

Международный симпозиум

**БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ:
РАЗНООБРАЗИЕ, ДИНАМИКА
И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
Branch of Biological Sciences

FEDERAL AGENCY FOR SCIENTIFIC ORGANIZATIONS

Institute of Biology Karelian Research Center RAS
Institute of Forest Science RAS
Center of Forest Ecology and Productivity RAS
Russian Botanical Society
Finnish Environment Institute (SYKE)
Trilateral Russian-Finnish-Norwegian Pasvik – Inari Park

International symposium

**MIRES OF NORTHERN EUROPE: BIODIVERSITY,
DYNAMICS, MANAGEMENT**

Russia, Petrozavodsk, September 2–5 2015

ABSTRACTS

Petrozavodsk
2015

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Отделение биологических наук

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии
Карельского научного центра Российской академии наук
ФГБУН Институт лесоведения РАН
ФГБУН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Русское Ботаническое Общество
Институт окружающей среды Финляндии
Трехсторонний Российско-Финляндско-Норвежский парк «Пасвик-Инари»

Международный симпозиум

**БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ: РАЗНООБРАЗИЕ,
ДИНАМИКА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Петрозаводск
2015

УДК 581.526.33:574.5(4-17)(470.1/.2)(063)

ББК 26.222.7(4)

Б79

Редакционная коллегия:

д.б.н. Кузнецов О.Л., к.б.н. Знаменский С.Р., к.б.н. Канцеров Л.В.

Б79 **Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование. Международный симпозиум (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.): Тез. докл. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 115 с.**

ISBN 978-5-9274-0682-1

В сборнике представлены тезисы докладов, представленных на международном симпозиуме. Они охватывают широкий круг вопросов структуры, функционирования, динамики и разнообразия болотных экосистем на разных уровнях их организации. Освещаются методы исследований болот и их рационального использования в разных регионах России и Европы.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов, работающих в области болото-ведения, лесоведения, экологии, природопользования и охраны природы.

УДК 581.526.33:574.5(4-17)(470.1/.2)(063)

ББК 26.222.7(4)

Издание осуществлено при финансовой поддержке ФАНО России

Edited by

Dr.Biol. Kuznetsov Oleg, Cand.Biol. Znamenskiy Sergey, Cand.Biol. Kantserova Lyubov

Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. Kuznetsov O.L., Znamenskiy S.R., Kantserova L.V. (eds.) International Symposium (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5). Abstracts. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS, 2015. 115 p.

The book contains the abstracts of reports presented on International Symposium ‘Mires of Northern Europe: Biodiversity, Dynamics, Management’. Published abstracts cover broad fields of structure, functioning, dynamics and diversity of mires concerning different levels of their organization. Methods of mire investigations and management in the regions of Russia and European Countries are also considered.

Publication is supported by Russian Federal Agency for Scientific Organizations

ISBN 978-5-9274-0682-1

© Коллектив авторов, 2015

© Институт биологии, 2015

© Карельский научный центр РАН, 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Болотные экосистемы широко распространены в бореальной и тундровой зоне, где процессы болотообразования активно происходили в течение всего голоцена и продолжаются в настоящее время. Это обусловлено комплексом климатических и геоморфологических факторов. Болота играют важную роль в углеродном балансе планеты, влияют на динамику и водный режим ландшафтов, развитие экономики, а также служат хранителями палеогеографической информации. Природные ресурсы болот широко используются в сельском и лесном хозяйстве, энергетике, медицине. Болота имеют большой рекреационный потенциал, служат поставщиками дикорастущих ягод и лекарственных растений, местами охоты. Специфика болотных местообитаний обуславливает своеобразие их флоры, растительных сообществ и фауны, отсюда они имеют большое значение для сохранения разнообразия биоты.

Север Европы, включающий скандинавские страны и ряд регионов Российской Федерации, является одним из наиболее заболоченных регионов мира. Болота и заболоченные земли занимают здесь более 30 % территории, а в отдельных приморских районах – 70–80 %. Болотные экосистемы северной Европы очень разнообразны по растительному покрову, стратиграфии, генезису и возрасту. Они давно изучаются широким кругом специалистов, как в России, так и в Скандинавии. В каждой стране имеются классики болотоведения и сформировались свои научные школы. По природе болот региона накоплены огромные материалы, имеется множество публикаций. В настоящее время исследования болотных экосистем активно ведутся и во многих других регионах России и зарубежных странах. По-прежнему остается много вопросов и проблем, связанных с оценкой роли болот в биосфере и их рациональным использованием, требующих дальнейшего изучения и решения с привлечением новых методов сбора и обобщения данных.

Данный симпозиум проводится в Институте биологии Карельского научного центра РАН, где уже в 1951 году был создан сектор болотоведения и мелиорации (сейчас это лаборатория болотных экосистем) и сформировалась известная научная школа. Он организован совместно с Институтом окружающей среды Финляндии, рядом других организаций и ведомств России и Норвегии. Основными направлениями симпозиума являются вопросы изучения биоразнообразия болотных экосистем на различных уровнях их организации, их функционирования и динамики, а также рационального использования и охраны. В представленных на симпозиум тезисах большое внимание уделено различным методам изучения природы болот, что очень актуально для решения научных и практических задач. Симпозиум привлёк внимание широкого круга исследователей из многих регионов России, а также Белоруссии, Украины, Финляндии, Эстонии, Германии, Великобритании, Италии. Это послужит развитию дальнейшего сотрудничества ученых и специалистов из разных регионов и стран.

Симпозиум приурочен к юбилеям двух ведущих болотоведов Европы: доктора биологических наук Татьяны Корнельевны Юрковской (Россия, БИН РАН) и профессора Рауно Руухиярви (Финляндия).

О.Л. Кузнецов от имени организационного комитета

FOREWORD

Mires are wide spread in taiga and tundra zones which are characterized with intensive processes of mire formation all along Holocene time until nowadays. That is caused by complex of climatic and geomorphologic factors. Mire ecosystems have great importance in global carbon balance, they drive landscape dynamics and water regime, also they store palaeogeographical information. Mire natural resources are widely used in agriculture and silviculture, energy development and medicine. Mires also have significant recreational potential, they can be treated as source of wild berries and medicinal plants and sometimes used for sports hunting. The peculiarities of mire habitats cause originality of flora, vegetation communities and fauna, therefore they are very important for biodiversity conservation.

The North of Europe including Nordic countries and some regions of Russian Federation has one of the highest paludification rate in the world. Mires and paludified lands occupy more than 30 % of land area, reaching 70-80 % in some sea coastal regions. The mires of Northern Europe are very diverse in plant cover, stratigraphical structure, age and genesis. They have a long history of studying by wide range of specialists both in Russia and Nordic Countries. Each country has its original classical authors and national schools of mire science. Great amount of data on regional mires nature is stored and a number of works is published. Investigations of mire ecosystems are actively carried on currently in many regions of Russia and European countries. There are still many unsolved questions and problems related with mire importance in biosphere processes and rational management of them, thus further studies with using of new techniques of data collection, processing and generalization are still needed.

