленной аккумуляцией илов с высоким содержанием органики в мелководном хорошо прогреваемом водоеме с богатой водной растительностью, которое продолжалось в пребореале и в начале бореала. На окружающей озеро территории в этот период происходило быстрое распространение бореальных лесов с преобладанием березы и сосны, с участием ели, а начиная со второй половины бореала – с примесью широколиственных пород деревьев. К началу атлантического периода голоцена старичное озеро совершенно заполнилось наносами, и на его месте образовалось низинное тростниковое болото. Основные климатические показатели для времени перехода от озерного осадконакопления к торфообразованию были определены при помощи анализа современного географического распространения видов ископаемой пыльцевой флоры (Борисова, 2021). Реконструкции показали, что в результате резкого потепления на рубеже позднеледниковья и голоцена средняя температура наиболее теплого месяца (июля) уже в пребореале достигла современного уровня, тогда как средняя температура наиболее холодного месяца (января) все еще оставалась ниже современной на 7–8 °С; среднегодовая сумма атмосферных осадков была близка к современной.

Подобные изменения в составе локальной и региональной растительности были реконструированы по данным палинологического изучения разрезов озерно-болотных отложений, заполняющих древние макроизлучины р. Десны (бассейн Днепра) около г. Сельцо и р. Протвы (бассейн Волги) около г. Боровска (Борисова и др., 2022). Здесь также отчетливо прослеживается процесс

потепления, отраженный в изменениях в составе флоры и растительности. Под его воздействием в раннем голоцене происходило заболачивание прибрежной полосы старичных озер и последующее формирование низинных торфяников на их месте. В отличие от заболачивания понижений рельефа при избыточном увлажнении здесь происходил обратный процесс: развитие потепления при переходе к голоцену приводило к увеличению продуктивности озер и к росту испаряемости при положительной обратной связи (обмеление и дальнейшее усиление летнего прогрева водоемов). Таким образом, в описанной геоморфологической позиции образование болот происходило в результате процесса «террестриализации», который развивался не при избыточном, а при нормальном увлажнении и, возможно, при небольшом летнем дефиците осадков.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 22-27-00639).

МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ БОЛОТ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Вахрушева А. Д.¹, Третьякова А. С.^{1,2}, Груданов Н. Ю.²,
Письмаркина Е. В.², Сенатор С. А.³, Филиппов Д. А.⁴**

MATERIALS FOR THE FLORA OF MIRES OF THE SOUTHERN PART OF THE SVERDLOVSK REGION

**Vakhrusheva A. D.¹, Tretyakova A. S.^{1,2}, Grudanov N. Yu.²,
Pismarkina E. V.², Senator S. A.³, Philippov D. A.⁴**

¹ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург. *vakhrusheva_alena@bk.ru*

² Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург

³ Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Москва

⁴ Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН, Борок

Свердловская область – наиболее обширный регион Уральского федерального округа (194,8 тыс. км²). Несмотря на длительную историю и высокий уровень ботанических исследований на Урале, сведения о флористическом богатстве непосредственно болотных экосистем Свердловской области фрагментарны. В связи с этим с 2021 г. нами начато изучение состава и структуры флоры болот региона. В настоящей работе приведены предварительные результаты инвентаризации флоры 10 болот, расположенных в юго-восточной части области (подзоны северной лесостепи и предлесостепных южно-таежных лесов) и являющихся региональными памятниками природы.

Флора изученных торфяных болот насчитывает 199 видов сосудистых растений, 120 родов и 59 семейств. Наиболее многовидовыми семействами являются *Cyperaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae*, *Salicaceae*. Вместе они объединяют 78 видов, или 39% флоры. Самым крупным родом является род *Carex* (19 видов).

Среди долготных элементов преобладают голарктическая (33%), европейско-западноазиатская (24%) и евразийская (20%) группы. Своеобразие флоры болот Среднего Урала придают виды с ограниченным распространением: европейские, находящиеся на Урале на восточной границе своего распространения (*Dryopteris cristata*, *Pedicularis palustris*) и азиатские, на западном пределе своего ареала (*Gentianopsis barbata*, *Rubus idaeus* subsp. *strigosus*). Среди широтных геоэлементов наиболее многочисленна группа плюризональных видов, составляющая 34%. Значимый вклад в сложение изученной флоры вносят виды, связанные с лесной зоной: бореальные и бореально-неморальные. Район исследований находится в южной части Свердловской области, что обеспечивает наличие во флоре группы «южных» видов – лесостепных и степных. Многие из них

находятся в южной части региона на северной границе своего ареала, например, *Cirsium canum*, *Alnus glutinosa*, *Hemipilia cucullata*, *Gentianopsis barbata*. Экологические условия болот позволяют сохраняться на болотах северным видам – арктобореальным и гипоаркто-бореальным (*Calluna vulgaris*, *Carex chordorrhiza*, *Comarum palustre*, *Petasites frigidus*).

Группа общераспространенных видов растений крайне малочисленна: только один вид (*Betula pubescens*) встречается во всех исследуемых болотах. Альтернативную группу образуют географически специфичные растения, встречающиеся в составе флоры только одного из исследуемых болот. Эта группа более разнообразна – 82 вида или 41 %. Наличие многовидовой группы специфичных видов обеспечивает относительно низкий уровень видового сходства между рассматриваемыми флорами болот – среднее значение коэффициента Жаккара составляет 0,22. Наиболее высокие значения коэффициентов сходства отмечены для флоры географически близко расположенных болот. Например, наибольшим сходством ($K_j = 0,37$) обладают Бахметское и Бельское болота, расположенные на территории национального парка «Припышминские боры».

Болота играют важную роль в поддержании биоразнообразия. Так, во флоре изученных болот отмечено 9 видов, включенных в Красную книгу Свердловской области (2018), а также 2 вида (*Liparis loeselii* и *Hemipilia cucullata*) Красной книги РФ (2008).

Работа выполнена в рамках госзаданий 1022040100468-6-1.6.11;1.6.20 (Ботанический сад УрО РАН), № 0111-2019-0001 (ГБС РАН), № 121051100099-5 (ИБВВ РАН).

ВЛИЯНИЕ ТРОП СБОРЩИКОВ КЛЮКВЫ НА ОБИЛИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СФАГНОВЫХ БОЛОТ

Войтехов М. Я.

THE INFLUENCE OF CRANBERRY PICKER TRAILS ON THE ABUNDANCE OF SOME VASCULAR PLANT SPECIES IN SPHAGNUM BOGS

Voytehov M. Ya.

Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий, Талдом. mihail-voitehov@yandex.ru

Исследования проводились на осушенных в 1975–1978 гг. участках Дубненского лесо-болотного массива. До осушения тропы сборщиков клюквы были приурочены, в основном, к ступенькам террас, совпадающих с погребенными торфом мини-озами, а в дальнейшем тропы сместились под влиянием конструкции осушительной сети. Лесо-болотный массив является заказником, посещение которого с середины апреля до конца сентября запрещено, в октябре в выходные дни одну тропу может использовать более 100 человек.

Во всех случаях воздействие сборщиков клюквы приводит к выпадению кустарничков, к ликвидации или существенному сокращению площади кочек пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum*) и, соответственно, изменению пропорции мезофильных и гидрофильных видов мхов, а также появлению участков голого торфа. Поскольку разрушение кочек и выбивание растительного покрова снижает проходимость, тропы обычно перемещаются в коридоре шириной 10–20 метров по мере выбивания и восстановления растительности. Пушица относительно быстро колонизирует выбитые участки, но не успевает формировать кочки до повторных нарушений.

На менее обводненных лесных участках болота (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и f. *uliginosa*), сомкнутость крон 20–50 %) кроме гидрофильных видов мхов основным бенифициаром оказывается росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*), колонизирующая участки голого торфа, – ее обилие по сравнению с прилегающими участками болота возрастает более чем на порядок и нередко локально достигает 6–8 экз. на 100 см². Это свидетельствует о характеристике

росянки как вида-эксплорента. Об устойчивости росянки к вытаптыванию говорить затруднительно, поскольку даже колонизированные ею участки голого торфа менее привлекают пешеходов, чем начинающий формироваться «газон» пушицы.

На более открытых участках болота (менее сомкнутые сосны формы *wilkommii*, настоящая *P. sylvestris f. pumila* на Дубненском лесо-болотном массиве не отмечена) на более обводненных тропях поселилась осока топяная (*Carex limosa*), местами локально сформировавшая за четыре десятилетия дернины, способные выдержать вес человека. Это способствует относительно большей локализации движения по сплавидам, чем по участкам троп, где плотные сплавины отсутствуют. Наши эксперименты по интродукции осоки топяной в заполненных водой канавах в болоте показывают, что для этого вида характерен очень медленный рост (посаженные 18 лет назад черенки еще не привели к формированию в канавах сплавин, способных выдержать человека). Формирование плотных сплавин на тропях свидетельствует о высокой устойчивости вида к тропиночной дигрессии и поступательном накоплении ее биомассы. Дернины осоки топяной могут сохраняться десятилетиями, маркируя вышедшие из использования тропы. Осока топяная существенно более толерантна к вытаптыванию, чем, например, близкая ей по экологии шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris*), нередко повышающая свое обилие на временно заброшенных участках троп, но не на активно используемых тропях. Также осока топяная менее требовательна к минеральному питанию – она растет на участках троп с доминированием и *Sphagnum balticum* и *S. fallax*, а шейхцерия только на участках с доминированием более требовательного к минеральному питанию *S. fallax*. На неглубоких – до 0,5–0,7 м участках торфяника вблизи минеральных островов также несколько возрастает обилие осоки вздутой (*Carex rostrata*), однако, обилие ее ниже, чем осоки топяной.

РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Волкова Е. М.

THE DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF MIRE ECOSYSTEMS ON THE MIDDLE-RUSSIAN UPLAND

Volkova E. M.

Тульский государственный университет, Тула. convallaria@mail.ru

Среднерусская возвышенность, несмотря на низкую заболоченность (0,5%), характеризуется разнообразием болотных экосистем. Однако единая типология болотных массивов отсутствует, что определяет актуальность исследований.

При разработке классификации учитывалось геоморфологическое положение болот, происхождение депрессий и характер подстилающих пород, что позволило выделить 3 класса типов болот: водораздельные болота в карстово-суффозионных депрессиях, террасные и склоновые водораздельные болота на зандровых и моренных отложениях в суффозионных депрессиях, пойменные и балочные болота. Обводнение депрессий и особенности их водно-минерального питания определяют тип заболачивания, направление генезиса болот и, как следствие, формирование разных по составу и структуре торфяных залежей.

Современное состояние болот отражает характер растительности, что определяется спецификой водно-минерального питания. В соответствие с этим, на второй ступени классификации болота дифференцировали по трофности слагающих их болотных участков на группы типов: эвтрофный, мезотрофный и олиготрофный. Отнесение к указанным группам типов не вызывает сомнений при равномерном распределении питающих вод по поверхности болота, что обеспечивает формирование

соответствующей гомогенной или гетерогенной гомотрофной горизонтальной структуры растительности. Однако, большинство болот имеет несколько источников питания: например, центральная часть использует атмосферные воды, а крайки подпитываются делювиальным или грунтовым стоком. В этом случае, выделение групп типов основано на трофности биотопов центральной части болота (т. н. «генетического центра»).

Горизонтальная структура растительности и доминирующие растительные сообщества на трансекте «центр – окраина» являются диагностическим признаком при дифференциации типов болот на 3-ей ступени классификации. Определяющее значение имеет растительность «генетического центра» болота, отражающая динамику развития экосистемы. Отнесение этой растительности к формациям или, при экологической специфичности, ассоциациям, выделенным на основе эколого-фитоценотической классификации растительности, явилось основополагающим при выделении типов болот (болотных массивов). В пределах типов выделяли варианты болот по доминирующим на них ассоциациям или субассоциациям.

Таким образом, разработанная на геоморфолого-фитоценотическом подходе классификация болотных массивов Среднерусской возвышенности позволила выделить 38 типов болот и 13 вариантов, относящихся к 3-м классам типов, что является основой для районирования территории Среднерусской возвышенности.

Обобщение полученных результатов по распространению разных типов болот позволило выделить на изучаемой территории (включая долину р. Воронеж) 3 болотных округа и 7 районов. Округа выделены в соответствии с доминированием определенного класса типов болот. При выделении районов руководствовались преобладающими типами или вариантами болот, относящимися к конкретному классу типов, а также учитывали представленность болот иных классов типов.

Как видно, разнообразие физико-географических условий Среднерусской возвышенности определяет формирование и доминирование в ландшафтах разных типов и классов типов болот. Ведущими факторами, определяющими разнообразие болот, являются геолого-гидрологические особенности региона.

РАЗНООБРАЗИЕ ТИПОВ БОЛОТ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ.)

Галанина О. В.

DIVERSITY OF MIRE TYPES IN MIDDLE COURSE OF THE NORTHERN DVINA RIVER (ARKHANGELSK REGION)

Galanina O. V.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург;
Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. o.galanina@spbu.ru*

Типология болотных массивов и ее географическое проявление в условиях Архангельской области ранее уже являлись предметом изучения (Елина, Юрковская, 1980; Кирюшкин, 1980 и др.).

Помимо климата и палеогеографии голоцена, важную роль в формировании болот разных типов играют характер рельефа, геоморфологические факторы, гидрогеологические условия.

Выбранная территория интересна тем, что здесь залегают и выходят на поверхность карстующиеся породы пермского периода (Атлас..., 1978). Резкая смена геолого-геоморфологических условий обусловила как формирование верховых болот, типичных для среднетаежной зоны европейской части страны, так и «азональных», связанных с карстопроявлением, а также интразональных – пойменных.

Детальное изучение болотных массивов, расположенных по обоим берегам реки Северная Двина в ее среднем течении, проводилось нами в 2013, 2015 и 2022 годах. Это позволило

установить присутствие в районе исследования разных типов болот. В ходе обследования водораздельных участков левобережья были встречены как обширные болотные системы верхового типа с хорошо сформированными грядово-мочажинными комплексами, так и молодые мелкозалежные болотные массивы с олиготрофной растительностью. Были обнаружены малые лесные ключевые болота, мезотрофные березово-травяно-сфагновые и карстовые болота, находящиеся на разных стадиях формирования, описаны пойменные низинные болота (Галанина и др., 2014).

На правобережье современные карстовые процессы выражены интенсивнее, они проявляются в непосредственной близости от обрывистого берега реки с выходами гипсовых отложений. Имеют место повторные просадки на уже существующих малых карстовых болотах, в лесных массивах возникают новые воронки. На обоих берегах при близком залегании к поверхности карстующихся горных пород или малой мощности четвертичных отложений отмечено развитие карстового процесса по периферии уже сформировавшихся олиготрофных болотных систем, увеличение площади последних за счет приращения малых очагов заболачивания, а также их фито- и структурного разнообразия.

Установление характера заболоченности территории, ее выраженности в пространстве осуществлялось методом геоботанического крупномасштабного картографирования.

***SPHAGNUM FUSCUM* КАК ИНДИКАТОР ПОСТПИРОГЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОЛОТА В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ПОСЛЕ ПОЖАРА**

Гашкова Л. П.

***SPHAGNUM FUSCUM* AS AN INDICATOR OF POST-PYROGENIC BOG RECOVERY IN THE FIRST YEARS AFTER THE FIRE**

Gashkova L. P.

Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий СО РАН, Томск. gashkova-lp@rambler.ru

Пожары оказывают значительное влияние на формирование и развитие болот. Постпирогенное восстановление представляет собой саморегулирующийся процесс межкомпонентного обмена вещества и энергии и приводит к устойчивости системы разнообразными путями. Быстрота и способы восстановления зависят в основном от исходного состояния болота и степени воздействия. На верховом болоте, где сфагнум является эдикатором, именно степень выгорания сфагнового покрова и его возобновление определяют скорость регенерации болота. Поэтому цель наших исследований состояла в оценке трансформации биогеохимических процессов на постпирогенных болотах на примере *Sphagnum fuscum*.

Исследования проводились на трех болотах, расположенных в междуречье Бакчара и Чаи (*B*), на террасе р. Бакчар (*UB*), в междуречье рек Пур и Надым (*P*). На каждом болоте выбрано по два участка: фоновый и постпирогенный, на котором произошел пожар в 2014 г. (*UB*) и в 2016 г. (*B* и *P*). На каждом исследованном участке отобраны образцы *S. fuscum* и верхнего слоя торфа для проведения химического анализа на содержание Na, Mg, P, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Cd и Pb. Для определения биогеохимических особенностей постпирогенных болот рассчитаны коэффициент биологического поглощения (КБП) и биогеохимическая активность видов (БХА).

Все исследованные элементы по характеру накопления и интенсивности поглощения *S. fuscum* разделились на три большие группы. Элементами, которые на примере *S. fuscum* индицируют постпирогенные участки, оказались Mn, Cd и Zn. Содержание Mn в *S. fuscum* на всех фоновых участках значительно ниже, чем на постпирогенных. КБП Mn у *S. fuscum* также выше на всех сгоревших участках. Содержание Cd в *S. fuscum* выше на постпирогенных участках на всех болотах, кроме *UB*, где

концентрация данного элемента не различается на двух участках. Однако, КБП Cd ниже на фоновых участках всех трех болот. Содержание Zn в тканях *S. fuscum* увеличивается на всех постпирогенных участках, по сравнению с фоновыми, но интенсивность поглощения Zn выше только на UB, на других болотах различия недостоверны.

Концентрация элементов из следующей группы (Na, K, Pb и Mg) не различается на постпирогенных и фоновых участках. КБП данных элементов различны на разных болотах, но не зависят от нарушенности участков, за исключением плоскобугристого болота, где интенсивность поглощения больше на фоновом участке.

Третья группа элементов показала межрегиональные различия. Соотношение концентрации элементов Ca, Fe, P и Cu в тканях *S. fuscum* на нарушенных и ненарушенных участках болот B и UB зеркально отличается от соотношения на расположенном севернее болоте P. На болотах B и UB содержание данных элементов выше на постпирогенных участках, в то же время на северном болоте содержание этих же элементов выше на фоновых участках. КПБ показывает, что интенсивность поглощения Ca, Fe и Cu коррелирует с содержанием элементов в *S. fuscum*, и тоже резко отличается в разных регионах.

БХА *S. fuscum* по отношению ко всем рассмотренным элементам оказалась достоверно ниже только на фоновом участке болота UB. БХА для обнаруженных элементов-индикаторов (Mn, Cd и Zn) на всех болотах выше на постпирогенных участках.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ, проект № 22-77-10024.

ОЦЕНКА ЗАПАСА УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЮЖНОТУНДРОВЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Голубятников Л.Л.¹, Заров Е.А.²

ESTIMATION SOIL CARBON STOCK IN MIRE ECOSYSTEMS OF SOUTHERN TUNDRA IN WESTERN SIBERIA

Golubyatnikov L.L.¹, Zarov E.A.²

¹ *Институт физики атмосферы имени А. М. Обухова РАН, Москва. golub@ifaran.ru*

² *Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск. zarov.evgen@yandex.ru*

Целью данного исследования является анализ содержания органического углерода в современном сезонно-талом слое и в верхнем слое мерзлой торфяной толщи южнотундровых болот Западной Сибири. Полевые исследования проводились в летние сезоны на ключевом участке в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Ключевой участок (67°22'N, 78°37'E) площадью около 40 км² был расположен в южной тундре на территории Пур-Тазовского междуречья. Исследуемый район находится в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Болотные экосистемы на исследуемом ключевом участке являются типичными для южной тундры Западной Сибири и представлены экосистемами полигонально-трещиноватых комплексов, разными типами мочажин и топей (Golubyatnikov et al., 2015; Заров и др., 2022). Сезонно-талый слой рассматриваемых болотных экосистем подразделялся на очёс (горизонт от поверхности почвы до глубины 10–20 см) и торф (горизонт от нижней границы слоя очёса и до глубины начала мерзлой толщи). Образцы почв отбирались в пределах каждой экосистемы в трех повторностях из сезонно-талого слоя и из верхнего мерзлого слоя для определения объемной плотности изучаемых почвенных слоев и содержания органического углерода в них. В лаборатории проводился анализ содержания органического углерода в отобранных почвенных образцах на элементном анализаторе EuroVector EA-3000 и расчет объемной плотности почвенных слоев. Площади болотных экосистем на территории ключевого участка рассчитаны на основе спутникового снимка сверхвысокого

пространственного разрешения (WorldView-2), дешифрирование которого выполнено с учетом данных полевых исследований.

Согласно полученным результатам, слой оцёса исследуемых болотных экосистем содержит $4,2 \pm 0,5$ кг С/м², слой талого торфа – $5,7 \pm 1,1$ кг С/м², верхний мерзлый слой – $10,8 \pm 1,7$ кг С/м². Минимальный запас углерода на единицу площади ($2,8 \pm 0,4$ кг С/м²) характерен для осоково-кустарниково-сфагновых мочажин в сезонно-талом слое, наибольший запас углерода на единицу площади ($23,9 \pm 8,5$ кг С/м²) свойственен лишайниково-кустарничковым сообществам на полигонах болот в верхнем мерзлом слое. Учитывая площади болотных экосистем, запас углерода в сезонно-талом слое болот ключевого участка оценивается в $153,2 \pm 23,9$ Кт С. Запас углерода в верхнем мерзлом слое торфяной толщи исследуемой территории незначительно (~9%) превышает запас углерода в сезонно-талом слое и оценивается в $166,6 \pm 26,1$ Кт С.

Работа выполнена в рамках госзадания «Моделирование влияния изменений климата на экологические процессы и системы» FMWR-2022-0015 (рег. № 1021032424681-6) и важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОСУКЦЕССИЙ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО КОМПЛЕКСАМ МАКРОФОССИЛИЙ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Гольцверт Г. С.¹, Напреенко-Дорохова Т. В.^{1,2}, Напреенко М. Г.^{1,2}

MIRE ECOSYSTEM SUCCESSIONS INFERRED FROM MACROFOSSIL ASSEMBLAGES IN PEAT DEPOSITS IN THE KALININGRAD REGION

Goltsvvert G.S.¹, Napreenko-Dorokhova T. V.^{1,2}, Napreenko M. G.^{1,2}

¹ Балтийский федеральный университет имени И. Канта, Калининград. german.goltsvvert@mail.ru

² Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва

Изучение структуры торфяных отложений и ископаемых комплексов организмов в них позволяет реконструировать историю развития экосистем, предшествующих современному торфянику, а также понять, каким образом климатические изменения влияли на этот процесс. При этом большое значение имеет выбор объекта исследования, его приуроченность к определенному ландшафтному району. Целью данной работы стало изучение комплексов макрофоссилий отложений торфяника Виттгирренского, который расположен на моренной равнине в центральной части Калининградской области и является сухопутной площадкой карбонового полигона «Росьянка».

В ходе экспедиционных работ на торфянике Виттгирренском была проведена зондировка торфяной залежи, отбор колонок отложений, определен тип торфа и структура торфяных отложений. Для проб из колонки с наибольшей мощностью торфа, в наименее антропогенно нарушенной части торфяника выполнен анализ макроостатков растений. На основании результатов анализа макроостатков растений, после статистической обработки данных для исследованного керна было выделено несколько комплексов макрофоссилий, отражающих сукцессии растительного покрова на торфянике Виттгирренском: 1) *Salix-Phragmites*, 2) *Carex-Drepanocladus*, 3) *Pinus-Ericaceae*, 4) *Sphagnum magellanicum*, 5) *Sphagnum fuscum*, 6) *Sphagnum-Ericaceae*.

Анализ локальных комплексов макрофоссилий позволил выполнить реконструкцию голоценовых палеосукцессий болотных экосистем. Выделены 7 этапов развития растительного покрова на территории торфяника Виттгирренского: 1) влажный заболачивающийся лес с травяным ярусом,

2) заболоченный ивняк с тростником, 3) травяно-гипновое болото (начало переходной стадии), 4) переходное болото с сосной, 5) верховое болото с чередованием условий увлажнения, развитие комплексов растительности, 6) активно растущее верховое болото прохладного климата, 7) антропогенно измененный торфяник. Выделенные сукцессии связаны как с изменением факторов среды, так и антропогенным воздействием.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00170, <https://rscf.ru/project/22-17-00170/>.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НИЗИННОГО БОЛОТА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ВЫЧЕГДА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Гончарова Н. Н.

FLORA AND VEGETATION OF A EUTROPHIC FEN IN THE MIDDLE COURSE OF VYCHEGDA RIVER (KOMI REPUBLIC)

Goncharova N. N.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар. goncharova_n@ib.komisc.ru

Исследовано низинное болото напорного питания, расположенное в подзоне средней тайги в среднем течении р. Вычегда (61°40'07" с. ш., 51°02'59" в. д.). Болото представляет собой облесенный березой разнотравно-сфагново-гипновый массив. Его питание осуществляется хорошо минерализованными грунтовыми водами, местами выходящими на поверхность в виде ключей разной мощности. Особенности гидрологического режима болота обусловлены характером микрорельефа и структура растительного покрова.

Микрорельеф болота выровненный, мелкокочковатый или кочковато-западинный. Уровень болотных вод варьирует в широких пределах от +20 см до –40 см от поверхности мохового покрова. Максимальные показатели отмечены непосредственно в местах выхода вод на поверхность и небольших естественных запрудах, минимальные – на повышениях микрорельефа.

Растительный покров характеризуется высоким разнообразием и мозаичностью. В целом, преобладают фитоценозы древесно-травяно-моховой и травяно-моховой групп. Значительную площадь занимают облесенные березой иногда с примесью сосны осоково-разнотравно-сфагновые, разнотравно-гипновые и тростниково-сфагновые сообщества. В наиболее обводненных частях массива распространены вахтовые, осоково-вахтовые, разнотравно-моховые фитоценозы.

Глубина торфяной залежи составляет 1,8–2,4 м. Она сложена низинными торфами, среди которых преобладают древесно-осоковый, осоково-вахтовый и осоковый виды торфа.

По предварительным данным на болоте произрастает 85 видов сосудистых растений и мхов. Здесь выявлена обширная и многочисленная популяция редкой, занесенной в Красную книгу России, орхидеи *Dactylorhiza traunsteineri*, насчитывающей несколько сотен растений. Также в пределах массива произрастают редкие виды, включенные в Красную книгу Республики Коми (2009) – *Dactylorhiza incarnata* и *Thelypteris palustris*. Популяции этих видов также характеризуются высокой численностью. В биологическом надзоре нуждается еще один представитель северных орхидей – *Platanthera bifolia*.

Исследованная болотная система обладает большим потенциалом как место сохранения редких сосудистых растений и может быть рекомендована для включения в систему ООПТ Республики Коми.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Зональные закономерности динамики структуры и продуктивности первичных и антропогенно измененных фитоценозов лесных и болотных экосистем европейского северо-востока России» (№ гос. регистрации 122040100031-8).

РЕЗУЛЬТАТЫ 50-ЛЕТНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Грабовик С. И., Канцерова Л. В.

RESULTS OF 50 YEARS OF RESEARCH INTO THE PLANT COVER CHANGES IN DRAINED MIRES OF SOUTHERN KARELIA

Grabovik S. I., Kancerova L. V.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. Kancerova.L@maill.ru

На территории Южной Карелии в подзоне средней тайги на лесоболотном научном стационаре Карельского НЦ РАН «Киндасово» в заказнике Койву-Ламбасуо ведется многолетний мониторинг растительности осушенных болот. В данной работе представлены результаты 50-летних исследований постмелиоративной динамики видового состава древесного яруса и напочвенного покрова мезоолиготрофного сосняка кустарничково-сфагнового (61°43'58,9" с.ш., 33°27'0,4" в.д), осушенного в 1969 году. С помощью ординационного и кластерного анализа геоботанические описания образуют три ярко выраженные группы, соответствующие определенным временным периодам.

В первый период осушения (1970–1978 гг.) анализ динамики видового состава показал, что вследствие слабого осушения типично болотные сообщества ковров и кочек по видовому составу и структуре кустарничково-травяного и мохового ярусов были близки к исходному состоянию, доминировали те же виды, что и до осушения. Древесный ярус участка был представлен сосной и березой (1–2 метра высотой) Va класса бонитета, произрастающих на отдельных кочках и относился к категории низкополнотных (непродуктивных) насаждений с относительной полнотой 0,3. Количество подроста сосны и березы насчитывалось соответственно 300 и 780 шт./га.

Во второй период (1989–2000 гг.) более активно реагирует на осушение древесный ярус, относительная полнота его увеличивается до 0,8, текущий класс бонитета – III. Состав древостоя $7C_{45}3B_{40}$. Средний диаметр сосны 12,7 см, высота – 11 м. Запас 100 м³/га. В напочвенном покрове ковров большинство болотных видов продолжает сохраняться, но жизненность их снижается, они не цветут и не плодоносят. Встречаемость этих видов не изменяется, а проективное покрытие снижается в 2–3 раза. Происходит изреживание травяного покрова, появляются лесные виды, хоть и в незначительном количестве, отсутствовавшие здесь до осушения. На низких приствольных кочках в сообществах появляются мхи характерные для суходольных лесов.

При дальнейшем действии осушения (3 период осушения: 2001–2020 гг.) в сосняке кустарничково-сфагновом рост древостоев характеризуется увеличением средних диаметров и высот, которые достигли соответственно 20,8 см и 20,2 м. Сосновые насаждения становятся высокополнотными (высокопродуктивными) II класса бонитета. Общий запас древостоя увеличился до 230 м³/га. В составе древесного яруса увеличилась примесь сосны $8C_{65}3B_{60}$. Относительная полнота древостоев (0,8). В напочвенном покрове ковров болотные растения сохранились, встречаемость их уменьшилась, но незначительно, проективное покрытие снизилось в два раза. Продолжается внедрение лесных видов. Присутствие лесных видов указывает на переменность водно-воздушного режима и динамические связи болот и лесов. Вероятно, с увеличением срока давности осушения возрастает относительная полнота и сомкнутость древесного яруса за счет разрастания крон. По мере увеличения сомкнутости крон и светового режима улучшается водно-воздушный режим и трофность почв, что способствует снижению болотных и увеличению разнообразия лесных видов.

При слабой степени осушения низкополнотные (непродуктивные) сосняки кустарничково-сфагновые (Va класса бонитета) через 50 лет после осушения трансформируются в высокополнотные (высокопродуктивные) сосновые насаждения (II класса бонитета).

Авторы выражают благодарность сотруднику Института леса КарНЦ РАН к.с.-х.н. В. А. Ананьеву за помощь в полевых исследованиях.

Работа выполнена по Госзаданию Института биологии КарНЦ РАН: FMEN-2022-0008.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ ГОЛОЦЕНА, НАШЕДШИЕ ОТРАЖЕНИЕ В СТРОЕНИИ ТОРФЯНОЙ ТОЛЩИ БОЛОТА «БОЛЬШОЕ» В ПРЕДГОРЬЕ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Гренадерова А. В., Михайлова А. Б.

THE HOLOCENE CLIMATIC EXTREMES REFLECTED IN THE BOLSHOE PEAT DEPOSIT OF THE FOOTHILLS OF THE EASTERN SAYAN

Grenaderova A. V., Mikhailova A. B.

Институт экологии и географии, Сибирский федеральный университет, Красноярск.
agrenadyorova@sfu-kras.ru

В рамках настоящего исследования изучено болото «Большое», расположенное на надпойменной террасе р. Кан (правобережный приток р. Енисей) в предгорье Восточного Саяна. Площадь торфяного месторождения составляет 186 га, в границе промышленной глубины – 15 га. Абсолютные отметки высот достигают 330–332 м. Общая мощность изученных отложений составила 325 см, из них торф – 305 см. Образцы изучены комплексом методов (спорово-пыльцевой анализ, анализ непыльцевых палиноморф, ботанический анализ торфа, макроугольковый анализ «charcoal»), что позволяет судить как о локальных условиях, существовавших на болоте, так и о характеристиках окружающих ландшафтов.

Процесс торфонакопления датирован второй половиной атлантического периода. Нижний слой торфа высокозольный (33%), доля макрофоссилий хвойных (*Picea* и *Pinus*) достигает 60%. На период 6500–6300 кал. л. н. приходится этап увеличения пожарной активности. Далее на болоте происходило развитие разнотравно-гипнового сообщества с разреженным древесным ярусом. Снижение доли древесных, и выявленные пожарные сигналы, могут указывать на роль пирогенного фактора в инициации заболачивания. Известно, что после сильных лесных пожаров, возможна активизация процесса заболачивания (Фарбер, 2012), что находит отражение в строении торфяных толщ, отличающихся высокой концентрацией макроугля в нижней части (Дьяконов и др., 2020; Куприянов, Новенко, 2021; Гренадерова и др., 2021). Затем (6050–4050 кал. л. н.) на болоте было развито сообщество из *Picea* и *Pinus* с *Betula sect. Nanae*, осокой, зеленым и сфагновым мхом. На плакорах произрастал елово-кедровый лес с пихтой, папоротником, плауном.

Отмечен ряд интервалов с набором палеосигналов, свидетельствующих об изменении гидро-термических условий. Так, 5320–4950 кал. л. н., условия способствовали обсыханию болота, накоплен древесный торф, в составе спорово-пыльцевого спектра (спс) доля пыльцы темнохвойных видов составляет 21–30% (при среднем значении 40%), увеличилась доля участия пыльцы *Betula sect. Albae* – 19–21%, единично отмечена пыльца *Ephedra*.

С 3600 кал. л. н. наблюдается тенденция перехода болота на топяную стадию: сосняк сфагново-осоковый, сфагновое сообщество с доминантом *Sphagnum fallax*. На окружающих болото суходолах развиты пихтово-елово-кедровые леса, интервал 3070–2360 кал. л. н. отличается пиковыми значениями пыльцы темнохвойных. Известно, что темнохвойные леса по сравнению с сосняками и лиственничниками являются наименее пожароопасными (Фуряев, 1996), возгорание здесь может возникнуть только в условиях сильной засухи (Каницкая, 2013), что фиксируется 2950 кал. л. н. – на этот период приходится пожарный эпизод.

Максимум *Pinus sibirica* (34–36%) в составе спс отмечен около 1450 кал. л. н., среди споровых появляется *Lycopodium dubium*, на болоте произрастала ассоциация осоки волосистоплодной, что в сумме может свидетельствовать о прохладных и влажных условиях. Данный временной рубеж выпадает на аномально холодный 536 г. н.э., который фиксируется по дендрохронологическим данным (Baillie, 1994; Сидорова, Наурзбаев, Ваганов, 2005; и др.).

Малый климатический оптимум нашел отражение (1040–740 кал. л. н.) в виде увеличения проективного покрытия зеленого мха и болотного разнотравья. На окружающих болото склонах

произрастал елово-пихтово-кедровый лес с сосной, тенденция по относительному осветлению лесов в этот период отмечена и для южно-таежной зоны Приенисейской Сибири (Grenaderova et al., 2021).

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-27-00341, <https://rscf.ru/project/23-27-00341/>.

ОСНОВНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОЛОТ РУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Гришуткин О. Г.

THE MAIN GEOGRAPHICAL PATTERNS OF THE DISTRIBUTION OF MIRES OF THE RUSSIAN FOREST-STEPPE

Grishutkin O. G.

Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН, Борок. grog5445@yandex.ru

Лесостепная зона Европейской части России простирается от границ с Украиной до Уральских гор и в разной мере входит в состав 20 регионов. Общие природные закономерности, влияющие на развитие болот – это коэффициент увлажнения около единицы, снижающийся от северной лесостепи к южной, а также постепенное уменьшение количества осадков с северо-запада на юго-восток. Лесостепь по широте делится на северную, типичную и южную. По долготе районирование связано с основными орографическими единицами, с запада на восток выделяется 5 секторов: Среднерусская возвышенность (далее – СРВ), Окско-Донская низменность (ОДН), Приволжская возвышенность (ПВ), Мелекесская низменность (МН), Бугульминско-Белебеевская возвышенность (ББВ). Таким образом, можно выделить 15 участков, болота которых значительно различаются.

Широтные закономерности при движении с севера на юг связаны с уменьшением числа и площади болот, постепенным уменьшением доли верховых и переходных болот, снижением доли бореальных видов и увеличением доли лесостепных и плюризональных видов, упрощением растительных сообществ, снижением числа болот надпойменных пространств. Это общие закономерности, при этом в отдельных секторах влияние других факторов (преимущественно рельефа) может быть более сильным. Например, заболоченность в южной лесостепи ОДН выше, чем в северной лесостепи СРВ.

Долготные закономерности связаны в основном с распространением европейских и сибирских видов растений и их участия в сложении сообществ. При этом, нет явных закономерностей по уровню заболоченности и распространению типов болот.

Геологические закономерности обусловлены преимущественно процессами, происходившими в четвертичный период. В северо-западной части преобладают ледниковые отложения, из которых наиболее благоприятны для развития болот флювиогляциальные, распространенные в северной и типичной лесостепи ОДН и ПВ (частично). Именно здесь находится наибольшее число переходных и верховых болот в лесостепи, доля которых может превышать 15%. Остальная часть лесостепи не была под покровным оледенением, однако сведения о болотах старше голоценового возраста отсутствуют. Также особый интерес представляет типичная лесостепь ПВ, сложенная на поверхности плейстоценовыми песчаными и песчано-глинистыми отложениями, где условия болотообразования схожи с ландшафтами на флювиогляциальных отложениях.

Геоморфологические закономерности являются в настоящее время основными для уровня заболоченности и распространения типов болот. Большинство болот расположены в долинах рек, особенно поймах средних и крупных, где встречаются исключительно низинные болота. Переходные и верховые болота развиваются в карстовых, суффозионных и эоловых котловинах. Карст наиболее распространен в северной лесостепи СРВ и ПВ, северной и типичной лесостепи ББВ;

оловые котловины – на флювиогляциальных отложениях ОДН и ПВ и террасах крупных и средних рек; суффозия распространена повсеместно, особенно в западной части типичной лесостепи СРВ, типичной лесостепи ОДН. Для ББВ характерен подтип низинных ключевых болот с травяно-моховой растительностью. Основные климатические закономерности связаны с уменьшением увлажнения с севера на юг и совпадают с широтными закономерностями. Также климатические изменения играли ключевую роль в исторические периоды, определяя собственно наличие болот на данной территории, а в настоящее время сильным фактором являются регулярные засухи, приводящие к масштабным пожарам, в том числе и на болотах.

СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЕННЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ БОЛОТНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ

Груммо Д. Г.¹, Зеленкевич Н. А.¹, Мойсейчик Е. В.¹, Смирнова О. С.¹, Максименков М. В.²

FEN'S VEGETATION STATE DURING MIRE ECOSYSTEMS MANAGEMENT

Grummo D. G.¹, Zeliankevich N. A.¹, Mojsejchik E. V.¹, Smirnova O. S.¹, Maksimenkov M. V.²

¹ *Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
zm.hruto@gmail.com*

² *Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь.
maksimenkovm@gmail.com*

В 2014–2021 гг. на территории Беларуси (заказники «Званец», «Споровский», «Сервечь», национальный парк «Беловежская пуца» (болото «Дикое») и болото «Докудовское») проведены эксперименты по оценке влияния кошения на динамику фитоценозов низинных болот, которые можно обобщить в виде следующих выводов.

Проведение разового кошения:

– на первом этапе (1–2 года после кошения) отмечается увеличение биоразнообразия и усложнение структуры растительных сообществ за счет внедрения видов нехарактерных для низинных болот и последующему их снижению при отсутствии дальнейших мероприятий;

– разовое кошение не оказывает существенного влияния на величину общей надземной биомассы в последующие годы;

– на первом этапе (1–2 года после кошения) снижается темп накопления мертвой биомассы (ветоши);

– полное восстановление всех показателей к допроектному состоянию происходит спустя 3 года после проведения мероприятия по выкашиванию.

Проведение регулярного (ежегодного) либо периодического (раз в 2–3 года) кошения:

– видовое богатство фитоценозов при регулярном кошении имеет тенденцию снижения по отношению к контролю за счет элиминации видов нехарактерных для низинных болот, а также видов древесно-кустарниковой растительности;

– в некоторых случаях высокие показатели видового разнообразия достигаются за счет внедрения нетипичных для естественных болот видов, которые часто занимают открытые участки грунта, возникшие при сведении древесно-кустарниковой растительности;

– протекающие сукцессионные процессы приводят к формированию полидоминантности в растительных сообществах за счет увеличения степени доминирования нескольких осок или осок и злаков одновременно;

– при периодическом кошении наблюдается статистически достоверное снижение надземной общей биомассы в сравнении с контролем;

- статистически достоверно снижается биомасса осок и возрастает биомасса злаков в сравнение с контролем;
- статистически достоверно снижается темп накопления мертвой биомассы;
- в некоторых случаях при постоянном кошении наблюдается негативная тенденция интенсивного разрастания корневой поросли древесно-кустарниковой растительности; необходим контроль и ежегодное (не менее 3 лет) регулярное удаление кустарников;
- высота кочек существенно различается во всех вариантах с кошением. Наблюдается значительное снижение высоты кочек при увеличении частоты кошения: при периодическом кошении высота кочек в 3 раза ниже, а при постоянном кошении почти в 6 раз;
- периодическое кошение (раз в 2–3 года) является наиболее экономически и экологически приемлемым, нежели разовое или постоянное (ежегодное).

В результате проведенных исследований разработаны рекомендации, включающие технологические схемы, регламенты и экологические требования к мероприятиям по управлению экосистемами низинных болот.

РАЗНООБРАЗИЕ ТИПОВ БОЛОТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А., Цвирко Р. В., Мойсейчик Е. В.

MIRE TYPES VARIETY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Grummo D. G., Zeliankevich N. A., Tsvirko R. V., Mojsejchik E. V.

Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь.
nan.botany@yandex.by

В 2017–2022 гг. проведена инвентаризация болот Беларуси с составлением среднемасштабной геоботанической карты. К настоящему времени в естественном состоянии сохранилось 845 тыс. га болот или 28,8% от площади естественных болот до начала масштабного осушения во второй половине XX в. Их типологическое разнообразие:

1. Верховые болота

1.1. Кустарничково-сфагновые (*Sphagnum fuscum*, *Chamaedaphne calyculata*, *Calluna vulgaris*) со вторичными озерами и сфагновыми мочажинами (*Sphagnum cuspidatum*, *Sph. balticum*, *Sph. majus*, *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*) – 88,1 тыс. га (10,4%).

1.2. Сосново-кустарничково-сфагновые (*Sphagnum divinum*, *Calluna vulgaris*, *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*) со сфагновыми мочажинами (*Sphagnum balticum*, *Sph. cuspidatum*, *Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*) – 109,9 тыс. га (13,0%).