Our symposium has its home in the Institute of Biology of Karelian Research Center RAS. The Department of Mire Science and Melioration was founded here in 1951, this unit developed into Mire Ecosystems laboratory by today and original research school was established. The symposium is organized in cooperation with Finnish Environment Institute (SYKE) and a number of organizations from Russia and Norway. The main fields of symposium interest are problems of biodiversity studies on various level of organization, questions of mire functions and dynamics and issues of mire management and protection. It worth to mention also that a number of reports announced for the symposium is dedicated to the methods of mire studies and practical treatment. The symposium attracted a number of specialists from many regions of Russian Federation and also from Belarus, Ukraine, Finland, Estonia, Germany, the United Kingdom and Italy. We hope it will help to expand the cooperation of mire researchers and specialists from various regions and countries.

Our symposium takes its place in the time we celebrate the anniversaries of two leading mire researchers of Europe: Dr. Tatiana Yurkovskaya (St.Petersburg, Russia) and Prof. Rauno Ruuhijärvi (Helsinki, Finland).

Oleg Kuznetsov, for the OC team

ТАТЬЯНА КОРНЕЛЬЕВНА ЮРКОВСКАЯ (К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Татьяна Корнельевна Юрковская – ведущий российский болотовед, геоботаник-картограф – родилась 4 сентября 1930 года в г. Ленинграде. В 1948 году она поступила на биологический факультет Ленинградского государственного университета. Решение стать геоботаником возникло уже на первом курсе. В годы учебы произошла встреча **ТЮ** с крупнейшими болотоведами страны, преподававшими на кафедре геоботаники, – И.Д. Богдановской-Гиенэф и А.А. Ниценко. Несколько позже, на летней практике, судьба сводит ее и с классиками гидрологии болот – К.Е. Ивановым и В.В. Романовым. В 1952 г. она познакомилась с Е.А. Галкиной, работавшей в Ботаническом институте АН СССР. Сомнений не было, и цепочка замечательных событий определила выбор болот в качестве объекта исследования на многие годы. На одном курсе с **ТЮ** училась М.С. Боч, впоследствии также ставшая известным российским болотоведом. На летних практиках и в экспедициях подружки-студентки начали знакомство с болотами и приступили к их изучению сначала в Ленинградской области, а затем в Карелии. Уже в 1952 году они обе участвовали в болотной экспедиции в Карелию (Лижма, Заонежье), куда их взяла с собой Е.А. Галкина. Как пишет сама **ТЮ***, «именно Е.А. Галкина научила их дешифрированию аэрофотоснимков, под ее руководством они начали делать первые доклады. Каждый из молодых сотрудников и аспирантов по очереди назначался начальником болота, он должен был наметить профили и пункты бурения и точки выполнения геоботанических описаний, распределить людей, а затем сделать общее описание болотного массива, заполнив бланк болотного ландшафта и сопроводить его картой. В один из вечеров следовал доклад и его обсуждение всеми участниками экспедиции».

В 1953 году после окончания университета **ТЮ** поступила в аспирантуру Института биологии КФ АН СССР, в 1959 году защитила кандидатскую диссертацию «Растительность болот средней Карелии» под научным руководством лауреата Государственной премии СССР Е.А. Галкиной. В 1956 году после окончания аспирантуры **ТЮ** была принята в лабораторию болотоведения и мелиорации Карельского филиала АН СССР, в которой работала до 1968 года. Летние сезоны **ТЮ** проходили в экспедициях по разным районам любимой Карелии. Большое внимание Т.К. Юрковская уделяла составу болотной флоры мхов, печеночников и лишайников, ею выявлено несколько редких видов сфагновых мхов в республике, одной из первых она начала исследования фауны болотных водоемов. Работая в Петрозаводске, **ТЮ** активно сотрудничала с коллегами из БИН АН СССР, Отдела водных проблем КФ АН СССР. В результате разносторонних исследований сформировались научные интересы **ТЮ**, среди которых география болот, их типология, классификация болотной растительности, вопросы районирования, экология сфагновых мхов и ряд других. В 1968 г. коллективом лаборатории болотоведения, где работала **ТЮ**, была создана первая в СССР среднемасштабная карта растительности болот в масштабе 1: 600 000 с четко разработанной системой соподчиненных картографируемых единиц, включающих и типы болотных систем.

В 1968 году по приглашению академика Е.М. Лавренко **ТЮ** перешла на работу в лабораторию географии и картографии растительности Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. В БИНе **ТЮ** незамедлительно включилась в новую для нее тематику, посвященную вопросам мелко-масштабного геоботанического картографирования обширных регионов. Она вошла в авторские и редакторские коллективы ряда карт растительности СССР, Европейской части СССР, Нечерноземной зоны РСФСР, Европы, а также серии карт для Вузов, тематических карт для различных атласов. Во всех коллективных картографических произведениях **ТЮ** всегда в первую очередь разрабатывала легенды для картирования болот и болотной растительности.

Результатом многолетних исследований болот России явилась докторская диссертация «Структура, география и картография растительности болот Европейской части СССР», которую **ТЮ** успешно защитила в 1986 году.

С 1989 по 2006 год **ТЮ** возглавляла лабораторию географии и картографии растительности. Несмотря на трудное время, коллектив лаборатории успешно работал, участвуя в выполнении крупных международных картографических проектов, среди которых Карта восстановленной растительности Центральной и Восточной Европы (1995), Карта растительности Европы (2000, 2003), Циркумпольная карта растительности Арктики (САУМ) (2003) и ряд других. В тесном сотрудничестве с Лабораторией карт и атласов МГУ был осуществлен ряд проектов, в т.ч. создана карта «Зоны и типы поясности России и сопредельных территорий» (1999). Проводимые исследования получали гранто-

вую поддержку РФФИ, финансирование по программам Президиума РАН и С.-Петербургского научного центра РАН, а также международных фондов. Многие годы ТЮ много сил и энергии отдавала подготовке и изданию ежегодника «Геоботаническое картографирование», соредктором которого она являлась с 1990 по 2013 г. Издание продолжает выходить и сейчас в виде тематического сборника. Все годы, наряду с активной работой по своей тематике и публикацией многочисленных результатов, она большое внимание уделяла анализу состояния геоботанического картографирования в отдельных странах и в мире в целом. Этой теме посвящены многочисленные обзоры и рецензии на страницах Геоботанического картографирования, Ботанического журнала, чему способствовало активное сотрудничество ТЮ с зарубежными коллегами и участие во многих международных конференциях.