1.3. Сосновые (*Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и f. *uliginosa*) пушицево-кустарничково-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*, *Sph. divinum*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum*) – 61,7 тыс. га (7,3%).

2. Переходные болота

2.1. Осоково-пушицево-травяно-сфагновые (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Eriophorum vaginatum*, *E. polystachyon*, *Sphagnum fallax*, *Sph. angustifolium*, *Sph. obtusum*, *Sph. papillosum*) мезоолиготрофные и мезотрофные – 50,6 тыс. га (6,0%).

2.2. Осоково-травяные (*Carex lasiocarpa*, *C. flava*, *C. rostrata*, *C. dioica*, *Menyanthes trifoliata*, *Baeothryon alpinum*, *Epipactis palustris*) с мезоевтрофными видами сфагнов (*Sphagnum warnstorffii*, *Sph. teres*, *Sph. squarrosum*) – 1,0 тыс. га (0,1%).

2.3. Березово-сосновые и березовые (*Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*) кустарничково-осоково-сфагновые (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Oxycoccus palustris*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum angustifolium*, *Sph. fallax*, *Sph. centrale*, *Sph. flexuosum*, *Sph. divinum*) олигомезотрофные – 40,9 тыс. га (4,8%).

3. Низинные болота

3.1. Сосновые и березово-сосновые осоково-травяно-сфагновые (*Calamagrostis canescens*, *Carex appropinquata*, *C. lasiocarpa*, *C. chordorrhiza*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Thelypteris palustris*, *Sphagnum warnstorffii*, *Sph. teres*, *Sph. fallax*, *Sph. girgensohnii*) – 13,5 тыс. га (1,6%).

3.2. Осоковые и осоково-гипновые (*Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. diandra*, *C. panicea*, *Equisetum fluviatile*, *Peucedanum palustre*, виды рода *Drepanocladus*) иногда с участием сфагнов (*Sphagnum contortum*, *Sph. subsecundum*, *Sph. teres*, *Sph. warnstorffii*) мезоевтрофные – 10,6 тыс. га (1,3%).

3.3. Злаково-осоковые и осоково-гипновые (*Carex acuta*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. diandra*, *C. elata*, *C. limosa*, *Calamagrostis neglecta*, *C. canescens*, *Calliergonella cuspidata*, *Calliergon giganteum*, *Drepanocladus aduncus*, *D. vernicosus*) евтрофные – 100,1 тыс. га (11,9%).

3.4. Влажно-высокотравные (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Carex pseudocyperus*, *Cicuta virosa*, *Scirpus sylvaticus*, *Acorus calamus*, *Iris pseudacorus*) евтрофные – 18,0 тыс. га (2,1%).

3.5. Ивняки (*Salix aurita*, *S. cinerea*, *S. pentandra*) мезоевтрофные – 111,8 тыс. га (13,2%).

3.6. Березовые и березово-черноольховые (*Betula pubescens*, *Alnus glutinosa*) гигрофильнотравяно-осоковые (*Carex acutiformis*, *C. elongata*, *C. pseudocyperus*, *C. vesicaria*, *Equisetum fluviatile*, *Iris pseudacorus*, *Calla palustris*, *Lycopus europaeus*, *Naumburgia thyrsoiflora*, *Thelypteris palustris*) мезоевтрофные и евтрофные – 238,8 тыс. га (28,3%).

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ БОЛОТНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКОМ ГРАДИЕНТЕ

Груммо Д.Г.¹, Созинов О.В.², Зеленкевич Н.А.¹

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF COMPONENTS OF BOG PHYTOCENOSES ON THE ECOLOGICAL-COENOTIC GRADIENT

Grummo D. G.¹, Sozinov O. V.², Zelenkevich N. A.¹

¹ Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь. zm.hruto@gmail.com

² Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно. o.sozinov@grsu.by

Цель настоящей работы – оценка изменчивости надземной биологической продуктивности (фитомассы) фитоценозов на примере болотного массива «Большой Мох» (Россонский район Витебской области Беларуси). Исследования биологической продуктивности растительных сообществ в настоящее время приобретают все большее значение, т.к. напрямую связаны с энергетикой сообществ и позволяют выявить механизмы функционирования экосистем. Исследуемое верховое болото входит в состав ландшафтного заказника республиканского значения «Красный Бор». Объект исследования представляет собой типичный верховой болотный массив восточноевропейского типа.

Изучение структурных компонентов растительности выполнено на ключевых участках, которые представлены в форме эколого-ценотического профиля с рядом постоянных пробных площадей по 0,04 га каждая. Профиль пересекает все болото с ЮВ на СЗ. Из 12 – пять площадей в районе нефункционирующей осушительной сети (ЮВ часть профиля). Протяженность ЭПР – 3,8 км. На каждой пробной площади выполнили полный комплекс геоботанических исследований, фитоиндикация – по Г. Элленбергу (1996)

Выявлено, что наиболее продуктивными фитоценозами (по надземной возд.– сух. фитомассе) на профиле являются сосняки кустарничково-пушицево-сфагновые (*S. magellanicum*), которые сформированы на ЮВ склоне и по СЗ краю болотного массива. Минимальная продуктивность

растительных сообществ отмечена в условиях ненарушенных грядово-мочажинных комплексов (СЗ склон) и пушицево-сфагновых сообществах края болота (ЮВ).

Тенденции формирования наземной фитомассы по ярусам относительно профиля синхронны: положительно взаимосвязана изменчивость продуктивности древесного и травяно-кустарничкового ярусов ($r=0,84$, $p<0,05$), продуктивность древостоя и суммарной фитомассы сообществ, а также накопление массы травяно-кустарничкового и мохового ярусов в условиях доминирования сосняков сфагновых ($r=0,92$, $p<0,05$) и на открытых грядово-мочажинных комплексах ($r=0,88$, $p<0,05$).

Рассматривая долю участия ярусов в формировании общей надземной фитомассы, отмечено увеличение вклада в сосняках кустарничкового-сфагновых травяно-кустарничкового яруса, тогда как увеличение суммарной массы в условиях ненарушенных открытых грядово-мочажинных комплексов наблюдается при абсолютном доминировании сфагновых мхов, что согласуется с гипотезой Рыковского Г. Ф. о горном происхождении сфагнов в условиях бедного минерального питания, повышенного увлажнения при полной освещенности. В тоже время относительно максимальная продуктивность сфагнов отмечена как в сосняках (кустарничково) – пушицево сфагновых, так и в грядово-мочажинных комплексах, при уменьшении продуктивности на вершине торфяной залежи (сосняк кустарничково-пушицево-сфагновый (*S. fuscum*)). Масса мохового яруса варьирует от 380 до 785 г/м² и является бимодальной по профилю с максимумами на ЮВ склоне и СЗ окраине массива. Методом главных компонент выявлены основные экологические факторы, влияющие на формирование надземной фитомассы болотных сообществ: богатство и увлажнение биотопов. С увеличением застойного увлажнения (обводненности) уменьшается суммарная продуктивность болотных фитоценозов при возрастании доли мохового яруса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРОВ УРОВНЯ БОЛОТНЫХ ВОД В БОЛОТАХ НА МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ

Гу Сююань, Цыганов А. Н., Мазей Н. Г., Мазей Ю. А.

THE USAGE OF TESTATE AMOEBAE AS INDICATORS OF WATER TABLE DEPTH IN PERMAFROST BOGS (CENTRAL SIBERIAN PLATEAU)

Gu Xiuyuan, Tsyganov A. N., Mazei N. G., Mazei Yu. A.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. gxy641948749@126.com

Раковинные амёбы – это одноклеточные эукариотические микроорганизмы, которые играют важную роль в детритных пищевых цепях болотных экосистем и широко применяются в качестве индикаторов условий окружающей среды, в том числе и при палеоэкологических реконструкциях. В последние годы количество исследований, посвященных раковинным амёбам, существенно возросло, но все еще есть регионы, где они остаются малоизученными. Цель данной работы – исследование видового состава сообществ раковинных амёб в болотных экосистемах, сформированных на многолетней мерзлоте (плато Путорана, Центральная Сибирь), и оценить их экологические предпочтения в отношении поверхностной влажности.

В общей сложности в различных болотных экосистемах, расположенных на берегу озера Лама (Красноярский край, Россия), было собрано 53 поверхностных образца мха (~10 см³). В биотопе была измерена глубина залегания болотных вод (УБВ, см) по отношению к поверхности болота в качестве показателя влажности поверхности. В лаборатории образцы для ризоподного анализа были подготовлены в соответствии со стандартным протоколом.

Значения уровня залегания болотных вод в исследованных болотах изменялись в диапазоне от 0 до 70 см, причем примерно половина образцов была отобрана во влажных биотопах со значением УБВ менее 10 см. В общей сложности было обнаружено и идентифицировано

6003 раковинки амебы, относящихся к 62 таксонам и 26 родам. Наиболее распространенными таксонами (с относительной численностью к общему количеству более 5%) были *Arceherella flavum* (9,5%), *Trinema enchelys* (7,1%), *Trinema lineare* (6,6%), *Nebela tinctoria* (6,5%), *Assulina muscorum* (6,3%), *Cyclopyxis eurystoma* (6,1%) и *Phryganella hemisphaerica* (5,9%). Наиболее распространенными видами (с встречаемостью более 45% образцов) были *Assulina muscorum* (56,6%), *Trinema lineare* (56,6%), *Cyclopyxis eurystoma* (52,8%), *Centropyxis aerophila* (49,1%), *Euglypha rotunda* (49,1%), *Euglypha leavis* (45,3%) и *Nebela tinctoria* (45,3%). Только в одной выборке было обнаружено семь видов (максимальная относительная численность на выборку составила менее 0,4%). Количество таксонов раковинных амеб в образце изменялось от 1 до 25 при среднем значении $10,9 \pm 6,02$ (стандартное отклонение). В целом, видовой состав сообществ раковинных амеб был разнообразным и типичным для болот с преобладанием сфагнома.

Для всех видов, обнаруженных в пяти образцах и более, были оценены оптимумы и толерантность отношению к УБВ. По результатам оценки наиболее ксерофильными были виды *Bullinularia indica*, *Arcella catinus*, *Alabstra militaris*, *Assulina seminulum*, *Trigonopyxis arcuata* и *Corythion dubium*. Наиболее гидрофильными были *Arcella bathystoma*, *Centropyxis platystoma*, *Longinebela penardiana*, *Euglypha tuberculata*, *Diffugia lucida* и *Centropyxis ecornis*. Эти таксоны могут быть использованы в качестве индикаторов поверхностной влажности болот в исследуемом регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-14-00102.

ОТКЛИК ДЕРЕВЬЕВ В СОСНЯКАХ СФАГНОВЫХ МАРИЙСКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНОВ

Демаков Ю. П.

RESPONSE OF TREES IN SPHAGNUM PINE FORESTS OF MARI POLESIE TO VOLCANIC ERUPTIONS

Demakov Yu. P.

Государственный заповедник «Большая Кокшага»,

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола. YPDemakov@yandex.ru

Вопросам дендрохронологии посвящено множество публикаций, однако во многих из них не учитываются аномальные события, происходящие как на Земле, так и в космосе, воздействующие на климатическую систему Земли и работающие в автоматическом режиме. Только небольшим рядом исследователей из разных стран установлено четкое и продолжительное падение годичного прироста деревьев после крупных извержений вулканов, связанное со снижением инсоляции и температуры воздуха. Динамика же вулканической активности находится, в свою очередь, в прямой зависимости от внешних космических факторов, а также скорости вращения нашей планеты. При анализе дендрохронологической информации необходимо также принимать во внимание эффекты запаздывания и затухания сигнала и кумулятивное действие всех факторов, а также особенности их проявления в разных экосистемах.

Объектами исследования явились восемь разных по площади болотных массивов Марийского Заволжья, в каждом из которых отбирали керны древесины для последующего лабораторного анализа (в выборку вошло 182 дерева разного возраста). При сборе материала опирались на классические работы по дендрохронологии, а при его обработке – на стандартные методы математической статистики. Для очищения исходных рядов от неизбежно присутствующих в них «шумов» и более четкого выделения общих закономерностей роста деревьев проводили сглаживание методом скользящей средней. Полученные ряды значений индексов годичного прироста деревьев сопоставляли с данными по солнечной и геомагнитной активности, а также

с метеорологическими показателями по ГМС Йошкар-Ола. Сведения о хронологии извержений вулканов взяты на сайте Википедии.

Сосняки на олиготрофных болотах Республики Марий Эл являются чаще всего уникальными экосистемами, состоящими из нескольких поколений деревьев, возраст самых старых из которых составляет 320 лет. Каждое из поколений деревьев развивается в разных экологических условиях, сохраняя всю информацию о происшедших изменениях их состояния. Дендрохронологический анализ в этом случае позволяет лучше познать особенности развития биогеоценозов, происходящего спонтанно, поскольку они в большинстве случаев не вовлечены в хозяйственную деятельность человека.

Анализ исходных данных показал, что появление деревьев в биогеоценозах и ход их роста зависит от комплекса факторов, большую роль среди которых играют мощные вулканические извержения, землетрясения и аномальные астрофизические явления, дестабилизирующие работу климатической системы Земли через изменение ее магнитного поля, запыленности атмосферы и увеличения облачности. Влияние же метеорологических параметров каждого месяца и сезона года, варьирующих без какой-либо четкой периодичности и практически не сопряженных между собой, в колебаниях годичного прироста деревьев проявляется слабо. В динамике индексов прироста деревьев, несмотря на имеющуюся специфику каждой ценопопуляции, четко выделяется чередование волн, период между которыми непостоянен. Длительные снижения величины анализируемого параметра начинались в 1713, 1758, 1784, 1862, 1915, 1939 и 1995 годах, которые связаны с сериями извержений вулканов и сопряженных с ними землетрясений, а также взрывами сверхновых звезд и мощными вспышками на Солнце.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 23-16-00220.

ФИТОПЛАНКТОН БОЛОТ ЦЕЛАУ И БОЛЬШОЕ МОХОВОЕ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ) В 2017 г.

Дмитриева О.А.^{1,2}, Казакова Е.Ю.¹

THE PHYTOPLANKTON OF TSELAU AND BOLSHOYE MOKHOVOE BOGS (KALININGRAD REGION) IN 2017

Dmitrieva O.A.^{1,2}, Kazakova E.Y.¹

¹ *Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Калининград*

² *Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва. phytob@yandex.ru, ekkazur@gmail.com*

Биоценозы болот Калининградской области изучены недостаточно. Исследование фитопланктона позволяет расширять представление о структуре сообществ фитопланктона этих уникальных объектов и оценить уровень количественного развития микроводорослей в различных биотопах их экосистем.

В работе представлены первые результаты исследования фитопланктона болот Калининградской области Целау и Большое Моховое. Целау расположено на границе Правдинского и Гвардейского районов. Это болото – классический образец верхового олиготрофного болота западно-прибалтийского типа с хорошо выраженными грядово-мочажинными и озерковыми комплексами. Болото «Большое Моховое», расположенное в Славском районе на территории Громовского заказника, типичное приморское болото с крупным озерковым комплексом. Пробы были отобраны в мае и августе 2017 г. Отбор проб проводился с поверхности небольших водоемов, расположенных в разных биотопах болот. Концентрирование проб осуществлялось методом седиментации. Обработка материала проводилась стандартными методами.

В болотах Целау и Большое Моховое было обнаружено 49 таксонов водорослей из 8 систематических отделов: Cyanophyta (синезеленые), Bacillariophyta (диатомовые), Charophyta (харофитовые), Chrysophyta (золотистые), Cryptophyta (криптофитовые), Dinophyta (динофитовые), Euglenophyta (эвгленовые) и Chlorophyta (зеленые). В водоемах болота «Целау» было выявлено 30 таксонов, в водных объектах болота «Большое» было зарегистрировано 26 таксонов рангом ниже рода.

Численность фитопланктона в водоемах, расположенных в разных биотопах болота Целау варьировала от 1328 до 6857 тыс. орг./м³ и составляла в среднем 4093 тыс. орг./м³. Биомасса изменялась незначительно 6,05–6,25 г/м³. Среднее значение биомассы составило 6,15 г/м³. Основными доминирующими отделами на большинстве станций были харофитовые водоросли, составлявшие до 94% от суммарной биомассы. Доминирующими видами были *Closterium gracile* и *Mougeotia scalaris*, составляющие 68 и 25% суммарной биомассы соответственно. На прочих станциях доминирующими отделами были диатомовые (51%), харовые (30%) и синезеленые (10%) водоросли. Наибольшее развитие в грядово-мочажинном комплексе имели виды *Iconella linearis* и *Cosmarium pseudoatomenum*. Их доля достигала 43 и 16% суммарной биомассы фитопланктона соответственно.

В биотопах болота Большое Моховое численность фитопланктона варьировала от 5396 до 16000 тыс. орг./м³, составляя в среднем 10698 тыс. орг./м³. Биомасса фитопланктона варьировала от 10 г/м³ до 13,87 г/м³. Доминирующими отделами по доле в суммарной биомассе были криптофитовые и эвгленовые водоросли, доля которых в биомассе на станциях изменялась 17–29% и 57–69%, соответственно. В низинном болоте наибольший процент от биомассы всей альгофлоры имели *Cryptomonas curvata* (11%), *Euglena splendens* (38%) и *Trachelomonas volvocina* (10%). В крупной мочажине доминировали *Cryptomonas ovata* (20%), *Lepocinclis* sp. (19%), *Lepocinclis acus* (10%), *Lepocinclis oxyuris* (14%) и *Phacus acuminatus* (13%).

Различия в структуре доминирующего комплекса и уровне количественного развития фитопланктона водоемов в различных биотопах болот Целау и Большое Моховое были обусловлены особенностями гидрохимического режима и трофического статуса исследуемых водных объектов.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БОЛОТА УТИНОГО (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Дружинина О. А.¹, Филиппова К. Г.^{1,2}, Рудинская А. И.^{1,2}, Лазукова Л. И.^{1,2},
Сходнов И. Н.³, Бурко А. А.¹

NEW DATA ON THE STUDY OF THE UTINOE MIRE (KALININGRAD REGION)

Druzhinina O. A.¹, Filippova K. G.^{1,2}, Rudinskaya A. I.^{1,2}, Lazukova L. I.^{1,2},
Skhodnov I. N.³, Burko A. A.¹

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

² Институт географии РАН, Москва

³ НИЦ Прибалтийская археология, Калининград. xenia.filippova@igras.ru

Болото Утиное расположено в восточной части Калининградской области, в пределах Добровольской холмисто-моренной гряды Валдайского оледенения (N2954°46'58", E22°25'23"). Предполагается, что образование болота может быть связано с осушением и дальнейшим зарастанием одного из позднеледниковых водоемов (водотоков), прекративших свое существование на данной территории в раннем голоцене. Исследование болота начато в 2023 г. с целью получения комплексной палеогеографической информации о динамике локальных позднеплейстоценовых и голоценовых ландшафтов. Еще одной важной задачей исследований является реконструкция древнейшего антропогенного влияния на природную систему данного региона. В восточной части Калининградской

области обнаружены памятники археологии различных периодов, с мезолита по железный век и средневековье. Керны болотных отложений, полученные в непосредственной близости от древнейших поселений и стоянок, могут служить дополнительным источником информации не только о природной динамике, но и древнейших видах антропогенной деятельности (сведения лесов, выпасе скота, первоначальных фазах земледелия).

В результате рекогносцировочного бурения на болоте Утиное отобраны керны отложений мощностью около 2 м. Отбор проб для комплексного анализа проводился через каждые 2 см. Исследования 2023–2024 гг. будут сфокусированы на динамике растительного покрова (палинологический, микробиоморфный анализы) и выявлении следов древнейшей антропогенной деятельности в окрестностях данного палеоводоёма (палинологический, антракологический, фитолитный и НПП анализ). К настоящему моменту получены предварительные данные геохимического анализа и составлено комплексное литологическое описание разреза.

Исследование проводится при поддержке Российского научного фонда по проекту № 22-17-00113 «Критические рубежи и палеоклиматические события позднего плейстоцена и голоцена, и их роль в формировании природно-культурных ландшафтов юго-восточной Прибалтики».

К ТИПОЛОГИИ НЕОСУШЕННЫХ СОСНОВЫХ ЗАБОЛОЧЕННЫХ И БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: ЭКОЛОГО-ДОМИНАНТНЫЙ И ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ

Егоров А. А.

TO THE TYPOLOGY OF NON-DRAINED PINE PALUDIFIED FORESTS AND FORESTED MIRES OF THE LENINGRAD REGION: ECOLOGICAL-DOMINANT AND ECOLOGICAL-PHYTOCOENOTIC APPROACHES

Egorov A. A.

Институт лесоведения РАН, Успенское Московской обл. egorovfta@yandex.ru

На основании таксационных характеристик участка леса (выдела) назначают лесохозяйственные мероприятия. Среди этих таксационных характеристик приводится тип леса. На связь лесной типологии и лесохозяйственных мероприятий указывает В. Н. Сукачев – он пишет: «Лесная типология должна помочь лесоводу в организации лесного хозяйства и в наиболее рациональном проведении лесохозяйственных мероприятий» (Сукачев, 1958:13). И такая связь не случайна, т.к. типы леса имеют определенные экологические характеристики (Федорчук и др., 2005). Как показывает наш опыт работы на северо-западе Европейской части России, схема типов леса, применяемая при лесоустройстве, не всегда отражает однородные местообитания (Нешатаев, Егоров, 2003; Егоров, 2020).

Ниже для неосушенных сосновых заболоченных и болотных лесов приведем результаты сравнения двух подходов – эколого-доминантного (ЭДП) и эколого-фитоценотического (ЭФП), которые были получены на объектах Карельского перешейка в 2000-х гг. (Нешатаев, Егоров, 2003) и подтверждены в последствии на других объектах Ленинградской области. Для северо-запада европейской части России была разработана типология лесов (Федорчук и др., 2005) на основе ЭФП. Основной классификационной единицей этого подхода является серия типов леса, которую выделяют и распознают по группам индикаторных видов, а также некоторым другим признакам (обилию некоторых таксонов – лишайников и мхов, и характеристикам местообитания, в основном почвенным). На основе этих признаков разработан определитель серий типов леса для северо-запада Европейской части России (Федорчук и др., 2002, 2005).

Ниже приведем соответствие названий типов неосушенных сосновых заболоченных и болотных лесов Ленинградской области по ЭФП и используемому в лесоустройстве ЭДП в виде «ЭФП: ЭДП»:

- Сосняк майниково-сфагновый: С. кисличный, С. черничный влажный, С. долгомошный, С. черничный свежий;
- С. чернично-сфагновый: С. черничный влажный, С. черничный свежий, С. долгомошный;
- С. травяно-сфагновый: С. осоково-сфагновый, С. тростниково-сфагновый, С. долгомошный;
- С. багульниково-черничный: С. багульниковый;
- С. багульниковый: С. багульниковый;
- С. пушицево-сфагновый: С. сфагновый, С. долгомошный;
- С. сфагновый: С. багульниковый, С. сфагновый, С. тростниково-сфагновый.

Анализ литературы (Рысин, Савельева, 2008) показал, что для Ленинградской области исследователи приводят и другие типы лесных сообществ: С. багульниково-сфагновый, С. голубично-сфагновый, С. пушицево-сфагновый, С. тростниково-сфагновый, С. хвощово-сфагновый и возможно другие, которые при анализе будут отнесены к уже выделенным типам леса по ЭФП.

Как показал анализ сравнений типов леса по двум типологическим подходам, неосушенные сосновые заболоченные и болотные леса, выделенные по ЭФП при ЭДП, используемом в лесоустройстве, могут быть отнесены к типам леса от С. кисличных до С. сфагновых; а один тип леса, выделенный по ЭФП, может содержать до 4-х типов леса, выделяемых при лесоустройстве, и наоборот. Таким образом, назначение лесохозяйственных мероприятий при лесоустройстве не всегда может носить экологически-обоснованный характер.

МЕНЯЕТСЯ ЛИ ОБЛЕСЕННОСТЬ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ? МЕТОДИКА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Егоров К. П.¹, Медведева М. А.¹, Галанина О. В.², Сирин А. А.¹

DOES FORESTATION RATE OF RAISED BOGS CHANGE? THE METHODS AND THE PRELIMINARY RESULTS.

Yegorov K. P.¹, Medvedeva M. A.¹, Galanina O. V.², Sirin A. A.¹

¹ *Институт лесоведения РАН, Успенское Московской обл. 79066516829@yandex.ru*

² *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург. o.galanina@spbu.ru*

Верховые болота – один из наиболее распространенных типов болот в нашей стране и в целом в Северном полушарии. Они составляют до 20% болот России. Верховые болота являются наиболее характерным типом для болот лесной зоны. Их водное питание связано исключительно с атмосферной влагой (снег и дождевые осадки), поэтому они особо чувствительны к изменению количества осадков и температурного режима. Широко известно и зафиксировано в разных регионах увеличение облесенности тундры и лесотундры, а также продвижение верхней границы леса в горах. Основная причина этих тенденций – изменение климата. Имеются факты изменения облесенности болот, что может объясняться как саморазвитием болотных экосистем, так и изменением климата. Рост облесенности болот связан со снижением уровня болотных вод и зависит от аэрируемого верхнего корнеобитаемого слоя торфа. Однако на настоящий момент данных недостаточно и отсутствуют надежные методы оценки облесенности болот. Цель работы – проверка гипотезы о текущем росте облесенности верховых болот и разработка методики оценки облесенности на основе спутниковой съемки с использованием наземных данных.

Исследование проводилось на трех верховых болотных массивах в Тверской области: Усвятский Мох (осушен), Большой Роговской Мох (частично осушен) и Ламтевский Мох (не осушен), расположенных в южной тайге европейской части России. Работа велась в 3 этапа.

Первый этап работы включал ознакомление с объектом исследования, используя литературные и картографические источники, а также данные дистанционного зондирования Земли.

Предварительная классификация снимка помогла определить будущие места расположения пробных площадей с помощью ГИС-технологий.

Второй этап включал сбор полевых данных на 36 пробных площадях (ПП), где измерялись следующие показатели древостоя: полнота, сомкнутость, диаметр и высота деревьев. ПП были выбраны на однородных участках болотного ландшафта. Размер ПП составлял участок радиусом 10 метров. Таксационные характеристики собирались с 5 модельных деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на каждой площади.

Третий этап включал оцифровку полевых данных, сбор библиотеки спутниковых снимков с 1976 года по 2023 год, их обработку с использованием различных индексов и классификацию. Для исследования использовалась зимняя и летняя временные серии снимков с линейки спутников Landsat. Снимки Landsat обладают следующими достоинствами: длительный период наблюдений, регулярность съемки, подходящее разрешение и доступность. В ходе выполнения исследования был протестирован 21 вегетационный индекс (ВИ). Это было необходимо для минимизации влияния почвенного покрова и увеличения точности классификации. Для дальнейшей работы были выбраны зимний (снежный) период съемки и ВИ SWVI, который показал наилучшую точность за исследуемый период. Также проводился сбор и анализ временных рядов годовых сумм осадков и среднегодовых значений температур. Была найдена связь между динамикой роста древостоя и температурой.

Анализ данных показал явный рост облесенности сосной на всех исследуемых объектах за последние 45 лет. Изменение облесенности микроландшафтов на естественном болотном массиве Ламтевский Мох позволяет говорить о росте облесенности на его краевых частях. Облесенность микроландшафтов центральных частей и склонов массива ведет себя по-разному. Разработана методика оценки облесенности на основе спутниковой съемки с использованием наземных данных. Подтверждена гипотеза об увеличении облесенности верховых болот, что может быть связано с изменением климата. Результаты требуют проверки на более широком спектре объектов с достаточным географическим охватом.

ЗНАЧЕНИЕ ТОРФЯНИКОВ КАК КОМПОНЕНТОВ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРОШЛОГО: ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ АРХИВОВ ИСТОРИИ ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ершова Е. Г., Пименов В. Е.

THE IMPORTANCE OF PEATLANDS AS COMPONENTS OF CULTURAL LANDSCAPES IN THE PAST: EXPLORING NATURAL ARCHIVES OF TERRITORY DEVELOPMENT, HUMAN OCCUPATION AND LANDSCAPE TRANSFORMATION HISTORY IN THE MOSCOW REGION

Ershova E. G., Pimenov V. E.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. ekaterinagershova@mail.ru

Московская область, включая сам мегаполис Москву, – один из самых густонаселенных регионов России, и ее ландшафты очень сильно преобразованы человеком. Тем не менее в МО и даже в пределах самой Москвы и ее ближайших пригородов сохранились участки лесов и болот, типичных для юга лесной зоны (подзоны подтайги). Многие из них имеют статусы охраняемых территорий, и их ценность как для сохранения биоразнообразия, так и для рекреационных целей, не вызывает сомнений. Однако такие участки имеют ценность и как исторические ландшафты, запечатлевшие следы деятельности людей, осваивавших регион столетия и даже тысячелетия

назад – археологические памятники, древние дороги, пруды, каналы и другие сооружения. Особенно важны с этой точки зрения немногие сохранившиеся торфяники: их послойно накапливающиеся и сохраняющие органику отложения являются уникальными природными архивами, в которых хранится информация не только о природных изменениях в течение тысячелетий, но и о хозяйственной деятельности людей, живших в окрестностях Москвы в прошлом.

Многолетние междисциплинарные палеоэкологические и археолого-ландшафтные исследования подмосковных торфяников позволяют нам выделить несколько условных групп, различающихся по характеру хранящейся в них информации.

Первая группа – не затронутые антропогенными преобразованиями болота, являющиеся натуральными палеоклиматическими и палеоэкологическим архивами. Среди них можно отметить объекты регионального значения – сравнительно крупные водораздельные мезо- или олиготрофные торфяники (например, болото в нац. парке «Лосиный Остров») и мелкие торфяники, расположенные поблизости от археологических памятников и хранящие информацию о среде обитания древних людей (Аксиньинское болото, «висячие болота» на территории ЗБС и др.).

Вторая группа – болота, сохранившие в себе следы антропогенного преобразования, и, таким образом, являющиеся компонентами культурных ландшафтов прошлого. Это древние пруды, превратившиеся за столетия в болота (лесные болота в Масловском лесу, окраины карьера Сима на ЗБС, Копнинский пруд), бывшие карьеры, оставшиеся от старых торфоразработок и заросшие сплавинами (болото Горенки, карьер Сима). Такие торфяники хранят важную информацию двоякого рода: 1) о техниках природопользования древних людей, в частности, использования природных источников воды и топлива, 2) о природных механизмах восстановления экосистем после нарушений.

Третья группа – болота или заболоченные окраины озер, сохранившие в толще отложений целые культурные слои (например, торфяники Замостья и окраины Тростенского озера). Благодаря анаэробным условиям в торфе сохраняются уникальные археологические артефакты, такие как, орудия из дерева, кости, бересты, кожи, остатки деревянных сооружений, а также плоды и семена. Такие торфяники являются абсолютно уникальным источником информации не только о жизни древних людей, но и об окружающей их среде.

Большинство из вышеупомянутых болот сохранились на густо населенной урбанизированной территории и они, безусловно, нуждаются в дальнейшем изучении и охране, как элементы исторических ландшафтов и как объекты, важные для экологического и исторического просвещения.

ЭКОСИСТЕМНЫЙ ОБМЕН CO₂ И CH₄ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Загирова С. В., Мигловец М. Н.

ECOSYSTEM EXCHANGE OF CO₂ AND CH₄ OF BOGS IN EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

Zagirova S. V., Miglovets M. N.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар. zagirova@ib.komisc.ru

Болотные экосистемы играют важную роль в поглощении атмосферного углерода и сохранении его запасов в торфяной залежи в течение длительного времени. В Республике Коми торфяные болота занимают около 8% площади, общие запасы торфа в них оценивают в 7,6 млрд т (Лесное хозяйство..., 2000). Несмотря на многолетнюю историю исследований болот и торфяных ресурсов в регионе, процессы обмена парниковых газов в болотных экосистемах остаются слабо изученными. Цель исследований состояла в сравнении экосистемного обмена CO₂ и CH₄ двух типов болот таежной зоны на европейском северо-востоке России. В работе приведены результаты измерений

методом микровихревых пульсаций вертикальных потоков парниковых газов на крупнобугристом болоте крайне северной тайги и мезоолиготрофном болоте средней тайги в период вегетации. На крупнобугристом болоте в торфяных буграх сохраняется многолетняя мерзлота, глубина сезонно-талого слоя в летние месяцы достигает 80 см. В растительном покрове бугров преобладают лишайниковые и кустарничково-лишайниковые сообщества. Грядово-мочажинный комплекс занимает около 48% площади, многолетняя мерзлота на этих участках не обнаружена. Мезоолиготрофное болото состоит из нескольких массивов, разделенных грядами, лесными островами и проточными топями. В радиусе измерений отмечены мезоевтрофная травяно-моховая проточная топь, олиготрофные сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые и мезотрофные кустарничково-травяно-сфагновые сообщества. Измерительная система включала стандартный комплект оборудования, состоящий из инфракрасного газоанализатора и ультразвукового анемометра. Первичные данные регистрировали с частотой 20 Гц, их обработку производили в программе EddyPro (Li-Cor Inc., USA). Полученные средние значения вертикального потока $\text{CO}_2(F_{\text{CO}_2})$ за 30-мин период соответствовали нетто-обмену диоксида углерода (NEE) между болотом и приземной атмосферой. Для заполнения пробелов в измерениях вертикальных потоков CO_2 и разделения NEE на экосистемное дыхание (R_{eco}) и гросс-фотосинтез (P_{gross}) использовали онлайн – инструмент Университета Макса Планка (Германия, <https://www.bgc-jena.mpg.de/bgi/index.php/Services/REddyProcWeb>).

Присутствие многолетней мерзлоты в почвогрунтах и менее благоприятные климатические условия ограничивали экосистемный обмен парниковых газов крупнобугристого болота. В период вегетации средняя скорость вертикальных потоков CO_2 на крупнобугристом болоте в два раза ниже, чем на мезоолиготрофном, суммарный нетто-обмен CO_2 этих болот соответствовал -257 и -711 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$. Болото на Крайнем Севере отличалось более низкими значениями P_{gross} и более высокими затратами на экосистемное дыхание. Средняя скорость поступления метана в атмосферу с поверхности крупнобугристого болота за сезон составила $3,34 \pm 1,96$ мг $\text{CH}_4/(\text{м}^2 \text{ч})$, кумулятивный поток – $11,4$ г $\text{CH}_4/\text{м}^2$, что в два-три раза ниже, чем на мезоолиготрофном болоте среднетаежной подзоны. Однако в условиях меняющегося климата и с повышением температуры почвогрунтов в будущем может произойти изменение баланса потоков парниковых газов в болотной экосистеме криолитозоны.

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРАТИГРАФИИ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ И ДИНАМИКИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА С ИЗОТОПНЫМ СОСТАВОМ

Заров Е. А.¹, Кульков М. Г.², Салахидинова Г. Т.², Лапшина Е. Д.¹

RELATIONSHIP BETWEEN THE PEATLAND STRATIGRAPHY AND THE DYNAMICS OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PEAT WITH THE ISOTOPIC COMPOSITION

Zarov E. A.¹, Kulkov M. G.², Salakhidinova G. T.², Lapshina E. D.¹

¹ Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск. zarov.evgen@yandex.ru

² Научно-аналитический центр рационального недропользования имени В.И. Шильмана, Ханты-Мансийск

Болота в процессе функционирования накапливают органическое вещество, формируя торф. На торфонакопление действуют несколько факторов: внешние – условия среды, т.е. значение температуры, количество осадков, гидрологический режим и пр.; внутренние – сукцессионные процессы, скорость разложения торфа, химический состав растений торфообразователей. Таким образом, торфяные отложения выступают архивом палеоусловий торфообразования, а химический компонентный состав характеризует процесс преобразования органического вещества и его устойчивости к разложению. Дополнительным и весьма объективным источником информации

о палеоклиматологических условиях может выступать соотношение стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$) торфяной органики.

Исследование проводилось на верховом болоте Мухрино, расположенном в центральной части Западной Сибири, в 25 км к юго-западу от города Ханты-Мансийск (Dyukarev et al., 2021). При помощи торфяного бура на границе гряды и мочажины была отобрана торфяная колонка на всю глубину торфяной залежи (500 см). В лаборатории были определены ботанический состав торфа, показатели влажности, зольности и объемной плотности, содержание элементов (СНН), содержание экстрагируемых органических веществ (ЕОМ) и изотопный состав углерода выделенных экстрактов ($\delta^{13}\text{C}$).

Растительный покров участка отбора представляет экотон от гряды, с преобладанием *Sphagnum fuscum*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata* и *Pinus sylvestris*, к мочажине, с преобладанием *Sphagnum balticum* и *Eriophorum vaginatum*. Торфяные отложения от поверхности до глубины 370 см сложены фускум-торфом, с прослойкой верхового древесного торфа на глубине 125–145 см. С глубины 370 см обнаруживается прослойка переходного торфа в 20 см, сложенная остатками пушицы и *Sph. angustifolium*, с дальнейшим переходом в слой низинного торфа с доминированием остатков *Carex lasiocarpa*, *C. juncella*, *C. cespitosa* и хвоща до глубины минерального грунта. По мере изменения глубины торфяной залежи от поверхности к минеральному ложу фиксируется увеличение показателя объемной плотности, содержания углерода и азота, и снижение содержания водорода и отношения С/Н. Содержание ЕОМ характеризуется двумя взаимнообратными трендами – в верхнем интервале 15–90 см регистрируется увеличение показателя с глубиной, в интервале 90–480 см значение уменьшаются.

Соотношение стабильных изотопов углерода $\delta^{13}\text{C}$ ЕОМ увеличивается до максимума 500 до 350 см, далее наблюдается сохранение значений на том же уровне до глубины 90 см. Выше регистрируется тенденция к уменьшения до минимального значения. Отсутствие динамики $\delta^{13}\text{C}$ в среднем интервале и последующее понижение значений к поверхности, вероятно, обусловлены различием влажности климата в соответствующие временные периоды (Cristea et al., 2013) – для среднего интервала стабильность увлаженности климата и для верхнего интервала уменьшение уровня влажности.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СПЕЦИФИКУ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ БОЛОТ

Зацаринная Д. В.

THE INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF KARST-SUFFUSION MIRES

Zatsarinnaya D. V.

Тульский государственный университет, Тула;

Тульский областной краеведческий музей, Тула. visloguzova@mail.ru

Карстово-суффозионные болота формируются в воронках и котловинах округлой, овальной или более сложной формы, характеризуются небольшими размерами от 30 до 300 м в диаметре, различной глубиной от 1,5 до 15 м. Такие болота могут располагаться одиночно, но нередко формируют комплексы по несколько десятков болот на гектар.

В пределах Европейской России болота этого типа известны во многих регионах (Орловская, Липецкая, Белгородская, Воронежская, Тамбовской, Курская, Тульская, Брянская, Пензенская, Владимирская, Ивановская, Архангельская области, а также в Татарстане, Башкирии, Мордовии). Однако наиболее важное значение они имеют на территориях с низкой заболоченностью, где являются центрами сохранения флористического, фитоценотического и ландшафтного

разнообразия. Особые экологические условия характерные для карстово-суффозионных болот способствуют формированию весьма разнообразной растительности: от евтрофных ивово-травяных, осоковых камышовых, травяно-сфагновых, папоротниковых, березово-травяно-сфагновых фитоценозов, до мезо- и олиготрофных осоково-сфагновых, пушицево-сфагновых, кустарничково-сфагновых и др. растительных сообществ. Формированию таких условий способствует комплекс факторов. Во-первых, это геологическое строение участка, определяющее глубину воронки, в которой сформировано болото. При глубине не более 3 м заболачивание происходит по суходольному типу. Такие болота характеризуются относительно однородной, главным образом, евтрофной растительностью. В случае, если глубина равна 7–15 м, часто наблюдается формирование сплавин, для которых характерны мезо- и олиготрофные ценозы. Во-вторых, это гидрогеологические особенности территории. Поскольку климатические условия лесостепной природной зоны не способствуют чисто атмосферному питанию болот, ведущее значение принадлежит грунтовым водам, поступающий объем и состав которых во многом определяет ход болотообразовательного процесса, а соответственно и облик болот. В третьих, это характеристики подстилающих пород. Их химический состав оказывает влияние на условия водно-минерального питания болот. Кроме этого, покровные суглинки, на которых сформирована значительная часть болот, имели важное значение на начальных этапах заболачивания. Благодаря низкой фильтрационной способности они способствовали заилению поноров и застаиванию влаги в карстово-суффозионных котловинах. Другим важным фактором является характер растительного покрова территорий, окружающих болото. Известно, что лесная растительность, а точнее лесная подстилка, делает поверхностные воды более агрессивными, что в некоторой степени способствует более интенсивному процессу карстообразования. Также, благодаря накоплению на поверхности воды, заполняющую карстовую воронку, опада в виде листьев и веток возможно образование первосплавины, которая является субстратом для поселения зеленых мхов и корневищных трав.

Таким образом, формирование специфических условий, характерных для карстово-суффозионных болот, зависит от ряда факторов, но все же ведущая роль принадлежит геологическим, гидрологическим особенностям территории, а также характеру растительности окружающих территорий.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОЛОЦЕНОВОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СРЕДНЕГО ЗАУРАЛЯ ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ РАЗРЕЗА ШУВАКИШ И КОРРЕЛЯЦИИ С ДАТИРОВАННЫМИ КОЛОНКАМИ

Зорина А. А.

RECONSTRUCTION OF THE HOLOCENE VEGETATION DYNAMICS OF THE MIDDLE TRANS-URALS BASED ON PALYNOLOGICAL DATA FROM THE SHUVAKISH SECTION AND CORRELATION WITH DATED CORES

Zorina A.A.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург. alesya.zorina44@gmail.com

Материалом для исследования послужили отложения торфяника у юго-западного берега озера Шувакиш (56°54'191" с. ш., 60°31'295" в. д). Современная растительность на прилегающих территориях – елово-сосновый лес с березой. Мощность торфяной залежи 145 см. Основные методы исследования – палинологический, ботанический и сравнительный анализы.

Цель исследования – изучить возможность сопоставления палинологических данных разрезов не имеющих дат и датированных, расположенных в пределах одной провинции. Для сравнения были отобраны датированные серии торфяно-сапропелевых отложений Горбуновского торфяника (Антипина и др., 2013) и озера Таватуй (Масленикова и др., 2016). По результатам анализов выделяются 4 палинозоны, которые отражают смены растительности и экологических условий в голоцене.