За многие годы «ленинградского-петербургского» этапа научной карьеры ТЮ ее полевые маршруты неоднократно вновь пролегли по Карелии, а сотрудничество с коллегами-болотоведами из Петрозаводска никогда не прерывалось. Наиболее тесные контакты и дружба сохраняются с Г.А. Елиной, А.И. Максимовым, Л.В. Филимоновой и др. ТЮ внимательно следит за развитием ботанической науки в Карелии и всячески поддерживает молодых исследователей. Она выступает принципиальным, но всегда доброжелательным, официальным оппонентом многих кандидатских и докторских диссертаций ботаников и экологов, как из Карелии, так и других регионов, рецензирует издания Карельского научного центра РАН.

В 2006 году ТЮ, первой из российских болотоведов, избрана Почетным членом Международной группы охраны болот (МСГ).

За годы плодотворной работы сделаны многочисленные флористические находки и ботанико-географические открытия, среди которых наиболее важными, по мнению самой ТЮ, являются установление факта распространения аапа болот, как по всей бореальной зоне Европейской части России, так и в Западной Сибири, а также обнаружение полигональных болот в Малоземельской тундре, что позволило пересмотреть географию их распространения. Результаты многолетних исследований Т.К. Юрковской опубликованы более чем в 300 работах, среди которых несколько монографий, главы и разделы во многих коллективных монографиях, десятки геоботанических карт, а также многочисленные статьи в различных отечественных и зарубежных изданиях. В 2011 г. в Национальном атласе почв Российской Федерации за авторством ТЮ вышла в свет Карта растительности М 1:15 000000 и пояснительный текст к ней. Список основных работ Т.К. Юрковской опубликован в Ботаническом журнале (2000, № 9; 2011, № 4.) и Трудях Карельского научного центра РАН (2011, № 2).

В настоящее время ТЮ продолжает оставаться «в строю». Она является ведущим научным сотрудником лаб. географии и картографии растительности БИН РАН, членом диссертационного совета, по-прежнему активно участвует в конференциях и симпозиумах, пишет отзывы и рецензирует статьи. ТЮ возглавляет секцию болотоведения Русского ботанического общества. В рамках работы секции в Международный день водно-болотных угодий (2 февраля) проводятся уже ставшие традиционными «Галкинские чтения», посвященные памяти Екатерины Алексеевны – «учительницы», как называла ее М.С. Боч. В 2015 г. под председательством Т.К. Юрковской состоялись очередные, VI Чтения, в которых приняли участие около 40 человек, было заслушано 16 научных докладов, касавшихся различных аспектов изучения феномена болот.

Теплые отношения с гидрологами, зародившиеся еще в студенчестве, связывают ТЮ с коллегами из группы гидрологии болот Государственного гидрологического института (ГГИ), и прежде всего, учеником К.Е. Иванова – Сергеем Михайловичем Новиковым. 30 мая 2015 г. ТЮ приняла участие в юбилейной встрече, посвященной 65-летию Зеленогорской Болотной станции «Ламмин-Суо».

От всей души желаем Татьяне Корнельевне здоровья, бодрости духа, творческого долголетия и новых открытий!

О.Л. Кузнецов, О.В. Галанина

RAUNO RUUHIJÄRVI 85 YEARS

Rauno Ruuhijärvi was born in 1930. Because his school years were during wartime, he used to hike in the forests and mires of Southern Ostrobothnia in western Finland; but after the war he was able to explore Lapland. He also participated in forest management work during school summer holidays. These activities stimulated him to study Botany, Zoology, Geography and Geology when he entered Helsinki University in 1951. He completed his Master's degree, with Botany as the main subject, in 1956; and received a Licentiate's degree in 1957. His dissertation work on the vegetation and regionality of mires in northern Finland was carried out within the Regionality of Principal Finnish Nature Habitats project led by Professor Aarno Kalela, son of A.K. Cajander. Professor Risto Tuomikoski was also an important influence. Rauno spent four summers collecting data for the dissertation and defended it in 1960.

Rauno realised the importance of nature conservation when large scale ditching of mires for forestry began at the end of the 1950s and large aapamires were drowned by water reservoirs in the 1960s. He was nominated as a Professor of Plant Ecology in 1963. He then started to teach plant ecology in Helsinki and to lead summer field courses at Lammi Biological Station, where he was Principal for over 30 years. He began to develop and lead research projects in aquatic, mire and forest ecology which produced tens of dissertations, licentiate and master's theses. At the end of the 1960s he began to teach nature conservation and environmental protection at the university, and this continued up to his retirement.

Rauno played key roles in the establishment of universities in Jyväskylä and Joensuu and in the renovation of academic studies during the 1960s and 1970s. When the Academy of Finland's Commission of Environmental Sciences was established, he was appointed as its first Chairman and so was able to organise and greatly promote research in environmental sciences during his six years of office up to 1989. In the years leading up to his retirement in 1995 he also acted as Dean of the Faculty of Mathematical and Nature Sciences at Helsinki University.

Rauno undertook the task of making conservation plans when he was Chairman of the mire conservation committee of the Finnish Nature Conservation Association and Finnish Peatland Society in 1965–1972. The 1950s regional studies of Finnish mires and data from more than 1,000 mires provided the scientific basis for the work. Numerous people contributed to the field inventories, but most of the work was done by Urpo Häyrinen, who was Secretary and Field Assistant to the group.

When nature conservation became the responsibility of the Ministry of Agriculture and Forestry in 1972, conservation planning moved to official committees, but the work continued. Rauno served on more than 30 committees and working groups dealing with nature conservation and environmental protection for the Ministries of Agriculture and Forestry, Environment (established in 1983) and Trade and Industry, as well as for the government as a whole.

Rauno became Chairman of the Finnish Nature Conservation Association in 1978 and held the position for 12 years. During this period the Association became a large and remarkably influential nationwide NGO whose opinions were taken seriously by government and Parliament.

Rauno was invited to join the nature conservation working group of the Finnish-Soviet Committee for Science and Technology in 1978, and continued this work to become Chairman of the Finnish part of the Russian-Finnish Nature Conservation Committee under the Ministry of the Environment in 1985–2002. He has made tens of expeditions to different parts of the Soviet Union, and later Russia, in this role. He played a key role in the planning and establishment of Paanajärvi and Vodlozero National Parks and the Finnish-Russian Friendship Nature Reserve.

Rauno Ruuhijärvi has received numerous awards for his work for science and nature conservation, e.g. the UNEP Global 500 Award (1988) and numerous awards from Finnish scientific foundations and WWF. He has been nominated as an honorary Doctor of Joensuu University and honorary Chairman of the Finnish Nature Conservation Association. He is also an honorary member of the Finnish Peatland Society and International Mire Conservation Group.