Палинозона 1 (145–130 см) выделяется в минерализованных озерных отложениях по максимальному содержанию пыльцы древесной березы (73%) и ценобий педиаструма, также выделяются пики полыни, маревых и разнотравья. Пыльцевой комплекс характеризует растительность сосново-березового леса и холодный период. Данные сопоставимы с палинозоной 2 Горбуновского торфяника (9140 ± 40 лет) и палинозоной Р-III (~10600–8000 кал. л. н.) озера Таватуй. Следовательно, палинозона 1 может соответствовать раннему голоцену.

Палинозона 2 (130–65 см) выделяется по постепенному увеличению содержания пыльцы сосны и ели, появляются широколиственные виды, в конце зоны наблюдается резкий спад пыльцы древесной березы. Палинокомплекс характеризует теплый и влажный климат, когда произрастали елово-кедрово-сосновые и березовые леса с участием широколиственных деревьев. Эта часть диаграммы сопоставима с палинозонами 4 (4350 ± 80 лет) и Р-IV (~8000–4200 кал. л. н.), соответствует среднему голоцену.

Палинозона 3 (65–5 см) выделяется по доминированию пыльцы сосны, постепенному увеличению ели и пониженному количеству древесной березы. Присутствие спор папоротника говорит об увлажнении. Пыльцевой комплекс характеризует елово-березово-сосновые леса. Соответствует палинозонам 5 (3550 ± 70 лет) и Р-V (~4200–0 кал. л. н.). Палинозона 3 относится к позднему голоцену. На диаграмме видны послепожарные сукцессии: пики и минимумы сосны находятся в противофазе березе, указывая на антропогенное влияние.

Палинозона 4 (5–0 см) отражает современное состояние растительности на прилегающей к торфянику территории. В спектре травянистых растений преобладает пыльца полыни и астровых. Древесную растительность отражает пыльца берез, количество которой постепенно возрастает, и пыльца сосны, которая убывает, что говорит о сукцессии в данной местности.

По характерным особенностям кривых основных лесообразующих видов можно сравнивать и выделять глобальные климатические тенденции, холодные осцилляции и периоды потепления, сухие и влажные фазы, региональные закономерности развития лесных формаций. Для детальной реконструкции динамики растительности необходимо радиоуглеродное датирование.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОД ПОСТПИРОГЕННОГО УЧАСТКА ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА

Иванова Е. С.¹, Харанжевская Ю. А.^{1,2}

DIURNAL DYNAMICS OF WATER ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF THE POST-FIRE AREA OF THE GREAT VASYUGAN MIRE

Ivanova E. S.¹, Kharanzhevskaya Y. A.^{1,2}

¹ Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агроботехнологий СО РАН, Томск. ivanova_e_s@bk.ru

² Томский государственный университет, Томск

Предполагается, что во второй половине XXI века экстремальные погодные явления, включая продолжительные засухи, приводящие к пожарам, учащаются из-за роста температуры воздуха и снижения количества осадков, вызванных изменением климата. Изменения климата и природные пожары оказывают значительное влияние на химический состав природных вод.

Целью данной работы является оценка суточной динамики электропроводности вод пост-пирогенного участка Васюганского болота и анализ чувствительности этого показателя к изменениям гидрометеорологических условий.

Объектом исследования является осушенное сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото, расположенное на северо-восточном отроге Большого Васюганского болота. Участок является частью Бакчарского болотного массива, расположенный в бассейне р. Гавриловка. В 1980-х гг. участок

Бакчарского болотного массива был осушен с целью гидролесомелиорации. На протяжении многих лет здесь не производится чистка мелиоративных каналов, вследствие чего наблюдается их зарастание и заторфовывание. В августе 2016 года выгорел участок площадью 5,5 км². Территория исследования относится к подзоне южной тайги Западной Сибири. Согласно данным (Ландшафты болот..., 2012), среднегодовая температура воздуха составляет 0,23 °С, ежегодное количество осадков 473 мм.

Оценка посуточной динамики электропроводности (ЕС) болотных вод проводилась в пределах выгоревшего участка сосново-кустарничково-сфагнового верхового болота в 2021 и 2022 годах с мая по сентябрь. ЕС измерялась с использованием стационарно установленных датчиков на глубину 50 см в автоматическом режиме с интервалом 1 час. Для анализа привлекались данные о средней температуре воздуха, уровнях болотной воды и количестве атмосферных осадков.

Исследуемый участок Бакчарского болота характеризуется низкими уровнями болотных вод и вместе с тем большими его колебаниями в течение вегетационного года, что влияет на влагоемкость торфяной залежи. Предельные значения уровней болотных вод находятся от –9 см до –64 см от СПб, среднее значение –32 см от СПб (2021 г.) и от –10 см от СПб до –60 см от СПб, среднее значение –30 см от СПб (2022 г.). Результаты показывают, что изменения влажности торфяной залежи сильно влияют на электропроводность. Проведенные исследования показали, что электропроводность болотных вод за период наблюдений характеризуется средней величиной 89 мкСм/см (2021 г.) и 122 мкСм/см (2022 г.). Средние значения температур воздуха в 2021 году составили 14,1 °С, в 2022 году 13,1 °С. Скорость реакции ЕС зависит от интенсивности и количества осадков. Интервал изменения ЕС после начала дождей в 2022 году составил 3–4 часа, тогда как в 2021 году от 1 до 8 часа. Пиковые значения ЕС после выпадения осадков были достигнуты спустя 48–59 часов в 2021 году и спустя 32–36 часов в 2022 г.

Выявлена общая динамика увеличения ЕС с мая по август с дальнейшим снижением к сентябрю, что указывает на активизацию биохимических процессов в весенне-летние месяцы в торфяной залежи. Максимальная сезонная амплитуда колебания составляет 83 мкСм/см (в 2021 г.) и 220 мкСм/см (в 2022 г.). Релевантным выводом данной работы является взаимосвязь пиковых значений ЕС с поступлением в болотные воды осадков, что вызывало поднятие уровней болотных вод и увеличивало в растворе концентрацию минеральных и органических веществ. Следует отметить устойчивость ЕС спустя временной отрезок после поступления атмосферных осадков в торфяной профиль.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БОЛОТА «ИСТОК» (СЕВЕРНЫЙ БЕРЕГ ОЗЕРА КУРТУГУЗ, СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ивченко Т. Г.

MONITORING STUDIES OF THE VEGETATION COVER OF THE «ISTOK» MIRE (NORTHERN SHORE OF LAKE KURTUGUZ, SVERDLOVSK REGION)

Ivchenko T. G.

*Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург;
Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск. ivchenkotat@mail.ru*

Болото «Исток» расположено у северного берега озера Куртугуз, является регулятором его гидрологического режима и местообитанием диких животных и птиц. На озере Куртугуз местные жители ловят рыбу, т.о. оно представляет собой ценный рекреационный объект, сохранность которого определяется, в том числе состоянием болота – памятника природы Свердловской области.

В настоящее время это евтрофный болотный массив, большая часть которого представлена лесными и кустарниковыми сообществами: березово-осоково-щучково-разнотравными, березово-вахтово-осоковыми и ивово-осоково-белокрыльничковыми. Описан участок березово-сосново-

злаково-разнотравного леса, а также хвощевое, телиптерисово-тростниковое и прирусловое лабазниково-крапивно-щучково-разнотравное сообщества.

Для оценки состояния растительных сообществ в 2011 году было заложено пять стационарных площадок наблюдений, которые были заново описаны в 2021 году и в этом же году к ним были добавлены еще две площадки.

В результате проведенных мониторинговых исследований было показано, что экологическая структура исследованных сообществ на заложенных стационарных площадях включает четыре группы видов сосудистых растений по их отношению к фактору увлажнения: мезофиты, мезогигрофиты и гигромезофиты, гигрофиты, гигрогидрофиты и гидрогигрофиты. Минимальный процент мезофитов (2,8%) отмечен в 2011 г. в структуре ивово-осоково-белокрыльникового сообщества, максимальный (54,7%) – в 2021 г. в структуре березово-сосново-злаково-разнотравного лесного фитоценоза. Минимальный процент гигрогидрофитов и гидрогигрофитов (1,9%) отмечен в 2011 г. в структуре березово-сосново-злаково-разнотравного лесного фитоценоза, максимальный (45,0%) – в 2021 г. в структуре телиптерисово-тростникового сообщества.

В целом, общий вектор происходящих изменений направлен в сторону ослабления водного питания озера Куртугуз, особенно в межлетний период и ускорения его зарастания. Наблюдается понижение уровня болотных вод на всех площадках и во всех типах сообществ. Наиболее значительная трансформация видового состава фитоценозов и их экологической структуры происходит в наименее обводненных местообитаниях, фитоценозы которых изначально (еще до снижения уровня грунтовых вод) испытывали недостаток водообеспечения. Это такие растительные сообщества, как березово-осоково-щучково-разнотравное, березово-сосново-злаково-разнотравное. Фитоценозы переувлажненных местообитаний, занимающие большую часть исследованного болотного массива, на настоящий момент слабо реагируют на понижение уровня болотно-грунтовых вод и вероятно продолжают играть роль регуляторов гидрологического режима озера Куртугуз. Это такие растительные сообщества, как хвощевое, прирусловое лабазниково-крапивно-щучково-разнотравное, ивово-осоково-белокрыльниковое и березово-вахтово-осоковое.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ РЕДКОГО ВИДА *CHAMAEDAPHNE CALYCVLATA* (L.) MOENCH У ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ АРЕАЛА

Игнатичев Г.М.

ECOLOGICAL FEATURES AND PHYTOCOENOTIC CONNECTIONS OF THE RARE SPECIES *CHAMAEDAPHNE CALYCVLATA* (L.) MOENCH NEAR THE SOUTHERN BORDER OF ITS RANGE

Ignatichiev G. M.

*Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Брянск.
glebignatichiev@gmail.com*

На основе анализа массива из 227 геоботанических описаний, сделанных в разные годы на территории Брянской, Калужской, Орловской, Смоленской областей России, охарактеризовано разнообразие местообитаний и установлены фитоценотические связи редкого вида *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench (Ericaceae) у южной границы ареала. Выявлены типы растительных сообществ, в которых встречается данный вид, и определено их место в флористической классификации растительности. Верность вида синтаксонам определена с использованием статистического ϕ -коэффициента в программе JUICE. Верным видом *Ch. calyculata* считался для тех синтаксонов, для которых значение ϕ -коэффициента превышало 20 (при $p < 0,01$) при

константности II и выше. Оценка экологических режимов местообитаний сообществ проведена с использованием шкал Х. Элленберга. Различия установленных синтаксонов по ведущим экологическим факторам оценены критерием Краскера-Уоллеса (H) в программе Statistica 10.0.

На основании проведенного анализа геоботанических описаний, *Ch. calyculata* отмечен в сообществах 8 ассоциаций, 5 субассоциаций и 1 неранговой единице. Все они являются редкими компонентами фитоценотического разнообразия региона. Местообитания сообществ с участием мирта характеризуются небольшим варьированием по богатству субстрата минеральным азотом, влажности, кислотности и освещенности, поэтому их можно отнести преимущественно к мезо-олиготрофным с высоким увлажнением, кислой реакцией субстрата и с высокой освещенностью. Сравнение рассчитанных балльных значений экологических факторов для синтаксонов и справочного экологического оптимума вида показывает, что отклонения от его значения более чем на 1 балл отмечаются только по влажности и кислотности субстрата. Однако, учитывая сочетанное воздействие факторов, нельзя однозначно назвать перечисленные факторы лимитирующими для вида. Различия местообитаний сообществ синтаксонов по значениям мощности торфяной залежи и минерализации болотных вод оказались недостоверными при выбранном уровне достоверности.

Несмотря на высокое постоянство вида для некоторых синтаксонов, назвать его четким фитоценотическим индикатором отдельных из них не представляется возможным. Наиболее высоких значений коэффициента верности изучаемый вид достигает только для ассоциации олиготрофных кустарничково-сфагновых гряд и ковров верховых болот *Ledo palustris–Sphagnetum fusci* (Du-Rietz 1921) Dierssen 1982 ($\phi=23,9$), субассоциации переходных мезо-олиготрофных сфагново-сосновых болот с участием водяники *Vaccinio uliginosi–Pinetum sylvestris* de Kleist 1929 *typicum Empetrum nigrum* var. ($\phi=27,9$) и ассоциации мезо-олиготрофных сообществ мочажин и ковров верховых болот, болотных сплавин с участием и доминированием шейхцерии болотной *Sheuchzerietum palustris* Tx. 1937 ($\phi=27,9$). Сообщества первых двух из перечисленных синтаксонов распространены только в северной части района исследования и не встречаются к югу, в зоне широколиственных лесов. Болота с участием шейхцерии болотной и мирта болотного отмечены в пределах всего района исследования, однако к югу являются исключительно редкими. Данные факты свидетельствуют о необходимости особой охраны рассеянных местонахождений *Ch. calyculata* у южной границы его ареала в Южном Нечерноземье России в составе сохранившихся природных комплексов верховых болот.

РАЗНООБРАЗИЕ ТИПОВ МАЛЫХ БОЛОТ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ КАРЕЛИИ

Игнашов П. А.

TYPES DIVERSITY OF SMALL MIRES IN MIDDLE TAIGA OF KARELIA

Ignashov P. A.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. ignashovp@krc.karelia.ru

Исследовано 63 массива площадью от 1 до 100 га на пяти модельных территориях, охватывающих основное разнообразие геолого-геоморфологических условий южной части Республики Карелия. Данные о характере растительного покрова и особенностей микрорельефа позволили составить представление о разнообразии типов малых болот среднетаежной Карелии. Типы исследованных болот были выделены по разработанной О.Л. Кузнецовым (2017) классификации типов болотных массивов Европейского севера России в пределах таежной зоны. Она представляет собой более детальную и дополненную ботанико-географическую классификацию типов болотных массивов Т.К. Юрковской (1992). Исследованные болотные массивы отнесены к 11 типам, 5 группам и 4 классам (Игнашов, Кузнецов, 2022).

Группа сфагновых верховых болот представлена грядово-мочажинными *кустарничково-морошково-сфагновыми*, гомогенными *кустарничково-сфагновыми* и *сосново-пушицево-кустарничково-сфагновыми*, а также топяными *мелкоосоково-кустарничково-сфагново-печеночниковыми* массивами. Основное питание на эти болота поступает с атмосферными осадками, поэтому в растительном покрове преобладают омбротрофные ассоциации: *Pinus sylvestris* – *Chamaedaphne calyculata* – *Sphagnum angustifolium*, *Chamaedaphne calyculata* – *Sphagnum fuscum*, *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum balticum*, *Scheuchzeria palustris* – *Sphagnum majus* и ряд других. На окраях, куда поступают дополнительные питательные вещества с поверхностными водами со склонов суходолов, могут развиваться мезотрофные растительные сообщества *Betula pubescens* – *Menyanthes trifoliata* – *Sphagnum centrale*, *Carex rostrata* – *Sphagnum riparium*.

Группа переходных болот представлена *крупноосоково-сфагновым* типом. В их питании принимают участие не только атмосферные осадки, но и слабоминерализованные грунтовые воды. Растительный покров их составляют олиготрофные и мезотрофные осоково-сфагновые сообщества: *Carex rostrata* – *Sphagnum fallax*, *Carex lasiocarpa* – *Menyanthes trifoliata* – *Sphagnum subsecundum*.

Группа болот с грунтовым питанием представлена *травяными и кустарничково-травяными пойменными и приозерными, осоково-гипновыми с безнапорным питанием, травяно-моховыми с ключевым питанием* типами. Это наиболее богатые по условиям водно-минерального питания болотные местообитания. Растительный покров отличается высоким видовым разнообразием и представлен евтрофными сообществами: *Equisetum fluviatile* – *Calla palustris*, *Carex omskiana* – *Comarum palustre*, *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum warnstorffii*, *Carex livida* – *Scorpidium scorpioides*, *Bistorta officinalis* – *Paludella squarrosa*.

Среди исследованных болот только одно принадлежит к *карельскому аана* типу. Отличительной особенностью этого типа болот является гетеротрофность грядово-мочажинного комплекса: растительность гряд олиго- или мезотрофная, а мочажин – евтрофная.

Также ряд болот был отнесен к *древесно-травяно-моховому* типу. На исследованных болотах этого типа растительный покров представлен евтрофными сообществами ассоциации *Pinus sylvestris* – *Sphagnum warnstorffii*.

ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ НИЗИННЫХ ОСОКОВЫХ БОЛОТ ПОЛЕСЬЯ НА ПРИМЕРЕ БОЛОТА ЗВАНЕЦ

Козулин А. В.

FORMATION AND FUNCTIONING OF FEN SEDGE MIRES OF POLESYE ON THE EXAMPLE OF THE ZVANETSMIRE

Kozulin A. V.

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь. kozulinav@yandex.ru

Открытые низинные осоковые болота до широкомасштабной мелиорации были широко распространены в Полесье, где насчитывалось 44 болота каждое с площадью более 5 тысяч га. К настоящему времени в естественном состоянии в Полесье сохранилось только 2 крупных массива открытых низинных болот – Званец (16,8 тыс. га) и Споровское (19,3 тыс. га), которые являются последними местообитаниями ряда глобально исчезающих видов птиц, насекомых и растений. За последние 20 лет из-за прекращения сенокосения площадь открытых осоковых участков на болоте Званец уменьшилась с 8000 га до 3500 га. В результате они теряют свое значение для сохранения глобально значимого биоразнообразия. В данном исследовании на примере болота Званец рассматриваются особенности происхождения и развития низинных осоковых карбонатных болот и оценка современных мероприятий по сохранению этой уникальной экосистемы.

Сложное ложе болота Званец с многочисленными песчаными островами, также, как и многих других низинных болот Полесья, образовалось в результате передвижения больших масс воды при таянии сожского и валдайского ледников (Махнач и др., 1970, Вознячук 1973, Михальчук, 2015). В атлантический период здесь существовал мелководный водоем с глубинами 2–3 м. На мелководьях островов в этот период образовались меловые отложения. Первоначально болото образовательные процессы проходили на мелководьях островов и карбонатный слой был перекрыт слоем торфа. При понижении уровня воды слой торфа на островах минерализовался и началось формирование болота в понижениях между островами. Возраст болота около 4400 лет. Глубина торфа около 1,2 метра. Образование торфяной залежи происходило за счет отложения тростникового торфа степенью разложения 40–45 %, который перекрывался осоковым, иногда тростниково-осоковым мощностью 0,5 м. Среднегодовые темпы прироста торфяного слоя составили около 0,3 мм, что объясняется минерализацией торфа в летнюю межень.

Естественный гидрологический режим болота Званец типичен для низинных болот Полесья. Весной уровень воды составляет 20–50 см выше земли, к концу мая УГВ снижается до поверхности болота, с июня по сентябрь УГВ снижается до 20–50 см ниже уровня земли. Поздней осенью начинается медленное повышение уровня воды.

Вода в регионе заказника отличается высокой минерализацией в основном из-за высокой концентрации кальция и гидрокарбоната (болото расположено в Волыньско-Любанском карстовом регионе). Минерализация поступающей в болото воды с мелиоративных систем составляет 312–325 мг/л, на выходе из болота минерализация снижается до 205–213 мг/л.

Для восстановления открытых низинных осоковых болот разработан и реализуется комплекс мероприятий, направленный на поддержание оптимальных уровней и качества воды, удаление специализированной техникой кустарников и тростника, ведется мониторинг сообществ растительности, динамики уровней воды, численности индикаторных видов птиц.

ПОВТОРНОЕ ЗАБОЛАЧИВАНИЕ НАРУШЕННЫХ ТОРФЯНИКОВ В БЕЛАРУСИ

Козулин А. В.¹, Груммо Д. Г.², Тановицкая Н. И.³, Максименков М. В.¹

REWETTING DISTURBED PEATLANDS IN BELARUS

Kozulin A. V.¹, Grummo D. G.², Tanovitskaya N. I.³, Maksimenkov M. V.¹

¹ Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь. kozulinav@yandex.ru

² Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³ Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

До начала широкомасштабной осушительной мелиорации площадь болот в Беларуси составляла 2560,5 тыс. га (11,5 % от территории страны). К настоящему времени в близком к естественному состоянию сохранилось около 863 тыс. га болот (33,7 % от первоначальной площади), для использования в сельском хозяйстве было осушено 946 тыс. га болот, для добычи торфа – 300 тыс. га.

В результате добычи торфа, осушения болот для сельского и лесного хозяйства к настоящему времени образовались значительные площади нарушенных торфяников, дальнейшее экономически эффективное использование которых нецелесообразно по разным причинам. К таким нарушенным торфяникам относятся деградированные торфяные почвы, использовавшиеся ранее в сельском хозяйстве (258,8 тыс. га), неэффективно используемые выбывшие из промышленной эксплуатации торфяные месторождения (143,3 тыс. га). Кроме того, к нарушенным торфяникам следует отнести и около 89,8 тыс. га естественных болот, на которых существенно нарушен гидрологический режим.

Наличие нарушенных торфяников наносит окружающей среде значительный экологический ущерб: очаги торфяных пожаров, источники эмиссии диоксида углерода. В сложившихся условиях одним из наиболее целесообразных, а порой и единственным путем устойчивого использования нарушенных болот является их повторное заболачивание.

Первая инициатива по повторному заболачиванию деградированных торфяников была предложена Н.Н. Бамбаловым в 1970–80-е гг., но до конца XX века деятельность по повторному заболачиванию в Беларуси носила мелкомасштабный характер. После крупнейших торфяных пожаров 2002 года был одобрен первый проект ГЭФ по торфяникам. В рамках проекта ПРООН-ГЭФ (2006–2012) были разработаны и внедрены нормативные документы и методические рекомендации (Козулин и др., 2010), которые создали правовую основу для проведения дальнейших работ по повторному заболачиванию в Беларуси. В дальнейшем в рамках ряда международных проектов ПРООН-ГЭФ, Немецкой международной климатической инициативы (ICI), Программы малых грантов ГЭФ было заболочено более 60 тыс. га нарушенных торфяников. Стратегия и методы повторного заболачивания, применяемые в Беларуси, различаются в зависимости от типа нарушенных торфяников: выработанные торфяники; объекты гидролесомелиорации; торфяники, использовавшиеся в сельском хозяйстве; болота с нарушенным гидрологическим режимом. Основной задачей при повторном заболачивании является подъем уровня воды на большей части восстанавливаемой территории до поверхности земли. Достигается это за счет каскадного перекрытия каналов в соответствии с уклоном поверхности. В ряде случаев проведено повторное заболачивание с восстановлением черноольховых лесов.

В Беларуси разработаны и вступили в силу Стратегия и Закон об охране и использовании торфяников, которыми регулируется порядок и правила экологической реабилитации нарушенных торфяников. В рамках разработанной системы мониторинга динамики состояния заболоченных торфяников было установлено практически полное прекращение торфяных пожаров, снижение эмиссии парниковых газов (11 100 000 тонн CO₂-eq за период 20 лет), восстановление гидрологического режима и сообществ болотной растительности, болотной флоры и фауны.

БОЛЬШОЕ КАМСКОЕ БОЛОТО – ПАЛЕОАРХИВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА СЕВЕРНОГО ПРИКАМЬЯ

Копытов С. В.^{1,2}, Санников П. Ю.¹, Мехоношина Е. А.¹, Пехтерева Н. К.¹

BOLSHOYEKAMSKOE BOG – PALEOARCHIVE OF THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE OF THE NORTHERN KAMA REGION

Kopytov S. V.^{1,2}, Sannikov P. Yu.¹, Mekhonoshina E. A.¹, Pekhtereva N. K.¹

¹ *Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь. sergkopytov@gmail.com*

² *Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь*

Большое Камское болото – крупная болотная депрессия, расположенная в границах Камско-Кельтминской низменности на северо-востоке Русской равнины. Низменность занимает одно из ключевых положений для реконструкции позднеледниковых и голоценовых событий в этом регионе. Широкое распространение форм рельефа, характерных для дистальной зоны оледенений, – заболоченных равнин, реликтовых озер, ложбин стока породило множество дискуссий относительно возраста таких образований, главным образом, существования здесь ледниково-подпрудного водоема времени LGM с уровнем в 130 м.

С целью реконструкции обстановок «озерной» стадии развития Камско-Кельтминской низменности была изучена опорная колонка донных отложений озера Новожилово (60°19'18" с. ш., 55°25'16" в. д.). Результаты проведенных аналитических исследований позволяют провести лито- и биостратиграфическое расчленение толщи озерных отложений, а также реконструировать обстановки осадконакопления.

В текстуре осадков нижней части керна скважины NZH-1 (60°19'45,067" с.ш., 55°25'48,374" в.д.) на уровне 780–820 см прослеживается ритмичная слоистость, проявляющаяся в чередовании плотного минерального буровато-серого и темного оторфованного ила, торфа и светлых опесчаненных слоев. Выше материал постепенно обогащается органическим веществом и на глубине 725 см переходит в гиттию, которая становится все более оторфованной. Начало формирования гиттии по данным радиоуглеродного датирования приходится на поздний дриас. На основании гранулометрического анализа было выявлено, что высоко проточные условия соответствуют нижней части керна до глубины 710 см. Для этого этапа характерно поступление осадка преимущественно флювиальным путем. Выше по колонке происходит довольно резкая смена условий, характеризующихся поступлением силикатного материала при помощи эолового привноса.

Диатомовый анализ показал отсутствие створок диатомей в большинстве образцов в интервале глубин 320–660 см, в образцах глубин 360 см, 450 см, 550 см, 570 см, 610 см и 640 см встречались единичные створки и обломки. Постепенное увеличение численности и видового разнообразия диатомовых наблюдается на глубине 670–780 см. По-видимому, наиболее благоприятными условиями для вегетации диатомей и последующей хорошей консервации их панцирей характеризовался этап развития озера, соответствующий формированию слоев 720–820 см – обстановкам мелководного слабощелочного мезотрофного водоема.

Можно предположить, что в позднеледниковье в пределах Камско-Кельтминской низменности существовало большое количество небольших по площади неглубоких водоемов. Расширение озер могло быть связано с процессами трансформации флювиальных систем в бассейне Верхней Камы в переходный период позднего плейстоцена и голоцена, изменением баланса эрозии и аккумуляции. На это указывает смена обстановок минерального вещества: с преимущественно флювиального в позднем дриасе на эоловый в течение голоцена.

Исследование выполнено за счет грантов Российского научного фонда № 22-77-00086 (полевые работы, палеолимнологические реконструкции) и 23-68-10023 (корреляция с палеоархивами долины Верхней Камы).

ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И ПРОДУКЦИЯ СФАГНОВЫХ МХОВ КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОСЛЕПОЖАРНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ

Коронатова Н. Г.

FUNCTIONAL TRAITS AND PRODUCTION OF *SPHAGNUM* AS INDICATORS OF ECOLOGICAL CONDITIONS IN POST-FIRE HABITATS

Koronatova N. G.

Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий СО РАН, Томск. koronatova@issa-siberia.ru

Сообщество сфагновых мхов является ключевым компонентом верховых болот бореального пояса, где мхам принадлежит основная роль в продуцировании органической биомассы и торфообразовании, что обуславливает актуальность изучения закономерностей их роста в зависимости от условий среды. Имеется ряд работ, где показана зависимость роста мхов от условий тепло- и влагообеспечения. Предметом исследований чаще выступает линейный прирост стебля и реже другие показатели: плотность и масса капитул, масса прироста и пр. На основе 8-летнего исследования нами показано, что с метеорологическими условиями вегетационного сезона и первичной продукцией коррелируют различные функциональные показатели в зависимости от видовой принадлежности мхов (Koronatova et al., 2022). Цель данной работы – выявление пространственной

динамики показателей роста 8 видов сфагновых мхов в различных послепожарных местообитаниях болотных массивов южной тайги и лесотундры Западной Сибири.

Работу проводили в Бакчарском болоте (южная тайга) и в болоте Пангоды (лесотундра). Оба болотных массива частично выгорели 2016 г. До пожара изучаемый участок Бакчарского массива представлял собой сосново-кустарничково-сфагновое болото (низкий рям); здесь было выбрано 5 послепожарных участков и один фоновый рям. Болото Пангоды включало мерзлотные лишайниковые бугры с пятнами сфагновых мхов и обводненные сфагновые мочажины; здесь исследовали 2 послепожарных участка и один фоновый. Статистическую обработку полученных данных проводили тестами Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса и методом главных компонент (РСА).

На фоновых участках показатели роста мхов различались в болотных массивах. У видов кочек в таежной зоне выше линейный прирост (в 1,5 раза) и продукция (в 1,2 раза) и ниже численность, масса прироста и капитул (в 1,3 раза) по сравнению с лесотундрой. У мочажинных видов в таежной зоне функциональные показатели были как выше, так и ниже, чем в лесотундре (в 1,1–3,3 раза), а продукция различалась в 1,7–2,2 раза и была в таежной зоне выше у *S. fallax* и *S. angustifolium* и ниже у *S. balticum* по сравнению с лесотундрой.

Рост мхов на разных пирогенных участках одного массива варьировал в зависимости от степени выгорания торфа. В Бакчарском болоте показатели роста мхов на двух пирогенных участках были выше, чем на фоне, на двух других участках – ниже и еще на одном – соответствовали фону, в то время как продукция превышала фоновое значение, за исключением одного участка. В болоте Пангоды показатели роста и продукция *S. fuscum* были выше или соответствовали фону, а у мочажинных мхов оказались такими же или ниже фона, кроме *S. fallax*, для роста которого пирогенные условия были благоприятны. Значимая разница между пирогенными участками в обоих массивах найдена для линейного прироста всех видов, и для большинства показателей роста у *S. balticum*, а в лесотундре также для плотности, массы прироста и капитул у мочажинных видов. РСА выявил, что в Бакчарском массиве первая компонента объясняла от 49 до 70% дисперсии и коррелировала с массой капитул у видов кочек и с линейным приростом и плотностью у *S. balticum*. В болоте Пангоды первая компонента объясняла от 56 до 90% дисперсии и была связана с массой капитул у *S. fuscum* и всеми функциональными показателями у мочажинных видов. Полученные результаты выявляют вариабельность функциональных показателей на пирогенных участках болот, а также видоспецифические различия в адаптации мхов к послепожарным местообитаниям.

Исследование выполнено в рамках гранта РНФ (проект № 22-77-10024).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТПИРОГЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА ВЕРХОВЫХ БОЛОТАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Кочубей А.А.

ECOLOGICAL FEATURES OF POST-FIRE RENEWAL RESTORATION OF PINE FORESTS IN THE RAISED BOGS OF WESTERN SIBERIA

Kochubey A.A.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург. 79326010873@yandex.ru

Лесной пожар представляет собой экологическую катастрофу, резко изменяя все факторы среды и компоненты лесных биогеоценозов. Экологические факторы процесса постпирогенного естественного возобновления ценопопуляций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) довольно разносторонне рассмотрены в суходольных лесах России. В тоже время особенности возобновления сосны в менее продуктивных сосняках на верховых болотах Западной Сибири почти не изучены.

Исследование естественного возобновления подроста сосны после пожаров, а также учет таксационно-экологических параметров древостоя проведены в сосняках багульниково-кассандрово-сфагновых подзоны предлесостепи Западной Сибири. Были заложены пробные площади (ПП) в серии биогеоценозов, пройденных пожаром различной давности от 4 до 34 лет, и в давно негорелом сообществе (170 лет). Задача исследования – выявление и анализ послепожарных особенностей структуры и семеношения древостоев, а также основных факторов среды, которые оказывают лимитирующее влияние на динамику естественного возобновления ценопопуляций сосны обыкновенной в сосняках на верховых болотах.

На 4-й год после интенсивного низового пожара в 170-летнем сосняке густота древостоя уменьшилась на 20%, а на 34-й – до 72% от допозарной. Абсолютная полнота древостоя упала более чем вдвое – с 6,6 до 2,7 м²/га. Семеношение почти на всех ПП уменьшилось на 20–41%, по сравнению с негорелым БГЦ. Общая численность подроста сосны в болотных сосняках, пройденных низовым пожаром 4–9-летней давности в 11–18 раз, а количество жизненного подроста (10–60 тыс. экз./га) на порядки величин выше, чем в сосняке давно негорелом. Анализ возрастной структуры подроста на всех ПП с давностью пожара не свыше 50 лет свидетельствует о том, что более 60–80% его общей численности появляется лишь в первые 1–3 года после него. Под влиянием пожара, мозаично минерализующего верхний слой сфагнового покрова, происходит коренное улучшение типа субстрата для прорастания семян и роста всходов и подроста сосны: относительная ФАР, влажность субстрата и содержание элементов минерального питания значительно выше, чем на негорелом участке. Однако главнейшую роль жестко лимитирующего фактора среды, играют фитоценоотические конкурентные отношения, а именно «световая» конкуренция более быстро растущего, по сравнению со всходами сосны, сомкнутого сфагнового покрова.

Анализ диаграмм возрастной структуры подроста сосны на гарях различной давности – с 4 до 170 лет – показывает, что в вековой динамике по мере ее увеличения его общая численность клинально уменьшается со 105 до 5,8 тыс. экз./га, при этом количество жизнеспособного подроста падает – с 60 до 0,3 тыс. экз./га. На незначительной части поверхности кочек в древостое 170 лет встречаются единичные угнетенные экземпляры подроста сосны, которые не могут служить основой нового поколения древостоя.

В ходе изучения экологических особенностей постпирогенного возобновления сосновых лесов на верховых болотах выявлены послепожарные изменения семеношения и уменьшение абсолютной полноты древостоев. Рассмотрена решающая роль благоприятных для первых 2–3 генераций всходов сосны физико-химических и фитоценоотических свойств горелого субстрата. Прослежен вековой тренд численности подроста сосны в зависимости от давности пожаров и показано ее постепенное уменьшение вплоть до критического минимума на гарях с давностью более 50 лет: это подтверждает гипотезу о доминировании болотообразовательного процесса над лесообразовательным при отсутствии пожаров.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ БОЛОТОВЕДЕНИЯ

Кузнецов О.Л.

THE MAIN RESULTS OF RESEARCH BY THE KARELIAN SCHOOL OF MIRE SCIENCE

Kuznetsov O.L.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. kuznetsov@krc.karelia.ru

Комплексные исследования болот Карелии начались с созданием в 1949 году в Карело-Финском филиале АН СССР сектора болотоведения и мелиорации (сейчас лаборатория болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН). Это послужило основой для формирования

и развития карельской школы болотоведения, основы которой заложили к.г.-м.н. Л. Я. Лепин, к. г. н., лауреат государственной премии СССР Е. А. Галкина, а затем продолжили член-корр. АН СССР Н. И. Пьявченко, д. б. н. В. Д. Лопатин, Т. К. Юрковская, Г. А. Елина, О. Л. Кузнецов и их многочисленные ученики и преемники. Исследования лаборатории выполнялись как в ряде регионов европейского севера России, так и Финляндии и Норвегии, их результаты широко известны и признаны как в России, так и за рубежом.

Основные результаты исследований:

– Материалы по болотно-торфяному фонду обобщены в двух изданиях кадастров «Торфяные месторождения Карельской АССР» (1957, 1979) с Картами торфяного фонда совместно с Министерством геологии РСФСР. Создана электронная карта Торфяного фонда;

– По результатам аэроаэземного метода исследований с использованием дешифровки материалов аэросъемки созданы уникальные крупномасштабные ландшафтно-типологические карты болот на всю территорию Карелии (более 800). Они послужили основой для составления среднемасштабной «Карты растительности болот Карелии» (1968), являющейся первой в СССР с детальной типологией болотных массивов и их систем;

– Выполнен анализ флоры сосудистых растений и мхов болот Карелии, результаты использованы при подготовке трех изданий Красной книги Республики Карелия (1995, 2007, 2020), а также в обоснованиях по созданию многих ООПТ;

– Исследована бриофлора многих ООПТ восточной Фенноскандии, обобщаются данные по разнообразию сфагновых мхов России;

– Разнообразие растительного покрова болот Карелии и прилегающих регионов обобщено в оригинальных классификациях растительности, разработанных как эколого-флористическим, так и тополого-экологическим методами. Составлена тополого-экологическая классификация болотных и заболоченных лесов Европейского севера России;

– Разработаны детальные классификации торфов и торфяных залежей, базирующиеся преимущественно на ботанических и экологических критериях;

– Разработаны детальные ландшафтно-геоморфологическая и ботанико-географическая типологии болотных массивов Европейского севера России;

– По предложениям лаборатории создана сеть болотных ООПТ Карелии, включающая болотные памятники и заказники. Научные обоснования многих ООПТ разного статуса республики, ряда ООПТ Мурманской области подготовлены с участием лаборатории;

– Исследована структурно-функциональная организация основных типов болотных экосистем Карелии. Ведется многолетний мониторинг влияния лесной мелиорации на болота разных типов. Установлен широкий спектр постмелиоративных сукцессионных рядов;

– Выполнены комплексные исследования биологии и ресурсов лекарственных и ягодных растений болот, а также ряда редких видов;

– На основе ГИС-технологий обобщены многолетние материалы по разным направлениям исследований, созданы тематические электронные карты, базы данных;

– Выполнена комплексная реконструкция динамики природных условий и растительности восточной Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене. Составлена карта современной восстановленной растительности Карелии и серия карт палеорастительности региона по основным периодам голоцена.

Обзор результатов карельской школы болотоведения и большую библиографию содержит статья О. Л. Кузнецова в Трудах КарНЦ РАН № 3 2023 года <http://journals.krc.karelia.ru/>.

В книге «Институт биологии Карельского научного центра РАН: история в лицах (Петрозаводск, 2023) опубликованы биографические статьи о ведущих болотоведах Г. А. Елиной, В. Д. Лопатине, Н. И. Пьявченко с библиографией их основных работ.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ФОНЕ МИРОВОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ И УГЛЕРОДНОЙ ОТЧЕТНОСТИ РОССИИ

Куприянова Ю. В.

METHODS FOR STUDYING MIRE ECOSYSTEMS AGAINST THE BACKDROP OF THE GLOBAL CLIMATE AGENDA AND RUSSIA'S CARBON REPORTING

Kupriianova Yu. V.

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск. yuli4k.kupryanowa@yandex.ru

Несмотря на то, что болота покрывают лишь 6% мировой земной поверхности, они выполняют разнообразные природные функции и предоставляют ряд социально-экономических экосистемных услуг (Peatlands and climate change, 2021). Болотоведение как научное направление изначально заимствовало методы и взгляды „старших“ наук, в первую очередь биологии, геологии, географии и др. Начиная с 1880 гг. отчетливо выделяется несколько этапов исследования болотных экосистем по мере накопления знаний об их физико-географических, химических, кумулятивных свойствах, функциональной роли, ресурсном потенциале, типах нарушений и, в конечном итоге, потенциале самоочищения и восстановления (Панов, Галанина, 2021).

Изменение климата способствовало переоценке роли болот в глобальном круговороте вещества и энергии, устойчивости, самоорганизации и саморазвития ландшафтов, поддержании естественного биоразнообразия. В последние десятилетия отмечается всплеск научных работ, посвященных изучению вопросов газообмена и оценке запасов углерода болот. Закономерное формирование торфяных отложений как формы депонирования углерода является приоритетом текущих научных исследований на региональном, национальном и международном уровнях. В рамках Важнейшего инновационного проекта Государственного Значения (ВИП ГЗ), направленного на разработку национальной системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, в основных типах наземных экосистем, в том числе болотных, будут проводиться комплексные исследования, сочетающие сбор данных наземного мониторинга, дистанционного зондирования различного разрешения и математического моделирования (Распоряжение..., 2022).

Болотные экосистемы характеризуются сложной, многоуровневой организацией, что определяет необходимость комплексного подхода к изучению их структуры, свойств и функционирования (Пьявченко, 1985). Основной ландшафтной единицей – площадкой осуществления исследований – выступает болотная фация (болотный участок, болотный микроландшафт). Эти участки неодинаковы по своим размерам, конфигурации внешних и внутренних контуров, макро- и микроформам поверхности, степени гомогенности растительного покрова, закономерностям распределения занятых им полос, размещению топяных участков и пр. Своеобразный «болотный» рельеф поверхности – сочетание повышенных и пониженных участков (Инишева, 2009). Поэтому при закладке точек отбора в пределах пробных площадей нужно учитывать строение пространственной структуры фитоценоза болотного участка. В целом следует рассматривать расположение целых сообществ, их комплексов и сочетаний.

БУГРИСТЫЕ БОЛОТА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА: ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Кутенков С. А.¹, Крутских Н. В.², Рязанцев П. А.³

PALSA MIRES OF THE KOLA PENINSULA: SPATIAL DISTRIBUTION AND CLIMATIC FEATURES

Kutenkov S.A.¹, Krutskikh N.V.², Ryazantsev P.A.³

¹ *Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

² *Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

³ *Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, Петрозаводск*

Бугристые болота Кольского полуострова изучены менее детально в сравнении с соседними регионами Норвегии, Швеции и Финляндии, где проводится длительный мониторинг их динамики (Gisnås et al., 2017). Ранее было сделано предположение о стабильности бугров Кольского полуострова в течение последних 80 лет (Varcan et al., 2010). Метеорологические наблюдения на Кольском полуострове за 50 лет показали рост температуры, увеличение влажности в весенний период и уменьшение в осенний (Marshall et al., 2016). Активные процессы деградации бугристых болот следует ожидать и здесь.

На основе собственных исследований и анализа публикаций составлена база данных 52 мерзлых болот Кольского полуострова. Она включает координаты, тип болота, параметры бугров, толщину активного слоя, состав растительности, стратиграфию залежи и другие параметры. Большая часть бугристых болот расположена в границах мерзлоты, преимущественно в северо-восточной части полуострова. При этом отмечен ряд объектов вдоль побережья и в районе Мончегундры, вне контуров криолитозоны.

Изучены факторы среды распространения бугристых болот и их особенности. Для каждого болотного массива методом зональной статистики определены климатические и морфометрические параметры. Источником климатических данных являются интерполированные климатические поверхности для глобальных участков суши с пространственным разрешением порядка 1 км (Hijmans et al., 2005) за период 1950–2000 гг. Базовые морфометрические показатели определены по набору данных GMTED 2010. По итогу была выполнена кластеризация бугристых болот Кольского полуострова методом k-means. Оптимальным оказалось разделение бугристых болот по факторам среды на 4 кластера. Территориально они соответствуют: 1) островам горла Белого моря и южному побережью Кольского полуострова, 2) центральной части (р-н Мончегундры), 3) северо-востоку полуострова, 4) северо-западной части Мурманской области.