Heikkilä Raimo, Lindholm Tapio, Salminen Pekka, Kuznetsov Oleg L.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ЕЛЬНИКОВ НА ОСУШЕННЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТАХ

PRODUCTIVE SPRUCE STANDS ESTABLISHMENT ON DRAINED FENS

Ананьев В.А. / Ananyev Vladimir

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Хозяйственная ценность мелиорируемых лесов зависит от состава формирующихся насаждений после осушения. По данным обследования осушенных спелых лиственно-еловых насаждений, от 20 до 70 % деревьев березы поражены напенной гнилью и могут быть использованы как дровяная древесина.

Рациональное использование потенциального плодородия болот после осушения требует выращивания наиболее ценных хвойных насаждений взамен низкотоварных лиственных древостоев путем проведения рубок, направленных на улучшение санитарного состояния и товарной структуры древостоев.

Объектом исследования явились березово-еловые насаждения Юркостровского лесничества Кондопожского лесхоза, осушенные в 1976 году сетью открытых каналов с расстоянием между ними 120–150 м. Мощность торфяной залежи переходного типа на участке варьировала от 0,4 до 1,5 м. Торф хорошо разложившийся (более 25 %) и богат зольными элементами (зольность 11,5 %). К началу исследований (1983 г.) давность осушения составила 7 лет.

Березово-еловое насаждение до рубки характеризовалось следующим составом: $7B_{90}$; $1E_{150}$; $1E_{80}$; $1C_{150}$ с запасом $98 \text{ м}^3/\text{га}$, полнотой 0,7. При проведении рубки полностью была выбрана береза, перестойная ель и сосна. Полнота снизилась до 0,14. Подроста ели под пологом леса на опытных участках насчитывалось до 2600 шт./га. Четкое выполнение технологии лесосечных работ позволило обеспечить высокую сохранность подроста (78 %).

Рост и развитие исследуемого древостоя после рубки переформирования идет за счет тонкомера, крупного и среднего подроста. Интенсификация прироста в высоту и по диаметру у подроста, способствовали быстрому переходу его в основную часть древостоя. В течение первого пятилетия после рубки численность древостоя за счет подроста, достигшего пересчетных (диаметр на высоте груди 6,1 см) размеров, увеличилась на 416 деревьев. Во втором пятилетии интенсивность пополнения древостоя подростом ели снизилась, но в целом составила значительную величину (185 деревьев на 1 га). В целом за 30-летний период наблюдений общая численность древостоя ели увеличилась в 4,0 раза. Здесь следует отметить незначительное появление березы в составе елового древостоя.

Анализ динамики текущего прироста показал, что наиболее интенсивное наращивание диаметра происходит в первом пятилетии после рубки и в среднем составляет 2,1 см. (годовой 0,42 см.). Во втором пятилетии прирост по диаметру еще достаточно высок 2,3 см (годовой 0,46 см.). Аналогично изменяется текущий прирост по высоте. Он характеризуется довольно высокой величиной (30–34 см/в год).

Увеличение диаметров и высот у молодых деревьев ели и подроста способствовало интенсивному наращиванию запаса. Текущий годичный прирост по запасу (за 30-летний период) в исследуемом насаждении довольно высок ($6,4 \text{ м}^3/\text{га}$). После рубок переформирования текущий прирост откладывается на наиболее ценных в хозяйственном отношении деревьях ели. К концу 30-летнего анализируемого периода запас восстановился и составил 123 % от запаса до рубки. Доля подроста в наращивании запаса равна 42 %. Отпад за этот промежуток времени незначителен и составляет 14 деревьев с запасом $0,6 \text{ м}^3/\text{га}$. Интенсивность отпада значительно меньше, чем интенсивность пополнения, что свидетельствует об устойчивости данной категории к рубкам переформирования.

Таким образом, рубки переформирования в березово-хвойных насаждениях при наличии достаточного количества молодого елового тонкомера и подроста способствуют выращиванию хозяйственно-ценных и продуктивных еловых древостоев на осушенных землях.

КАРТИРОВАНИЕ БОЛОТНЫХ УЧАСТКОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ»

MAPPING OF MIRE SITES OF «VODLOZERSKY» NATIONAL PARK

Антипин В.К. / Antipin Vladimir

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Национальный парк «Водлозерский», г. Петрозаводск, Россия

Парк является крупнейшим по площади (почти 0,5 млн га) таежным лесо-болотным резерватом России, занимает сопредельную территорию Архангельской области и Карелии в бассейне р. Илекса – оз. Водлозеро. На основе многолетних наземных и дистанционных данных составлена цифровая карта «Болотные участки территории южной части национального парка «Водлозерский». Она создавалась в среде ГИС «Национальный парк «Водлозерский». Подложками прекарты служили космические снимки SPOT 5 и Landsat 7 (разрешение 20–30 м), на которых по установленным дешифровочным признакам выделялись картируемые единицы пространственной структуры болот - болотные участки (Антипин, 2014).

Информационный объем выделенных болотных участков отражает биоморфную структуру их растительного покрова, микрорельеф и режим водно-минерального питания. База данных цифровой карты соответствует ее легенде. На ее основе проведены необходимые расчеты для анализа пространственной структуры болот южной части парка (табл.)

Таблица

Типы и виды болотных участков на территории южной части национального парка «Водлозерский»

Виды болотных участков	Кол-во, шт	Площадь, га		Доля от площади болот, %
		мин/мах	общая	
Олиготрофный тип				
Сосново-кустарничково-пушицево-сфагновый	176	0,4 / 142,0	1765,4	7,9
Кустарничково-пушицево-сфагновый	45	0,8 / 32,8	350,6	1,6
Пушицево-сфагновый	55	0,4 / 60,8	447,6	2,0
Сфагновый грядово-мочажинный	97	0,8 / 422,4	4544,0	20,3
Сфагновый грядово-мочажинно-озерковый	2	230 / 311,2	541,2	2,4
Итого	375		7648,8	34,1
Мезоолиготрофный тип				
Осоково-пушицево-сфагновый	62	1,4 / 222,4	2399,4	10,7
Вахтово-сфагновый топяной	7	2,4 / 134,4	510,4	2,3
Итого	69		2909,8	13,0
Мезотрофный тип				
Сосново-травяно-сфагновый	109	0,4 / 244,8	1763,1	7,9
Осоково-сфагновый	105	0,8 / 331,8	2638,4	11,8
Травяно-сфагновый	42	1,0 / 89,2	709,0	3,2
Травяно-сфагновый топяной	40	6,2 / 904,6	5319,6	23,7
Итого	296		10430,1	46,6
Мезоевтрофный тип				
Древесно-травяно-сфагново-гипновый	17	1,0/102,4	466,0	2,1
Освоенные лесной мелиорацией				
Нарушенные болотные участки	20	2,2 / 433,2	945,0	4,2
Всего	777		22399,7	100