Болота разных кластеров имеют характерные морфометрические особенности. Для 1 кластера характерны небольшие локальные участки «торфяных плато» с мерзлотой, 2 и, в особенности, 3 кластера – классические бугры амбовидной формы высотой 1–3 м, 4 – «мелкобугристые болота» с небольшими отдельными буграми. Наиболее высокое гипсометрическое положение занимают болота кластеров 2 и 3 со средними значениями 135 и 163 м, соответственно. При этом для 3 кластера характерен более широкий диапазон значений высоты (92–293). Наименьшие абсолютные отметки присущи болотам кластера 1 (в среднем 16 м). По уклону поверхности все кластеры имеют значения менее 1.5 градусов. Наибольшая глубина долин определена для территорий распространения 2 кластера. По топографическому водному индексу различий не наблюдается, все территории имеют его высокие значения.

По климатическим параметрам наблюдаются следующие закономерности. Средние значения среднегодовой температуры в кластерах 2 и 3 находятся ниже 0 °С. Для кластеров 1 и 4 наблюдается большая дисперсия значений, при этом средние значения находятся выше 0 °С. Для кластеров 1 и 2 фиксируется наибольший годовой диапазон температур, а для кластера 4 – наименьший.

Наиболее высокие значения среднегодового количества осадков характерны для территорий кластера 2. В среднем здесь выпадает 546 мм осадков в год. Кластер 1 характеризуется наименьшим количеством осадков – 453 мм/год.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 22-77-10055 «Пространственно-временная динамика бугристых болот Кольского полуострова как маркер климатических изменений в Арктике».

О ПОЛИГОНАЛЬНО-ВАЛИКОВЫХ БОЛОТАХ НА ЗАПАДЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Лавриненко О. В., Лавриненко И. А., Гришнякава А. И., Билая Н. А.

ABOUT POLYGON MIRES IN THE WEST OF THE BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA

Lavrinenko O. V., Lavrinenko I. A., Grishnyakova A. I., Bilaya N. A.

Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. lavrino@mail.ru

Этим докладом хотим привлечь внимание болотоведов к интересным болотным комплексам, обнаруженным нами на западе Большеземельской тундры первоначально на спутниковых снимках высокого разрешения, а в августе 2022 г. обследованным в полевых условиях. Они расположены в северной части подзоны южных тундр (68°07'32" с.ш., 54°52'32" в.д. и 68°04'24" с.ш., 54°51'05" в.д.), вдоль края коренного берега р. Ячей в депрессии водораздела. На снимке эти объекты имеют отчетливую ячеистую структуру: четырех-, реже пятиугольные сырые полигоны с размерами сторон около 10 м окружены хорошо выраженными валиками. На местности увидеть эту структуру оказалось непросто, поскольку валики (1–2 м шириной) слабо приподняты над поверхностью полигонов (превышают их на 15–20 см), часто прерываются, а иногда выглядят как цепочки бугорков.

Формирование таких валиков не является результатом поднятия краев полигонов в результате расширения трещин (при замерзании в них талой воды), и поэтому их нельзя отнести к классическим полигонально-валиковым болотам, широко распространенным в сибирской Арктике и заходящим в европейскую ее часть только на Югорском полуострове (бассейн р. Кара).

Болотные комплексы граничат с кустарничково-лишайниковыми тундрами, имеющими крупнопolygonальный рельеф. Полигоны заняты сообществами асс. *Loiseleurio-Diapensietum* (Fries 1913) Nordhagen 1943 субасс. *Salicetosum nummulariae* Koroleva 2006 на оподзоленных подбурах. В неглубоких (10 см) трещинах сформированы кустарничково (*Betula nana*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*) -моховые (зеленые мхи и *Ptilidium ciliare*) сообщества. Вероятен общий генезис крупнопolygonальных тундр и полигонально-валиковых болот, что подтверждает съемка с БПЛА Phantom 4 Multispectral. В зоне контакта элементов тундровых и болотных комплексов (резкая граница) трещины первых замещаются валиками вторых (отчетливо видно их продолжение), а полигоны с сухими кустарничково-лишайниковыми сообществами – сырыми осоково-моховыми.

Геоботанические описания, выполненные в традициях школы Браун-Бланке, позволили определить синтаксономическую принадлежность болотной растительности. На валиках сформированы кочкарные сообщества с *Eriophorum vaginatum* и покровом из зеленых и сфагновых мхов (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum groenlandicum*, *Sphagnum balticum*, *S. russowii*), отнесенные к асс. *Pleurozio schreberi-Eriophoretum vaginati* Lavrinenko et Lavrinenko in Lavrinenko et al. 2022. Почвы под ними – торфяно-болотные или торфянисто-глеевые болотные, мерзлота обнаружена на глубине 44–51 см. На полигонах растительность различается в зависимости от близости к границе

с тундрами. Периферийные части заняты сообществами с доминированием *Carex rariflora* и с гипново-сфагновым напочвенным покровом (*Sphagnum lindbergii*, *Sphagnum compactum*, *Warnstorfia procera*). Торфа под ними совсем мало (5–7 см), ниже супесь, почвы отнесены к подзолам торфянистым иллювиально-гумусовым, мерзлота на глубине 1 м обнаружена. В более сырых центральных частях густой травяной ярус образован *Carex rotundata* с участием *Eriophorum russeolum*, а напочвенный покров – *Sphagnum lindbergii* с примесью *Warnstorfia exannulata*; сообщества отнесены к асс. ***Carici rotundatae–Sphagnetum lindbergii*** Nordhagen ex Lapshina in Lapshina et al. 2022. Почвы – торфяно-болотные (торф 47 см) на супесях, мерзлота на глубине 57–58 см.

Работая в восточноевропейских тундрах более 30 лет, ранее подобных полигональных комплексов мы не встречали, а описывали только плоскополигонально-трещиноватые торфяники с сообществами асс. ***Rubo chamaemori–Dicranetum elongati*** Dedov ex Lavrinenko et Lavrinenko 2015 на полигонах, встречающиеся на островах и в приморских районах в подзоне типичных тундр.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДИНАМИКЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГОЛОЦЕНЕ ПО МАТЕРИАЛАМ БОЛОТ ВЕРХНЕГО ПРИКАМЬЯ

Лаптева Е. Г.^{1,2}, Зарецкая Н. Е.^{3,4}, Трофимова С. С.¹, Лычагина Е. Л.^{2,5}

HOLOCENE PALAEOENVIRONMENTAL DYNAMICS OF THE UPPER KAMA REGION (PEAT BOGS CASE STUDY)

Lapteva E. G.^{1,2}, Zaretskaya N. E.^{3,4}, Trofimova S. S.¹, Lychagina E. L.^{2,5}

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург. lapteva@ipae.uran.ru

² Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь

³ Институт географии РАН, Москва

⁴ Геологический институт РАН, Москва

⁵ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь

В данной работе обобщены результаты многолетних комплексных исследований болот Верхнего Прикамья (север Пермского края), для изучения которых применялись палеоэкологические (палинологический и палеокарпологический), радиоуглеродный и археологический методы (Лаптева и др., 2017; Трофимова и др., 2019; Зарецкая и др., 2020; Лычагина и др., 2021; Демаков и др., 2023; Lapteva et al., 2023 и др.). Были получены детальные палинологические летописи при изучении торфяных отложений пяти керновиз двух болотных массивов и трех разрезов пойменных (включающих озерно-болотные) отложений в пределах долины р. Камы. Из семи разрезов пойменных отложений р. Камы и ее притоков были получены единичные палиноспектры с глубин в соответствии с радиоуглеродными датами в пределах раннего – позднего голоцена. Палинологические летописи подкреплены результатами изучения макроостатков растений. Также выделены антропогенные сигналы в палиноспектрах естественных палеоархивов, которые скоррелированы с археоботаническими данными из культурных слоев археологических памятников изученного района. Полученные палеоботанические данные из болотных и пойменных отложений позволили реконструировать изменения природной среды Верхнего Прикамья в течение 10,6 тыс. кал. л. н. Установлено, что в интервале 10,6–7,5 тыс. кал. л. н. в районе исследования преобладали таежные леса из сосны, березы и ели. После ~7,5 тыс. кал. л. н. широколиственные породы (липа, вяз и, возможно, дуб) и ольха стали внедряться в состав древостоя хвойных лесов и формировать хвойно-широколиственные леса. Около 3,4 тыс. кал. л. н. в лесах начала распространяться пихта, а участие широколиственных пород стало сокращаться, и леса постепенно снова приобрели таежный облик. В последние тысячелетия роль сосны в таежных лесах возросла. Также удалось проследить антропогенное воздействие на природную среду Верхнего Прикамья за последние 4 тыс. лет. Выявлено,

что увеличение березы, рудеральных видов и лугового разнотравья в пыльцевых спектрах и комплексах макроостатков коррелирует со временем существования гаринской культуры энеолита (конец III тыс. до н.э.), ананьинской (VIII–III в. до н.э.) и гляденовской (III в. до н.э. – V в.н.э.) культур раннего железного века и ломоватовской культуры (середина VI – середина VIII вв. н.э.) средневековья и отражают сведение хвойных лесов и пастбищную активность населения Верхнего Прикамья. Хотя пыльца и макроостатки растений из болотных и пойменных разрезов не содержат прямых доказательств земледелия, находки культурных злаков и сеgetальных растений (сорняков) в культурных слоях археологических памятников ломоватовской (Лебедева, 2014) и родановской (Лаптева, Сарапулов, 2020) культур свидетельствуют об этом.

Исследование частично выполнено за счет гранта РФФ № 23-68-10023, <https://rscf.ru/project/23-68-10023/>.

ВЫСШИЕ ЕДИНИЦЫ КЛАССА *OXYCOCCO-SPHAGNETEA* В РОССИЙСКОЙ СУБАРКТИКЕ

Лапшина Е. Д., Филиппов И. В.

HIGHER UNITS OF THE CLASS *OXYCOCCO-SPHAGNETEA* IN THE RUSSIAN SUBARCTIC

Lapshina E. D., Filippov I. V.

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск. e_lapshina@ugrasu.ru

В системе флористической классификации Браун-Бланке класс *Oxycocco-Sphagnetea* Br. – Bl. Et Tx. Ex Westhoff et al. 1946 охватывает кустарничково-сфагновые и кустарничково-пушицево-сфагновые сообщества олиготрофных верховых и переходных болот и болот-плащей, включая заболоченные вересковые пустоши Голарктики на кислых почвах (Mucina et al. 2016). Последние ограничены в своем распространении исключительно приокеаническими районами Западной Европы. В России до недавнего времени все известные сообщества этого класса относили к одному его центральному порядку *Sphagnetalia medii* Kästner et Flässner 1933, в котором выделяли 3 союза: *Sphagnion medii* Kästner et Flössner 1933, *Oxycocco microcarpi–Empetrium hermaphroditi* Nordhagen ex Du Rietz 1954, *Rubus chamaemori–Dicranion elongati* Lavrinenko et Lavrinenko 2015 (Лавриненко, Лавриненко, 2015; Jiroušek et al. 2022).

Привлечение дополнительных данных о типологическом разнообразии растительности торфяных болот российской Субарктики, а именно севера Западной Сибири, южной части п-ва Таймыр и севера Якутии, и сравнение их с ранее описанными синтаксонами в широтном диапазоне от северной тайги до типичных тундр, позволило пересмотреть иерархическую структуру класса *Oxycocco–Sphagnetea*. Было выделено 2 новых союза – *Rubus chamaemori–Cladonion stygii* all. nov. и *Sphagnion lenense* all. nov., объединяющих соответственно кустарничково-лишайниковые сообщества бугристых болот севера лесной зоны Западной Сибири и олиготрофные кустарничково-пушицево-лишайниково-сфагновые сообщества и участием *Sphagnum lenense* верховых болот азиатской части Субарктики. Для них предложен новый порядок *Rubus chamaemori–Cladonietalia arbusculae* ord. nov., который помимо вновь выделенных союзов, включает ранее описанный восточноевропейский союз *Rubus chamaemori–Dicranion elongati*.

В качестве диагностических видов нового порядка предложено рассматривать дифференцирующую комбинацию видов союза *Rubus chamaemori–Dicranion elongati* (занимающего центральное положение в порядке), которая является общей для всех сообществ класса *Oxycocco–Sphagnetea* в Субарктике. В нее входят: *Betula nana*, *Cladonia arbuscula*, *C. amaurocraea*, *C. stygia*, *Dicranum elongatum*, *Empetrum hermaphroditum* (incl. *E. subholarticum*), *Flavocetraria cucullata*, *Polytrichum strictum*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium vitis-idaea*.

Порядок *Sphagnalia medii* Kästner et Flössner 1933 в лесотундре и южных тундрах Евразии представлен лишь небольшим числом ассоциаций союза *Oxycocco microcarpi–Empetrium hermaphroditum*. Основная область распространения сообществ союза, как и всех других союзов порядка, лежит за пределами Субарктики.

Максимальное разнообразие сообществ класса *Oxycocco-Sphagnetea* отмечается в подзоне северной тайги Западной Сибири на климатическом градиенте от средней тайги до лесотундры, где представлены синтаксоны, как типичные только для этой территории, так и находящиеся на северной или южной границе своего распространения.

Проведена ординация всех выделенных синтаксонов на уровне союзов в многомерном пространстве методом стохастического встраивания соседей с *t*-распределением (*t*-SNE). Новая структура класса в пределах российской Субарктики подтверждена результатами кластерного анализа. Привлечение всего объема накопленного материала и расширение обзора на всю бореальную зону и восточные регионы России позволит более наглядно продемонстрировать иерархическую структуру и различия высших единиц класса.

РОЛЬ РАЗНЫХ ТИПОВ БОЛОТ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ В АККУМУЛЯЦИИ УГЛЕРОДА

Леонова О. А., Волкова Е. М.

THE ROLE OF DIFFERENT TYPES OF MIRES OF THE MIDDLE-RUSSIAN UPLAND IN CARBON ACCUMULATION

Leonova O. A., Volkova E. M.

Тульский государственный университет, Тула. ya.oly2012@yandex.ru

Болотные экосистемы характеризуются активным стоком углерода. Аккумуляция углерода в разных типах болот происходит с разной интенсивностью, что зависит от комплекса признаков и проявляется в таком показателе, как запас углерода в торфяных залежах.

На Среднерусской возвышенности сформированы разные типы болот, которые отличаются по строению и мощности торфяных отложений, что свидетельствует о разной скорости депонирования и запасах углерода. Однако, отсутствие конкретных сведений не позволяет в полной мере оценить вклад болот данной территории в углеродный обмен с атмосферой.

Объектами исследования являлись водораздельные и пойменные болота. Содержание углерода в их торфяных отложениях варьирует от 14 до 44%, что связано с палеоэкологическими условиями, в которых происходила аккумуляция углерода. Наиболее высокое содержание углерода свойственно верховым и переходным торфам водораздельного олиготрофного болота, сформированного на зандровых отложениях, и составляет, в среднем, 37–44% по профилю залежи. Другие водораздельные мезотрофные и эвтрофные болота, подстилаемые суглинками, характеризуются более низкими показателями содержания углерода в торфах – 32–35%. Минимальные значения отмечены в торфах пойменных эвтрофных болот – 14%.

Вертикальный прирост торфа способствует накоплению углерода в торфяных отложениях болот и формирует запас углерода в залежах. Этот показатель зависит от ботанического состава торфов, степени их разложения, мощности отложений и возраста болот. В разных типах болот запас органического углерода в залежах варьирует от 634 до 3556 кг С/м². Наиболее высокие значения запаса углерода характерны для болот, сформированных в карстово-суффозионных депрессиях на водоразделах. Это обусловлено интенсивной аккумуляцией углерода палеосообществами болот на разных стадиях генезиса, что определяется, в первую очередь, условиями увлажнения. Важно отметить, что при обильном увлажнении формируются слаборазложившиеся

торфа, в которых скорость накопления углерода достигала 305 г/м^2 в год – это свойственно сплавинным болотам, образовавшимся во второй половине субатлантического периода в глубоких карстовых провалах (до 8–10 метров). Тем не менее, запас углерода в сплавине мощностью 3 метра составил 1057 кг С/м^2 (с учетом 1,5-метрового придонного слоя – 1225 кг С/м^2 в залеже). Снижение интенсивности обводнения водораздельного болота способствовало увеличению степени разложения торфов, что обеспечило более активный сток углерода. В таком болоте, образовавшемся в понижении глубиной 2,5 метра в бореальном периоде голоцена, накопление углерода протекало со скоростью до 196 г/м^2 в год, а запас углерода в торфяной залежи достигает 2909 кг С/м^2 . Максимальные показатели запаса углерода (3556 кг С/м^2) отмечены для болота, образовавшегося в понижении 5,5 метров в атлантический период голоцена и характеризующегося скоростью аккумуляции до 277 г/м^2 в год.

В пойменных болотах запас углерода в торфяных залежах мощностью до 2 метров составляет $670\text{--}2624 \text{ кг С/м}^2$. Более низкие значения следует объяснять сезонно-изменчивым гидрологическим режимом, что способствует интенсивному разложению растительных остатков и, как следствие, снижению скорости аккумуляции углерода в залежах.

Таким образом, особенности функционирования разных типов болот являются причиной разной скорости аккумуляции углерода и его запасов в торфяных отложениях, что свидетельствует о разной роли болотных экосистем Среднерусской возвышенности в углеродном обмене.

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОЛОТ НА БОЛЬШОМ КАВКАЗЕ

Ликсакова Н. С.¹, Дорошина Г. Я.¹, Шильников Д. С.²

EXPERIENCE IN MODELING OF MIRES POTENTIAL DISTRIBUTION IN THE GREATER CAUCASUS

Liksakova N. S.¹, Doroshina G. Ya.¹, Shilnikov D. S.²

¹ Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. nliks@mail.ru

² Перкальский дендрологический парк БИН РАН, Пятигорск

Горные болота Кавказа являются реликтовыми сообществами, связанными с древним оледенением плейстоценового периода. Их флора в настоящее время оказалась изолированной и угасает. Они не занимают больших площадей, поэтому не всегда различимы даже на крупномасштабных космических снимках. Распространение болот тесно связано с условиями рельефа и климата.

Методы биоклиматического моделирования изначально разрабатывались для построения потенциальных ареалов отдельных видов. Но это не исключает их применения и для моделирования распространения растительных сообществ. Мы использовали метод максимальной энтропии, реализованный в программе MaxEnt.

В качестве исходных материалов использованы данные о местонахождениях болотных видов из Глобального информационного фонда по биоразнообразию (GBIF), полевые сведения о местоположении болот и литературные данные, в которых приводятся координаты или для которых удалось установить местоположение по описанию и космическим снимкам. В качестве данных об окружающей среде использованы биоклиматические параметры WorldClim, а также цифровая модель рельефа SRTM и построенный на ее основе слой уклона поверхности. Разрешение использованных слоев 30 секунд. Подготовка слоев и визуализация картографической модели проводились с использованием программного обеспечения ESRI ArcGIS.

В результате получена карта потенциального распространения болот. На ней хорошо видно, что площадь территорий, подходящих по условиям для болот, уменьшается с запада на восток,

что согласуется с литературными данными. Наиболее значимыми факторами для построения модели оказались среднегодовая температура и количество осадков самого теплого квартала. Абсолютная высота также играет заметную роль. Вопреки ожиданию, вклад уклона поверхности оказался незначительным. Возможно, это связано с низким разрешением исходного растра (30 секунд – это чуть меньше 1 км, в то время как площадь болот редко превышает десятки–сотни квадратных метров).

На основе картографической модели построены изолинии различной вероятности местонахождения болот. Векторный слой изолиний может быть использован для сужения области поиска болот на крупномасштабных космических снимках при планировании полевых исследований.

ОЦЕНКА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ОЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

Линкевич Е. В., Прокопюк В. М., Гуляева Е. Н.

ASSESSMENT OF CARBON DIOXIDE FLUXES IN THE NATURAL BOG ECOSYSTEM OF SOUTH KARELIA

Linkevich E. V., Prokopyuk V. M., Guljaeva E. N.

Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, Петрозаводск. maltseva2@gmail.com

Исследование эмиссии углекислого газа на болотных экосистемах осложнено в основном разнообразием болотной растительности, колебаниями уровня грунтовых вод, глубиной и составом торфяной залежи. Большинство исследований проводилось на мелиорированных болотах, подготовленных для сельского хозяйства или уже используемых. Одним из наиболее широко используемых методов измерения потоков углекислого газа на естественных болотах является камерный метод. Он позволяет определять временные и пространственные неоднородности потоков CO₂ и разделять суммарные потоки на дыхание и поглощение.

Измерения потоков углекислого газа проводили в 2023 г. на болоте заповедника «Кивач» с олиготрофными кустарничково-пушицево-сфагновыми сообществами и редкой сосной. Площадь болота составляла 60 га. Потоки углекислого газа фиксировались многоканальной автоматической системой SF-9000 (LICA, Китай). Также газоанализатор передавал данные по температуре торфяной почвы и внутри камеры, атмосферного давления в зоне измерения, влажности почвы, паров воды. Кольцо для каждой измерительной камеры устанавливалось за сутки до начала измерения на расстоянии 5–7 м между камерами на участке растительного покрова с доминированием *Sphagnum angustifolium*. С помощью переносной метеостанции Sokol M1 был проведен дистанционный анализ за период измерения потоков CO₂ следующих показателей: температура воздуха, атмосферное давление на высоте 1,5–2 м, влажность воздуха, фотосинтетическая активная радиация, направление и скорость ветра. Цикл непрерывного измерения эмиссии газоанализатором составлял один час. После остановки системы на 2 часа цикл измерений возобновлялся.

Проведенные суточные измерения потоков CO₂ показали высокий коэффициент корреляции значений эмиссии углекислого газа всех четырех камер, расположенных на близких сообществах. Выравнивание скорости потока углекислого газа и паров воды при каждом измерении происходило за 2 мин, что являлось достаточным для определения постоянной скорости в данный момент времени. Скорость потока усиливалась в вечернее время с 19 до 20 часов и в утреннее время с 9 до 12 часов и достигала 2,5–3,5 мкмоль/м² × с⁻¹.

Работа выполнена в рамках Государственного задания КарНЦ РАН FMEN-2022-0018.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ СФАГНОВОГО БОЛОТА
В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ И ПРОЦЕССОВ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПОСЛЕ ВЫРАБОТКИ ТОРФА В КОНЦЕ XIX в.
(ИССЛЕДОВАНИЕ БОЛОТА ГОРЕНКИ В ПОДМОСКОВЬЕ)**

Мазей Н. Г., Цыганов А. Н., Ершова Е. Г., Пименов В. Е., Парамонов М. С., Мазей Ю. А.

**RECONSTRUCTION OF PEATLAND DEVELOPMENT IN THE LATE
HOLOCENE AND THE PROCESSES OF ITS RECOVERY
AFTER PEAT MINING (CASE OF THE GORENKI MIRE, MOSCOW REGION)**

Mazei N. G., Tsyganov A. N., Ershova E. G., Pimenov V. E., Paramonov M. S., Mazei Yu. A.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. natashamazei@mail.ru

Болота играют важную роль в глобальном цикле углерода, но добыча торфа на протяжении многих столетий значительно сократило способность болот накапливать углерод. Именно поэтому крайне важно понимать скорость и механизмы восстановления болот после выработки торфа. Цель настоящей работы – палеоэкологическая реконструкция процессов формирования и последующей динамики торфяного болота Горенки (Мещерская низменность, Восточно-Европейская равнина) в течение позднего голоцена, а также его восстановления после практически полной выработки в конце XIX в.

Болото Горенки расположено в подтаежной лесной зоне на восточной границе Москвы (55,8174509° с.ш, 37,9202342° в.д.). Торфяник использовался для добычи торфа с середины XIX в. и подвергается естественному восстановлению с начала XX в. Для реконструкции образования и развития болота, а также динамики растительности и форм деятельности человека на прилегающей территории в позднем голоцене мы анализировали ненарушенную залежь торфа. Процесс естественного восстановления болота проводили путем анализа торфа, формирующегося в плавучих матах. Для проведения палеоэкологических реконструкций применяли спорово-пыльцевой, ботанический, ризоподный, антракологический анализы, а также определение потерь при прокаливании и степени гумификации торфа. Для определения возраста отложений применили AMS ¹⁴C-датирование.

Формирование исследуемого болота началось около 2550 г. до н.э. в результате суходольного заболачивания с образованием небольшого эвтрофного болота с развитым древесным ярусом из березы, окруженного широколиственным лесом. Через полтора столетия лес превратился в открытое болото со сфагновыми мхами, осокой и ивовыми кустами. В поздний суббореальный период (900–800 гг. до н.э.) болото трансформировалось во влажный мезотрофный торфяник, окруженный еловым лесом. Первые поселения людей и вырубка лесов для ведения сельского хозяйства произошли примерно в 300–400 гг. н.э., что совпало с олиготрофизацией болота. Рост славянского населения в регионе в XIV в. н.э. привел к превращению коренных елово-широколиственных лесов в пахотные земли; болото стало суше и превратилось в покрытый лесом торфяник. Возрастание доли *Betula* и *Pinus* в пыльцевых спектрах зафиксировано в начале XVI в. и, вероятно, отражает уменьшение площадей обрабатываемых сельскохозяйственных земель, связанное с политическими процессами Смутного времени. Результаты анализа макроостатков растений свидетельствует о том, что болото в целом становилось все суше и превратилось к середине XIX в. в залесенное болото, когда и началась выработка торфа. Торф использовался в качестве топлива для находящихся на территории близлежащих фабрик. Выработка прекратилась в начале XX в.

Восстановление образовавшихся котловин, заполненных водой, началось с формирования сплавины, образованной *Sphagnum cuspidatum* и *Sphagnum obtusum*, субстратом для которой послужили оставшиеся невыработанные слои торфа, всплывшие на поверхность при повторном увлажнении болота. Сфагновый мат в 1960–2000 гг. постепенно стабилизировался, в его составе закрепились *Sphagnum fallax*, *Carex cespitosa* и *Comarum palustre*. За последние двадцать лет

сельскохозяйственная деятельность сократилась, а в окрестностях были восстановлены леса; плывучий мат стал более сухим и олиготрофным. Все это может привести к полному восстановлению болота в будущем при отсутствии антропогенного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-14-00102.

БОЛОТА, МИКРООРГАНИЗМЫ И КЛИМАТ: СОВРЕМЕННЫЕ СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ И ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Мазей Ю. А., Цыганов А. Н., Мазей Н. Г.

MIRES, MICROORGANISMS AND CLIMATE: RECENT ASSEMBLAGES OF TESTATE AMOEBAE AND PALEOECOLOGICAL RECONSTRUCTIONS

Mazei Yu. A., Tsyganov A. N., Mazei N. G.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. yurimazei@mail.ru

Понимание взаимосвязей между климатом и болотными экосистемами необходимо для прогнозирования их динамики в условиях неимоверно быстрых природных и антропогенных изменений. Структура и функционирование болотных экосистем в значительной степени определяется климатическими характеристиками, которые обеспечивают избыточное увлажнение необходимое для заболачивания территории. В результате болотные экосистемы поглощают углекислый газ из атмосферы и депонируют его в виде торфа, тем самым выводя углерод из круговорота на тысячи лет. При этом сами болота являются источником другого важного парникового газа – метана. В значительной степени процессы эмиссии парниковых газов в болотах определяются функционированием детритных пищевых цепей, в которых основную роль играют микроорганизмы (как прокариотические бактерии, так и эукариотические грибы и протисты). Среди протистов особый интерес представляют раковинные амёбы, которые в современных болотах могут образовывать до половины всей микробной биомассы и помимо их функциональной роли как части детритной пищевой цепи, многие массовые виды содержат в себе фотосинтетических симбионтов, внося, таким образом, существенный вклад в продукционные процессы. Кроме того, эти организмы являются удобными и эффективными индикаторами и широко применяются в палеоэкологических исследованиях для реконструкции локального гидрологического режима болот.

В настоящем обзоре приведен анализ основных направлений исследований раковинных амёб с точки зрения изучения: 1) структуры современных сообществ в разных пространственных масштабах в зависимости от основных климатических факторов, региональной географической специфики, типа экосистем, локальной (внутриэкосистемной) гетерогенности биотопа; 2) многолетней динамики сообществ в рамках основных процессов климатически обусловленной трансформации болотных экосистем (облесение болот и заболачивание озер) в разных географических регионах в рамках комплексных палеоэкологических реконструкций, в том числе с использованием математических моделей фрактальной природы; 3) реакции сообществ на изменения температуры, увлажненности, освещенности в полевых мезокосменных экспериментах.

Решение этих задач позволяет совершенствовать использование раковинных амёб в качестве индикаторов и проводить построение калибровочных моделей для количественной реконструкции характеристик среды (локальной влажности, температуры, эмиссии парниковых газов и др.) на основе таксономической структуры и функциональных признаков раковинных амёб, а также коррелировать реконструкции состояния и динамики палеосреды и палеоэкосистем в течение голоцена, проводимые с использованием различных индикаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 19-14-00102.

ПРОВЕДЕНИЕ ПОВТОРНОГО ЗАБОЛАЧИВАНИЯ НАРУШЕННЫХ ТОРФЯНИКОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Максименков М. В.¹, Кудин М. В.², Богданович И. А.¹, Терещенко С. С.¹, Журавлев Д. В.¹, Марченко Ю. Д.²

THE SECONDARY PALUDIFICATION OF DISTURBED PEATLANDS CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDES AS A RESULT OF THE CHERNOBYL ACCIDENT

Maksimenzov M. V.¹, Kudin M. V.², Bogdanovich I. A.¹, Tereshchenko S. S.¹, Zhurauliov D. V.¹, Marchenko Y. D.²

¹ Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Беларусь. MaksimenkovM@gmail.com

² Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, Хойники, Беларусь

Болотный комплекс «Погонянские болота», расположенный в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ), до начала осушения и освоения региона являлся одним из крупнейших массивов низинных болот Гомельского Полесья, площадь которого составляла около 30 тыс. га. В природном плане он представлял собой сложный природно-территориальный комплекс, включающий открытые и частично закустаренные низинные болота с избыточно увлажненными черноольховыми и пушистоберезовыми лесами по окраинам и повышениям ландшафта. До начала XX в. болота ПГРЭЗ находились в естественном состоянии и использовались местным населением в основном для сенокосения. Первые попытки освоения региона были предприняты в 30-х гг. прошлого века, когда были построены магистральные каналы, формирующие гидрографическую сеть заповедника. Однако основные работы по осушению болот были выполнены в 70–80-х гг. прошлого века, когда были осушены свыше 90% торфяников и созданы гидромелиоративные системы на суммарной площади более 25 тыс. га.

После аварии на ЧАЭС рассматриваемая территория вошла в зону эвакуации (отчуждения), сельскохозяйственная деятельность здесь была прекращена, уход за гидротехническими сооружениями и мелиоративной сетью перестал осуществляться. С целью предотвращения выноса радионуклидов с талыми и дождевыми водами, на территории ПГРЭЗ были перекрыты основные осушительные каналы. Прекращение хозяйственной деятельности на мелиорированных торфяниках стало причиной естественного зарастания неиспользуемых земель, накопления на них значительной по объему сухой болотной биомассы (кустарники, тростник, осоки, рудеральные травы), что во многом повышает опасность возникновения пожаров и связанных с ними залповых выбросов диоксида углерода и радионуклидов.

В этой связи в рамках Государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 гг. запланировано проведение повторного заболачивания нарушенных торфяников бывшего гидромелиоративного объекта Погонянское-2 на площади 5946 га. Выполнены научные исследования, подготовлено научное обоснование и техническое задание на разработку строительного проекта, разработан строительный проект, предусматривающий устройство каскада перемычек на водотоках в количестве 22 шт. Для решения задачи по аккумуляции и консервации радионуклидов, поступающих с поверхностными водами с площади водосбора на территорию объекта заболачивания, а также минимизации их выноса в реку Припять, запланирован перепуск воды широким фронтом по поверхности болота, что способствует осаждению взвешенных частиц вследствие ресуспензии. Для предотвращения миграции радионуклидов, концентрирующихся в донных отложениях водотоков, из которых они могут попасть в водоприемники гидромелиоративной сети и на прилегающие территории при половодьях и паводках, проектом предусмотрено устройство илонакопителя на реке Несвич путем дноуглубления и расширения ее русла.

Строительные работы по повторному заболачиванию торфяника планируется выполнить в 2023 году. До начала и после завершения строительства будет проведен гидрологический и радиационный мониторинг, а также мониторинг растительности и животного мира.

ФЛОРА СФАГНОВЫХ МХОВ РОССИИ

Максимов А. И.

FLORA OF THE SPHAGNUM MOSSES OF RUSSIA

Maksimov A. I.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. maksimov_tolya@mail.ru

Среди мохообразных особое планетарное значение имеют сфагновые мхи. Болота с доминированием в растительном покрове сфагновых мхов связывают приблизительно 30% углекислого газа, хотя покрывают всего 10% поверхности Земли (Gorham, 1991) и выводят его из круговорота, значительно снижая парниковый эффект. В северных регионах сфагновые болота наряду с лесами являются основным источником кислорода.

В настоящее время в России обнаружен 61 вид сфагновых мхов. Следует отметить, что некоторые виды указываются по единичным находкам. Приводим списки видов, встречающихся в европейской и азиатской частях России, составленные на основании наших исследований и литературных данных (Ignatov, et al., 2006; Maksimov, 2007; Fedosov et al., 2012; Cherdantseva et al., 2018 и др.). Классификация подродов и секций дана по Laine et al. (2018).

В Европейской части России выявлено 45 видов.

Subgenus Rigida (Lindb.) A. Eddy (1): *Sphagnum compactum* Lam. & DC. **Subgenus Sphagnum** L. (7): *S. affine* Renauld & Cardot, *S. austinii* Sull., *S. centrale* C.E.O.Jensen, *S. divinum* Flatberg & Hassel, *S. medium* Limpr., *S. palustre* L., *S. papillosum* Lindb. **Subgenus Acutifolia** (Russow) A.J. Shaw. Section 1 Squarrosa Lindb. (3): *S. mirum* Flatberg & Thingsgaard, *S. squarrosom* Crome, *S. teres* (Schimp.) Ångstr. Section 2 Polyclada Warnst. (1): *S. wulfianum* Girg. Section 3 Insulosa Isov. (1): *S. aongstroemii* C. Hartm. Section 4 Acutifolia (Russow) Schimp. (13): *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *S. concinnum* (Berggr.) Flatberg, *S. fimbriatum* Wilson, *S. fuscum* (Schimp.) H. Klinggr., *S. girgensohnii* Russow, *S. molle* Sull., *S. quinquefarium* (Braithw.) Warnst., *S. rubellum* Wilson, *S. russowii* Warnst., *S. subfulvum* Sjörs, *S. subnitens* Russow & Warnst., *S. tescorum* Flatberg, *S. warnstorffii* Russow. **Subgenus Subsecunda** (Lindb.) A.J. Shaw (5): *S. auriculatum* Schimp., *S. contortum* Schultz, *S. inundatum* Russow, *S. platyphyllum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., *S. subsecundum* Nees. **Subgenus Cuspidata** Lindb. (14): *S. angustifolium* (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen, *S. annulatum* H. Lindb. ex Warnst., *S. balticum* (Russow) C.E.O.Jensen, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr., *S. flexuosum* Dozy & Molk., *S. jensenii* H. Lindb., *S. lenense* H. Lindb. ex L.I. Savicz, *S. lindbergii* Schimp., *S. majus* (Russow) C.E.O.Jensen, *S. obtusum* Warnst., *S. pulchrum* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., *S. riparium* Ångstr., *S. tenellum* (Brid.) Pers. ex Brid.

В Азиатской части России обнаружено 57 видов сфагновых мхов.

Subgenus Rigida (1): *S. compactum*. **Subgenus Sphagnum** (8): *S. alaskense* R.E. Andrus & Janssens, *S. centrale*, *S. divinum*, *S. cf. henriense* Warnst., *S. imbricatum* Hornsch. ex Russow, *S. palustre*, *S. papillosum*, *S. steerei* R.E. Andrus. **Subgenus Acutifolia**. Section 1 Squarrosa (4): *S. mirum*, *S. squarrosom*, *S. teres*, *S. tundrae* Flatberg. Section 2 Polyclada (1): *S. wulfianum*. Section 3 Insulosa (1): *S. aongstroemii*. Section 4 Acutifolia (16): *S. arcticum* Flatberg & Frisvoll, *S. capillifolium*, *S. concinnum*, *S. fimbriatum*, *S. fuscum*, *S. girgensohnii*, *S. olafii* Flatberg, *S. quinquefarium*, *S. rubellum*, *S. russowii*, *S. rubiginosum* Flatberg, *S. subfulvum*, *S. subnitens*, *S. tescorum*, *S. warnstorffii*, *S. cf. incundum* Flatberg & Hassel. **Subgenus Subsecunda** (11): *S. auriculatum*, *S. beringiense* A.J. Shaw, R.E. Andrus

& B. Shaw, *S. contortum*, *S. inexpectatum* Flatberg, *S. inundatum*, *S. x lydiae* Flatberg & Hassel, *S. miyabeanum* Warnst., *S. orientale* L. I. Savicz, *S. perfoliatum* L. I. Savicz, *S. platyphyllum*, *S. subsecundum* s. str. **Subgenus Cuspidata** (15): *S. angustifolium*, *S. annulatum*, *S. balticum*, *S. cuspidatum*, *S. fallax*, *S. flexuosum*, *S. jensenii*, *S. lenense*, *S. lindbergii*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. pulchrum*, *S. pungifolium* X. J. Li, *S. riparium*, *S. tenellum*.

Указания *Sphagnum auriculatum* и *S. inundatum* в азиатской части России, вероятно, основаны на ошибочных определениях. Возможны находки на юге Дальнего Востока *Sphagnum microporum* Warnst. ex Cardot.

ДЕГРАДАЦИЯ ВАЛИКОВО-ПОЛИГОНАЛЬНЫХ БОЛОТ И ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИГОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И УСИЛЕНИЕ ТЕРМОКАРСТА НА ВОДОРАЗДЕЛАХ НА ТАЙМЫРЕ – ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ

Матвеева Н. В.

DEGRADATION OF RIM-POLYGONAL MIRES AND DEVELOPING OF POLYGONAL SYSTEM AND THERMOKARST STRENGTHENING ON INTERFLUVES AT TAYMYR – TEMPORAL ASSESSMENT AND FORECAST

Matveyeva N. V.

Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. nadya_mat@mail.ru

Полигональные болотные системы в Арктике развиты в поймах крупных рек и в приозерных депрессиях на надпойменных речных террасах. Предмет данного сообщения – валиково-полигональные болота с 3-членной горизонтальной структурой: полигоны (15–20 м в поперечнике) с плоской или слабовогнутой поверхностью и валиками (1,0–1,5 м шир., 0,15–0,30 м выс.) по их периферии и разделяющие их ложбины (до 1,5–2,0 м шир., 0,3 м глуб.). В начале вегетационного периода на поверхности полигонов имеется неглубокий (10–15 см) слой воды, который в течение лета уменьшается до 1–2 см или исчезает; в ложбинах глубина воды сохраняется; валики водой не покрыты; в ложбинах вода проточная, в центральных частях полигонах застойная. В системе Браун-Бланке растительность на поверхности полигонов и в ложбинах относят к болотам (класс *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (Nordh. 1936) R. Tx. 1937); на валиках – к сообществам, близким к зональным тундрам (асс. *Carici arctisibiricae-Hylocomietum alaskani* Matveyeva 1994). Последние развиты на слабонаклонных поверхностях водораздельных суглинистых увалов, в двух вариациях – с мелкобугорковым нанорельефом (покров сплошной, структура 2-членная нерегулярно-мозаичная) и с пятнами голого грунта (сомкнутость 80–90%, структура 3-членная регулярно-циклическая). Такая растительность описана в районе пос. Тарей на правом берегу р. Пясины (Западный Таймыр) в 1967–69 гг. во время работы стационара Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН, где автор в последний раз была в 1970 г.

Спустя 40 лет (в 2010 г.), когда автору удалось попасть в этот район, в облике ландшафта и в структуре покрова произошли существенные изменения. Поверхность увалов превратилась в систему бугров (7–10 м в поперечнике) и ложбин (от 2 до 5 м шир., от 0,5 до 1,0 м глуб.) – «полигонизация» (отражено на снимке Quick Bird 2003). При очевидности биотопических различий растительность не только на буграх, но и в ложбинах осталась прежней. В болотах произошло опускание (оседание) валиков – на их месте либо остались изолированные бугорки, либо поверхность полигонов стала ровной. Но растительность на опустившихся участках осталась прежней: при одинаковом значительном увлажнении на одном уровне в том же обилии, что и раньше, соседствуют бесспорно гигрофильные травы (*Carex stans*, *Eriophorum medium*, *Hierochloë pauciflora*) и мхи (*Calliergon sarmentosum*, *Cinclidium latifolium*, *Meesia triquetra* и др.), и столь же очевидно

мезофильные кустарнички (*Betula nana* и *Dryas punctata*) и мхи (*Aulacomnium turgidum*, *Hylocomium splendens* var. *alaskanum*, *Tomentypnum nitens* и др.). Увидевшему такую картину не удастся найти адекватное объяснение этому феномену, если не знать недавнего прошлого таких систем.

Следствие появления ложбин на увалах – накопление избыточной влаги; но то, что это система соединяющихся путей, предполагает возможность ее стока. По космоснимкам 2017, 2020 гг. на горизонтальных поверхностях усилился термокарст, икратно увеличилось число «просадок» и небольших водоемов. На днищах полигонов в болотах застойное увлажнение стало проточным (как в ложбинах), что усилило поверхностный сток, а небольшие водоемы спустя 10 лет остались без воды. Неясно, насколько долго сохранится такая растительность в изменившихся условиях в ложбинах на водоразделах и в местах опустившихся валиков в болотах. В обозримом будущем случившиеся трансформации могут привести к масштабным изменениям, как в ландшафте, так и в растительности всей циркумполярной Арктики. Насколько прогноз деградации болот и заболачивания водоразделов (реверс болот и тундр?) реален, покажет время; при условии мониторинга в районе, где прежнее состояние документировано уже дважды.

КАК ВЫЯВИТЬ ТОРФЯНЫЕ ПОЖАРЫ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Медведева М. А.¹, Иткин В. Ю.^{1,2}, **Сирин А. А.¹**

HOW TO DETECT PEATLAND FIRES USING SATELLITE IMAGERY

Medvedeva M. A.¹, Itkin V. Yu.^{1,2}, **Sirin A. A.¹**

¹ Институт лесоведения РАН, Успенское Московской обл. eveeza@yandex.ru;

² Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина, Москва

Торфяные (подземные) пожары отличаются от других природных пожаров (поверхностных) своей продолжительностью, потерями углерода, выбросами парниковых газов и особо опасных продуктов горения, другими воздействиями на окружающую среду. В связи с этим их идентификация является важной задачей, особенно с учетом того, что не все пожары, происходящие на торфяных болотах и осушенных торфяниках, заглубляются в почву, становясь торфяными (подземными). Выявить подземный пожар наземными обследованиями также непросто в связи с трудной проходимостью гарей.

Нами предложен метод детектирования торфяных (подземных) пожаров на основе анализа дистанционных характеристик разных типов пожара (в рамках границ торфяников и вне их), полученных спектрорадиометром среднего разрешения MODIS. Проведенные исследования показали, что характеристики пожаров, такие как минимальные, максимальные и средние значения радиационной мощности (FRP – FireRadiativePower) и температуры, общая площадь пожара, занятая до пожара лесом площадь, а также длительность горения, могут использоваться для отнесения пожара к подземным или поверхностным.

Для анализа пожаров были использованы спутниковые данные MODIS пространственного разрешения 1 км о тепловых аномалиях за летний сезон, предоставленные Центром коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» Института космических исследований Российской академии наук. Пожары на торфяниках были идентифицированы путем сопоставления площадей всех пожаров, полученных по тепловым аномалиям MODIS, с границами болот и торфяников. Для подтверждения факта возгорания торфа на пройденных огнем площадях использовались наземные исследования 2017 года.

Для разделения двух типов пожаров (подземных и поверхностных) оказалось возможным использовать пороговые значения показателя длительности горения. Если показатель выше порога, то можно быть уверенным, что пожар почвенный.

Также был разработан оригинальный индекс торфяного пожара, для определения которого была выбрана комбинация нескольких параметров, включающих максимальные значения FRP и температуры горения, длительность горения и площадь пожара. Предлагаемая модель индекса торфяного пожара показывает степень уверенности в том, что данный пожар – подземный. Индекс принимает значения от 0 до 1: 0 – поверхностный пожар, 1 – подземный пожар, значения в промежутке означают, что пожар может быть как поверхностным, так и подземным.

Применение индекса торфяного пожара для летних данных позволяет идентифицировать как поверхностные, так и подземные пожары более качественно, чем отдельные показатели. В результате проведенных расчетов было определено, что большая длительность пожара указывает на его подземный характер с вероятностью, близкой к 98%. С аналогичной точностью такие пожары детектируются и с помощью индекса торфяного пожара. Однако при малой длительности подобная зависимость не установлена, и пожар не может быть однозначно отнесен к поверхностным. Тогда как использование индекса торфяного пожара позволяет выявить поверхностный пожар с вероятностью 61%.

Результаты требуют проверки на примере других территорий, однако весьма убедительно свидетельствуют о возможности использования дистанционных данных для детектирования торфяных пожаров.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА *BETULA NANA* НА УРАЛЕ

Медведева С.О., Черепанова О.Е., Семериков Н.В.

GENETIC POLYMORPHISM AND POPULATION STRUCTURE OF *BETULA NANA* IN THE URALS

Medvedeva S. O., Cherepanova O. E., Semerikov N. V.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург. so.medvedeva@gmail.com

Род *Betula* включает около 65 таксонов, большая часть которых населяет бореальные леса умеренного пояса (Ashburner and Mc Allister, 2013). Представители рода *Betula*, обладая высоким полиморфизмом и адаптивностью, занимают на Урале разнообразные экологические ниши, формируя в значительной степени отличающиеся по своей численности группы популяций (Васильев, 1969). *Betula nana* L. (береза карликовая) представляет собой низкий кустарник и встречается в арктической тундре, альпийской области, а также на моховых сфагновых болотах лесной области (Жомаров, 1936). Были высказаны предположения о гибридизации диплоидной *B. nana* с произрастающей совместно с ней березой пушистой *Betula pubescens* Ehrh. с образованием триплодных гибридов (Throsson et al., 2010, Eidesen et al., 2015, Zohren et al., 2016). При этом гибриды *B. pubescens* × *B. nana* вероятно способны вносить вклад в генофонд как карликовой, так и пушистой березы путем интрогрессивной гибридизации (Throsson et al., 2010). Исследование генетической структуры популяций *B. nana* может способствовать пониманию процессов гибридизации и эволюции этих симпатрических видов берез.

Цель нашей работы заключалась в изучении генетического полиморфизма популяций *B. nana*, произрастающих на территории Урала.

Материал для исследования был собран в 10 популяциях *B. nana*, расположенных вдоль Уральского хребта. Численность образцов в выборке варьировала от 17 до 24. Дополнительно на каждой точке были собраны образцы *B. pubescens*. Основным методом изучения генетического полиморфизма был выбран RFLP-анализ хлоропластной ДНК, в связи с легкостью амплификации наследованию по материнской линии, что позволяет получить более четкую картину генеалогической

истории видов (Bina et al., 2016). В работе были использованы следующие регионы хпДНКtrnK1-trnK2, trnS-trnG, trnS-trnT, trn L-trnF, среди них полиморфными оказались два региона (trnS-trnG, trn L-trnF). На основании изученных фрагментов хпДНК нами определено 14 гаплотипов. При этом наиболее часто встречающийся гаплотип А (около 40% всей выборки) выявлен как в северных, так и в южных популяциях. Частота встречаемости гаплотипа А максимальна в популяциях, расположенных в северной части Уральского хребта. В популяциях, расположенных в южной части хребта, отмечен гаплотип Е с частотой от 100% в популяции близ оз. Малый Шарташ до 79% в популяции близ г. Среднеуральск. Встречаются и редкие гаплотипы, отмеченные нами единично в популяции на п-ве Ямал (гаплотип N), в Серебрянском горном массиве (гаплотип K) и вблизи п. Шабровский (гаплотип M). Обладая дизъюнктивным ареалом на территории Урала, популяции *B. nana* характеризуются снижением генетического полиморфизма с преобладанием одного гаплотипа в северных районах. С продвижением на юг отмечается увеличение общего числа гаплотипов, при этом наибольшее разнообразие гаплотипов выявлено в популяциях, расположенных в Серебрянском горном массиве и близ п. Шабровский. Выявлена значительная генетическая дифференциация между популяциями, расположенными в средней и южной части Уральского хребта, имеющая тенденцию роста с увеличением расстояния, что свидетельствует о сниженном потоке генов между популяциями. При этом северные популяции характеризовались низкими значениями индекса генетической дифференциации, вероятно за счет гидрохорного распространения семян в условиях арктической тундры. Выявлена общность гаплотипов *B. nana* и *B. pubescens*, подтверждающая гипотезу о гибридизации этих видов берез.

ВЛИЯНИЕ ДРЕНАЖНЫХ КАНАЛОВ НА ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ НИЗИННЫХ БОЛОТ

Мигловец М. Н.

EFFECT OF DRAINAGE CHANNELS ON ECOSYSTEM FUNCTIONS OF EUTROPHIC FENS

Miglovets M. N.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар. miglovets@ib.komisc.ru

Объектами исследований выбраны два ключевых низинных болота, расположенные на противоположных берегах р. Сысола (среднетаежная подзона, Республика Коми). Первый представляет ненарушенный (первичный) участок болотного массива, отчужденного под торфоразработку в середине 1970 гг., примыкающий к дренажным каналам. Стационарные площадки были заложены в папоротниково-хвощово-гипновых и ерниково-вахтово-сфагновых фитоценозах. Второй – не подверженный антропогенной трансформации гетерогенный болотный массив с доминированием фитоценозов древесно-травяно-моховой и травяно-моховой групп. Заложенные площадки приурочены к папоротниково-осоково-моховым, травяно-сфагновым и клюквенно-сфагновым фитоценозам. Измерения проводили в период июнь-сентябрь 2022 г. Исследование гидротермического режима включало наблюдения за суточным и сезонным ходом температуры торфа на разных глубинах (7, 15, 30 см) и сезонной динамикой уровня грунтовых вод. Функциональные различия двух болотных экосистем оценивали по скорости эмиссии диоксида углерода (почвенное дыхание) и метана с помощью метода статических темных камер в комплексе с инфракрасным газовым анализатором UGGA-30r (Los Gatos Research, США). Эмиссию определяли с помощью модифицированного уравнения идеального газа.

В ходе наблюдений установлено, что исследованные объекты различаются по гидротермическому режиму. Болото, примыкающее к участку торфодобычи, в течение июля – сентября характеризовалось крайне низким уровнем залегания грунтовых вод (УГВ). На участках с доминированием

сфагновых мхов УГВ опускался до 68 см. При этом верхние горизонты торфяной залежи в течение периодов с длительным отсутствием атмосферных осадков сохраняли влагу, что не приводило к угнетению развития сфагновых мхов. На болоте с отсутствием искусственного дренирования уровень грунтовых вод не опускался ниже 24 см даже в засушливые периоды. Несмотря на близкое расположение двух объектов (24 км), отмечено различие температурного режима между ними. В течение всего сезона температура мохового покрова и торфяной залежи на разных глубинах низинного болота, не испытывающего дефицит влаги, была на 2–3 °С выше, чем на болоте, примыкающем к дренажным каналам. По сумме накопленных температур на глубине 15 см за период наблюдений разница между болотами составила 2500 °С.

Различия эмиссионных потоков метана с поверхности двух исследованных болотных экосистем также были значительны. Поток CH_4 в фитоценозах, не испытывающих влияния дренажа, варьировал в пределах 0,24–51 мкг/ (м²с). Тогда как болото, примыкающее к дренажным каналам, в течение всего периода наблюдений характеризовалось как нулевой источник метана. Для большинства участков данного болота характерно незначительное поглощение CH_4 –0,01–0,02 мкг/ (м²с). Нами ожидалось увеличение эмиссии CO_2 с поверхности частично дренированного ключевого болота, вызванное микробным окислением метана в хорошо аэрируемом верхнем слое торфяной залежи. Однако средние значения эмиссии CO_2 с поверхности частично дренированного и ненарушенного болот были сопоставимы и составили 184 и 227 мкг/(м²с) соответственно. В целом, интенсивность потока CO_2 на двух исследованных низинных болотах значительно выше, чем было получено авторами ранее для болот других типов.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Зональные закономерности динамики структуры и продуктивности первичных и антропогенно измененных фитоценозов лесных и болотных экосистем европейского Северо-Востока России» (№ рег.122040100031-8).

ПРИМЕНЕНИЕ РОСТА СФАГНОВЫХ МХОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОНИКАЮЩЕГО И БЛОКИРУЕМОГО ОЗОНЫМ СЛОЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТА (НА ПРИМЕРЕ *SPHAGNUM RIPARIUM* ÅNGSTR.)

Миронов В. Л.

THE USE OF PEAT MOSSES GROWTH TO DETECT UV PENETRATING AND BLOCKING BY THE OZONE LAYER (ON THE EXAMPLE OF *SPHAGNUM RIPARIUM* ÅNGSTR.)

Mironov V.L.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. vict.mironoff@yandex.ru

Отрицательная UVR8-опосредованная реакция роста растений на UV-C и UV-B предполагает, что проникающие сквозь озоновый слой длины волн, в отличие от блокируемых, должны оставлять специфические «отпечатки пальцев» в виде замедления ростовых процессов. Ключевые доминанты и торфообразователи бореальных и субарктических болот – мхи рода *Sphagnum* имеют исключительно высокую чувствительность к фоновому UV-B, поэтому их рост потенциально может выступать носителем таких «отпечатков пальцев».

Для их обнаружения предлагается использовать данные по солнечному излучению в открытом космосе. В связи с естественной солнечной активностью UV здесь непрерывно колеблется и эти колебания индивидуальны на разных длинах волн. Они также присутствуют в приземном фоновом UV, но здесь их крайне сложно выявить из-за действия более сильных локальных факторов (колебания параметров озонового слоя, облачность, сезонность, время суток и т.д.). Однако растения в течение длительной экспозиции солнечному излучению потенциально могут различать

эти колебания благодаря специфическому фоторецептору UVR 8 (UV-B resistance locus 8 protein). Если длина волны проникает сквозь озоновый слой, то более высокая солнечная активность должна замедлять, а более низкая – ускорять рост растения. При этом, если длина волны блокируется озоновым слоем, такая реакция будет невозможна.

Для проверки гипотезы анализировался ростовой отклик быстрорастущего мха *Sphagnum riparium* Ångstr. на солнечный UV в диапазоне 200–310 нм, регистрируемый в открытом космосе. Данные по росту мха были получены в результате мониторинга, проведенного в течение 4 полных периодов вегетации (2015–2018 гг.) на модельном болоте в окрестностях г. Петрозаводска (южная Карелия). За время исследования было измерено более 116 тыс. побегов, и на серии пробных площадей было получено свыше 4,4 тыс. оценок скорости роста. В качестве источника данных по UV брались измерения интенсивности на разных длинах волн, выполненные специализированным спутником наблюдения за Солнцем SORCE (SOlar Radiation Climate Experiment) в открытом космосе.

Анализ показал, что длины волн, начиная с 286 нм, значительно замедляют рост Сфагнума, в то время как более короткие длины волн не оказывают такого влияния. Этот факт предполагает, что длины волн, начиная с 286 нм, систематически влияют на рост, и, следовательно, являются минорным компонентом приземного фонового UV. При этом более короткие длины волн не оказывают значимого влияния, что означает их блокирование озоновым слоем. Эти результаты достаточно точно согласуются с физическими изменениями пропускной способности озонового слоя для излучения Солнца, выполненными в первой половине XX века. Однако важное отличие состоит в том, что хотя физические измерения регистрировали длину волны 286 нм лишь в отдельных случаях, наши данные говорят о ее систематическом действии на рост мха. Таким образом, наши данные указывают на проникновение биологически более агрессивных длин волн сквозь озоновый слой, что, вероятно, является результатом истощения озонового слоя.

Работа выполнена в рамках госзадания 122031700449-3 (Институт биологии КарНЦ РАН).

ПОЖАРНЫЙ РЕЖИМ ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОГО САЯНА В ГОЛОЦЕНЕ

Михайлова А. Б., Гренадерова А. В.

THE HOLOCENE FIRE REGIME OF THE FOOTHILLS IN THE NORTHWESTERN PART OF THE EASTERN SAYAN

Mikhailova A. B., Grenaderova A. V.

Институт экологии и географии, Сибирский федеральный университет, Красноярск. arodionova@sfu-kras.ru

Болота являются уникальными палеоархивами, изучение которых комплексом палеоботанических методов позволяет проанализировать отклик болотных и окружающих болото сухолюбивых растительных сообществ на суммарное воздействие климатического и пирогенного факторов, что в настоящее время крайне актуально в связи с глобальным изменением климата и возросшим количеством пожаров (Доклад об особенностях климата..., 2022).

Объектами данного исследования стали 3 торфяника, расположенные в предгорье северо-западного макросклона Восточного Саяна в долинах правобережных притоков р. Енисей: р. Есауловка – болото «Кускун» с абсолютной отметкой в точке бурения 318 м, р. Кан – болото «Большое» на высоте 330 м и р. Мана – болото «Нарва» с отметкой 387 м. Данные болота расположены в радиусе 65 км. Мощность изученных отложений составляет от 2,5 до 3,25 м, возраст достигает 6300 лет (Rodionova, 2018). Наряду с палеоботаническими анализами, отложения болот изучены методом подсчета макроскопических частиц угля «Charcoal» по стандартной методике (Clark, 1988; Higuera

et al., 2007) путем предварительной обработки 1 см³ каждого образца 10% Na₄P₂O₇ и нагревания в течение 48 ч. в присутствии 6% H₂O₂. Подсчет угольков выполнен при увеличении × 20, учитывались все частицы крупнее 125 мкм.

Частицы макроугля могут рассеиваться от локальных пожаров на десятки-сотни метров, в некоторых случаях на 10–20 километров. Это зависит от интенсивности пожара, площади, охваченной пожаром, и условий, благоприятных для переотложения (Higuera et al., 2007). Различают фоновые и пиковые значения макроугля. Фоновое значение – это сумма частиц, прилетающих с площади до 20 км, в том числе вследствие вторичного переноса, на который оказывают влияние условия территории – рельеф, особенности растительности (Long et al., 1998). Пиковые значения частиц древесного угля отражают первичное осаждение древесного угля в пределах от десятков до сотен метров от пожара (Clark et al., 1998).

По результатам исследования выявлены истинные пожарные эпизоды 250, 600, 1400, 1650, 2900, 3200, 3750, 4050 кал. л.н., а также выделены 2 этапа усиления пожарной активности близ болота: I – 4500–2900 кал. л.н., II – 2000 кал. л.н. – настоящее время. На первый пожарный этап приходится наибольшее количество пожарных эпизодов, фиксируется суббореальный термический максимум (3700–3000 кал. л.н.), нашедший отклик в некоторых палеоархивах Приенисейской Сибири (Кошкаров, Кошкарова, 2003). Причиной высокой пожарной активности на втором этапе могло стать усиление континентальности климата в малый климатический оптимум голоцена – XIII–VIII вв. (Хотинский, 1977), а в последнее 600 лет усиление получил антропогенный фактор.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00341, <https://rscf.ru/project/23-27-00341/>.

ВЫЯВЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ГОЛОЦЕНА В ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ БОЛОТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Напреенко М. Г., Напреенко-Дорохова Т. В.

THE HOLOCENE COLD EVENTS REVEALED IN POLLEN SPECTRA OF MIRE DEPOSITS (A CASE STUDY IN THE KALININGRAD REGION OF RUSSIA)

Napreenko M. G., Napreenko-Dorokhova T. V.

Институт океанологии имени П. П. Шириова РАН, Москва. taxnapr@gmail.com

Короткие события голоцена, известные также как «циклы Бонда», являются предметом палеоэкологических исследований во многих регионах мира. Одной из задач таких исследований является выявление данных событий в спектрах палеоиндикаторов из различных природных «архивов», в том числе, и отложений болот, позволяющих реконструировать развитие растительного покрова определенной территории на основе палинологического анализа. Несмотря на то, что проявления коротких климатических осцилляций не всегда удается достоверно отследить спорово-пыльцевым методом, подробные палинологические спектры с хорошим временным разрешением представляют собой интересный материал для выявления ключевых климатических событий.

Нами предпринята попытка оценить влияние климатических осцилляций голоцена на развитие растительности на территории Нижненеманской низменности, расположенной в северо-западной части Калининградской области и составляющей особый ландшафтный район региона со значительной степенью заболоченности. В качестве объектов исследования выбраны крупные верховые болота, Козье и Моховое, находящиеся в разных частях данного ландшафтного района. Для обоих объектов были построены подробные спорово-пыльцевые диаграммы и глубинно-

возрастные модели высокого разрешения. Путем сопряжения спорово-пыльцевых диаграмм с возрастными шкалами были определены интервалы, соответствующие по времени глобальным коротким холодным событиям голоцена (циклам Бонда). Диаграммы были сопоставлены с кривой суммарного солнечного излучения в голоцене и кривой содержания изотопа кислорода O¹⁸ в гренландском ледяном керне (NGRIP). По полученным интегральным диаграммам оценивалось возможное отражение холодных событий голоцена в пыльцевых спектрах.

На изученных диаграммах интервалы коротких климатических событий голоцена, как правило, совпадают с минимумами или максимумами кривых пыльцы отдельных таксонов либо общей концентрации пыльцы, по-видимому, маркируя определенные изменения среды: возникновение более прохладных условий или увеличение сухости климата. Наиболее вероятным откликом растительности на короткое холодное событие можно считать событие 7 (10 300 кал. л. н.), интервал которого совпадает с пиками пыльцевых кривых нескольких криофильных таксонов (*Juniperus*, *Betula nana*, Cyperaceae, *Saxifraga*, *Selaginella*).

Выделены также сложные для интерпретации участки палиноспектров, где палинологические данные показывают чередования нескольких коротких (продолжительностью около 200 лет) более сухих и более влажных эпох. Вероятно, глобальные температурные осцилляции накладывались здесь на происходившие межвековые колебания влажности. В целом можно утверждать, что в районе Нижненеманской низменности большинство коротких холодных событий голоцена отдельно не приводили к существенным перестройкам растительного покрова, но в сочетании с другими климатическими факторами они, по-видимому, способствовали развитию изменений природной обстановки на данной территории.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00170, <https://rscf.ru/project/22-17-00170/>.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КОНДАКОПШИНСКОГО ТОРФЯНИКА И ЕЕ ДИНАМИКА

Нешатаев В. Ю.¹, Нешатаева В. Ю.²

VEGETATION OF KONDAKOPSHINO PEATLAND AND ITS DYNAMICS

Neshatayev V. Yu.¹, Neshataeva V. Yu.²

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург. vn1872@yandex.ru

² Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН. Санкт-Петербург

Кондакопшинский торфяник расположен в Пушкинском районе г. Санкт-Петербург, северо-восточнее пос. Кондакопшино.

Цель исследования: обоснование возможности/невозможности жилищного строительства на основании исследования современного состояния основных компонентов биогеоценозов торфяника.

Результаты: проведен сбор, систематизация и изучение архивных материалов и исходных данных. Территория объекта разделена на участки однородные по ландшафтным условиям, проведено обследование и анализ современного состояния основных компонентов биогеоценозов (торфяная залежь, растительный и животный мир), проведены флористические, зоологические, фитопатологические исследования на предмет наличия видов, включенных в Красную книгу Санкт-Петербурга; выполнена таксация лесных насаждений, составлен план лесонасаждений 1 : 25 000 и база данных таксационных описаний выделов; дано заключение о влиянии мероприятий по реализации перспективных планов строительства города-спутника «Южный» на существующие биогеоценозы.

В результате осушения и добычи торфа когда-то безлесное болото с мощностью торфа до 4 м покрылось лесом на осушенных торфах. Нелесные болотные участки занимают площади 6,86 га (сфагновые болота) и 34,05 га (осоково-сфагновые болота).

Распределение земель по типам леса

Серия типов леса*	Сосняки	Березняки	Осинники	Итого лес	
Леса на осушенных полугидроморфных почвах					<p>На Кондакопшинском торфянике и в его окрестностях встречается 14 видов животных, включенных в Красную книгу Санкт-Петербурга.</p> <p>С целью реализации перспективных планов застройки, озеленения и благоустройства территории зоны, отведенной Генпланом под жилищную застройку и минимизации воздействия на основные компоненты биогеоценозов, мы рекомендуем освоить под строительство только юго-западную часть торфяника. Остальную часть торфяника следует сохранить как ООПТ, включающую местообитания редких видов животных и участки естественного болота.</p>
ЧЕРБАГО	8,27	–	–	8,27	
ДОЛЧО	–	42,93	–	42,93	
КИСТАВО	–	12	2,41	14,41	
Леса на неосушенных гидроморфных (торфяных) почвах					
БАГ	27,97	–	–	27,97	
СФ	30,5	–	–	30,5	
ПСФ	–	3,94	–	3,94	
Леса на осушенных торфяных почвах					
КТО	23	–	–	23	
ЧБТО	33,74	31,39	–	65,13	
ЧЕРТО	–	2,21	–	2,21	
КИСТО	–	3,21	–	3,21	
БТРО	–	18,48	–	18,48	
Итого:	123,48	114,16	2,41	240,05	

Примечание: * по В. Н. Федорчуку и др., 2005.

БОЛОТНЫЕ ЛЕСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Нешатаев М. В.¹, Нешатаев В. Ю.², Сорока А. О.²

PALUDIFIED FORESTS OF SAINT-PETERSBURG

Neshatayev M. V.¹, Neshatayev V. Yu.², Soroka A. O.¹

¹ Ботанический институт имени В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург. vn1872@yandex.ru

Исследования болотных лесов города проведены в ходе проектирования ООПТ и ведения мониторинга растительности на существующих ООПТ. Серии типов леса даны по В. Н. Федорчуку и др. (2005).

Сосняк сфагновый на верховых торфах. Присутствуют виды группы болотных кустарничков (*Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Empetrum nigrum*, *Betula nana*), а также *Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamaemorus*. Древостой из сосны болотной формы, его полнота 0,3–0,6, 5–5А классов бонитета. В моховом ярусе

(МЯ) преобладают сфагновые мхи. Верхний слой слабо разложившегося сфагнового торфа мощностью более 50 см. Часть сосняков сфагновых возникла в результате слабой интенсивности осушения верховых безлесных болот. **Сосняк багульниковый на верховых торфах.** В отличие от предыдущего типа в травяно-кустарничковом ярусе (ТЯ) отсутствует *Empetrum nigrum*, древостои 4–5 классов бонитета. Верхний слой слабо разложившегося сфагнового торфа мощностью менее 50 см.

Березняки и сосняки пушицево-сфагновые на бедных переходных торфах. В составе ТЯ преобладает *Eriophorum vaginatum*, встречаются болотные кустарнички, *Carex lasiocarpa*, *Phragmites australis*. В МЯ преобладают сфагновые мхи, чаще всего *Sphagnum angustifolium* и *S. fallax*. **Березняки и сосняки травяно-сфагновые на бедных переходных торфах.** В составе ТЯ встречаются болотные кустарнички, обильны *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris*. В МЯ преобладают сфагновые мхи.

Группа сфагновых ельников и производных от них березняков, сосняков. В МЯ преобладает *Sphagnum girgensohnii*, реже *Sphagnum angustifolium*, константна *Carex globularis*. **Серия чернично-сфагновая.** В ТЯ отсутствуют виды таежного мелкотравья (*Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea*). Обычно доминируют *Vaccinium myrillus*, реже *Carex globularis*, *Equisetum sylvaticum*. **Серия майниково-сфагновая.** В ТЯ присутствуют виды таежного мелкотравья. Обычно доминируют *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris expansa*, *Equisetum sylvaticum*, реже *Vaccinium myrillus*.

Болотнотравная группа серий типов леса. Для группы характерно участие следующих видов: *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Ranunculus repens*, *Galium palustre*, *Viola epipsila*, *Cirsium oleraceum*, *Caltha palustris*, *Carex caespitosa*, *Scutellaria galericulata*, *Cardamine amara*, *Impatiens noli-tangere*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Equisetum pratense*, *Calliargon cordifolium*, *Plagiomnium undulatum*. **Болотнотравная серия типов леса** характеризуется наличием низинного торфа мощностью 30 и более см, хорошо развитым микрорельефом с открытой водной поверхностью в межкочьях с видами болотного разнотравья (*Calla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *E. palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Solanum dulcamara*, *Iris pseudacorus*), а также осоковых (*Carex caespitosa*, *C. vesicaria*, *Scirpus sylvaticus*,) и тростника. **Таволговая серия типов леса** характеризуется наличием низинного торфа мощностью 30 см и более, отсутствием или незначительным обилием видов болотного разнотравья (до 10%).

СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ *SPHAGNUM FUSCUM* В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННЫХ И НАРУШЕННЫХ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Никонова Л. Г., Головацкая Е. А., Калашникова Д. А., Симонова Г. В.

DECOMPOSITION RATE OF THE *SPHAGNUM FUSCUM* IN NATURAL AND DEGRADED BOG ECOSYSTEMS

Nikonova L. G., Golovatskaya E. A., Kalashnikova D. A., Simonova G. V.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск. lili112358@mail.ru

Болота являются уникальными экосистемами за счет медленной трансформации органического вещества, и как следствие, способности накапливать углерод в виде торфа. Более того, болота могут сыграть роль индикатора современного состояния окружающей среды за счет особой растительности, аккумулирующей различные вещества, поступающие извне.

Для исследования выбраны болотные фитоценозы с разной степенью антропогенного воздействия, относящиеся к северо-восточным отрогам Васюганского болота и расположенные в Бакчарском районе Томской области: ненарушенный сосново-кустарничково-сфагновый

фитоценоз – рям (Естественный рям (Ест.)) и рям вблизи осушительного канала (Осушенный рям (Осуш.)), рям с хорошо выраженным подростом сосны после пожара 20-летней давности (Восстановленный рям (Гарь 1) и сосново-березово-пушицево-сфагновый фитоценоз с менее выраженной степенью постпирогенной сукцессии (Гарь 2).

Исследовали скорость разложения главного доминанта данных болот *Sphagnum fuscum* Klinggr. методом закладки растительных остатков в торф [1]. Образцы мохового очеса *Sphagnum fuscum* закладывали осенью 2018 г. в торфяную залежь, на глубину 10 см от поверхности в 3-кратной повторности, через 12, 24, 36 месяцев образцы извлекали и определяли убыль массы весовым методом, изменение содержания С, N и зольных элементов [2]. Кроме того, в растительных остатках и в торфяной залежи определяли содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Zn) согласно МУ 31-04-04 [3]

К концу эксперимента потери массы *Sphagnum fuscum* варьировали в диапазоне от 19–31 %, с минимальными значениями на постпирогенных участках. В ходе деструкции происходил рост соотношения C/N за счет более быстрого выноса азота из растительных остатков, при этом максимальное значение C/N получено для образцов, заложенных в торфяную залежь Естественного рьяма. В ходе исследования выявлен значительный рост зольности в условиях Гари 2. Анализ содержания тяжелых металлов показал наиболее высокие концентрации Cd и Pb в торфяной залежи Осушенного рьяма, для Cu и Zn характерно более высокие концентрации в торфяной залежи Гари 2. В целом, полученные значения не превышают значений, характерных для торфов данной территории. После трехлетнего исследования наблюдается незначительное накопление Pb в образцах мха, заложенного в торфяную залежь участков Ест. и Гарь 1, в остальных образцах содержание тяжелых металлов снижается.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 22-27-00363.

ЗАПАСЫ ФИТОМАССЫ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОЛЕВОГО СТАЦИОНАРА «МУХРИНО»

Ниязова А. В., Ильясов Д. В.

PHYTOMASS POOLS IN BOG ECOSYSTEMS OF THE MUKHRINO FIELD STATION

Niyazova A. V., Ilyasov D. V.

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск. a_meshcheryakova@ugrasu.ru

Торфяные болота – это уникальные природные комплексы, важной функцией которых является связывание атмосферного CO₂ за счет ассимиляции растений. Болота депонируют накопленный органический углерод в виде торфяной залежи, и при условии сохранения постоянства условий увлажнения практически навсегда выводят его из геохимического круговорота. По разным оценкам, торфяные болота занимают около 3,5% суши, а одним из наиболее заболоченных регионов является Западная Сибирь, где они покрывают около 592 440 км² и запасают более 3% (70 PgC) всего углерода наземных экосистем (Dyukarev et al., 2021). Однако, запасы и потоки углерода болот динамичны под влиянием внешних факторов, таких, как глобальное изменение климата.

Наблюдаемые климатические изменения способствовали созданию ряда международных конвенций, соглашений и проектов, направленных на снижение темпов роста концентрации парниковых газов в атмосфере и поиска путей к адаптации к ним. В рамках реализации задач, направленных на создание единой национальной системы мониторинга пулов и потоков углерода, был разработан Важнейший инновационный проект Государственного Значения (ВИП ГЗ) «Единая национальная система мониторинга климатических веществ», одним из участников которого является международный научно-полевой стационар «Мухрино» (60°53'20" с.ш., 68°42'10" в.д.) Югорского государственного университета.

В рамках выполнения задач ВИП ГЗ на территории болотного массива Мухрино в 2022 году была проведена оценка запасов фитомассы травяно-мохового и травяно-мохово-кустарничкового ярусов в пяти репрезентативных для Средней тайги западной Сибири болотных экосистемах. Отбор фитомассы был выполнен в конце мая, июня и июля в двукратной пространственной повторности с учетом микрорельефа (кочка/межкочье). Надземную фитомассу отбирали укосным методом, подземную – методом монолитов на глубине 5–15 и 15–25 см. В таблице ниже представлены средние значения запасов (г/м²) фитомассы за весь период отбора (Шуапов et al., 2023). Запасы фитомассы коррелировали со средней высотой растений и их проективным покрытием. В дальнейшем полученные результаты будут использованы для параметризации математических моделей и создания карт с целью изучения пространственно-временной изменчивости запасов углерода болот.

№	Тип биотопа	Запас фитомассы в представленной фракции, г/м ² (кочка/межкочье)						
		Укос	Зеленые части мхов	Опад, ветошь	Очес 5–25	Живые корни 5–25	Мертвые корни 5–25	Иная мортмасса 15–25
1	Кустарничково-пушицево-сфагновое сообщество с редкой сосной	79/435	442/343	80/269	2120/943	827/1367	103/70	4243/1020
2	Сосново-кустарничково-сфагновое сообщество (рослый рям)	66/214	344/47	93/157	2707/2977	943/1333	0/143	3743/5997
3 а	Кустарничково-сфагновая гряда	91/148	629/578	99/93	2613/3523	650/627	10/0	2023/2493
3 б	Олиготрофная шейхцериево-сфагновая мочажина	31/30	391/427	18/14	3053/747	237/173	73/450	3080/4457
4	Пушицево-сфагновая мочажина	23/215	456/286	10/177	1833/4330	330/950	813/1860	4570/1487
5	Сосново-кустарничково-сфагновое сообщество (типичный рям)	81/109	385/602	97/147	3820/6517	407/853	0/3	1057/27

БОЛОТА РЕЧНЫХ ТЕРРАС РЕКИ ВОЛОГДА В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕВЕКОВОГО ГОРОДА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Носова М. Б.¹, Мазей Н. Г.², Цыганов А. Н.², Комаров А. А.³,
Мазей Ю. А.², Андрианова Л. С.⁴, Федоров А. С.⁴

THE MIRES OF RIVERINE TERRACES OF VOLOGDA CITY WITHIN THE LIMITS OF THE MEDIEVAL SETTLEMENT AND ITS VICINITIES

Nosova M. B.¹, Mazei N. G.², Tsyganov A. N.², Komarov A. A.³,
Mazei Yu. A.², Andrianova L. S.⁴, Fedorov A. S.⁴

¹ Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, Москва. mashanosova@mail.ru

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва

³ Пензенский государственный университет, Пенза

⁴ ООО «НПЦ «Артефакт», Вологда

Реконструкция природной среды обитания человека с помощью палеоэкологических методов часто сопутствует археологическим исследованиям, внося вклад в понимание условий, в которых древние культуры заселяли территорию и хозяйствовали на ней. В г. Вологда такие работы до сих пор были единичны. Археологические исследования показали, что на надпойменных террасах р. Вологда в локальных понижениях и временных водотоках были развиты болота. Перекрытые гатями или дренажными системами заболоченные участки были вскрыты раскопами № 34 на ул. Благовещенской 20, № 50 Кремлевской пл. 4а, № 53 на ул. Ленинградской 12 и исследованы палинологическим методом (Носова и др., в печати).

В качестве фонового разреза для территории города была исследована залежь эвтрофного злаково-осокового болота (мощностью 260 см), расположенного на первой надпойменной террасе

р. Вологда (ул. Чернышевского 153а). Образцы отложений использовали для палеоэкологического анализа (радиоуглеродное датирование, определение потерь при прокаливании, ботанический, ризоподный и палинологический анализы).

Согласно радиоуглеродным датировкам (^{14}C) залежь начала формироваться более 9000 кал. л. н. Верхние 35 см залежи подвергались распашке и минерализации, подошва пахотного горизонта датируется около 3400 кал. л. н. При определении потерь при прокаливании, помимо придонных и верхних турбированных образцов с высоким содержанием минеральной части, были выявлены три пика минерализации на глубинах 45–48, 100–105 и 160–165 см, которые могут свидетельствовать об экстремальных паводках.

Результаты ботанического и палинологического анализа торфа показали, что в течение развития болота прошло несколько стадий: от эвтрофного травянисто-древесного (остатки хвои, осок, древесины лиственных пород) болота, через мезотрофное (сфагновые мхи, осоки, сосна), до олиготрофного состояния (максимум вересковых кустарничков и сфагновых мхов). На начальных этапах заболачивания в сообществах раковинных амёб преобладали водные и почвенные виды со значительной долей сфагнобионтов. Впоследствии доля последних увеличивается до начала перекопанного слоя, после чего они замещаются преимущественно эврибионтными видами с участием почвенных.

Результаты анализа исследованного разреза в совокупности с данными, полученными для заороненного торфа из археологических раскопов, указывают на то, что в течение всего развития болота, растительность первой надпойменной террасы представлена еловыми и смешанными лесами с елью, сосной и березой с участием липы и вяза. В период 8500–7000 кал. л. н. преобладает пыльца березы, которая произрастала в том числе локально. Выше по разрезу она замещается елью и широколиственными породами (с максимумом 6000–3000 кал. л. н.). Пыльца антропогенных индикаторов встречается по всей глубине залежи, что можно отнести к влиянию паводковых и русловых процессов, приводивших к нарушениям субстрата. На надпойменных террасах существовали лесные мезотрофные сфагновые и сфагово-осоковые болота, а в старицах и притеррасных поймах – низинные открытые, либо покрытые березой и ивой болота. Заболоченные участки в пределах средневекового города оставались маргинальными хозяйственными зонами и не застраивались вплоть до XV–XVI вв.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ЗАБРОШЕННЫХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ

Орлов Т. В.¹, Архипова М. В.¹, Бондарь В. В.¹, Шахматов К. Л.²

PATTERNS OF FORMATION OF THE SPATIAL LANDSCAPE STRUCTURE OF ABANDONED PEAT EXTRACTION SITES

Orlov T. V.¹, Arkhipova M. V.¹, Bondar V. V.¹, Shahmatov K. L.²

¹ *Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, Москва. tim.orlov@gmail.com*

² *Тверской государственный технический университет, Тверь*

В настоящее время осушенные и выработанные торфяники занимают большие площади в различных субъектах Российской Федерации, и большинство из них заброшено. Изучение ландшафтной структуры таких систем особенно актуально, в свете решения задач оценки интенсивности цикла углерода, а также задач снижения риска возникновения пожаров на таких территориях.

После выработки торфа болотный массив представляет собой относительно однородную и относительно ровную поверхность, разделенную каналами, с примерно одинаковой мощностью торфа (1,2–2 м) и степенью обводнения. Однако по прошествии определенного времени мы видим достаточно сложную и разнообразную мозаику фаций (микрорландшафтов) в пределах первоначально однородной поверхности. Целью работы являлось установить основные траектории

развития торфяника после окончания его разработки, которые будут индцировать современные процессы, происходящие в торфянике.

Был выбран участок торфяника Оршинский Мох (1680 га), в пределах которого не было реализовано проектов обводнения. В качестве основных материалов, позволяющих проследить историю развития микроландшафтов, выступали космические снимки (1964–2021 гг.)

Было установлено, что самым значимый по площади типом перехода является зарастание открытого торфа мелколиственными лесами (березняки кустарниково-разнотравные, березняки зеленомошные) – 23% площади. Второй по площади тип перехода (14%) – появление участков с господством тростника (тростниково-осоковые разнотравные). Для 7% территории характерен ряд – изначально появление тростниковых ассоциаций, которые затем начинают зарастать сфагновыми мхами (травяно-сфагновые). Для 5% территории характерно появление ивняков (ивняки болотные). Значительные площади занимают сосновые лесопосадки.

Существенную роль в организации ландшафтной структуры играют пожары, именно после пожаров 1999 года пространственная структура участка существенно усложнилась и привела к формированию большого количества участков с господством тростников.

Исследованный участок разрабатывался фрезерным способом, и в настоящее время его пространственная организация зависит от истории разработки. Многие карты, в зависимости от остаточной мощности торфа, обуславливают появление определенных комплексов, далеких от естественного состояния. Существование и разрушение каналов приводит к формированию других более обводненных комплексов.

Современное состояние природных комплексов выработанного торфяника напрямую обуславливает некоторые практические аспекты управления торфяником. Например, понимание современной структуры позволяет оценить меру ее дальности от возможного естественного состояния, что влияет на проектирование обводнения. Кроме того, возможно определить степень пожароопасности того или комплекса, а также отношение к эмиссии парниковых газов.

Таким образом, были показаны как основные тенденции развития пространственной структуры выработанных торфяников, так и практические применения ее изучения.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ЗАБРОШЕННЫХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ КАК РЕЗУЛЬТАТ ПОСЛЕПОЖАРНОЙ ДИНАМИКИ (НА ПРИМЕРЕ ТОРФЯНИКА ЗАЯЧИЙ ОТРОГ, ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Орлов Т. В.¹, Архипова М. В.¹, Бондарь В. В.¹, Шахматов К. Л.²

VEGETATION COVER OF ABANDONED EXPLOITED PEATLANDS AS A RESULT OF POST-FIRE DYNAMICS (CASE STUDY OF THE ZAYACHYOTRHOGPEATLAND, PSKOV REGION)

Orlov T. V.¹, Arkhipova M. V.¹, Bondar V. V.¹, Shahmatov K. L.²

¹ *Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, Москва. tim.orlov@gmail.com*

² *Тверской государственный технический университет, Тверь*

Целью работы являлось определение частоты и длительности пожаров в пределах ключевого участка, а также выявление типов растительного покрова, которые формируются на заброшенном выработанном торфянике. Был выбран ключевой участок в пределах выработанного торфяника Заячий отрог на востоке Псковской области.

Оценка результатов торфяных пожаров строится на основе анализа серии спутниковых снимков среднего разрешения на период с 1974 по 2021 г., синтезированных в искусственных цветах SWIR-NIR-GREEN.

На ключевом участке за исследуемый период было выделено 53 случая пожаров с разной степенью охвата, распространения и продолжительности. Наиболее частые пожары отмечались в 2002, 2008 и 2019 годах. Возгорание торфа и растительного покрова чаще всего начинается в весенний сезон, в период с апреля по май, а также в конце летнего периода и начала осени, с августа по октябрь. В 2002 году на торфяных болотах наблюдались обширные и длительные, продолжительностью до двух месяцев пожары.

Для 50 % участка характерно суммарная длительность пожара 30–40 дней за все время наблюдений, для 10 % участка этот показатель увеличивается до 70 суммарных дней. На 80 % были отмечены однократные пожары (хотя бы один раз за год был пожар), на 10 % ключевого участка были отмечены пожары с шестикратной повторяемостью (пожар был зарегистрирован за 6 разных лет).

Для участков, занятых кустарниками с травяно-кустарничковой растительностью, с участками открытого торфа на 30 %, а также занятых мелколиственным древостоем характерны пожары с длительностью до 10 дней. Для участков, занятых полосами леса, характерны пожары с длительностью до 20 дней. Для пустошей, занятых редкостойными березняками с покровом из зеленых мхов, характерны пожары длительностью до 40 дней. Наибольшая длительность – до 60 дней, отмечалась на участках с произрастанием очеретника, пушицы, подбела, вереска и осоки.

Наиболее частые пожары отмечаются также на участках с кустарниками с открытыми пространствами до 30%, травяно-сфагновым покровом с редкими деревьями и полосами леса с покрытием 60%. Около 80–90% площади этих участков подвергаются пожарами с разной степенью частоты и длительности.