Установлено, что на территории южной части парка доминируют мезотрофные травяно-сфагновые топяные и олиготрофные сфагновые грядово-мочажинные болотные участки, характерные для олиготрофных сфагновых и аапа болот таежной зоны восточной Фенноскандии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС «БОЛОТА КАРЕЛИИ» ДЛЯ КОРРЕКЦИИ И ОБНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ РЕГИОНА

APPLICATION OF THE «MIRESS OF KARELIA» GIS FOR CORRECTIONS AND UPDATING OF DIGITAL SOIL MAP OF THE REGION

Ахметова Г.В.¹, Токарев П.Н.² / Akhmetova Gulnara¹, Tokarev Pavel²

¹ Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

² Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

В середине 1950-х годов под руководством О.М. Михайловской была создана самая подробная на настоящее время почвенная карта Республики Карелия, масштаб 1:500 000 (Михайловская, 1951). Данная карта имеется в единственном экземпляре в фонде лаборатории лесного почвоведения Института леса КарНЦ РАН, в связи с чем, было решено перевести ее в цифровой вариант. Векторизация проводилась в ручном режиме с помощью программного продукта MapInfo Professional 8.5. В результате проведенных работ подготовлен векторный слой почвенной карты Карелии, состоящий из 19345 полигонов. Каждый выделенный полигон соответствует почвенному контуру и имеет набор атрибутивной информации.

При идентификации контуров почв возник ряд проблем, в основном это касается блока «Болотные почвы», который состоит из 11278 контуров. В связи с тем, что болота переходные и верховые было сложно идентифицировать по цвету, а буквенные индексы были нанесены только на крупные контуры, был введен дополнительный отдел «Болота неопределенные», в него вошло 767 контуров. Также на оригинальной бумажной карте имеется блок «Болота без подразделения», состоящий из 10060 контуров, которые также требуют идентификации. В связи с чем были начаты работы по обновлению атрибутивной информации контуров болотных почв на основе данных болотно-го фонда.

При корректировке границ и классификационного положения болотных почв была использована геоинформационная система «Болота Карелии» (Токарев, 2008), с привлечением планшетов дешифровки растительности болот по аэрофотоснимкам (масштаб 25 000–50 000), имеющихся в фондах лаборатории болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН, созданных под руководством Е.А. Галкиной в 50-ые годы.

В результате проведенной работы на северной части почвенной карты Карелии блоки «Болота неопределенные», «Болота без подразделения» переведены в блоки «Болотные верховые торфяные», «Болотные переходные и смешанные торфяные» и «Болотные низинно-переходные и низинные торфяно-перегнойные». На данном этапе не изменяется контурная часть карты, а корректируются только названия болотных почв в базе атрибутивных данных. Также требуют значительной переработки контуры болотных верховых, переходных и смешанных, низинно-переходных и низинных торфяно-перегнойных почв, так как после 1955г., когда была подготовлена данная почвенная карта, в Карелии были проведены масштабные исследования болотных массивов, в результате чего были значительно изменены их контуры, уточнена их классификационная принадлежность (Болотные экосистемы..., 1988, Кузнецов, Елина, 1982, Методы исследования..., 1991, Структура растительности..., 1983, Юрковская, Елина, 2005, Юрковская, 1970, 1988, 1992, 2005). В связи с этим, в дальнейшем, встает вопрос о необходимости изменения контурной части по крайней мере крупных болотных массивов.

Созданная и обновленная цифровая почвенная карта Карелии масштаба 1:500000 имеет большое научное и практическое значение. Обновленная карта позволит более точно использовать имеющуюся информацию по почвенному фонду республики. Она позволяет более полно понять характер почвенного покрова территории, расширить доступ к имеющейся информации и дает дополнительные возможности для ее анализа. Повышается значимость и информативность накопленных данных для решения проблем народного хозяйства.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЕРХОВОГО БОЛОТА В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ РИЗОПОДНОГО АНАЛИЗА

QUANTITATIVE RECONSTRUCTION OF HYDROSERIAL CHANGES IN A PEATLAND DURING THE HOLOCENE BASED ON TESTATE AMOEBA ANALYSIS

Бабешко К.В., Цыганов А.Н., Мазей Ю.А. / Babeshko Kirill, Tsyganov Andrey, Mazei Yuri

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Гидрологические условия являются основным фактором формирования и развития болотных экосистем. В свою очередь, гидрологический режим (особенно верховых болот) зависит от климатических характеристик, таких как количество осадков и испаряемость. В настоящее время для гидрологических реконструкций, в основном, используются ботанический анализ торфа. Однако существуют и другие методы, которые могут дополнить классические подходы. Одним из таких методов является ризоподный анализ, основанный на экологических предпочтениях раковинных амёб – свободноживущих гетеротрофных протистов, характеризующихся наружным скелетным образованием, раковинкой. Цель работы – провести количественную реконструкцию гидрологического режима верхового болота в голоцене по данным о видовой структуре ископаемых сообществ раковинных амёб.

Для исследования отобрана колонка из торфяной залежи (глубина 2,8 м) верхового болота, расположенного в Тульской области (N 53,83481, E 36,25248). Образцы торфа отобраны с интервалом 5 см. Приготовление образцов для ризоподного анализа проводили по методике, основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий (Мазей, Ембулаева, 2009). Количественная реконструкция проведена с использованием калибровочной модели, построенной методом средневзвешенного осреднения по данным о распространении раковинных амёб в зависимости от уровня залегания болотных вод в болотных экосистемах на территории Европейской части России (Цыганов и др., 2015).

Анализ 53 образцов торфа выявил 36 видов раковинных амёб. Наиболее обильными были виды *Archerella jollyi* (35,5 % от общего количества), *Heleopera sylvatica* (12,8 %), *Archerella flavum* (11,2 %), *Arcella arenaria* (5,4 %). По результатам кластерного анализа выделено три зоны.

Зона 1, глубина 280–220 см (9700–7800 кал. л. н.). Преобладают гидрофильные сфагнобионты *A. flavum*, *A. jollyi*, *Hyalosphenia papilio* и *Hyalosphenia elegans*. В качестве субдоминантов присутствуют ксерофильные сфагнобионты *Assulina muscorum* и *Arcella arenaria*, а также эврибионт *Centropyxis minuta*. Результаты реконструкции свидетельствуют о значительной обводненности: глубина залегания болотных вод изменялась в пределах от – 0,3 (погруженные мхи) до 7,3 см со средним значением 2,6 см.

Зона 2, глубина 90–220 см (7800–3800 кал. л. н.). Преобладают ксерофильные сфагнобионты *H. sylvatica* и *A. arenaria*. Помимо этого присутствуют ксерофилы *Corythion dubium*, *Nebela militaris*, а также вид *Nebela bohémica*, который преимущественно встречается в биотопах со средней увлажненностью. Обводненность снижается; реконструированные значения уровня залегания болотных вод изменяются от 2,9 до 17,9 см со средним значением 10,4 см.

Зона 3, глубина 90–0 см (3800 кал. л. н. – настоящее время). Сохраняется преобладание ксерофильного вида *H. sylvatica*; субдоминантами являются ксерофилы *Euglypha laevis* и *Arcella catinus*. В верхней части (начиная с глубины 50 см) отмечается повышение доли гидрофильных видов *A. flavum* и *Centropyxis orbicularis*. Тенденция снижения уровня болотных вод сохраняется; реконструированные значения изменяются от 6,0 до 23,3 см со средним значением 15,7 см.

Таким образом, ризоподный анализ свидетельствует о том, что исследованная болотная экосистема в ходе развития прошла через смену гидрологического режима с общей тенденцией к снижению обводненности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14-04-31472) и гранта Президента РФ для молодых ученых (МД-4435.2014.4).

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЛЕСОВ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

HYDROLOGICAL IMPORTANCE OF FORESTS ON DRAINED MIRE LANDS

Бабилов Б.В. / Babikov Boris

Санкт-Петербургский Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова, Россия, г. Санкт-Петербург

Осушение лесных болот в России имеет давнюю историю. Первые обширные работы по осушению были проведены в последней половине XIX столетия, когда осушили Пинские болота в Белоруссии. Осушение общественностью было воспринято критически, поскольку в это же время снизилось водное питание рек Припяти, Днепра. Известный гидролог Е.В. Оппоков, исследуя это явление, отмечал, что основной причиной обмеления рек явилось уменьшение осадков в тот период, а не осушение болот.

Дискуссии о возможном отрицательном влиянии осушения болот на водное питание рек возникли и позднее, например, в наше время, в 60х годах прошлого столетия.

Для изучения особенностей гидрологического режима осушенных болот кафедрой почвоведения и гидромелиорации Ленинградской лесотехнической академии проведены специальные многолетние (15 лет) исследования на олиготрофных и мезотрофных болотах с разной интенсивностью осушения, каналами проведенными через 65, 130 и 205 м.

Исследования показали, что эффект осушения начинает проявляться через 3–4 года.

Через 15 лет после осушения за счет подроста сформировались высокополнотные древостои, более высокого класса бонитета в зависимости от интенсивности осушения (табл. 1).

Таблица 1

Динамика роста сосновых древостоев на осушенных болотах

Опытный участок Расстояние между каналами	Средние		Полнота	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
	Высота, м	Диаметр, см			
9/65	3,8/4,8	3,0/4,8	0,4/0,9	15/70	V/II–III
10/130	5,5/4,9	5,2/5,1	0,4/0,9	28/49	Va/III–IV
11/205	6,2/4,2	5,6/4,3	0,5/0,8	32/35	V/IV

Примечание: в числителе характеристики таксации в год осушения, в знаменателе через 15 лет после осушения.

Пятнадцатилетние исследования стока, рассмотрим по семилетним периодами, по каналам позволили оценить влияние каналов и древостоя на сток.

Таблица 2

Характеристики стока по семилетним периодам

Периоды, годы осушения	Осадки V–IX, мм	Объекты исследования			
		Р. Тосно	Болото, расстояние между каналами, м		
			205	130	65
1–7 лет	282	40/0,14	36/0,13	60/0,21	72/0,26
8–15 лет	307	46/0,15	48/0,16	73/0,23	74/0,24

Примечание: числитель – сток, мм; знаменатель – коэффициент стока.

Второй семилетний период (табл. 2), характеризовавшийся повышенной на 9 % величиной осадков отразился и на стоке. Коэффициент стока в р. Тосно увеличился на 7 %. Изменился сток и по осушительным каналам, но с учетом расхода воды на суммарное испарение древостоя. На участке с каналами через 205 м коэффициент стока увеличился на 26 %, при расстояниях 130 м – на 9 %. При более интенсивном осушении, где каналы проведены через 68 м. в сформированном более высокобонитетном древостое коэффициент стока не увеличился, а снизился на 8 %, проявилось влияние расхода влаги древостоем на транспирацию.

В летний период в сухие годы часто отмечается прерывание стока с болот по малым естественным водотокам. На осушаемых болотах каналы способствуют стабилизации стока воды в реки. В на-

ших 15 летних исследованиях по мере сгущения сети каналов при уменьшении расстояния между каналами 205, 130 и 65 м, сток прерывался соответственно на 32, 28 и 20 суток.

Следовательно, осушительные каналы, как дополнительные водотоки, способствуют регулированию стока, улучшая водное питание рек, что особенно важно в летний период, когда возможно пересыхание ручьев, небольших речек и рек.

О ГЕТЕРОТРОФНЫХ БОЛОТАХ БАШКИРСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

ON THE HETEROTROPHIC MIRES IN BASHKIR CIS-URAL

Бикбаев И.Г., Мартыненко В.Б. / *Bikbaev Inur, Martynenko Vasiliy*

Уфимский Институт биологии РАН, г. Уфа, Россия

Республика Башкортостан (РБ) относится к слабо заболоченным регионам, но разнообразие болот на ее территории довольно высокое. В РБ встречаются все 3 типа болот: низинные (евтрофные), переходные (мезотрофные), верховые (олиготрофные). Следует отметить, что значительный интерес с точки зрения болотоведения представляют гетеротрофные болота, характеризующиеся наличием элементов различного питания (Брадис, 1951).

Как показывают результаты обследований гетеротрофных болот Башкирского Предуралья, синтаксономическое разнообразие всего болотного комплекса значительно зависит от его размера. К наиболее крупным гетеротрофным болотам Предуралья относятся следующие – Ариевское (Каракулевское), Аркауловское, Лагереvское, Черношарское и Сюневская дача (Нарат-Саз).

Периферийная часть этих болотных массивов не вызывает большого интереса, поскольку чаще всего представлена обычными евтрофными черноольхово-пушистоберезовыми или пушистоберезово-тростниковыми сообществами союза *Alnion glutinosae* Malcuit 1929, порядка *Alnetalia glutinosae* R. Tx. 1937 класса *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946. Вблизи водотока часто встречаются сероольховые или сероольхово-черемуховые неморальнотравные леса союза *Alnion incanae* Pawłowski et al., 1928 порядка *Fagetalia sylvaticaе* Pawłowski et al., 1928 класса *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937. Наибольший интерес вызывает центральная часть этих болотных массивов, которая представляет собой сложное сочетание нескольких типов растительности – выровненных участков, сосняков на возвышенных участках, сообществ мочажин и кочек и т. д.