Было установлено, что через 2–10 лет после последнего пожара характерно появление пустошей, занятых редкостойным березняком с поверхностью, занятой зелеными мхами. Также практически сразу после пожара могут появляться обводненные классы, занятые ассоциациями с господством тростника. Через 15–20 лет после последнего пожара формируются ассоциации с более сложной структурой, березняки кустарничковые и другие.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

ВЗАИМОСВЯЗЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И СООБЩЕСТВ СФАГНОБИОНТНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

**Парамонов М. С.¹, Цыганов А. Н.¹, Чередниченко О. В.¹, Федосов В. Э.¹, Мазей Н. Г.¹,
Шуйская Е. А.², Иванов Д. Г.³, Леонов В. Д.³, Тиунов А. В.³, Мазей Ю. А.¹**

THE RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATIC FACTORS AND SPHAGNUM- DWELLING TESTATE AMOEBA ASSEMBLAGES IN MIRE ECOSYSTEMS

**Paramonov M. S.¹, Tsyganov A. N.¹, Cherednichenko O. V.¹, Fedosov V. E.¹, Mazei N. G.¹,
Shuiskaya E. A.², Ivanov D. G.³, Leonov V. D.³, Tiunov A. V.³, Mazei Yu. A.¹**

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. paramis00@mail.ru

² Центрально-Лесной государственный заповедник, Тверская область, п. Заповедный

³ Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва

Болотные экосистемы играют важную роль в процессах аккумуляции CO₂ за счет замедленного разложения органики в закисленной болотной воде. В свою очередь, раковинные амёбы, проявляющие гетеротрофную и миксотрофную активность и способные регулировать численность и активность микробиоты, являются важной частью болотных экосистем; однако влияние на них климатических факторов, в том числе температуры, в условиях умеренного климата до сих пор изучено недостаточно.

Изучение влияния абиотических характеристик среды на структуру сообществ раковинных амёб проводилось на территории верхового болота «Старосельский мох» (Центрально-лесной биосферный государственный заповедник, Валдайская возвышенность) по результатам наблюдений и полевого мезокосменного эксперимента. В ходе наблюдений был проведен сбор 105 поверхностных образцов с центральной и периферийной части болота; в точках сбора образцов измерялась температура воздуха, воды и субстрата на глубине 10 см, глубина залегания болотных вод, кислотность и общая минерализация. Для моделирования возможных изменений климата были использованы камеры с открытым верхом, замедляющие перемещение воздушных масс над субстратом и позволяющим воздуху лучше прогреться, конструкции из параллельных желобов, перехватывающие половину атмосферных осадков и тканевые тенты, затеняющие поверхность субстрата.

Глубина залегания болотных вод и pH были отрицательно связаны с видовым богатством раковинных амёб. Более высокие температуры воздуха коррелировали как с более низкими, так и с более высокими показателями видового богатства и разнообразия раковинных амёб. Таким образом, эффект, оказываемый температурой на сообщество ризопод, связан с исходной влажностью субстрата. Температура субстрата была положительно связана с видовым разнообразием, температура воздуха и количество растворенных веществ же не оказывали статистически значимого влияния на интегральные характеристики ризоподного сообщества.

Экспериментальное воздействие камер с открытым верхом и, в меньшей степени, затенения приводило к повышению видового богатства и разнообразия сообществ раковинных амёб, двойное затенение повышало число видов на мочажинах, однако снижала выровненность, что приводило к падению видового разнообразия, особенно заметному на грядах. Видовая структура сообщества раковинных амёб в большей степени зависела от положения в микрорельефе, чем от типа экспериментального воздействия, что говорит о высокой резистентности болотных сообществ. Участки, подвергавшиеся двойному затенению на грядах, заметно отличались по видовой структуре от остальных. По результатам анализа избыточности массивов данных, как экспериментов, так и наблюдений, наибольшая степень дисперсии объяснялась глубиной залегания болотных вод, и в меньшей степени с температурой и кислотностью.

Таким образом, температура, наряду с глубиной залегания болотных вод и кислотностью, оказывает существенное влияние на видовую структуру сообществ раковинных амёб.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-14-00102.

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИБРЕЖНОГО ЗАБОЛАЧИВАНИЯ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ (СМОЛЕНСКО-МОСКОВСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ) В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЗООЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Пастухова Ю. А.¹, Мазей Ю. А.¹, Мазей Н. Г.¹, Чернышов В. А.², Котов А. А.³, Цыганов А. Н.¹

PALEOECOLOGICAL RECONSTRUCTION OF THE COASTAL SWAMPING OF LAKE GLUBOKOE (SMOLENSK-MOSCOW UPLAND) IN THE LATE HOLOCENE BASED ON THE RESULTS OF A ZOOLOGICAL ANALYSIS OF PEAT DEPOSITS

Pastukhova Yu. A.¹, Mazei Yu. A.¹, Mazei N. G.¹, Chernyshov V. A.², Kotov A. A.³, Tsyganov A. N.¹

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. yuliya.pastukhova.98@mail.ru*

² *Пензенский государственный университет, Пенза*

³ *Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва*

Заболачивание водоемов приводит к существенным изменениям в функционировании водных экосистем, однако закономерности этого процесса остаются не до конца исследованы. Одним из основных подходов к изучению долгосрочной динамики водно-болотной сукцессии

являются палеоэкологические реконструкции, которые позволяют понять динамику окружающей среды и биоты в прошлом. Наиболее подходящими для этого индикаторами являются физико-химические характеристики донных отложений и тафоценозы водных организмов в них. Цель работы – изучить закономерности прибрежного заболачивания озера Глубокое по данным о содержании органического вещества, степени его гумификации, а также результатам кладоцерного и хирономидного анализов.

Озерно-болотные отложения общей мощностью 270 см отобрали на южном заболоченном берегу оз. Глубокое (Смоленско-Московская возвышенность, 55.748652° с. ш., 36.501482° в. д., ~ 200 м от уреза воды) в июле 2022 г с помощью ручного торфяного бура. Нижележащие отложения были сформированы глинами. Керны разрезали на последовательные образцы толщиной 3 см. Определение возраста отложений проводили с помощью радиоуглеродного датирования (¹⁴C AMS, Институт геохимии Китайской академии наук) шести образцов.

Отобранные отложения сформированы мощным слоем торфа (0–235 см), подстилаемым озерными илами (235–270 см). Аккумуляция органического вещества в точке отбора началась в период с 1734 по 1940 (медианное значение 1840) кал. л. н., что указывает на смену режима осадконакопления в водоеме и соответствует теплой подстадии субатлантического периода. С 1840 по 1210 кал. л. н. отложения характеризовались низким содержанием органики (13–37%) и степенью гумификации (0,02–0,032). В данный период отмечено высокое число остатков кладоцер и хирономид в отложениях. Это указывает на то, что в это время оз. Глубокое имело более обширные границы по сравнению с современными, а условия в нем сначала были олиготрофные, а впоследствии мезотрофные, комфортные для развития гидробионтов. Тафоценозы кладоцер в отложениях сформированы фитофильными видами, преимущественно *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* и *Pleuroxus trigonellus*. В период 1210–1070 кал. л. н. содержание органического вещества и его степень гумификации увеличивались. При этом остатки кладоцер становятся менее обильными, с преобладанием в тафоценозе не только эвритопного зарослевого вида *Chydorus sphaericus*, но и *Alonella excisa*, способного существовать в закисленных водах. Численность головных капсул личинок хирономид достигает максимальных значений. Это указывает на увеличение биомассы прибрежных макрофитов, что может быть связано со снижением уровня водоема. Период с 1070 по 600 кал. л. н. характеризовался быстрым осадконакоплением, очень низким обилием кладоцер и хирономид, что указывает на интенсивное зарастание берега и формирование торфяных отложений. С 600 кал. л. н. скорость накопления отложений снижается; отложения преимущественно сформированы сфагнумом, остатки кладоцер и хирономид отсутствовали.

Полученные данные свидетельствуют об интенсивном прибрежном заболачивании водоема, что связано со снижением уровня воды, в результате чего на начальном этапе увеличивается плотность прибрежной растительности и скорость накопления отложений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 19-14-00102.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА ВОДОРАЗДЕЛЬНЫХ БОЛОТАХ РАННЕСЛАВЯНСКОГО ВРЕМЕНИ: РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИКИ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ, ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ ВОЛКОВСКОГО БОЛОТА, МОСКОВСКАЯ ОБЛ.)

Пименов В. Е.¹, Ершова Е. Г.¹, Кривокорин И. Г.², Северова Е. Э.¹, Цыганов А. Н.¹,
Бабешко К. В.^{1,3}, Галка М.⁴, Ростанец Д. В.¹, Хазанова К. П.¹, Мазей Н. Г.¹, Мазей Ю. А.^{1,3}

HYDROTECHNICAL STRUCTURES ON THE WATERSHED MIRES OF EARLY SLAVIC PERIOD: RECONSTRUCTION OF PEATLAND DEVELOPMENT, ENVIRONMENTAL CHANGES AND ANTHROPOGENIC IMPACT DURING LATE HOLOCENE (CASE OF VOLKOVSKOE PEATLAND, MOSCOW REGION)

Pimenov V. E.¹, Ershova E. G.¹, Krivokorin I. G.², Severova E. E.¹, Tsyganov A. N.¹,
Babeshko K. V.^{1,3}, Galka M.⁴, Rostanets D. V.¹, Khazanova K. P.¹, Mazei M. G.¹, Mazei Yu. A.^{1,3}

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. v-pimenov01@inbox.ru

² Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia

³ Shenzhen MSU-BIT University, Shenzhen, China

⁴ University of Lodz, Lodz, Poland

В долине Москвы-реки расположено множество археологических памятников раннеславянской эпохи, однако условия природной среды в период бытования поселений остаются слабо изученными. Среди таких памятников особый интерес представляют гидротехнические сооружения на окраине водораздельных болот, информация о которых остается крайне лимитированной. Целью настоящей работы явилось проведение палеоэкологической реконструкции изменения динамики болота, соотнесение изменений локальной и региональной растительности в контексте антропогенной трансформации природной среды в позднем голоцене по данным комплексного палеоэкологического анализа торфяных отложений Волковского болота (Звенигородская биологическая станция МГУ, центральная часть Восточно-Европейской равнины).

Для этого были проанализированы отложения ненарушенной торфяной залежи Волковского болота, а также центральной части локального понижения на восточной окраине болота (древний пруд). Были применены спорово-пыльцевой, ботанический, ризоподный, диатомовый анализы, определены потери при прокаливании и степень гумификации торфа. Для установления возраста отложений использовали AMS ¹⁴C-датирование. Волковское болото сформировалось около 2900 л. до н.э. путем суходольного заболачивания и представляло неглубокое осоково-травяное болото, окруженное широколиственным лесом. Территория болота в то время ограничивалась лишь центральной частью современного торфяника. Предположительно, вследствие крупного пожара около 1700 л. до н.э. произошло изменение гидрологических условий, увеличение площади (заболачивание окраин) и последующая олиготрофизация торфяника. В период 1600–600 гг. до н.э. это было пушицевое-сфагновое болото в окружении смешанного леса. Первые следы хозяйственного освоения территории в пыльцевых спектрах датированы 600 г. до н.э., предположительно относятся к преобразованию ландшафтов Дьяковской культурой железного века. На рубеже 600–800 гг. н.э. зафиксирован локальный период восстановления елово-широколиственных лесов, что коррелирует с археологическими данными (отсутствие памятников VI–VIII вв. н.э.). К 1400 г. н.э. произошло окончательное сведение широколиственных лесов. В этот период (1176–1286 гг. н.э.) на восточной окраине болота был вырыт пруд, который в настоящий момент остается единственным датированным из множества подобных сооружений. Это был небольшой мезотрофный водоем с открытым зеркалом воды, подвергающийся существенному воздействию окружающей болотной экосистемы. По данным спорово-пыльцевого анализа колонки из центра пруда были зафиксированы три этапа сельскохозяйственного освоения территории,

не отразившиеся в составах спектров из ненарушенной части болота. В 1695–1720 гг. н.э. этот водоем был заброшен, в результате чего началось его заболачивание с последующей олиготрофизацией и снижением поверхностной влажности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 19-14-00102.

КОМПЛЕКСНЫЙ МИКРОЛАНДШАФТ КАК СТРУКТУРНАЯ ЕДИНИЦА ИЗУЧЕНИЯ ЮЖНОПРЕБЕЛОМОРСКОГО БОЛОТА

Пономарева Т. И., Штанг А. К., Zubov И. Н., Орлов А. С., Селянина С. Б.

COMPLEX MICROLANDSCAPE AS A STRUCTURAL UNIT OF THE STUDY OF THE SOUTH PREBELOMORIAN BOG

Ponomareva T. I., Shtang A. K., Zubov I. N., Orlov A. S., Selyanina S. B.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
УрО РАН, Архангельск. ropomtatar@gmail.com*

Основу экологического каркаса бореального биома составляют хвойные леса и болота – динамически взаимосвязанные части единой системы. Бореальные сфагновые болота отличаются высоким разнообразием растительных комплексов в пределах болотного массива. При этом такие болота представляют собой образец сложного автономного саморазвивающегося парагенетического ландшафта, где смежные активно взаимодействующие растительные комплексы обладают общностью происхождения и развития с практически независимым от внешних условий материально-энергетическом циклом. Грядово-озерково-мочажинные болотные комплексы центрально-олиготрофного хода развития относятся к наиболее распространенным в зоне бореальных лесов вариантам существования олиготрофных болот. Наиболее ярко стадии развития можно проследить именно на южноприбеломорском типе олиготрофных болот. В пределах активно функционирующего болотного массива такого типа морфологическая структура четко дифференцируется. Каждый сложный микроландшафт представляет собой отдельную внутриболотную экосистему со специфическим набором параметров и взаимосвязей.

Проведенные комплексные исследования болотного массива позволили установить, что выделенные участки комплексных микроландшафтов являются взаимосвязанными последовательными стадиями морфогенеза болота, характеризующихся специфичным набором параметров и характеристик. Эмпирически подтверждено, что из внешних факторов на внутриболотные экосистемы комплексных микроландшафтов наибольшее влияние оказывает фактор температуры, тогда как связь с фактором осадков более слабая. Кроме того, необходимо учитывать, что регулирование микроклимата в пределах комплексных микроландшафтов, при равных входящих, осуществляется системой «напочвенный покров–торфяная залежь». Причем, чем старше комплексный микроландшафт, тем более выраженным влиянием на микроклимат характеризуется древесный ярус и многолетние кустарнички. Морфометрические показатели многолетних кустарничков (в частности багульника и голубики) могут служить индикаторами стадий развития олиготрофного выпуклого болотного массива.

В ходе развития верхового болота происходит трансформация процессов саморегуляции отдельных комплексных микроландшафтов, о чем свидетельствует увеличение амплитуды колебаний температуры и уровня болотных вод, а также ключевых физико-химических параметров (окислительно-восстановительного потенциала и минерализации) торфяной залежи. Эта дестабилизация обусловлена в частности изменениями в растительном покрове. Снижается покрытие сфагновых мхов – видов, сдерживающих испарение с поверхности торфяной залежи, активно развиваются сосудистые многолетние растения – обеспечивающие активные процессы эвапотранспирации,

понижающие уровень болотных вод. Это приводит к постепенной медленной переориентации физико-химических процессов, протекающих в залежи от депонирования ОВ к разложению биомассы торфа. При этом на данном этапе существования глядово-озеркового участка процессы деструкции органической массы выражены еще достаточно слабо, что подтверждается данными по степени разложения и что обусловлено, по-видимому, ботсоставом деятельного слоя торфяной залежи.

Исследование выполнено за счет средств Министерства высшего образования и науки Российской Федерации (проект № 122011400386-6).

ЛОКАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ ПАЛЕОПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА МОХОВОЕ (СЕВЕРНЫЙ АЛТАЙ)

Пупышева М. А.¹, Бляхарчук Т. А.^{1,2}

LOCAL HISTORY OF PALEOFIRE ON THE EXAMPLE OF PEAT SEDIMENTS OF THE MOKHOVOE MIRE (NORTHERN ALTAI)

Pupysheva M. A.¹, Blyakharchuk T. A.^{1,2}

¹ *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск. 455207@mail.ru*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск. blyakharchuk@mail.ru*

С конца XXI века и по настоящее время на территории Северного Алтая наблюдается значительное увеличение числа и интенсивности пожаров (Пономарев, 2016), обусловленное климатическими флуктуациями и антропогенным вмешательством. Однако, чтобы делать выводы о текущих тенденциях пожарной активности, необходимы данные и о долговременной динамике пожаров, которые можно получить с помощью палеоэкологических методов исследования. Надежным источником сохранения палеоэкологической информации являются озерно-торфяные отложения болота «Моховое» (Северный Алтай). Для реконструкции локальной истории палеопожаров мы применяли метод макроуголькового анализа (Mooney, Tinner, 2011). Данный метод позволяет восстановить динамику пожарной активности путем подсчета частиц макроугольков (>125 мкр) в каждом из образцов отложений торфяной колонки. Считается, что частицы угля такого размера отражают локальную историю пожаров. В качестве хронологической основы использовались радиоуглеродные датировки. Согласно данным радиоуглеродного анализа, отложения болота Мохового начали формироваться 16 185 кал. лет назад. Проведенный макроугольковый анализ показал, что за весь период формирования болота произошло 27 локальных пожарных эпизодов. В среднем дриасе, когда болото «Моховое» еще не существовало, а отложения были представлены глиной, пожаров не выявлено. В середине аллереда в период начального формирования озерных отложений выявлено 2 пожарных эпизода (14 250, 13 800 кал. л. н.), хотя их интенсивность была незначительной (4–5 частиц/см²/год). В позднем дриасе зафиксирован 1 незначительный локальный пожар (12 350 кал. л. н.) при скорости аккумуляции частиц до 10 частиц/см²/год. За весь предбореальный период произошло 4 локальных пожара (11 800, 11 400, 1100, 10 800 кал. л. н.). Пик активности пришелся на конец предбореала (32 частицы/см²/год). В бореальный период произошло 3 палеопожара (10 200, 9750, 9000 кал. л. н.) с пиком 9750 кал. л. н. (19 частиц/см²/год). Максимум пожарной активности пришелся на атлантический период голоцена – 9 пожарных эпизодов (8400, 8100, 7800, 7450, 7200, 6600, 6350, 5950, 5450). Самые крупные локальные пожары произошли в конце атлантики – 5500–5200 кал. л. н. (70 частиц/см²/год). В суббореале выявлено 6 локальных пожарных эпизодов (4800, 4400, 3800, 3600, 3400, 2900 кал. л. н.) с двумя крупными палеопожарами – 4800 и 2900 кал. л. н. (45 частиц/см²/год). В субатлантический период произошло 2 палеопожара – 2200 и 1490 кал. л. н. (37 и 14 частиц/см²/год соответственно). Вероятно, большинство пожаров в окрестностях болота «Моховое» могли возникнуть по причине климатических флуктуаций.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-27-00217.

ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ ТОРФЯНИКА НА ВЕРХНЕКАМСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Санников П. Ю.¹, Мехоношина Е. А.¹, Новикова Е. А.¹, Копытов С. В.^{1,2},
Абдулманова И. Ф.¹, Игошева Е. А.¹, Пехтерева М. К.¹

PALEOECOLOGICAL DATA OF A PEAT BOG ON THE VERKHNEKAMSK UPLAND

Sannikov P. Yu.¹, Mehonoshina E. A.¹, Novikova E. A.¹, Kopytov S. V.^{1,2},
Abdulmanova I. F.¹, Igosheva E. A.¹, Pehtereva M. K.¹

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь. SOL1430@gmail.com

² Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, Пермь

Палеоэкологическая изученность западной части Пермского Прикамья в позднеледниковье и голоцене остается невысокой. На сегодняшний день известны лишь отдельные работы, реконструирующие природную обстановку последних 15–20 тыс. лет в этом районе. Часть из них выполнена еще в советское время и имеет лишь относительную датировку, в точности которой нельзя быть уверенным до конца.

Изучение сети болот и озер района показало, что одним из наиболее перспективных палеоархивов следует считать Верх-Иньвенский торфяник, который находится к северо-западной части Пермского Прикамья и представляет собой переходное болото в долине р. Иньвы.

Вскрытый бурением седиментационный комплекс (всего 5,5 м) в основном включает торфяные отложения, которые в свою очередь подстилаются минеральным илом с включением раковин небольших моллюсков. Комплексное изучение отложений включает: радиоуглеродное датирование (6 образцов), анализ концентрации органического углерода (460), изучение растительных макроостатков (10); спорово-пыльцевой анализ (10), диатомовый анализ (16). Также проведено моделирование потенциального уровня затопления торфяника во время паводков, половодий и первичное определение таксономической принадлежности моллюсков, раковины которых встречаются в подстилающих торфяник иле.

Первые результаты можно сформулировать в виде набора тезисов.

Болоту, по-видимому, предшествовала стадия стоячего или слабопроточного водоема, наличие которого подтверждается находками раковин прудовиков (Lymnaeidae). Начало образования торфяника приходится на ранний голоцен – 9550 ± 50 ¹⁴C л. н. (Poz-146486). В этот период для болота характерны значительные затопления водами близлежащей реки, на что указывают значительные скачки кривой концентрации органического углерода и находки макроскопических остатков водных растений. Наиболее мощные затопления постепенно сходили на нет по мере вертикального роста торфяника, а возможно и в связи с изменением паводковой активности Иньвы. Последние значительные подтопления оканчиваются на глубине 396 см. Гораздо более редкие и не такие мощные подтопления фиксируются вплоть до глубин 340 см. В слое 300–95 см выявленные семена и другие макроостатки растений свидетельствуют о длительной постепенной трансформации низинного переувлажненного болота в сторону переходного.

Интересным результатом следует считать полное отсутствие кремниевых панцирей диатомовых водорослей во всех 16 изученных образцах. Вероятно, это говорит в пользу низкой освещенности водоема.

Большие перспективы более детальной палеореконструкции открывает анализ новых образцов на растительные макроостатки, споры, пыльцу, полноценное изучение раковин малакофауны и капсул хирономид (комаров-звонцов) из отложений стадии водоема, применение антракологического метода.

Авторы выражают благодарность Павлу Дмитриевичу Фролову (ГИН РАН) за проведение анализа раковин моллюсков. Исследование выполнено при поддержке проекта РФ № 23-68-10023 (полевые работы) и DFG № 462653676 (радиоуглеродное датирование).

СВОЙСТВА КЛЮКВЫ БОЛОТНОЙ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЮЖНОПРИБЕЛОМОРСКОГО ТИПА

Селянина А. И.¹, Селянина С. Б.², Кутакова Н. А.³, Наквасина Е. Н.³, Зубов И. Н.²

PROPERTIES OF *OXYCOCCUS PALUSTRIS* PERS. OF THE SOUTH-PREBELOMORIAN BOGS

Selyanina A. I.¹, Selyanina S. B.², Kutakova N. A.³, Nakvasina E. N.³, Zubov I. N.²

¹ Архангельский государственный лицей имени М. В. Ломоносова, Архангельск. smsb@yandex.ru

² Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова УрО РАН, Архангельск

³ Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (САФУ), Архангельск

Болота южноприбеломорского типа широко распространены на севере европейской части России. Клюква (*Oxycoccus palustris* Pers.), обильно произрастающая на них, традиционно используется местным населением в рационе питания, а также служит источником доходов, поскольку реализуется предприятиям по закупке пищевого и растительного сырья. Помимо сбора дикоросов в 2012 г. в Архангельской области организован кооператив по выращиванию клюквы. С 2014 г. на верховом болоте южноприбеломорского типа Дикое проводятся испытания различных сортов клюквы болотной российской селекции и создаются новые адаптированные для региона сорта. Состав и свойства ягод важны для их использования. Известно, что они зависят от сорта и условий, в которых произрастают. Имеются данные исследования ягод клюквы дикорастущей и культивируемой в Сибири, Ленинградской области, республики Коми и др. Для клюквы, произрастающей в Архангельской области, такие сведения отсутствуют.

Для исследования в конце сентября 2022 г. на плантации ягодного кооператива «Архангельская клюква» (болото Дикое, Холмогорский район Архангельской области) отобраны ягоды сортов «Дар Костромь» и «Краса Севера» (селекция Центрально-европейской ЛОС), «Фомич» и «635 В» (местная селекция) и дикорастущей клюквы с примыкающего к плантации участка болотного массива.

По размеру и массе более выровнены ягоды дикороса и сортов местной селекции. Сорт «Дар Костромь» отличается наиболее крупными ягодами и однороден по зрелости. Существенных отличий между исследованными сортами во влажности и зольности не выявлено. Они составляют, соответственно, 88–90 % и 1,1–1,3 % от асв.

Органическими кислотами наиболее богаты сорта местной селекции – «Фомич» и «635 В» (25–26 % от асв), дикорастущие ягоды заметно беднее (19–20 %), а сорта «Дар Костромь» и «Краса Севера» занимают промежуточное положение. В содержании аскорбиновой кислоты наблюдается иная тенденция. Исследованные сорта можно расположить в следующий ряд по убыванию этого показателя: дикорос > «635 В» > «Фомич» > «Дар Костромь» > «Краса Севера». При этом рН водных вытяжек во всех случаях находятся на одном уровне – 2,9–3,1.

Спектры водных экстрактов в УФ и видимой области однотипны для всех исследуемых образцов и отличаются только интенсивностью, которая коррелирует с содержанием органических кислот. Максимумы поглощения наблюдаются в ультрафиолетовой области (при 280 и 330 нм), а также на границе голубой и зеленой областей видимого спектра (510–520 нм). Первый максимум ($\lambda=280$ нм) объясняют обычно наличием низкомолекулярных соединений фенольной природы, второй ($\lambda=330$ нм) преимущественно флавоноидами, третий ($\lambda=510–520$ нм) – антоцианами.

По результатам исследования органолептических свойств, все изученные сорта близки к дикорастущей клюкве по вкусу, сочности, ощущению сахаристости. Более высокая оценка внешнего вида дикорастущей клюквы связана, скорее всего, с его привычностью, традиционностью для участников дегустации.

По всем показателям ягоды клюквы болотной, произрастающей на типичном верховом болоте южноприбеломорского типа, как в диком, так и культивируемом виде, близки растущим в других регионах России.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТИНУУМ ИЛАССКОГО БОЛОТНОГО МАССИВА В КОНТЕКСТЕ ИЗУЧЕНИЯ БИОГЕОХИМИИ УГЛЕРОДА И СОПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Селянина С. Б., Широкова Л. С., Чупаков А. В., Трудова Н. С.

HYDROLOGICAL CONTINUUM OF THE ILAS BOG MASSIF IN THE SCOPE OF STUDYING OF CARBON AND CONJUGATED ELEMENTS BIOGEOCHEMISTRY

Selyanina S. B., Shirokova L. S., Chupakov A. V., Trudova N. S.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
УрО РАН, Архангельск. gumin@fciaarctic.ru*

Широкая заболоченность северных территорий определяет положение болотных экосистем в числе основных для Арктической зоны. Множественность климатообразующих и экологических функций требует при исследовании болот реализации экосистемного подхода, сочетающего современные гидрохимические, биогеохимические, микробиологические и гидробиологические методы, поскольку такие процессы могут быть ключевыми контролирующими факторами цикла углерода и функционирования экосистем. Для получения целостного представления о протекающих процессах этот подход следует реализовать вдоль гидрологического континуума. Такой подход предполагает комплексную оценку абиотических и биотических процессов, контролирующих цикл углерода во внутренних водах, включая обмен CO_2 и CH_4 с атмосферой и экспорт наземного углерода в терминальную зону.

Иласский болотный массив (ИБМ) достаточно хорошо исследован с позиций классического болотоведения. Он относится к широко распространенному на Северо-Западе России южноприбеломорскому типу, характеризующемуся высокой однородностью торфяной залежи по ботаническому составу и степени разложения. ИБМ входит в состав обширной системы олиготрофных верховых болот, питание которых происходит исключительно за счет атмосферных осадков. В пределах автономных заболоченных ландшафтов именно такие комплексы позволяют четко проследить все стадии развития. В нем четко дифференцируются участки, различающиеся по стадиям болотообразовательного процесса: трансгрессионная окраина, краевой склон с системой гряд, мочажин и зарождающихся озерков, центральное плато с развитым грядово-мочажинным комплексом. Возраст торфяника в центральной части по данным радиоуглеродного анализа достигает 10–11 тыс. лет. В части элементов гидрологического континуума присутствуют первичное озеро, мочажины разной степени деградированности, вторичные озера и водотоки (река и ручьи), обеспечивающие разгрузку. Это обеспечивает возможность наблюдений за трансформацией стока с торфяных болот под действием различных природных факторов.

В результате исследований установлено, что суточная изменчивость параметров водных объектов ИБМ, обусловленная биотическими процессами, прослеживается только в бессточных озерах и мочажинах. Установлено, что гидрогеохимический сток с ИБМ формируется преимущественно внутренними болотными водами, а не поверхностными водными объектами. Сезонная изменчивость интенсивности стока оказывает определяющее воздействие на геохимию поверхностных вод в таком гидрологическом континууме.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-17-00253).

ТРАВЯНО-ГИПНОВЫЕ БОЛОТА – ИСЧЕЗАЮЩИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НА ЮГО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Семенщченков Ю. А.

HERB AND BROWN-MOSS FENS, AN ENDANGERED TYPE OF PLANT COMMUNITIES IN SOUTHWESTERN RUSSIA

Semenishchenkov Yu. A.

Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского, Брянск. yuricek@yandex.ru

Травяно-гипновые болота объединяют редкие типы растительных сообществ на юго-западе России. Они занимают мелкие фрагменты минеротрофных ключевых болот, заторфованных лугов, встречаются у подножия коренных склонов речных долин с выходами карбонатных пород, на подтопляемых участках, редки на присклоновых участках и логовых болотах полесских ландшафтов. Интерес к их изучению у многих флористов и фитоценологов обусловлен большим разнообразием регионально редких видов растений, тесно связанных с местообитаниями данного типа в регионе (*Betula humilis*, *Blysmus compressus*, *Carex hartmannii*, *Dactylorhiza* ssp., *Epipactis palustris*, *Parnassia palustris*, *Polygala amarella* и др.).

С позиций флористической классификации, данная растительность может быть отнесена к классу *Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae* Tüxen 1937 и порядку *Caricetalia davallianae* Br. – Bl. 1950 nom. conserv. propro. В их составе установлен союз *Caricion davallianae* Klika 1934, ареал которого в России пока четко не очерчен. Наблюдается обеднение сообществ юго-запада страны характерными центральноевропейскими видами, что делает дискуссионным отнесение данной растительности к этому союзу. По результатам наших исследований, в настоящее время из региона известны три ассоциации. Асс. *Carici-Blysmetum compressi* Egger 1933 – сообщества с участием и доминированием *Blysmus compressus* на ключевых болотах, у подножия коренных склонов речных долин с выходами карбонатных пород, на подтопляемых участках. Встречаются редко; известны из Брянской и Смоленской областей. Асс. *Caricetum hartmannii* Denisiuk 1967 – сообщества с участием и доминированием *Carex hartmannii* на влажных заторфованных лугах, на периодически подтопляемых участках, иногда после пожаров. Встречаются редко; известны из Брянской области. Асс. *Caricetum paniceae* Šmarda 1951 – сообщества с участием и доминированием *Carex panicea* на ключевых болотах, у подножия коренных склонов речных долин с выходами карбонатных пород, на подтопляемых участках с размываемым мелом. Встречаются редко, обычно в соседстве с сообществами асс. *Carici-Blysmetum compressi*; известны из Брянской области.

Ценообразователи всех перечисленных ниже ассоциаций являются олиготрофными видами, что не вполне соответствует представлениям о евтрофности местообитаний союза. Фактически перечисленные типы сообществ объединяют черты травяно-гипновых болот и влажных долинных лугов порядка *Molinietalia caeruleae* Koch 1926, с которыми связаны динамически. Флористическая дифференциация синтаксонов от центральноевропейских аналогов нуждается в анализе.

В последнее десятилетие наблюдается негативная динамика площадей и биоразнообразия травяно-гипновых болот, что связано с колебаниями обводненности в их местообитаниях. С одной стороны, с 2010 г. происходила обширная аридизация долин крупных рек в регионе из-за непродолжительного половодья и снижения уровня подтопления, что привело к обсыханию болотных участков; снизилась деятельность родников у склонов долин, питающих болота. По наблюдениям 2004–2022 гг. в долине реки Десны (Брянская область), многие местообитания травяно-гипновых болот были утрачены и характеризуются сменой на более мезотрофные группировки с преобладанием влажнолугового разнотравья и нитрофильно-рудеральных видов (*Eupatorium cannabinum*, *Epilobium hirsutum*, *Galium rivale*, *Filipendula ulmaria* и др.). С другой стороны, на отдельных участках наблюдается сильное подтопление, что связано с деятельностью бобров (особенно в пределах лесо-болотных полесских ООПТ), а также с искусственным затоплением поймы (сброс воды в водохранилищах, Брянская, Калужская, Смоленская области).

МИКРОТОПОГРАФИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОСТПИРОГЕННЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Синюткина А. А.

MICROTOPOGRAPHY DIFFERENTIATION OF THE BURNOUT BOGS OF WESTERN SIBERIA

Sinyutkina A. A.

Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий СО РАН, Томск. ankalaeva@yandex.ru

Пожары на болотах являются важным фактором, определяющим характер микробиологических, гидротермических и биогеохимических процессов и, как следствие, интенсивность круговорота углерода. В свою очередь интенсивность пирогенной нагрузки, тенденции восстановления растительного покрова и функционирования болотной экосистемы после пожара характеризуются значительной пространственной неоднородностью на локальном уровне в зависимости от микротопографических особенностей болот.

Целью исследования является оценка неоднородности выгорания и тенденций восстановления растительности в зависимости от особенностей микрорельефа поверхности. Объектами исследования являются три ключевых участка, два из которых расположены в подзоне южной тайги Западной Сибири в Томской области (Бакчарское – отрог Большого Васюганского болота и Усть-Бакчарское болота) и плоскобугристое болото в лесотундровой зоне Западной Сибири. В 1980 гг. участок Бакчарского болота с преобладанием сосново-кустарничково-сфагновой растительности был осушен с целью лесомелиорации, в 2016 г. здесь произошло выгорание болота на площади около 5 км². Усть-Бакчарское болото расположено на террасе р. Бакчар, в растительном покрове преобладает сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз. Болото было осушено с целью добычи торфа в 1980 гг. и с тех пор подвергалось периодическому выгоранию, последний крупный пожар произошел в 2014 г. на площади 0,5 км². Плоскобугристое болото расположено на водораздельной равнине рек Пур и Надым в пределах Ямало-ненецкого автономного округа. Естественный растительный покров плоскобугристого болота представлен кустарничками и лишайниками на буграх, осоками и сфагновыми мхами в понижениях. В 2016 г. произошел крупный пожар, в результате которого площадь выгорания на болоте составила около 7 км². Полевые исследования были проведены на постпирогенных и фоновых участках в июле-августе 2022 г. и включали тахеометрическую съемку модельных площадок, определение встречаемости видов растительного покрова в зависимости от высоты микрорельефа, отбор образцов торфа на разных формах микрорельефа для лабораторного определения ботанического состава, степени разложения, влажности, зольности и степени гумификации.

Доля выгорания поверхности в пределах модельных площадок изменялась от 67 до 100%. На большинстве площадок выгоранию оказались более подвержены понижения микрорельефа, в то время как положительные формы сохранились, либо выгорели частично. Через 6 лет после пожара на Бакчарском болоте отмечено выравнивание поверхности в сравнении с фоновыми площадками, несмотря на большую интенсивность выгорания понижений, что вероятно произошло за счет постепенного проседания моховых подушек с нарушенным покровом сфагновых мхов. На всех площадках происходит интенсивное зарастание *Polytrichum strictum*. На Бакчарском болоте отмечено частичное восстановление сфагновых мхов. На трех из пяти площадок сфагновыми мхами более интенсивно зарастают понижения. Особенностью Усть-Бакчарского болота в условиях низких уровней болотных вод является замещение сфагновых мхов лишайниками. Выгоревшие поверхности плоскобугристого болота отличаются низкой встречаемостью сфагновых мхов, на буграх встречаемость несколько выше. Глубина трансформации свойств торфяной залежи не ограничивается горелым слоем, а распространяется

глубже в связи с изменением условий увлажнения и миграции зольных элементов. В понижениях она достигает 15 см, на повышениях 35 см.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 22-77-10024.

КРИТИЧЕСКИЕ УРОВНИ БОЛОТНЫХ ВОД, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СМЕНУ МИКРОЛАНДШАФТОВ НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ ЛАММИН-СУО

Скороспехова Т. В., Журавлева А. Д.

CRITICAL WATER TABLE LEVELS THAT DETERMINE THE MICROTYPES CHANGE IN THE LAMMIN-SUO MIRE

Skorospekhova T. V., Zhuravleva A. D.

Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург. tanchiz@gmail.com

Одной из важнейших характеристик водного режима болот является уровень болотных вод, определяющий обводненность различных участков. Положение среднего многолетнего минимального уровня болотных вод относительно поверхности болота является показателем мощности деятельного слоя торфяной залежи, где располагается корневая система болотной растительности. Таким образом, между положением болотных вод и растительностью существует прямая связь.

Во второй половине XX столетия на верховых болотах Северо-Запада отмечается процесс постепенной смены болотных микроландшафтов, при этом особенно выражено увеличение площадей микроландшафтов лесной группы. В работах Е. А. Романовой (1961) и К. Е. Иванова (1957), основанных на подробных исследованиях верховых болот Северо-Западного региона России, была определена связь микроландшафтов и средних годовых значений уровней болотных вод. Лесные группы микроландшафтов, как правило, занимают наименее увлажненные участки, мохово-травяные и травяные группы – наиболее влажные.

Наличие длинного ряда наблюдений дает возможность поиска критических уровней болотных вод, при которых происходит смена болотных микроландшафтов. В качестве объекта исследования было выбрано верховое болото Ламмин-Суо, расположенное в Ленинградской области, в 2,5 км к западу от поселка Ильичево. С 1950 года и по настоящее время на болоте ведутся непрерывные наблюдения за гидрометеорологическим режимом. Анализ рядов гидрометеорологических данных показал, что, начиная с 1975 года, происходит нарушение однородности: рост температуры воздуха, увеличение выпадающих осадков, внутригодовое перераспределение стока. Одновременно с гидрометеорологическими изменениями происходит смена микроландшафтов.

Основываясь на многолетних наблюдениях уровней болотных вод и регулярных геоботанических съемках на болоте Ламмин-Суо, были определены средние уровни за вегетационный период для различных групп микроландшафтов, а также диапазоны колебания уровней. Полученные значения средних уровней болотных вод были сопоставлены с данными о характерных уровнях воды для зоны олиготрофных болот Северо-Запада России. Между данными литературных источников и уровнями, измеренными на болоте Ламмин-Суо, наблюдается сходство средних многолетних значений. Однако, по данным наблюдений на болоте Ламмин-Суо амплитуда колебания уровней для лесных и мохово-лесных микроландшафтов значительно выше. Такое расхождение вероятно связано с тем, что данные литературных источников основаны на коротких рядах наблюдений стационарного климатического периода, тогда как измерения на болоте Ламмин-Суо охватывают более продолжительный промежуток времени, включая период климатических изменений.

В последние три десятилетия на болоте Ламмин-Суо отмечается повсеместное увеличение древесной растительности, особенно это выражено в южной части болота, где наблюдается сильное падение уровня болотных вод. Анализ средних минимальных уровней болотных вод за вегетационный период показал, что критический уровень перехода микроландшафта из мохово-травяной в моховую группу составляет –41 см относительно поверхности болота, из моховой в мохово-лесную группу – –45 см, а из мохово-лесной в лесную группу – –50 см. При наблюдающейся тенденции снижения уровней болотных вод критическими уровнями, определяющими смену микроландшафта, являются минимальные уровни. При этом важно учитывать, что для перехода необходима серия последовательно повторяющихся лет с низкими уровнями.

TRICHOPHORUM CESPITOSUM НА БОЛОТАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Смагин В. А.

TRICHOPHORUM CESPITOSUM ON MIRES OF LENINGRAD REGION

Smagin V. A.

Ботанический институт РАН имени В. Л. Комарова, Санкт-Петербург. smagin.mire@gmail.com

Пухонос дернистый (*Trichophorum cespitosum*) на болотах Ленинградской области находится на юго-восточной границе ареала. Он распространен в регионах, расположенных к западу и северу, на болотах побережья Балтийского моря и болотах северной половины таежной зоны, в Республике Карелия и Архангельской области, где произрастает в условиях как олиготрофного, так и мезотрофного питания. На территории Ленинградской области просматривается географическая дифференциация в его приуроченности к типу местообитаний, что проявляется при анализе выполненных геоботанических описаний. *Trichophorum cespitosum* и образуемые им сообщества встречаются на Карельском перешейке и северо-востоке – востоке области. Описания сообществ с *Trichophorum cespitosum* выполнены на болотах к северу от р. Свирь и на на Вепсовской возвышенности. Пухонос в небольшом количестве встречается на грядах в составе кустарничково-сфагновых сообществ (*Sphagnum fuscum*), но главным образом в мочажинах с отмершим сфагновым покровом, где и образуют сообщества. В северо-западной части Карельского перешейка сообщества с травяным ярусом из пухоноса, порой имеющего покрытие 20% и более, располагаются в мочажинах и на коврах. На грядах вид встречается реже и с небольшим покрытием. Причем часто моховой ярус в сообществах пухоноса образует атлантический вид *Sphagnum tenellum*. На юго-западе Карельского перешейка пухонос произрастает на низких грядах мезотрофных болот, названных М. С. Боч (1990) аапа-болотами юго-западного Приладожья. Произрастает он вместе с *Molinia caerulea*, *Carex lasiocarpa*, *Trientalis europaeus*, по коврику из *Sphagnum papillosum*. В близком по составу сообществе он отмечен и на краю Сестрорецкого болота в ЮЗ части перешейка. Южнее С-Петербурга пухонос обнаружен на склоновых лесных мезотрофных болотах с тростником в Ломоносовском р-не, где также соседствует с молинией и осокой волосистоплодной. Моховой ярус образован *Sphagnum angustifolium*. Таким образом, на болотах Вепсовской возвышенности пухонос произрастает в омбротрофных «черных мочажинах», на СЗ Карельского перешейка – на олиготрофных коврах и мочажинах, на юге перешейка и южнее р. Нева – на участках мезотрофных структурированных и лесных болот.