Сообщества мочажин и выровненных участков относятся к союзу *Caricion davallianae* Klika 1934 порядка *Caricetalia davallianae* Br.-Bl. 1949 класса *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tx. 1937. Эти сообщества образуются на известковом туфе, который может быть представлен различными формами – от мучнистых туфов в торфе до плитняка (или травертина), который представляет довольно плотную ноздреватую породу. В этих сообществах довольно обычны такие редкие и нуждающиеся в охране виды, как *Schoenus ferrugineus* L. и *Pinguicula vulgaris* L. Моховый покров в данных сообществах довольно хорошо развит и представлен такими видами как *Campylium stellatum* (Hedw.) С.Е.О. Jensen, *Scorpidium cossonii* (Schimp.) Hedenaes, *S. revolvens* (Sw. ex anon.) Warnst. Кроме того, в этих сообществах были обнаружены и другие редкие виды, такие как *Carex serotina* Merat, *Gymnadenia odorotissima* (L.) Rich., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Epipactis palustris* (L.) Crantz и др. А на болотах Сюневская дача и Ариевское нами были описаны сообщества с доминированием *Cladium mariscus* (L.) Pohl.

Среди мочажин могут встречаться олиготрофные кочки, имеющие высоту от 30 до 50 см. Моховый ярус обычно представлен ковром из *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. В травяно-кустарничковом ярусе часто доминирует *Empetrum hermaphroditum* Nagerup. Высокое постоянство имеют типичные виды олиготрофных болот – *Oxycoccus palustris* Pers., *O. microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Drosera rotundifolia* L. Эти сообщества следует относить к союзу сфагновых верховых болот *Oxycocco-Empetrium hermaphroditum* Nordhagen ex Du Rietz 1954 порядка *Sphagnetalia magellanica* Kdstner et Flussner класса *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et R. Tx. ex Westhoff et al. 1946.

Также к олиготрофным участкам приурочены багульниково-сфагновые сосняки. В их травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Ledum palustre* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Molinia caerulea* (L.)

Moench. Моховый ярус хорошо развит, в нем доминируют различные виды рода *Sphagnum*. Данные сосняки следует относить к союзу *Ledo-Pinion* R. Тх. 1955 порядка *Vaccinietalia uliginosi* R. Тх. 1955 класса *Vaccinietea uliginosi* R. Тх. 1955.

Изучение болот РБ ведется в рамках проекта ПРООН «Обеспечение сохранения торфяных болот и восстановления нарушенных торфяников в Республике Башкортостан, как модельной территории проекта «Охрана и устойчивое использование торфяников в Российской Федерации с целью снижения эмиссии CO₂ и содействия в адаптации экосистем к изменениям климата».

ЗАБОЛАЧИВАНИЕ ВЫРУБОК

CLEARCUTS PALUDIFICATION

Богданова Л.С. / Bogdanova Lidia

Санкт-Петербургский Лесотехнический Университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

Проведение разреживания древостоя способствует заболачиванию территории. После вырубki снижается расход влаги на транспирацию, уменьшается доля внутрипочвенного стока и увеличивает-ся поступление атмосферных осадков на поверхность почвы.

При концентрированных рубках в Коми отмечена начальная стадия болотообразования. На не-больших лесосеках начавшееся заболачивание приостанавливается с появлением молодых древес-ных растений и восстановлении древостоя (Сибирова , Вернандер., 1957)

С другой стороны снижение полноты древостоя приводит к обострению конкуренции за высво-бодившиеся ресурсы – свет и элементы питания. В период лесовосстановления до разрастания дре-востоя получает развитие напочвенная растительность, как более активный перехватчик высвобо-дившихся после рубки элементов питания. В частности, ягодные кустарнички - черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Невозобновившиеся вырубki могут использоваться как места для сбора (заготовки) ягод этих растений.

Урожайность черники в сосняках, ельниках и березняках черничниках и брусники в сосняках брусничниках и на вырубках в этих типах леса представлена в таблице. Проектное покрытие напоч-венной растительности сосняков брусничников и черничников преимущественно представлено в со-ответствии типам леса – черникой и брусникой. Кроме того, в сосняке черничнике на сфагновых коч-ках встречается багульник (*Ledum*) и подбел (*Andromeda*), местами кукушкин лен (*Polytricum commune*).

Таблица.

Проектное покрытие и урожайность ягодных кустарничков

Тип леса	Проектное покрытие, %			Урожайность ягод, кг/га
	черника	брусника	Сфагновые мхи	
Сосняк черничник сфагновый				
Древостой	18	0,8	43	50 (черника)
Рубка	50	3	0	110 (черника)
Ельник черничник				
Древостой	6	0,3	0,8	–
Рубка	43	14	7	90 (черника)
Сосняк брусничный				
Древостой	2,5	19	–	90 (брусника)
Рубка	0,8	17	–	300 (брусника)
Березняк черничный				
Древостой	20	1	20	–
Рубка	18	–	6	270 (черника)

После рубки леса на вырубках повсеместно увеличилось плодоношение и урожайность ягод-ных кустарничков. Наибольший урожай черники отмечен на вырубке в березняке черничном. Под ле-

сом в данных условиях черничник был, но практически не плодоносил. Более чем в 2 раза увеличился урожай черники в сосняке черничном.

В ельнике черничнике проективное покрытие черники было в 7 раз больше и урожай составил 90 кг/га.

Наибольшая урожайность брусники – 300 кг/га, отмечена в сосняке брусничнике.

Следует отметить, что обилие черники или брусники, т.е. большое его проективное покрытие – не является показателем высокого урожая ягод. На исследованных объектах при небольших вырубках прогрессивного заболачивания после рубки не отмечено.

БРИОФЛОРА БОЛОТ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК» И ЕГО ОХРАННОЙ ЗОНЫ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

MIRE BRYOFLORE OF THE «PASVIK» STRICT NATURE RESERVE AND ITS BUFFER ZONE (MURMANSK REGION, RUSSIA)

Бойчук М.А. / Boychuk Margarita

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Государственный природный заповедник «Пасвик» (69°07'–69°25' с.ш., 29°15'–29°57' в.д.) располагается в Печенгском районе Мурманской области, у границы с Норвегией.

Болота составляют 25 % территории заповедника. Наибольшую площадь занимают верховые грядово-мочажинно-озерковые и грядово-мочажинные болота. Они включают сосново-кустарничково-лишайниковые гряды, пушицево-сфагновые мочажины, дистрофные черные топи и вторичные озерки (Кузнецов, Кутенков, 2013). Имеются аапа, переходные и низинные болота.