ЛИТОРАЛЬНАЯ БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ОНЕЖСКОЕ ПОМОРЬЕ» (БЕЛОЕ МОРЕ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Смирнова М. А.¹, Дровнина С. И.², Петрова Н. В.²

LITTORAL MIRE VEGETATION OF THE ONEGA POMORIE NATIONAL PARK (WHITE SEA, ARKHANGELSK REGION)

Smirnova M. A.¹, Drovkina S. I.², Petrova N. V.²

¹ Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург. medvedetz@gmail.com

² Национальный парк «Кенозерский», Архангельск. fenolog@kenozero.ru

В 2021 г. проведены геоботанические исследования растительного покрова побережий Белого моря в национальном парке «Онежское Поморье». Беломорские прибрежные террасы подвергаются дважды в день приливно-отливной деятельности моря. Корневая система и нижняя часть растений во время отливов частично остается под водой.

Были обследованы 3 участка: Летнезолотицкий, Лопшеньгско-Яреньгский и Унская губа. На Летнезолотицком участке побережья представлены валунными и песчаными террасами, местами заболоченными. Болота в прибрежной полосе формируются в небольших бухтах, почти замкнутых заливах, и представлены евтрофными, реже мезоевтрофными сообществами. Залив около мыса Сатанский наиболее пестрый по набору растительных сообществ или фрагментов сообществ, видовой состав сообществ меняется от галофильной к болотной растительности. Были описаны осоковые (*Carex mackenziei*), поточниковые (*Blysmus rufus*), пушицевые (*Eriophorum angustifolium*) болота.

Террасы Лопшеньгско-Яреньгского участка песчаные, на отрезке между оз. Мураканским и Унским маяком побережье и прилегающие к нему территории представляют собой чередование приморских берговых валов и межваловых понижений. Для валов типичны сосняки кустарничково-лишайниковые, кустарничково-зеленомошные. В понижениях встречаются открытые и облесенные сосной кустарничково-сфагновые, кустарничково-пушицево-сфагновые болота (*Sphagnum fuscum*, *S. lindbergii*, *S. papillosum*) с грядово-мочажинными комплексами, которые чередуются с открытыми безлесными осоково (*Carex lasiocarpa*, *C. limosa*) -сфагновыми (*S. majus*, *S. papillosum*, *S. balticum*) с озерковыми и мочажинными комплексами, но без ярко выраженных грядовых.

В отличие от Летнезолотицкого и Лопшеньгско-Яреньгского участков, берега Унской губы низкие, плоские, заиленные или заболоченные. В осенний период при большом нагоне воды с моря сообщества средней литорали также бывают периодически подтопленными, даже в максимальный отлив. Кроме того, штормовая деятельность моря часто сильно меняет облик побережья и растительного покрова на нем. Ниже представлены болотные сообщества низкой литорали, чаще всего они достаточно сомкнутые: поточниковые (*Blysmus rufus*), болотницевые (*Eleocharis uniglumis*), клубнекамышовые сообщества (*Bolboschoenus maritimus*), вейниково-травяные (*Calamagrostis groenlandica*, *Carex bigelowii*, *Eriophorum angustifolium*, *Parnassia palustris*, *Pedicularis palustris*, *Phragmites australis*).

Тростниковые сообщества (*Phragmites australis*) в Унской губе являются самыми распространенными типами растительности и занимают значительные площади. На градиенте удаления от береговой линии их можно разделить на три экологические группы: тростниковые сообщества низкой литорали (прибрежно-водные, чистые, т.е. без примеси других видов); тростниковые сообщества средней литорали (с участием в составе видов приморских лугов *Agrostis straminea*, *Calamagrostis groenlandica*, *Juncus gerardii*, *Glaux maritima*); тростниковые болота средней литорали и супралиторали (с участием и часто доминированием болотных видов *Comarum palustre*, *Eriophorum angustifolium*, *Oxycoccus palustris*, *Warnstorfia exannulata*, *Sphagnum teres*).

ДИНАМИКА УСЛОВИЙ ЛОКАЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ АЛЕУТСКИХ ОСТРОВОВ В ГОЛОЦЕНЕ

Смышляева О. И.

HOLOCENE DYNAMICS OF LOCAL MOISTURE CONDITIONS IN ALEUTIAN WETLANDS

Smyshlyeva O. I.

Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, Москва. smyslyevaol@gmail.com

Уже более ста лет болотные экосистемы являются объектом пристального изучения, в том числе в связи с тем, что они являются палеоархивами для реконструкций условий окружающей среды. Особенности формирования этих палеоархивов остаются неизвестными для многих регионов Земли, несмотря на множество работ. Одним из таких регионов является Командорско-Алеутская островная гряда, расположенная между Евразией и Северной Америкой. Растительность и флора региона формировались преимущественно в течение голоцена за счет постепенного проникновения растений, как с запада, так и с востока. Из отдельных источников было известно, что используемые для реконструкций торфяники были преимущественно травяными. Океанический климат способствовал накоплению торфа, однако ботанический состав его до сих пор оставался неизвестен. Также оставалось неизвестным, как именно на состав торфа влияли в течение голоцена вулканические извержения, климат, воздействие птиц и изменения локальных условий увлажнения – те ключевые факторы, которые определяли динамику растительности островов.

Впервые был определен ботанический состав торфа из четырех отложений на западе и востоке гряды и степень его разложения. Все торфяники были преимущественно сложены остатками осок различных видов, остатки древесных растений и мхов практически отсутствовали. С использованием корреляционного анализа удалось определить границы применимости анализа стабильных изотопов углерода и азота для реконструкции локальных условий формирования торфяников. Мы предполагаем, что в установленные периоды изменения $\delta^{13}\text{C}$ соответствовали динамике уровня локального увлажнения, что подтверждается синхронными изменениями участия в составе торфа остатков влаголюбивых видов осок. Выпадение череды пеплов или слоев мощностью больше 4 см вызвало увеличение локального увлажнения. Изменения климата в разных частях гряды не приводили напрямую к изменению состава растений торфообразователей или локального увлажнения. В составе береговых торфяников, подверженных влиянию колоний морских птиц, в среднем, была выше доля остатков злаковых.

Полученные результаты позволили собрать первые представления о динамике и функционировании болотных экосистем островов Командорско-Алеутской гряды. В отличие от распространенных случаев развития болотных массивов, изученный низинный торф не сменялся верховым ни в одном из четырех отложений. В первую очередь, это может быть связано с особенностями расположения в рельефе пригодных для отбора торфяников. Однако, как отмечают многие работавшие в регионе ботаники, на островах не встречаются классические болота верхового типа.

ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЛАССКОГО БОЛОТНОГО МАССИВА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Собко Е. И., Zubov И. Н., Пономарева Т. И.

ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF WATER BODIES OF THE ILASSKY SWAMP MASSIF (ARKHANGELSK REGION)

Sobko E. I., Zubov I. N., Ponomareva T. I.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
УрО РАН, Архангельск. elfisina@yandex.ru*

В настоящее время уделяется большое внимание изучению планктонной фауны болотных водоемов. Для Архангельской области характерны грядово-мочажинные болота южноприбеломорского типа. Зоопланктонные сообщества водных объектов данного типа болот в регионе ранее не изучались. В 2021 году впервые были проведены исследования структуры зоопланктонных сообществ мочажин и вторичных водоемов (озерки) южноприбеломорского верхового болота Иласское (Архангельская область).

Планктонная фауна изученных водных объектов представлена зарослевыми, ацидофильными и сфагнофильными видами ракообразных и коловраток. В составе зоопланктона мочажин обнаружено 37 видов планктонных беспозвоночных, из которых коловраток – 15 видов, ветвистоусых ракообразных – 18 и веслоногих ракообразных – 4 вида. Зоопланктонные сообщества озерков представлены 34 видами планктонных беспозвоночных, из которых коловраток – 14 видов, ветвистоусых ракообразных – 17 и веслоногих ракообразных – 4 вида. Для зоопланктонных сообществ мочажин характерны высокие показатели количественного развития. Средние значения численности и биомассы зоопланктона в мочажинах составляли $649,7 \pm 53,0$ тыс. экз./м³ и $4,36 \pm 0,4$ г/м³, в озерках – $75,5 \pm 41,6$ тыс. экз./м³ и $0,59 \pm 0,2$ г/м³ соответственно.

В трофической структуре сообществ зоопланктона мочажин преобладали детритофаги (вторичные фильтраторы и вертикаторы). В зооценозах озерков по числу видов преобладали организмы с фильтрационным типом питания. По численности в зооценозах этого типа водоемов доминировали первичные фильтраторы и хищный зоопланктон.

Состав и структура зоопланктонных сообществ Иласского болота определяются особенно-стью гидрологических и химических характеристик изученных водных объектов, а именно: колебанием уровня болотных вод, низкими значениями минерализации, кислой реакцией среды (рН=4,6), повышенной цветностью вод.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕ ПОЖАРОВ НА ЗАПАДНОСИБИРСКИХ БОЛОТАХ

Степанова В. А.

POST-FIRE RESTORATION OF VEGETATION IN WEST SIBERIAN MIRES

Stepanova V. A.

Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий СО РАН, Томск. verastep1985@rambler.ru

Пожары на торфяниках являются причиной изменения функционирования болот с поглощения на высвобождение углерода. Пирогенная сукцессия, которая развивается после пожаров,

возвращает болота к депонированию углерода. Вызывает интерес: как развивается пирогенная сукцессия и восстанавливается углерод-аккумулирующая функция в торфяных болотах Западной Сибири. Цель данного исследования: изучение видового состава, запасов надземной фитомассы и первичной продукции на шестом-восьмом году послепожарной сукцессии в торфяных болотах южной тайги и лесотундры.

Исследования проводились в Томской области на Бакчарском и Усть-Бакчарском болоте (пожар в 2016 и 2014 году соответственно) и Ямало-Ненецком автономном округе на болоте Пангоды (пожар в 2016 году). На каждом из них выделили по 2–5 ключевых участков, на которых проводили геоботанические описания, заложили по пять площадок 0,25 м² для определения надземной биомассы сосудистых растений методом укосов и по 5–7 площадок 17 см² – для сбора фитомассы мхов и лишайников. Также на каждом болоте были выбраны контрольные участки, не пострадавшие от пожара. В камеральных условиях образцы сосудистых растений разбирали по видам и фракциям, высушивали и взвешивали. Продукция оценивалась с учетом проективного покрытия видов.

На контрольных участках общее проективное покрытие (ПП) растительности составило 100 %, а на участках восстанавливающихся после пожара – 65 % в Пангодах, 95 % в Усть-Бакчаре и 75–95 % в Бакчарском болоте. При этом вклад групп растений в общее ПП на выгоревших и контрольных участках менялся. В лесотундре на послепожарных участках наблюдается уменьшение общего ПП, значительное увеличение ПП трав и снижение ПП лишайников на бугре и сфагновых мхов в мочажине. Для болот южной тайги значительно увеличилось ПП *Polytrichum strictum*, несколько увеличилась доля трав. Для Бакчарского болота также снизилась доля сфагновых мхов в проективном покрытии.

Общий запас фитомассы на послепожарных участках болота в лесотундре ниже, чем в южной тайге. Наибольший вклад в него на Бакчарском болоте и бугре болота Пангоды дают сфагновые мхи, *Polytrichum strictum* и сосудистые, в Усть-Бакчарском болоте – кустарнички, а в мочажине болота Пангоды – сфагновые мхи или *Polytrichum strictum*.

Общая надземная первичная продукция на болотах южной тайги ниже или превосходит таковую на контроле, снижается доля сфагновых мхов и увеличивается доля *Polytrichum strictum* и кустарничков. В лесотундре на бугре общая надземная продукция выше, чем на контроле, возрастает вклад сосудистых на втором бугре и *Polytrichum strictum* на двух, и уменьшается вклад сфагновых мхов на втором бугре. В мочажинах надземная первичная продукция схожа с контролем с увеличением доли сфагновых мхов, либо в два раза ниже, чем на контроле: значительная доля у *Polytrichum strictum*, увеличивается доля сосудистых (*Carex rotundata*, *Eriophorum russeolum*), снижается доля сфагновых мхов.

В целом восстановление после пожара идет за счет видов, которые доминируют на ненарушенных болотах. В южной тайге разрастается *Polytrichum strictum*, а в лесотундре появляются нетипичные для этих болот виды трав. Для изученных болот характерна пятнистость ПП, видовой состав, запасы фитомассы и скорость восстановления на разных участках одного горелого болота неодинаковы. В южной тайге запас фитомассы восстанавливается благодаря разрастанию кустарничков и *Polytrichum strictum*, в лесотундре на буграх он значительно меньше в связи с низкой скоростью восстановления лишайников. В лесотундре надземная первичная продукция в мочажине превышает контроль, а на бугре приближается к контролю благодаря разрастанию сфагновых мхов и *Polytrichum strictum*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 22-77-10024.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ оз. ЗМЕИНОЕ (БОЛОТНЫЙ МАССИВ «БОЛЬШОЙ МОХ», МОЛОГО-ШЕКСНИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Суворова А. Н.¹, Садоков Д. О.^{2,3}, Савельева Л. А.¹

CLIMATE AND VEGETATION CHANGES DURING THE EARLY HOLOCENE ACCORDING TO THE POLLEN DATA OF PEAT AND LACUSTRINE SEDIMENTS OF THE LAKE ZMEINOE (“BOLSHOY MOKH” BOG, MOLOGA-SHEKSNA LOWLAND)

Suvorova A. N.¹, Sadokov D. O.^{2,3}, Savelieva L. A.¹

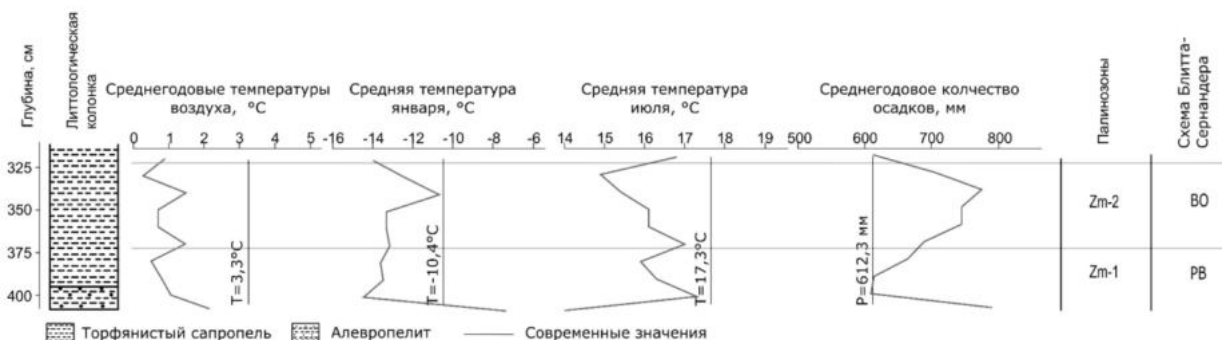
¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург. st069392@student.spbu.ru

² Shenzhen MSU-BIT University, Shenzhen, China

³ Дарвинский государственный природный биосферный заповедник, Череповец

История изменений растительности и климата в голоцене на территории Молого-Шекснинской низменности до сих пор имеет много неопределенных положений. Например, до сих пор не выполнено количественных реконструкций климата. На основе спорово-пыльцевого анализа озерно-болотных отложений оз. Змеиное (58°33'45,0" с. ш., 37°36'43,0" в. д.) проведена реконструкция растительности пребореала и бореала, с использованием метода современных аналогов (Guiot, 1990) и программного обеспечения R (Simpson, 2007) восстановлены основные климатические параметры. Современные среднегодовые температуры воздуха составляют 3,3 °С, в январе – –10,4 °С, в июле – 17,3 °С; среднегодовая сумма осадков – 612 мм (Кузнецов и др., 2006). Согласно методу трансферных функций, примененному к поверхностной пробе, разница между рассчитанным и современными значениями температур составляет ~ 0,5 °С. Рассчитанное значение суммы осадков превышает данные метеорологических наблюдений на 100 мм.

На границе позднего дриаса и пребореала отмечаются кратковременные и значительные изменения климата (Рис.): относительно высокие температуры воздуха года (2,2 °С) и января (–7,3 °С), и в то же время низкие в июле (14 °С). В растительном покрове произошла смена лесотундр, в которых доминировали береза, осоковые и злаковые, на разреженные сосново-березовые леса с елью, ивой и осоковыми, злаковыми, полынью в травяно-кустарничковом ярусе. *Пребореал* был самым холодным периодом голоцена по нашим данным (Рис.): среднегодовые температуры воздуха в среднем составляли ~ 0,8 °С, в январе – –14 °С, а в июле – 16,5 °С. Среднегодовое количество осадков составляло ~ 630 мм. По колебаниям среднегодовых температур фиксируются климатические фазы, выделенные Н. А. Хотинским (1977): половецкое потепление (1–2 °С) и переславское похолодание (0,5 °С).



Результаты метода современных аналогов по разрезу оз. Змеиногo 1 – торфянистый сапрпель, 2 – алевропелит

Климат *бореального периода* был прохладным и влажным. Среднегодовые температуры воздуха (Рис.) колебались от 0,3 °С до 1,5 °С; в январе – ~ –12,5 °С, в июле – ~16,3 °С. Среднегодовое количество осадков – 730 мм, выше современных на 100 м. Выявлено четыре климатических фазы на основе колебаний среднегодовой температуры: потепление (1,5 °С) – похолодание (0,7 °С) – потепление (1,5 °С) – похолодание (0,3–0,9 °С). Последнее похолодание, может быть, связано с «событием 8200» (Thomas et al., 2007; Walker et al., 2018). В районе оз. Змеиное произрастали разреженные березовые леса с сосной и ивой. К концу периода увеличивается доля трав.

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Сушко Г.Г.¹, Галанина О.В.², Новикова Ю.И.¹

TROPHIC STRUCTURE OF ENTOMOCOMPLEXES OF THE BOGS OF THE BELARUSIAN LAKELAND

Sushko G. G.¹, Galanina O. V.², Novikova Yu. I.¹

¹ Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, Витебск, Беларусь. gennadis@rambler.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Белорусское Поозерье – регион, расположенный в северной и северо-западной части Республики Беларусь. Он характеризуется наибольшим распространением болот верхового типа в стране и образован в результате последнего Поозерского (Валдайского) оледенения. Как следствие, Белорусское Поозерье отличается более поздним формированием болотных фитоценозов и трофических связей фитофагов с кормовыми растениями. К наиболее многочисленным консументам верховых болот можно причислить насекомых. Преобладающими функциональными группами среди них являются зоофаги (48,51 % всех выявленных видов) и фитофаги (44,35 %). На долю остальных групп (зоофитофаги, сапрофаги, мицетофаги, лишенофаги и др.) приходилось в совокупности 7,13 %. Более половины видов (50,00–60,80 %) в таксонах, содержащих фитофагов, приходится на долю полифагов. В тоже время высока доля (28,00–47,62 %) олигофагов, трофически связанных со специализированными растениями верховых болот. Доля монофагов среди представителей большинства отрядов невысока, за исключением Sternorrhyncha (38,10 %) и Auchenorrhyncha (22,00 %).

Больше всего видов трофически связаны с голубикой (124 вида), немного меньше – с березой (110) и вереском (75 видов). Следует отметить, что вереск обыкновенный является постоянным компонентом верховых болот Поозерья. Кроме того, хозяйственная деятельность на протяжении прошлого века и пожары способствовали еще более широкому распространению вереска, а также березы в болотных фитоценозах. Наиболее число видов в качестве кормовых растений используют осоки (*Carex* spp.) (53 вида) и пушицу влагалищную (18 видов). Меньше всего видов фитофагов связаны с росянками (*Drosera* spp.) и шейхцерией болотной (по 1 виду). Как видно, большое количество потребителей среди насекомых имеют всего несколько видов растений. Вероятным объяснением этого факта могут быть специфические аспекты морфологии и биохимии болотной флоры. В частности средообразователи верховых болот – сфагновые мхи из-за высокого содержания фенольных соединений и сильноокислой реакции их тканей почти не имеют потребителей. К настоящему выявлены лишь единичные случаи поедания сфагновых мхов личинками чешуекрылых насекомых (Клепиков, 2008). Болотным кустарничкам и травам свойственны ксероморфные признаки, которые ухудшают их пищевые качества: жесткость и опушенность листьев (багульник), восковой налет (голубика, подбел), сильно кутинизированная толстая эпидерма (клюква, брусника), эрикоидная структура листа (вереск, водяника), а также сильное развитие в листьях механических тканей.

Другой важной особенностью формирования трофических связей насекомых и растений верховых болот Белорусского Поозерья, по всей видимости, является специфика растительных сообществ, которые включают, с одной стороны, флористические элементы перигляциальной флоры, в настоящее время широко распространенные в субарктической тундре, и элементы европейской приатлантической флоры – с другой (Боч, Мазинг, 1979).

ГИБРИДНАЯ МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ СРЕДНЕГО РАЗРЕШЕНИЯ

Тарасенко В. В., Раевский Б. В.

HYBRID METHOD FOR CLASSIFICATION OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS USING MEDIUM-RESOLUTION REMOTELY SENSED DATA

Tarasenko V. V., Raevsky B. V.

*Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, Петрозаводск
victor.tarasenko.2208@mail.ru, borisraevsky@gmail.com*

Бурное развитие космических технологий в XXI веке и, главное, все более заметное влияние использования космических информационных продуктов на развитие Российской Федерации являются неоспоримым свидетельством важности получения достоверных и актуальных данных о состоянии наземного покрова территорий регионального значения. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а именно, разновременные многозональные космические снимки среднего разрешения представляют собой уникальный комплект достоверной пространственной цифровой информации. На сегодняшний день, к числу наиболее актуальных следует отнести вопросы разработки новых методических подходов классификации данных ДЗЗ. Классификация – это автоматизированное подразделение всех пикселей снимка на группы или классы, соответствующие разным объектам обычно по спектральным признакам, т.е. на основе различий в значениях спектральной яркости (Мальшева, 2012).

Разработано и активно применяется в практике большое количество различных методик классификации. В данной работе представлен обзор «гибридного» подхода к решению задачи классификации данных ДЗЗ. Территория исследования – восточная часть Кольского полуострова (2 991 000 га). В качестве данных ДЗЗ выбраны космические снимки (КС) системы Landsat (30 м., пространственное разрешение) в условно «зимний» (март 2021 г.) и «летний» (июль 2022 г.) периоды съемки. Программное обеспечение для выполнения классификации – Scanex Image Processor v 5.1. Эталонные участки формировались на основе данных морской экспедиции КарНЦ РАН (июль-август 2022 г.), информации планов лесонасаждений, данных ДЗЗ высокого разрешения из открытых источников (Google, Bing). Создано 450 «первичных» эталонов, скомпонованных в 31 группу. Используемый метод классификации – спектральная классификация без учителя, метод «Нейронный газ» модуля «Тематик ПРО». Оригинальность предлагаемой методики заключается в том, что на первом этапе выполняется классификация только хвойных насаждений по «зимнему» КС (каналы КС: 2-3-4-5-6-7) с использованием групп эталонов «ельники» и «сосняки» в границах этих эталонов с выделением после анализа результатов «вторичных» эталонов максимально однородных по спектральным характеристикам. «Гибридность» предлагаемой методики состоит в использовании метода «Нейронный газ» (без учителя) на основе подобранных эталонов с достаточно точно известными характеристиками и явным заданием количества классов. Второй этап классификации происходит по всей территории «зимнего» КС на основе «вторичных» эталонов хвойников, результатом

которого является формирование «маски» хвойных насаждений. На заключительных этапах выполняется классификация «летнего» КС (каналы КС: 2-3-4-5-6-7) вне границ «маски» хвойных насаждений, то есть, хвойные насаждения исключаются из процесса классификации. Общая точность полученных результатов классификации составляет **0,9**. В результате выполненной 2-х уровневой классификации создаются слои хвойных насаждений и всех остальных классов, пригодные для формирования актуальной и достоверной цифровой тематической карты исследуемой территории.

КСИЛОГЕНЕЗ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ БОЛОТ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Тишин Д. В., Чижикова Н. А., Искандиров П. Ю., Ложкин Г. И.

XYLOGENESIS OF SCOTCH PINE IN THE SWAMPS OF THE VOLGA-KAMA RESERVE

Tishin D. V., Chizhikova N. A., Iskandirov P. Yu., Lozhkin G. I.

Казанский федеральный университет, Казань. dendroecology@gmail.com

Проведены исследования сезонного роста клеток годовичных колец у сосны обыкновенной, произрастающей на территории Волжско-Камского биосферного заповедника (Зеленодольский район, Республика Татарстан), где преобладают естественные сосновые леса разных типов. Для исследования ксилогенеза были выбраны доминантные деревья возрастом до 100 лет, произрастающие в контрастных местообитаниях (болото, суходол). Первый участок «болото» – сосняк сфагновый кустарниковый, расположенный на сплавине озера Долгое с характерным избыточным увлажнением почвы в течение всего вегетационного периода. Сфагновое болото переходного типа, мощность торфа достигает 3 м. Класс бонитета древостоя – V. Вторым участком «суходол» – сосняк зеленомошный на сухой дерново-подзолистой почве, с высокой потенциальной продуктивностью, характеризующийся I классом бонитета насаждения. Динамика сезонного нарастания слоя древесины показала классическую сигмоидную форму. Установлены фенологические сроки камбиальной активности в 2018 году. Начало образования первых клеток ксилемы на участках было синхронно и наблюдалось 26 мая, что соответствует сумме эффективных температур, необходимой для начала роста клеток, равной 256 °С. Максимальных значений скорость радиального прироста болотной сосны достигла 16 июня, а на суходоле 20 июля. Рост клеток на болоте прекратился 5 августа, что на 16 дней раньше, чем на суходоле. Таким образом, общее количество дней сезонного роста сосны на болоте составило 71, а на суходоле 87 дней. Установлено, что основным драйвером роста сосны нашего района исследования является температура воздуха теплого периода времени. Полученные результаты могут быть использованы в прогнозе динамики продуктивности сосновых лесов в условиях меняющегося климата. В заключение хотелось бы отметить необходимость многолетних исследований сезонного роста годовичных колец для оценки пределов вариации полученных в данной работе дат фенологии ксилогенеза.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-76-10042).

РАЗВИТИЕ БОЛОТ В РОССИЙСКО-ФИНЛЯНДСКОМ ПАРКЕ «ДРУЖБА» И НА БЛИЗЛЕЖАЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГОЛОЦЕНЕ

Филимонова Л. В.

THE DEVELOPMENT OF MIRES IN THE RUSSIAN-FINNISH FRIENDSHIP PARK AND IN THE SURROUNDING AREA AGAINST CHANGES IN THE NATURAL ENVIRONMENT DURING THE HOLOCENE

Filimonova L. V.

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск. filimonovaluda@mail.ru

Полученные реконструкции основаны на палинологических и макрофоссильных исследованиях 4 разрезов озерно-болотных отложений и опираются на 25 датировок по ^{14}C .

Установлено, что дегляциация территории началась ~ 9700 л. н. / 11 160 кал. л. н. и закончилась ~ 9500 ± 70 л. н. / 10 830 ± 160 кал. л. н. Она была обусловлена глобальным потеплением климата в пребореале (PB) с максимумом ~ 10000 л. н. / 11 600 кал. л. н. По мере отступления ледника распространились перигляциальные, тундровые (ерниково- и кустарничково-зеленомошные, ивовые и осоково-злаковые) и лесотундровые березовые сообщества. В PB началось заторфовывание некоторых обводненных депрессий. Так, в разрезе болота Isosuo (64.56 N, 29.85 E) базальный слой торфа с примесью песка датирован возрастом 9500 ± 70 л. н. / 10 830 ± 160 кал. л. н. Мелководья палеоводоемов также начали зарастать водно-болотной растительностью, но этот процесс сдерживался их глубоководностью, поступлением холодных талых вод и еще довольно суровыми климатическими условиями.

В бореале (BO) березовые редколесья сменились березовыми и сосново-березовыми редкостойными лесами. Потепление климата, дефицит влажности и снижение уровня грунтовых вод в результате гляциоизостатического подъема Балтийского щита способствовали распространению сосновых лесов до максимума в конце BO (8240 ± 60 л. н. / 9220 ± 100 кал. л. н., 8090 ± 200 л. н. / 9000 ± 260 кал. л. н.) и болотообразованию. Сразу с отложения переходного торфа 9110 ± 80 л. н. / 10 300 ± 100 кал. л. н. началось развитие болота Härkösuo (64.20 N, 30.43 E). В обмелевшем водоеме Межсельговое (64.58 N, 30.37 E) идет накопление сапропеля.

В атлантикуме (AT) преобладали сосновые и березово-сосновые среднетаежные леса. Потепление и увеличение влажности климата создали условия для расселения ольхи клейкой, возможно, вяза. Экспансия ели отмечена с 5700 л. н. / 6500 кал. л. н., ее существенный вклад в растительный покров – с 5440 ± 40 л. н. / 6240 ± 50 кал. л. н. Характерно активное зарастание обмелевших водоемов евтрофными травяными, травяно-сфагновыми и травяно-гипновыми сообществами и переход их на тельматическую стадию развития. На болотах Isosuo и Härkösuo широкое распространение имели евтрофные и мезотрофные фитоценозы. В конце AT на первом отмечено появление мезотрофно-олиготрофных осоково-шейхцериево-сфагновых сообществ, на втором – формирование кочковато-топяных комплексов со *Sphagnum fuscum* на кочках. В суббореале (SB) продолжается распространение еловых лесов до максимума после 3290 ± 70 л. н. / 3520 ± 80 кал. л. н. Для болот Isosuo и Härkösuo были характерны те же сообщества, что и в конце AT, для Межсельговое – грядово-мочажинные комплексы.

Глобальное похолодание в начале субатлантикума (SA) вызвало выпадение из растительного покрова района исследований и южнее расположенных территорий неморальных видов, изреживание сосновых и еловых лесов, в результате чего они приобрели северотаежный облик. Участие ели в составе лесов снизилось, особенно в последние 800 (700) лет. В SA на болоте Härkösuo отмечено увеличение трофности из-за большего поступления богатых грунтовых вод и формирование мезотрофно-евтрофных осоково-сфагновых сообществ. На болоте Isosuo подъем уровня болотно-грунтовых вод способствовал распространению гипергидрофильных сфагнов, характерных

для обводненных мочажин. В месте отбора разреза Межсельговое-1 зафиксировано «наступление» мочажины на гряду в SA-1. Однако последующая экспансия мезоолиготрофных и олиготрофных мхов, доминирование последних со времени 800 л. н. / 700 кал. л. н. свидетельствуют об обеднении болотно-грунтовых вод, снижении их уровня и переходе центральной части болота на атмосферный тип питания.

СВИДЕТЕЛЬСТВА ЗАБОЛАЧИВАНИЯ БЕРЕГОВ ЧУХЛОМСКОГО ОЗЕРА (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Филиппова К. Г.¹, Константинов Е. А.¹, Захаров А. Л.¹, Кузьменкова Н. В.^{1,2},
Рудинская А. И.¹, Сычев Н. В.¹, Баранов Д. В.¹, Константинова Н. Г.²**

EVIDENCE OF SWAMPING OF THE SHORES OF LAKE CHUKHLOMSKOE (KOSTROMA REGION)

**Filippova K. G.¹, Konstantinov E. A.¹, Zakharov A. L.¹, Kuzmenkova N. V.^{1,2},
Rudinskaya A. I.¹, Sychev N. V.¹, Baranov D. V.¹, Konstantinova N. G.²**

¹ *Институт географии РАН, Москва. xenia.filippova@igras.ru*

² *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва*

Лаборатория палеоархивов природной среды ИГРАН проводит палеолимнологические исследования на Чухломском озере, расположенном в северной части Костромской области на Галичско-Чухломской возвышенности (водораздел рек Костромы и Унжи с абсолютными высотами 150,0–293,3 м), южнее границы последнего валдайского оледенения (Геологическая карта..., 1972). Возраст озера может достигать 130 тысяч лет, что ставит его в один ряд с наиболее древними озерами центра Восточно-Европейской равнины – Плещеево, Неро и Галичское.

Нами детально изучен рельеф дна озера и строение толщи озерных осадков с применением таких методов, как анализ гранулометрического состава отложений, измерение содержания органического и карбонатного вещества, магнитной восприимчивости, изучение пыльцевого спектра, исследование радиоизотопов ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$, и датирование отложений по общему углероду методом ускорительной масс-спектрометрии (возраст отложений из нижней части опорной колонки составляет порядка 25 тыс. л. н.).

Исследования берегов озерной котловины обнаружили отсутствие озерных отложений выше современного уреза озера. Уровень озера был поднят на 1,0–1,5 м в 1963 г. после строительства шандорной переливной плотины. Высокая зарегулированность водного режима Чухломского озера обусловлена не только наличием плотины, но и распространением вокруг озера заболоченных территорий (около 17% площади водосбора занято одним только болотным массивом – ООПТ «Святое болото») (Тимофеева, Южно, 2019). Строительство плотины остановило процесс придонной эрозии в центральной части озера (по данным содержания ^{137}Cs). Прослой торфа на прибрежном участке (обследование донных отложений в районе д. Ножкино и д. Ариино) на глубинах (от поверхности воды) от 1,65–2,35 до 2,20–2,70 м оказался перекрыт толщей грубодетритового слабоконсолидированного сапропеля, сформировавшегося за последние 60 лет. Бурение на поверхности плоской заболоченной поймы к западу от д. Ариино показало следующее строение: под сплавинной мощностью 1,0–1,4 м залегает темный грубодетритовый сапропель с песком и гравием, ниже которого располагается слой (1,58–1,70 м) торфа бурого, высокой степени разложения, опесчаненного, подстилаемого на глубине 1,70–1,90 м гравийно-галечным материалом с песчаным заполнителем (до 50%), ниже которого (1,90–2,40 м) происходит переслаивание супеси серой и суглинка серого среднего, подстилаемого песком (до забоя 2,5 м). Происходят отрывы сплавин, размеры кусков которой могут достигать размера небольших островков, переносимых по акватории озера

ветром. На отдельных участках берега по обе стороны от истока реки Вексы наблюдается древесный сухостой. Слабое расчленение береговой линии и наблюдаемые на берегах озера процессы говорят о стадии старости водоема и прогрессирующих процессах заболачивания.

Исследования проводятся в рамках Мегагранта № 075-15-2021-599 «Палеоэкологические реконструкции как ключ к пониманию прошлых, текущих и будущих изменений климата и окружающей среды в России», и ГЗ ИГРАН № FMWS-2019-0008.

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА УЧАСТКА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ ОТРОГОВ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШЕНИЯ

Харанжевская Ю. А.

EFFECTS OF DRAINAGE ON WATER TABLE LEVEL VARIATION IN THE NORTHEASTERN PART OF THE GREAT VASYUGAN MIRE

Kharanzhevskaya Yu. A.

Сибирский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий СО РАН, Томск. kharan@yandex.ru

Болота, обладая существенной поверхностной емкостью, снижают максимумы половодья, накапливают влагу и расходуют ее на испарение. Но активизация процессов разложения растительных остатков в условиях современных изменений климата может привести к снижению эффективной пористости верхнего слоя торфяной залежи и уменьшению аккумулирующей емкости болотных массивов, особенно на осушенных участках. Снижение эффективной пористости верхнего слоя вероятно будет способствовать интенсивному сбросу вод с болот, увеличению максимального стока рек, а значит, повысится вероятность возникновения экстремальных гидрологических явлений. Поэтому весьма актуальным является определение основных показателей гидрологической устойчивости болотных массивов Западной Сибири, что является важным аспектом при разработке моделей углеродного баланса территории в условиях изменения климата. Целью данной работы является оценка пространственной вариации гидрологического режима участка северо-восточных отрогов Васюганского болота в условиях осушения и пирогенного фактора.

Исследования уровня режима проводились на участке Васюганского болота в границах бассейна р. Гавриловка (левобережный приток р. Икса), вблизи с. Польшанка Бакчарского района Томской области, где в 1980-х гг. проведена лесомелиорация. В настоящее время отмечается зарастание осушительных каналов. В 2016 г. в пределах водосбора реки Гавриловка выгорела территория площадью 5,54 км². Мониторинг уровней проводился в 5 типичных микроландшафтах, а также в пределах пирогенного участка: сосново-кустарничково-сфагновый (РГ, РГ2, РГ3, ПГ2), осоково-сфагновый топяной (ТГ), грядово-мочажинный (Д2). Измерения уровней болотных и речных вод производились в 2022 году с применением регистраторов SolinstLevellogger (Canada) с периодичностью 1 час.

Анализ пространственной вариации уровней болотных вод, что в среднем за 2022 год отмечается более высокий уровень болотных вод на топи (–10 см) и соседнем с ней участке (РГ3) сосново-кустарничково-сфагнового микроландшафта (–18 см), снижение уровней до –27–41 см наблюдается на грядово-мочажинном комплексе (Д2) и сосново-кустарничково-сфагновых микроландшафтах (РГ, РГ2), в том числе на пирогенном участке (ПГ2). Исследования позволили отметить, что характер гидрологического режима зависит не только от вида болотного микроландшафта, характера осушения и выгорания поверхности, но и от расположения участка вблизи топей выклинивания, осушительных каналов, грунтовых дорог, зон дренирования магистрального канала и водоприемника.

Таким образом, под влиянием осушения отмечается существенное снижение уровней болотных вод на 20–30 см и повышение амплитуды их колебания в 1,3–1,8 раз в сосново-кустарничково-сфагновых микроландшафтах, в 2,5–3 раза в грядово-мочажинном комплексе и пироженном участке. Под влиянием пироженного фактора отмечается повышение отметок уровней ближе к поверхности болота за счет выгорания и выравнивания микрорельефа болота.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-27-00242.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЗЕРНО-БОЛОТНОЙ СУКЦЕССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА КРИВЕЦКИЙ МОХ (ВАЛДАЙСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ)

Цыганов А. Н., Пастухова Ю. А., Мазей Н. Г., Мазей Ю. А.

THE RECONSTRUCTION OF LAKE-MIRE SUCCESSION BASED ON THE RESULTS OF A MULTI-PROXY PALEOECOLOGICAL ANALYSIS OF THE DEPOSITS OF THE KRIVETSKYMOKH (VALDAI UPLAND)

Tsyganov A. N., Pastukhova Yu. A., Mazei N. G., Mazei Yu. A.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. andrey.tsyganov@bk.ru

Трансформация водоемов в болотные является закономерным процессом их развития, приводящим к существенному изменению их видового состава и функционирования. При появлении болотной растительности дальнейшая сукцессия обычно направлена на формирование более плотного растительного покрова и торфяной залежи, снижение поверхностной влажности болота, повышение содержания органического вещества и снижение зольности отложений. Результат сукцессии зависит от локальных гидрологических и климатических условий и может приводить к формированию низинного болота, заболоченного леса или верхового болота. В целом, генезис водно-болотных экосистем определяется сочетанием как аллогенных (внешних), так и автогенных (внутренних) факторов, при этом роль этих факторов на разных этапах развития и в разных экосистемах различна. Понимание закономерностей подобных сукцессий необходимо для прогнозирования развития водных и болотных экосистем в нестабильных условиях окружающей среды и возрастающей антропогенной нагрузки. Цель исследования – реконструкция озерно-болотной сукцессии в контексте динамики климата и растительности на прилегающей территории по результатам комплексного палеоэкологического анализа отложений болота Кривецкий мох (Валдайская возвышенности).

Озерно-болотные отложения общей мощностью 7 м были отобраны с помощью ручного бура и равномерно разрезаны на образцы толщиной 5 см. Образцы были использованы для проведения спорово-пыльцевого, ботанического, кладоцерного, ризоподного, диатомового анализа, а также для определения потерь при прокаливании и степени гумификации торфа. Возраст отложений определяли радиоуглеродным датированием (¹⁴CAMS) восьми образцов (ИГ РАН).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в течение голоцена исследуемая экосистема претерпела классическую сукцессионную трансформацию от олиготрофного озера (8300 г. до н.э. – 900 г. до н.э.) через низовое болото (900 г. до н.э. – 630 г.н.э.) до верхового болота (630 г.н.э. – по настоящее время). Продолжительность переходных фаз существенно короче продолжительности самих сукцессионных этапов, что может указывать на нелинейность сукцессионного процесса. Каждая стадия была связана с явными изменениями в локальном разнообразии организмов, реагирующих главным образом на аутогенные сукцессионные изменения на озерной стадии и на аллогенные факторы на болотно-болотной стадии. Последнее может быть связано с усилением антропогенного воздействия (наиболее отчетливо проявлялось в период с 900 г. до н.э.

по 630 г. н.э.) и большей чувствительностью экосистем торфяников к внешним, особенно климатическим, факторам по сравнению с озерами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 19-14-00102 и в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЭКОТОНЕ ЛЕС-БОЛОТО (ДАРВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАПОВЕДНИК)

Черненко П. А.

DYNAMIC PROCESSES IN THE FOREST-MIRE ECOTONE (DARWIN STATE NATURE RESERVE)

Chernenko P. A.

Институт лесоведения РАН, Успенское Московской обл. ch.polina@mail.ru

Государственный природный биосферный заповедник Дарвинский располагается на северо-западном побережье Рыбинского водохранилища, на границе Вологодской и Ярославской областей.

Болота занимают 80% территории заповедника. Воздействие периодического подтопления, вызванного колебаниями уровня водохранилища, инициирует ряд динамических процессов, проявляющихся, в том числе, в экотоне лес-болото.

Геоботанические исследования проводились на ключевом участке «Утешковское болото» в 2021 году. Участок имеет непосредственный контакт с заливами водохранилища с трех сторон. Он представляет собой верховое пушицево-кустарничково-сфагновое болото с низкорослой сосной, опоясанное с запада, юга и востока минеральными грядами, занятыми лесной растительностью.

Растительные сообщества являются надежным и хорошо заметным индикатором изменений, происходящих в экотоне лес-верховое болото, поэтому на основе составленной геоботанической карты были выявлены следующие динамические процессы:

Торфонакопление. Происходит на участках, занятых верховым болотным массивом.

Заболачивание. Протекает на окраинах внутриболотных минеральных островов и гряд.

Периодическое подтопление. Включает в себя непосредственное затопление территорий, а также подъем уровня грунтовых вод. Его влияние испытывают территории, непосредственно подвергающиеся кратковременному затоплению в сезон или в наиболее полноводные годы, и участки, на которых в данные временные отрезки повышается уровень стояния грунтовых вод. В сообществах увеличивается доля видов индикаторов затопления (*Carex nigra*, *Carex vesicaria*, *Poa palustris*, *Lythrum salicaria*, *Juncus filiformis*, *Comarum palustre*, *Alisma plantago-aquatica*, *Potamogeton gramineus*).

Восстановление ели. При отсутствии воздействия человека, в первую очередь вырубок леса, происходит самовосстановление ели, отмечаемой во всходах и подросте. В некоторых сообществах ель формирует второй ярус древостоя.

Естественное зарастание. Процесс, характерный для мелководных частей водоема, выражающийся в увеличении площади травяно-осоковых группировок.

Ветровалы. Наблюдаются по краям ключевого участка, на границе с заливами водохранилища, и происходят из-за сильных ветров, дующих с водохранилища.

Внедрение видов из зоны временного затопления (ЗВЗ). Процесс, выражающийся в проникновении видов, произрастающих в ЗВЗ, в сообщества суходольных участков и нехарактерные для

них. К таким видам относятся *Potamogeton gramineus*, *Carex rostrata* × *Carex vesicaria*, *Ranunculus lingua*, *Calla palustris*, *Carex acuta*.

Таким образом, основной процесс, определяющий динамику ландшафтов в экотонной полосе Дарвинского заповедника, это периодический подъем уровня грунтовых вод, связанный с воздействием водохранилища. Колебания уровня резервуара оказывают наибольшее влияние на растительные сообщества низких минеральных гряд, контактирующих с заливами водохранилища. Ведущим процессом естественной динамики ключевого участка является торфонакопление.

По результатам работы составлена крупномасштабная карта динамических процессов. Легенда представлена в матричном формате. Столбцы отображают динамические процессы, а строки – растительные сообщества. Для отображения процессов использованы цвета и индексы. Зоны, подверженные ветровалам, отмечены штриховкой, места наблюдения видов из ЗВЗ – символами. Всего на карте показан 21 выдел, для которых выявлено 8 процессов.

ОЦЕНКА СРЕДНИХ ЗАПАСОВ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА БОЛОТ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ ПОЧВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Честных О.В.^{1,2}, Каганов В.В.²

ESTIMATION OF THE AVERAGE SOIL CARBON RESERVES OF THE MARSHES OF NORTHERN EURASIA USING SOIL CHARACTERISTICS DATABASES

Chestnykh O. V.^{1,2}, Kaganov V. V.²

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. ochestn@mail.ru*

² *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва*

Вызванная антропогенной модификацией углеродного цикла биосферы проблема глобального потепления климата стимулировала научный интерес к оценке запасов углерода для крупных территориальных единиц: природных зон, регионов и провинций. Поскольку в арктических, бореальных и умеренных экосистемах значительная часть углерода содержится в органическом веществе почвы, территориальные расчеты запасов почвенного углерода стала популярным направлением исследований. В категории «нелесные земли» трудным местом остается оценка пулов торфа, размеров торфонакопления и эмиссии углерода с площадей естественных болот верхового, низинного и переходного типов, а также с болот, нарушенных хозяйственными воздействиями, включая пожары.

В работе использована база данных «Почвенные характеристики Северной Евразии», которая объединяет информацию около 1500 почвенных разрезах из 300 литературных источников. В представленной базе проводилась оценка запасов органического углерода в почвах России, к тому же методологически максимально совместимая с данными о запасах углерода в других пулах биогеоценозов.

Цель настоящей работы состоит в представлении средних значений запасов углерода болот по трем слоям почвенной толщи (0–30, 0–50, 0–100 см) с дифференциацией по зонально-провинциальным регионам. Наиболее полно обеспечены данными северная полоса Европейской части, наименее – северные полосы Восточной Сибири и Дальнего Востока. В северных широтных полосах отмечается наибольший разброс данных по средним запасам органического вещества почвы болот и зональных полос в целом, так как эти полосы включают в себя по несколько природных зон.

Пул C_{soil} нелесных земель наибольший в Европейско-Уральской части и Западной Сибири. Территории лесного фонда здесь наиболее заболочены, на болота здесь приходится до 52% C_{soil} . Сибирь и Дальний Восток объединяют нелесные земли с пулами 39 и 38% от общих запасов, в том

числе 30 и 22 % за счет болот. Наибольшие удельные запасы C_{soil} болот характерны для азиатской части страны и северной половине Европейско-Уральской зоны. В Западно-Сибирском регионе северной полосы C_{soil} в слое 0–100 см достигает $461 \pm 195 \text{ т га}^{-1}$, на болотах средней полосы Европейско-Уральского региона, мощность торфяной залежи которых нередко превосходит 1 м, запас C_{soil} $679 \pm 57 \text{ т га}^{-1}$. Для болот Северо-Восточной Азии средние запасы в слое 0–100 см меньше, для Восточной Сибири – $196 \pm 35 \text{ т га}^{-1}$, для Дальнего Востока $175 \pm 15 \text{ т га}^{-1}$, здесь также отчетливо прослеживается связь болот, отличающихся залежами мощных торфяников с низкопродуктивными древостоями по болотам. В целом, для всей Северной Евразии средние значения запасов почвенного углерода оцениваются для слоев 0–30, 0–50, 0–100 см – 246 ± 15 , 403 ± 29 , $545 \pm 45 \text{ т га}^{-1}$ соответственно.

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджета углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6) и в рамках научного проекта государственного задания МГУ № 121032500094-514-3-21 «Построение концептуальных и математических моделей зональных типов наземных экосистем» (анализ данных).

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Шапченкова Т. Т., Ефремова О. А.

THERMAL ANALYSIS OF PEAT SOIL ORGANIC MATTER OF KUZNETSK ALATAU

Shapchenkova T. T., Efremova O. A.

Институт леса имени В. Н. Сукачева СО РАН, Красноярск. shapchenkova@mail.ru

Торфяные болота обширной Алтае-Саянской горной страны изучены слабо. Наименее представлены данные по составу и свойствам органического вещества болот. Между тем торфяные почвы обладают большими запасами органического вещества, выполняя функцию природного резервуара углерода. Сохранение торфяных отложений от деградации обеспечивается системой гумусовых веществ – устойчивых продуктов трансформации растительных остатков. Цель данной работы заключалась в исследовании состава и термической стабильности органического вещества торфяных почв Кузнецкого Алатау с помощью методов термического анализа.

Исследованы горные торфяные почвы заболоченных речных долин восточного макросклона Кузнецкого Алатау. Торфяной массив Пихтерек с горизонтами сезонной мерзлоты и перелеток расположен в заболоченной долине р. Пихтерек на высоте 1087 м. Торфяной массив Бюря залегает в заболоченной долине р. Бюря на абсолютной высоте 832 м Батеневского кряжа. Термогравиметрию (ТГ) и дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК) почвенных образцов проводили в окислительной атмосфере (воздух) при скорости нагрева 10 °C/мин от 25 до 700 °C и от 25 до 590 °C соответственно.

Торфяные почвы массива Пихтерек (субальпийский пояс) – кислые, ненасыщенные основаниями, классифицированы как подтип олиго-мезотрофных. Степень гумификации вниз по профилю изменяется от 30 до 42%. Торфяные почвы массива Бюря (горно-таежный пояс) – слабокислые, слабонасыщенные основаниями, отнесены к мезо-эутрофному подтипу. Степень гумификации с глубиной возрастает от 29 до 64%.

Результаты ТГ свидетельствуют о выраженной дифференциации профиля почв торфяного массива Бюря. Вниз по почвенному профилю остаточная масса после термодеструкции значительно возрастает, что свидетельствует об увеличении зольности. Доля термолабильных компонентов (<400 °С) заметно снижается, а доля термостабильных компонентов (>400 °С) увеличивается, в том числе конденсированных ароматических структур, дегградация которых происходит при 512–516 °С и 664–677 °С. Образование термически устойчивых структур обусловлено гумификацией органического вещества. Это способствовало повышению термостабильности органического вещества (на 10–13 °С), характеризуемой температурой (T_{50}), которая отвечает 50-процентной потере массы в интервале 180(200)–700 °С. В почвах торфяного массива Пихтерек также наблюдалось увеличение доли термостабильных компонентов с глубиной, но не зафиксировано потери массы при температуре выше 540 °С. Вниз по почвенному профилю термостабильность органического вещества увеличилась на 5–6 °С. Установлена отрицательная корреляционная связь между отношением потери массы термолабильных компонентов к потере массы термостабильных компонентов и степенью гумификации органического вещества в исследуемых почвах ($r = -0,79$ при $p < 0,05$).

Результаты ДСК показали, что на долю теплоты, выделяемой в результате термодеструкции очень устойчивых компонентов органического вещества (интервал 475–590 °С) в почвах торфяного массива Бюря приходится 11–21%, а в почвах торфяного массива Пихтерек – лишь 6–10% от суммарного тепловыделения.

Полученные результаты показывают, что термический анализ является эффективным и экспрессным методом исследования органического вещества торфяных почв.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ ШИЧЕНГСКОГО ВЕРХОВОГО БОЛОТА (ВОДОСБОР БЕЛОГО МОРЯ)

Шевченко В. П.¹, Филиппов Д. А.², Стародымова Д. П.¹, Демиденко Н. А.¹, Стойкина Н. В.³

FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS IN THE DEPOSITS OF THE SHICHENGSKOE RAISED BOG (WATERSHED OF THE WHITE SEA)

Shevchenko V. P.¹, Philippov D. A.², Starodymova D. P.¹, Demidenko N. A.¹, Stoikina N. V.³

¹ *Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Москва. vshevch@ocean.ru*

² *Институт биологии внутренних вод имени И. Д. Папанина РАН, Борок*

³ *Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

Верховые болота являются природным архивом атмосферных выпадений. Показано, что Pb, Sb, As, поступающие в болота, в основном связываются верховым торфом и остаются в том слое, в который они поступили, а многие микроэлементы могут мигрировать по разрезу (Карандашев и др., 2016).

В докладе представлены результаты исследования элементного состава торфа Шиченгского верхового болота, расположенного в водосборе Белого моря. Колонку керна мощностью 620 см, отобранную 01.10.2020 с помощью торфяного бура Инсторфа на гряде в точке с координатами 59,94164° с.ш., 41,28364° в.д., разделили на слои по 10 см и проанализировали методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Подробно методика анализа описана в работе В.К. Карандашева с соавторами (2016). Для выявления вклада литогенного и иных (антропогенный, биогенный) источников осадочного вещества был вычислен коэффициент обогащения (КО) по формуле: $КО = (Эл./Al) \text{ пробы} / (Эл./Al) \text{ з.к.}$, где Эл. и Al – это содержание элемента и алюминия в пробе и земной коре (з.к.) соответственно (Rudnick et al., 2003).

Zn, Cd, Sb, Tl, Pb и Bi характеризуются вертикальным распределением с двумя интервалами возрастания содержаний – 0–100 и 550–620 см. Повышение содержаний этих элементов в верхней части колонки связано в основном с техногенным загрязнением, а в нижней – с увеличением вклада литогенного материала подстилающих пород. Повышенные (>10) значения КО в слое 0–100 см характерны для Pb, Bi, Sr, Cu, Ca, Zn, Mo, что связано как с поступлением металлов от техногенных источников, так и биофильностью ряда элементов.

Для выявления связей между элементами был проведен корреляционный анализ с кластеризацией переменных, что позволило выявить основные черты сходства в распределении элементов и сгруппировать элементы в соответствии со сходством геохимического поведения или источников поступления. Корреляционный анализ позволил выделить три группы элементов: 1а: Na, Li, Ga, Nb, Cs, K, Rb, 1б: Cu, Cd, 1в: Al, Ti, РЗЭ, Sc, Be, V, U, Zr, Th, Cr, 1г: P; 2: Zn, Pb, Sb; 3а: Mg, Mn, 3б: Ca, Sr, Ba, 3в: S, Fe, Ni. Группы элементов соответствуют основным источникам поступления элементов: (1) литогенный, (2) антропогенный и (3) аутигенное минералообразование.

Авторы признательны В.А. Филиппову и А.С. Комаровой за помощь в полевых работах и В.К. Карандашеву за выполнение элементного анализа. Интерпретация результатов была выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 22-77-10074).

РЕКОНСТРУКЦИЯ РАЗВИТИЯ ОЗЕРНО-БОЛОТНОЙ СИСТЕМЫ СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПУР-ТАЗОВСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТОРФЯНОГО КЕРНА

Шефер Н.В.^{1,2}, Бляхарчук Т.А.^{2,1}

LAKE AND MIRE SYSTEM CHANGES IN THE SUBARCTIC PART OF RANGE BETWEEN PUR AND TAZ RIVERS RECONSTRUCTION ACCORDING THE SPORE-POLLEN ANALYSIS OF A PEAT CORE

Shefer N. V.^{1,2}, Blyakharchuk T. A.^{2,1}

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск. vchifz@mail.ru*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

Для исследования были отобраны торфяные и подстилающие их озерные отложения, общей мощностью 400 см, на полигональном болоте в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа (67°21'25,3" с. ш.; 78°42'11,9" в. д.). Цель работы состоит в реконструкции изменения ландшафтов субарктической части Пур-Тазовского междуречья в голоцене на основе палинологического анализа.

Район исследований расположен в подзоне южной тундры. Растительный покров представлен сообществами трехъярусной тундровой растительности с преобладанием кустарников, главным образом карликовых берез и ив, а на возвышенностях – кустарниковой ольхи и единичных лиственниц. В напочвенном покрове доминируют мхи с участием лишайников и трав. Значительную часть подзоны занимают полигональные и плоскобугристые болота.

Из-за присутствия мерзлоты отложения отбирались колонковым геологическим бурением (бур УКБ-12/25-01) и нарезались на образцы толщиной по 2,5 см. Химическая обработка образцов проведена по методу Эрдтмана. Для определения концентрации палиноморф в образцы добавляли таблетки, содержащие споры *Lycopodium*. В исследовании применены методы спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования. Палеорекострукция проведена по результатам анализа 36 спорово-пыльцевых спектров колонки и 6 радиоуглеродных дат (4510±50 (Ki-20119), 5410±90 (Ki-20120), 5580±90 (Ki-20121), 7310±80 (Ki-20122), 6980±140 (Ki-20124), 9100±50 (Poz-83157). Глубинно-возрастная модель охватывает 11,2 кал. тыс. л. озерно-болотного осадконакопления.

В период 11,2–10 кал. тыс. л.н. (400–340 см) на месте отбора колонки существовало озеро, о чем свидетельствует значительное количество водорослей *Algae* и *Pediastrum* sp. и минеральная природа отложений. В это время по периферии палеоводоёма происходило заболачивание. В спектрах этого периода отмечено участие пыльцы группы *Potentilla* (вероятно, *Comarum palustre* L.) и спор *Equisetum* sp. Отложения возрастом 10–8 кал. тыс. л.н. в нижней части (350–340 см) являются озерными, а выше (340–287,5 см) представлены торфом. Озеро сменяется эвтрофным болотом, в локальном фитоценозе увеличивается участие зеленых и сфагновых мхов, растений группы *Potentilla*, хвощей и осоковых. Вероятно, уровень воды в формирующемся болоте периодически повышался (отмечены фрагменты водоросли *Pediastrum* sp.). В период 7,3–6,1 кал. тыс. л.н. (225–130 см) в зоне отбора колонки существовало мезотрофное болото, что подтверждается значительным участием палиноморф хвощей, осоковых, зонтичных, растений группы *Potentilla* и появлением пыльцы вахты. Около 6,1 кал. тыс. л.н. мезотрофное болото перешло в олиготрофную стадию развития, о чем свидетельствует снижение обилия пыльцы осок, растений группы *Potentilla*, но увеличение участия пыльцы *Ericales*, *Rubus chamaemorus* L. и резкое увеличение обилия спор *Sphagnum* sp.

Вероятно, болото, существовавшее в период 10–6,1 кал. тыс. л.н., по своей структуре напоминало современные «хасыреи». Формирование полигонального болота произошло приблизительно 6 кал. тыс. л.н. Одним из ключевых факторов, повлиявших на формирование полигональной структуры болота, было похолодание, что косвенно подтверждается увеличением концентрации пыльцы в отложениях этого времени.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОЧНОЙ ЦИТОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ ТОРФА

Шпанов Д. А.

APPLICATION OF FLOW CYTOMETRY TO DETERMINE THE ABUNDANCE OF MICROORGANISMS IN PEAT

Shpanov D. A.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова
УрО РАН, Архангельск. shpanov.d@yandex.ru*

Изучение общей численности микроорганизмов (ОМЧ) дает представление об интенсивности протекания биохимических превращений, происходящих в торфяной залежи, и обычно приводится как часть исследований отдельных групп микроорганизмов. При этом неравномерное распределение микроорганизмов в залежи делает необходимым проведение нескольких параллельных измерений, что при использовании классического метода УФ микроскопии крайне трудоемко и затратно по времени. Цитофлуориметрия позволяет упростить определение ОМЧ в торфе, однако существующие методы пробоподготовки для подобных объектов требуют оптимизации протоколов применительно к торфу.

Основная сложность измерения ОМЧ в торфе, как и в любых объектах, содержащих большое количество взвешенных веществ, состоит в отделении клеток от носителей, на которых они ассоциированы в естественных условиях. Кроме того, известно, что флуорохромы способны к неспецифическому окрашиванию неклеточной фракции, приводящему к увеличению фонового шума, что особенно важно в проточной цитометрии.

Для отделения клеточной фракции в данном исследовании использован комбинированный метод пробоподготовки, включающий в себя: фиксацию в 0,05 % глютеральдегиде (24 ч.), обработку: химическую (20 мин 1 % этанол / 45 мин 0,1 % TritonX-100 / 15 мин 0,1 % пиродифосфатом натрия),

ультразвуковую (5–30 мин), центрифугирование (1–3 мин, 700 g). Контроль измерений проводили флуоресцентной микроскопией, а полноту выделения определяли с помощью серии промывочных процедур. За 100 % кумулятивной численности принимали ОМЧ после десяти последовательных промывок.

Окрашивание выделенных клеток проводили с помощью флюорохромов: DAPI (1 ч 10 мкг/мл), йодидапропидия (30 мин, 15 мкг/мл), акридина оранжевого (30 мин 10 мкг/мл), SYBRGreenI (1 ч 0,1 х). Окрашивание проводили при комнатной температуре в темноте. Оптимальное время и концентрацию определили титрованием (Prest et al., 2013).

По результатам установлено, что наиболее универсальным методом пробоподготовки является применение в качестве химического реагента пиродифосфата натрия 30-минутной обработки ультразвуком. Это изначально позволяет определить до 78 % микроорганизмов, а при проведении четырех промывочных процедур значение увеличивается до 90–97,5 % от кумулятивной численности. Обработка этанолом наиболее удобна при определении численности в верхних (аэрируемых) слоях залежи. Несомненным преимуществом обработки является возможность применения способа пробоподготовки в составе методов, где не допускается фиксация пробы (Live/Dead, АТФ и др.) (Lunau et al., 2005; Kallmeyer et al., 2008). Несмотря на наибольший средний уровень флюоресценции, обработка с TritonX-100 не обеспечивает достаточное отделение клеточной фракции, что выражается в большом количестве дуплетов и крупной окрашенной фракции. При этом добавление небольшого количества TritonX-100 (до 0,01 %) вместе с пиродифосфатом натрия позволяет значительно повысить интенсивность флуоресценции, что упрощает отделение мелкой неклеточной части на этапе постобработки.

Значения ОМЧ, полученные при окраске различными флюорохромами значительно не отличались. Однако, при окраске акридином оранжевым, наблюдается большее количество окрашенных крупных частиц, что мешает обработке результатов и может свидетельствовать о неспецифическом связывании красителя с субстратом.

Исследование выполнено за счет средств Министерства высшего образования и науки Российской Федерации (проект № 122011400386-6).

ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА НА РОСТ И ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС СФАГНОВЫХ МХОВ

Штанг А. К., Пономарева Т. И., Чуракова Е. Ю.

PHOTOPERIOD EFFECT ON GROWTH AND PIGMENT COMPLEX OF SPHAGNUM MOSSES

Shtang A. K., Ponomareva T. I., Churakova E. Yu.

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова
УрО РАН, Архангельск. a_shtang@inbox.ru*

Вегетационный сезон в северной тайге характеризуется небольшой продолжительностью в сочетании с удлинённым световым днем. Реакция отдельных видов растений на высокое относительное количество света в суточном цикле различна. У некоторых видов длинный фотопериод вызывает состояние стресса, что сопровождается снижением интенсивности фотосинтеза, скорости роста, концентрации хлорофилла (Aro, 1979; Kallio, 1975; Ракутько, 2019). В ходе данного исследования мы изучали линейный прирост и особенности накопления фотосинтетических пигментов в условиях 7- и 24-часового светового дня у четырех видов сфагновых мхов, которые широко распространены на олиготрофных болотах Архангельской области.

Сфагновые мхи *Sphagnum lindbergii* и *S. majus* (мочажинные), *S. capillifolium* и *S. fuscum* (грядовые) выращивали под лампами полного спектра в течение двух месяцев в лабораторных условиях.

У мочажинных видов плавающие побеги предварительно обрезали до длины 10 см и помещали в закрытые пластиковые контейнеры, наполовину заполненные водой из мочажины. У грядковых видов в пластиковый контейнер помещали дерновинки, стараясь максимально сохранить их структуру, первоначальный уровень головок побегов отмечали на пластиковых палочках, размещенных в дерновинке. Фотосинтетические пигменты экстрагировали с помощью 80%-го ацетона (Lichtenthaler, 1987). Достоверность различий оценивали с использованием критерия U Манна-Уитни на доверительном уровне $p=95\%$.

В ходе эксперимента установили, что продолжительность светового дня не оказала влияния на концентрацию хлорофиллов и каротиноидов, на соотношения хлорофиллов a/b и хл/кар у *S. lindbergii*, *S. majus* и *S. fuscum*. У *S. capillifolium* в условиях длинного дня концентрация хлорофилла a была выше в 2 раза, а соотношение хлорофиллов a/b в 1,3 раза больше, чем при коротком дне. Грядковые мхи отреагировали на удлиненный фотопериод снижением доли хлорофиллов в ССК на 16–18%, в то время как для мочажинных мхов этот показатель остался неизменным. Кроме того, в условиях искусственного освещения наблюдали утрату антоциановой окраски и позеленение головок у грядковых видов сфагновых мхов.

У всех видов сфагнов в условиях длинного светового дня средний линейный прирост за месяц оказался больше, чем при коротком дне. При этом в рамках вариантов опыта отмечена разница в величине прироста по месяцам. У *S. majus* при коротком дне прирост за второй месяц оказался в 1,5 раза больше, чем за первый, а при длинном дне – наоборот. Для *S. lindbergii* разницы по месяцам в каждом варианте опыта не было отмечено. У *S. fuscum* и *S. capillifolium* приросты по месяцам не отличаются при коротком дне, а при длинном дне за второй месяц наблюдался в 2 раза больший прирост, чем за первый. После двух месяцев культивирования при 24-часовом фотопериоде для некоторых побегов мочажинных сфагнов отмечено разветвление головки на 2–3 побега. У *S. capillifolium* происходил рост зеленых боковых побегов.

Таким образом, ингибирования пигментного комплекса и ростовых процессов у изученных сфагновых мхов в условиях длинного дня не выявлено, при этом у грядковых видов наблюдали заметные изменения в структуре пигментного комплекса. При планировании дальнейших экспериментов стоит уделить внимание корректировке условий влажности, минерального питания и освещенности для создания условий, более приближенных к естественной среде произрастания сфагнов.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 23-24-10022).

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ГАЗООБМЕН ЕЛИ В ПРОСТРАНСТВЕННОМ ЛЕСОБОЛОТНОМ КОМПЛЕКСЕ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Юзбеков А. К.

PHOTOSYNTHETIC GAS EXCHANGE OF SPRUCE IN THE SPATIAL FOREST-SWAMP COMPLEX OF THE VALDAI UPLAND

Yuzbekov A. K.

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва. uak2003@mail.ru

В связи с актуальностью мониторинговых наблюдений за параметрами фотосинтеза и дыхания растительных сообществ в рамках определения составляющих углеродного баланса, нами выполнены работы по изучению сезонной динамики углекислотного газообмена и оценке потенциальной фотосинтетической продуктивности хвои ели европейской (*Picea abies* L.), одной из основных лесобразующих пород старовозрастных лесов Валдая, в полуденные часы в течение теплых сезонов 2019–2021 гг.

Исследования выполняли на экспериментальном полигоне «Таежный лог» Валдайского филиала ГГИ, расположенном на территории национального парка «Валдайский» Новгородской области. Полигон характеризуется мелко-холмистым рельефом, относительное превышение холмов над заболоченными понижениями составляет 6–8 м.

Объектами изучения CO_2 -газообмена у ели служили интактные побеги нижней части крон модельных деревьев, на высоте 2 м.

Интенсивность фотосинтеза и светового дыхания определяли газометрическим методом (метод закрытых камер). В полевых работах использовали портативный полевой анализатор, сконструированный на биологическом факультете МГУ имени М. В. Ломоносова.

Полученные результаты исследований показали, что температура воздуха и освещенность (ФАР) являются основными метеорологическими факторами, определяющими реализацию потенциальных возможностей фотосинтетического аппарата ели в условиях Валдая. Путем регрессионного анализа была выявлена прямая линейная зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры воздуха (коэффициент корреляции R в 2019–2021 гг. составил 0,770 ($p < 0,001$); 0,694 ($p < 0,005$) и 0,756 ($p < 0,001$) соответственно). Зависимость интенсивности фотосинтеза от ФАР в 2019 г. определялась логарифмической кривой (коэффициент детерминации R^2 равнялся 0,673); в 2020–2021 гг. между показателями существовала прямая линейная зависимость (коэффициент корреляции R составил 0,777 ($p < 0,001$) и 0,841 ($p < 0,001$)).

Сезонный ход дыхательного газообмена хвои соответствовал изменению интенсивности фотосинтеза. Среднее значение интенсивности фотосинтеза за три сезона превышало уровень светового дыхания более, чем в 2 раза.

Величина рассчитанной потенциальной фотосинтетической продуктивности у ели, существенно изменялась в течение сезона. Максимально высокая продуктивность фотосинтеза наблюдалась в летний период; среднее значение продуктивности за месяц в 2019–2021 гг. составило 0,35; 0,23 и 0,24 т CO_2 га⁻¹мес⁻¹. Межсезонное изменение продуктивности зависело от погодных условий и ухудшения состояния древостоя на экспериментальном полигоне. Суммарное поглощение углекислого газа хвоей за сезон в 2021 г. уменьшилось на 32% по сравнению с показателем в 2019 г. и равнялось 1,45 т CO_2 га⁻¹сезон⁻¹.

Таким образом, старовозрастные ельники имеют существенное значение, сохраняющееся с их возрастом, в углеродном балансе таежных лесов Валдая. Подтверждением служат данные о сезонной продуктивности фотосинтеза ели в полуденные часы, а также положительный углекислотный газообмен.

Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Introduction	4
Антипин В. К., Шредерс М. А. О создании цифровой геоботанической карты болотных участков национального парка «Водлозерский»	5
Антипина Т. Г. Развитие болотных экосистем Кондинской низменности в голоцене по палинологическим данным и радиоуглеродному датированию	6
Бабилов Б. В. Роль болот в гидросфере	7
Батуев В. И., Калужный И. Л. Влияния климатических факторов на гидрологический режим олиготрофных болот	8
Бахмат И. В., Леонова О. А. Запасы фитомассы растительного покрова карстово-суффозионных болот Тульской области	9
Бляхарчук Т. А., Пупышева М. А., Бляхарчук П. А. Позднеледниковая и голоценовая история растительности, климата и пожаров в предгорьях Алтая по данным комплексных палеоэкологических исследований болота «Моховое»	10
Борисова О. К. Условия перехода от озерного режима к болотному в средней полосе Восточно-Европейской равнины в раннем голоцене	11
Вахрушева А. Д., Третьякова А. С., Груданов Н. Ю., Письмаркина Е. В., Сенатор С. А., Филиппов Д. А. Материалы к флоре болот южной части Свердловской области	12
Войтехов М. Я. Влияние троп сборщиков клюквы на обилие некоторых видов сосудистых растений сфагновых болот	13
Волкова Е. М. Разнообразие и распространение болотных экосистем на Среднерусской возвышенности	14
Галанина О. В. Разнообразие типов болот в среднем течении Северной Двины (Архангельская обл.)	15
Гашкова Л. П. <i>Sphagnum fuscum</i> как индикатор постпирогенного восстановления болота в первые годы после пожара	16
Голубятников Л. Л., Заров Е. А. Оценка запаса углерода в почвах южнотундровых болотных экосистем Западной Сибири	17
Гольцверт Г. С., Напреенко-Дорохова Т. В., Напреенко М. Г. Реконструкция палеосукцессий болотных экосистем по комплексам макрофоссилий торфяных отложений Калининградской области	18
Гончарова Н. Н. Флора и растительность низинного болота среднего течения р. Вычегда (Республика Коми)	19
Грабовик С. И., Канцерова Л. В. Результаты 50-летних исследований изменения растительного покрова на осушенных болотах южной Карелии	20

Гренадерова А. В., Михайлова А. Б. Климатические экстремумы голоцена, нашедшие отражение в стратификации торфяной толщи болота «Большое» в предгорье Восточного Саяна	21
Гришуткин О. Г. Основные географические закономерности распространения болот Русской лесостепи	22
Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А., Мойсейчик Е. В., Смирнова О. С., Максименков М. В. Состояние растительности пойменных низинных болот при проведении мероприятий по управлению болотными экосистемами	23
Груммо Д. Г., Зеленкевич Н. А., Цвирко Р. В., Мойсейчик Е. В. Разнообразие типов болот Республики Беларусь	24
Груммо Д. Г., Созинов О. В., Зеленкевич Н. А. Биологическая продуктивность компонентов болотных фитоценозов на эколого-ценотическом градиенте	25
Гу Сююань, Цыганов А. Н., Мазей Н. Г., Мазей Ю. А. Использование раковинных амёб в качестве индикаторов уровня болотных вод в болотах на многолетней мерзлоте	26
Демаков Ю. П. Отклик деревьев в сосняках сфагновых Марийского Полесья на извержения вулканов	27
Дмитриева О. А., Казакова Е. Ю. Фитопланктон болот Целау и Большое Моховое (Калининградская область) в 2017 г.	28
Дружинина О. А., Филиппова К. Г., Рудинская А. И., Лазукова Л. И., Сходнов И. Н., Бурко А. А. Первые результаты исследований болота Утиног (Калининградская область)	29
Егоров А. А. К типологии неосушенных сосновых заболоченных и болотных лесов Ленинградской области: эколого-доминантный и эколого-фитоценотический подходы	30
Егоров К. П., Медведева М. А., Галанина О. В., Сири́н А. А. Меняется ли облесенность верховых болот? Методика и предварительные результаты	31
Ершова Е. Г., Пименов В. Е. Значение торфяников как компонентов культурных ландшафтов прошлого: исследования природных архивов истории освоения территории на примере Московской области	32
Загирова С. В., Мигловец М. Н. Экосистемный обмен CO ₂ и CH ₄ торфяных болот таежной зоны на европейском северо-востоке России	33
Заров Е. А., Кульков М. Г., Салахидинова Г. Т., Лапшина Е. Д. Взаимосвязь стратиграфии торфяной залежи и динамики физико-химических свойств торфа с изотопным составом	34
Зацаринная Д. В. Факторы, определяющие специфику карстово-суффозионных болот	35
Зорина А. А. Реконструкция голоценовой динамики растительности Среднего Зауралья по палинологическим данным разреза Шувакиш и корреляции с датированными колонками	36
Иванова Е. С., Харанжевская Ю. А. Суточная динамика электропроводности вод постпирогенного участка Васюганского болота	37
Ивченко Т. Г. Мониторинговые исследования растительного покрова болота «Исток» (северный берег озера Куртугуз, Свердловская область)	38
Игнатъичев Г. М. Особенности экологии и фитоценотические связи редкого вида <i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench у южной границы ареала	39
Игнашов П. А. Разнообразие типов малых болот среднетаежной Карелии	40
Козулин А. В. Формирование и функционирование низинных осоковых болот Полесья на примере болота Званец	41
	109

Козулин А.В., Груммо Д.Г., Тановицкая Н.И., Максименков М.В. Повторное заболачивание нарушенных торфяников в Беларуси	42
Копытов С.В., Санников П.Ю., Мехоношина Е.А., Пехтерева Н.К. Большое Камское болото – палеоархив позднего плейстоцена и голоцена Северного Прикамья	43
Коронатова Н.Г. Показатели роста и продукция сфагновых мхов как индикаторы экологических условий послепожарных местообитаний	44
Кочубей А.Ю. Экологические особенности постпирогенного восстановления сосновых лесов на верховых болотах Западной Сибири	45
Кузнецов О.Л. Основные результаты исследований карельской школы болотоведения	46
Куприянова Ю.В. Методы изучения болотных экосистем на фоне мировой климатической повестки и углеродной отчетности России	48
Кутенков С. А., Крутских Н. В., Рязанцев П. А. Бугристые болота Кольского полуострова: пространственное распределение и климатические параметры	49
Лавриненко О.В., Лавриненко И.А., Гришнякова А.И., Билая Н.А. О полигонально-валиковых болотах на западе Большеземельской тундры	50
Лаптева Е. Г., Зарецкая Н. Е., Трофимова С. С., Лычагина Е. Л. Новые данные о динамике природной среды в голоцене по материалам болот Верхнего Прикамья	51
Лапшина Е.Д., Филиппов И.В. Высшие единицы класса <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> в Российской Субарктике	52
Леонова О.А., Волкова Е.М. Роль разных типов болот Среднерусской возвышенности в аккумуляции углерода	53
Ликсакова Н.С., Дорошина Г.Я., Шильников Д.С. Опыт моделирования потенциального распространения болот на Большом Кавказе	54
Линкевич Е.В., Прокопюк В.М., Гуляева Е.Н. Оценка потоков углекислого газа на олиготрофном болоте Южной Карелии	55
Мазей Н.Г., Цыганов А.Н., Ершова Е.Г., Пименов В.Е., Парамонов М.С., Мазей Ю.А. Реконструкция динамики развития сфагнового болота в позднем голоцене и процессов его восстановления после выработки торфа в конце XIX в. (исследование болота Горенки в Подмоскowie)	56
Мазей Ю. А., Цыганов А. Н., Мазей Н. Г. Болота, микроорганизмы и климат: современные сообщества раковинных амёб и палеоэкологические реконструкции	57
Максименков М.В., Кудин М.В., Богданович И.А., Терещенко С.С., Журавлев Д.В., Марченко Ю.Д. Проведение повторного заболачивания нарушенных торфяников, загрязненных радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС	58
Максимов А.И. Флора сфагновых мхов России	59
Матвеева Н.В. Деградация валиково-полигональных болот и формирование полигональной системы и усиление термокарста на водоразделах на Таймыре – временная оценка и прогноз	60
Медведева М.А., Иткин В.Ю., Сирин А.А. Как выявить торфяные пожары по спутниковым данным	61
Медведева С.О., Черепанова О.Е., Семериков Н.В. Генетический полиморфизм и популяционная структура <i>Betula nana</i> на Урале	62

Мигловец М. Н. Влияние дренажных каналов на экосистемные функции низинных болот	63
Миронов В. Л. Применение роста сфагновых мхов для выявления проникающего и блокируемого озоновым слоем ультрафиолета (на примере <i>Sphagnum riparium</i> Ångstr.)	64
Михайлова А. Б., Гренадерова А. В. Пожарный режим предгорий северо-западной части Восточного Саяна в голоцене	65
Напреенко М. Г., Напреенко-Дорохова Т. В. Выявление климатических сигналов голоцена в палинологических спектрах болотных отложений Калининградской области	66
Нешатаев В. Ю., Нешатаева В. Ю. Растительность Кондакопшинского торфяника и ее динамика	67
Нешатаев М. В., Нешатаев В. Ю., Сорока А. О. Болотные леса Санкт-Петербурга	68
Никонова Л. Г., Головацкая Е. А., Калашникова Д. А., Симонова Г. В. Скорость разложения <i>Sphagnum fuscum</i> в условиях естественных и нарушенных олиготрофных болотных экосистем	69
Ниязова А. В., Ильясов Д. В. Запасы фитомассы в болотных экосистемах полевого стационара «Мухрино»	70
Носова М. Б., Мазей Н. Г., Цыганов А. Н., Комаров А. А., Мазей Ю. А., Андрианова Л. С., Федоров А. С. Болота речных террас р. Вологда в пределах средневекового города и его окрестностей	71
Орлов Т. В., Архипова М. В., Бондарь В. В., Шахматов К. Л. Закономерности формирования пространственной ландшафтной структуры заброшенных выработанных торфяников	72
Орлов Т. В., Архипова М. В., Бондарь В. В., Шахматов К. Л. Растительный покров заброшенных выработанных торфяников как результат послепожарной динамики (на примере торфяника Заячий отрог, Псковская область)	73
Парамонов М. С., Цыганов А. Н., Чередниченко О. В., Федосов В. Э., Мазей Н. Г., Шуйская Е. А., Иванов Д. Г., Леонов В. Д., Тиунов А. В., Мазей Ю. А. Взаимосвязь климатических факторов и сообществ сфагнобионтных раковинных амёб в болотных экосистемах	74
Пастухова Ю. А., Мазей Ю. А., Мазей Н. Г., Чернышов В. А., Котов А. А., Цыганов А. Н. Палеоэкологическая реконструкция прибрежного заболачивания озера Глубокое (Смоленско-Московская возвышенность) в позднем голоцене по результатам зоологического анализа торфяных залежей	75
Пименов В. Е., Ершова Е. Г., Кривокорин И. Г., Северова Е. Э., Цыганов А. Н., Бабешко К. В., Галка М., Ростанец Д. В., Хазанова К. П., Мазей Н. Г., Мазей Ю. А. Гидротехнические сооружения на водораздельных болотах раннеславянского времени: реконструкция динамики заболачивания, изменений природной среды и антропогенного влияния в позднем голоцене (по данным изучения Волковского болота, Московская обл.)	77
Пономарева Т. И., Штанг А. К., Зубов И. Н., Орлов А. С., Селянина С. Б. Комплексный микроландшафт как структурная единица изучения южноприбалтийского болота	78
Пупышева М. А., Бляхарчук Т. А. Локальная история палеопожаров на примере торфяных отложений болота Моховое (Северный Алтай)	79
Санников П. Ю., Мехоношина Е. А., Новикова Е. А., Копытов С. В., Абдулманова И. Ф., Игошева Е. А., Пехтерева М. К. Палеоэкологические сигналы торфяника на Верхнекамской возвышенности	80
Селянина А. И., Селянина С. Б., Кутакова Н. А., Наквасина Е. Н., Зубов И. Н. Свойства клюквы болотной верховых болот южноприбалтийского типа	81

Селянина С.Б., Широкова Л.С., Чупаков А.В., Трудова Н.С. Гидрологический континуум Иласского болотного массива в контексте изучения биогеохимии углерода и сопряженных элементов	82
Семенищенков Ю.А. Травяно-гипновые болота – исчезающие растительные сообщества на юго-западе России	83
Синюткина А.А. Микротопографическая неоднородность постпирогенных болот Западной Сибири	84
Скороспехова Т.В., Журавлева А.Д. Критические уровни болотных вод, определяющие смену микроландшафтов на верховом болоте Ламмин-Суо	85
Смагин В.А. <i>Trichophorum cespitosum</i> на болотах Ленинградской области	86
Смирнова М.А., Дровнина С.И., Петрова Н.В. Литоральная болотная растительность национального парка «Онежское Поморье» (Белое море, Архангельская область)	87
Смышляева О.И. Динамика условий локального увлажнения заболоченных территорий Алеутских островов в голоцене	88
Собко Е.И., Зубов И.Н., Пономарева Т.И. Зоопланктонные сообщества водных объектов Иласского болотного массива (Архангельская область)	89
Степанова В.А. Восстановление растительности после пожаров на западносибирских болотах	89
Суворова А.Н., Садоков Д.О., Савельева Л.А. Изменения климата и растительности в раннем голоцене по данным озерно-болотных отложений оз. Змеиное (болотный массив «Большой мох», Молого-Шекснинская низменность)	91
Сушко Г.Г., Галанина О.В., Новикова Ю.И. Трофическая структура энтомокомплексов верховых болот Белорусского Поозерья	92
Тарасенко В. В., Раевский Б. В. Гибридная методика классификации наземных экосистем с использованием данных космической съемки среднего разрешения	93
Тишин Д.В., Чижикова Н.А., Искандиров П.Ю., Ложкин Г.И. Ксилогенез сосны обыкновенной в условиях болот Волжско-Камского заповедника	94
Филимонова Л.В. Развитие болот в российско-финляндском парке «Дружба» и на близлежащей территории на фоне изменения природной среды в голоцене	95
Филиппова К. Г., Константинов Е. А., Захаров А. Л., Кузьменкова Н. В., Рудинская А. И., Сычев Н. В., Баранов Д. В., Константинова Н. Г. Свидетельства заболачивания берегов Чухломского озера (Костромская область)	96
Харанжевская Ю.А. Оценка трансформации гидрологического режима участка северо-восточных отрогов Васюганского болота под влиянием осушения	97
Цыганов А. Н., Пастухова Ю. А., Мазей Н. Г., Мазей Ю. А. Реконструкция озерно-болотной сукцессии по результатам комплексного палеоэкологического анализа отложений болота Кривецкий мох (Валдайская возвышенность)	98
Черненко П.А. Динамические процессы в экотоне лес-болото (Дарвинский государственный заповедник)	99
Честных О.В., Каганов В.В. Оценка средних запасов почвенного углерода болот Северной Евразии с использованием баз данных почвенных характеристик	100

Шапченкова Т.Т., Ефремова О.А. Термический анализ органического вещества торфяных почв Кузнецкого Алатау	101
Шевченко В. П., Филиппов Д. А., Стародымова Д. П., Демиденко Н. А., Стойкина Н. В. Особенности распределения микроэлементов в отложениях Шиченгского верхового болота (водосбор Белого моря)	102
Шефер Н.В., Бляхарчук Т.А. Реконструкция развития озерно-болотной системы субарктической части Пур-Тазовского междуречья по данным палинологического изучения торфяного керна	103
Шпанов Д.А. Применение проточной цитометрии для определения численности микроорганизмов торфа	104
Штанг А.К., Пономарева Т.И., Чуракова Е.Ю. Влияние фотопериода на рост и пигментный комплекс сфагновых мхов	105
Юзбеков А.К. Фотосинтетический газообмен ели в пространственном лесоболотном комплексе Валдайской возвышенности	106

Научное издание

**БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ:
БИОСФЕРНЫЕ ФУНКЦИИ,
РАЗНООБРАЗИЕ И УПРАВЛЕНИЕ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА

Петрозаводск, 25–28 сентября 2023 г.

*Печатается по решению Ученого совета
Института биологии КарНЦ РАН*

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 23.08.2023. Формат 60×84^{1/8}.
Гарнитура Times. Уч.-изд. л. 10,2. Усл.-печ. л. 13,25.
Тираж 150 экз. Заказ № 773.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр Российской академии наук»
Редакционно-издательский отдел
185030, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50