Бриофлористические исследования на болотах заповедника и его охранной зоны проводились в 2011–2014 гг. Выявлено 85 видов мхов, что составляет 45 % от бриофлоры данной территории и 20 % – Мурманской области. К числу ведущих семейств относятся Sphagnaceae (28 видов), Calliergonaceae (10), Dicranaceae (7), Amblystegiaceae (7); Scorpidiaceae (5). Наибольшим видовым разнообразием мхов отличаются кольские (лапландские) аапа комплексы, низинные травяно-моховые сообщества, травяные (осоковые) и ивово-травяные приречные местообитания.

На болотах заповедника «Пасвик» и его охранной зоны обнаружены виды мхов, которые в Мурманской области встречаются довольно редко. Это (названия – по: Ignatov et al. 2006): *Dicranum laevigens*, *Palustriella decipiens*, *Polytrichum swartzii*, *Sphagnum annulatum*, *S. contortum*, *S. fallax*, *S. flexuosum*, *S. obtusum*, *S. tenellum* и др. Редких видов мхов, внесенных в Красную книгу Мурманской области (2014), не выявлено.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ *PINUS SYLVESTRIS*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА БОЛОТЕ

SEASONAL VARIATIONS OF PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY OF *PINUS SYLVESTRIS*, GROWING ON A BOG

Болондинский В.К. / Bolondinskii Viktor

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Сосна обыкновенная, обладающая широким диапазоном приспособительных реакций, произрастает на болотах всех типов. Известно, что по производительности сосняки при высоком уровне грунтовых вод уступают соснякам на суходолах (Казимиров и др., 1977). Одна из причин этого – очень низкий фотосинтез в начальный период вегетации.

Исследования проводились на базе полевого стационара Института леса КНИЦ РАН, расположенного в 50 км к северу от г. Петрозаводска (62°13' с.ш. и 34°10' в.д.). Сосняк кустарничково-

долгомошный по производительности относится к IV классу бонитета. Средний возраст 80 лет, уровень грунтовых вод в летний период составлял 0,4–0,8 м. Экспериментальное дерево имело возраст 55 лет, высоту 7 м, диаметр 8 см. В качестве контроля исследовались также суходольные насаждения сосны, расположенные на плакорных участках леса, окаймляющих болотный массив. Для непрерывной автоматической регистрации CO_2 -газообмена использовалась автоматическая установка на базе инфракрасного газоанализатора. Микрометеорологические исследования проводили по стандартным методикам. Синхронные измерения в сосняках осуществлялись с мая по ноябрь.

Во вторую декаду мая величины CO_2 -газообмена у побегов в сосняке кустарничково-долгомошном не превышали $1,5 \text{ мкмоль м}^{-2} \text{ с}^{-1}$, что было почти в 2 раза меньше, чем в сосняке вересковом. С ростом температура воздуха по мере оттаивания торфяного слоя подо мхом фотосинтез постепенно возрастал, но разница в суточной продуктивности фотосинтеза по сравнению с суходолом до конца мая только увеличивалась. При повышении температуры воздуха днем на болоте наблюдалась значительная полуденная депрессия фотосинтеза, причиной которой являлась близкая к нулю температура почвы. Средние за декады значения суточной продуктивности фотосинтеза однолетних побегов в сосняках черничном свежем и кустарничково-долгомошном составили соответственно 121 и 47 мкмоль м^{-2} сутки, во 2 декаду июня, когда почва прогрелась – 216 и 153, а в третью – 231 и 102 мкмоль м^{-2} сутки. За период с 11 июня по 30 июля средние величины фотосинтеза составили соответственно 10,1 и 6,1 $\text{моль м}^{-2}, \text{ с}^{-1}$. И при высокой температуре воздуха на болоте отмечалась полуденная депрессия фотосинтеза, вызванная снижением устьичной проводимости. Причиной этого, возможно, являлось более высокое сопротивление ксилемы у деревьев сосняка кустарничково-долгомошного, ограничивающее транспирационные потоки. Вторая причина – быстрое высыхание при высокой температуре в отсутствие дождей торфяного слоя. Основная часть влаги берется деревом из слабо минерализованного песчаного слоя. Недостаток азота и других элементов ведут к снижению интенсивности фотосинтеза. В пасмурные летние дни, как и в дни с умеренной температурой, разница между суходолом и болотом была менее существенной.

После окончания роста хвои и ствола наблюдалось снижение фотосинтеза на всех участках. Среднемесячные значения суточной продуктивности фотосинтеза в сентябре в сосняках черничном свежем и кустарничково-долгомошном за сентябрь составили соответственно 34 и 39 мкмоль м^{-2} сутки. В некоторые дни на болоте наблюдался даже более высокий фотосинтез, чем в максимальном по производительности сосняке черничном свежем.

Таким образом, в весенний период продуктивность фотосинтеза у освещенных побегов в сосняке кустарничково-долгомошном значительно меньше чем в сосняке черничном свежем, в летний период достигает 60–70 %, а в осенний период величины практически равны. Причинами этого является скорость прогреваемости и трофический состав почвы, а также доступность почвенной влаги.

Работа выполнена за счет средств федерального бюджета (номер темы 0220-2014-0001), а также при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-04-00827а).

ЭМИССИЯ МЕТАНА С РАЗЛИЧНЫХ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

METHANE EMISSION FROM VARIOUS MIRE ECOSYSTEMS OF WEST SIBERIA

Веретенникова Е.Э., Дюкарев Е.А. / Veretennikova Elena, Dyukarev Egor

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

В работе представлены результаты исследований скорости эмиссии метана с поверхности различных болотных экосистем (БЭС) в атмосферу за вегетационные периоды 2012–2014 г. Было выбрано четыре БЭС с различными растительными сообществами: (1) сосново-кустарничково-сфагновая (низкий ярус), (2) осоково-сфагновая (открытая топь); (3) комплексная болотная экосистема – грядово-мочажинный комплекс (ГМК), с шейхцериево-сфагновыми мочажинами и сосново-кустарничково-сфагновыми грядами. Подробное описание объектов исследований приведено в работе (Головацкая, Порохина, 2005).

Скорость эмиссии CH_4 измерялась методом темных камер (например, Glagolev et al., 2001; Bubier et al., 2005). Отбор проб воздуха из камер осуществлялся пластиковым шприцом объемом 1 мл в трех-

кратной повторяемости; время экспозиции – от 15 до 30 мин. Концентрация CH_4 определялась на газовом хроматографе «Shimadzu GC-14B». Расчеты изменений концентрации CH_4 в камере и скорости потоков с поверхности торфяных залежей приведены в работе (Веретенникова, Дюкарев, 2014). Натурные наблюдения выполнялись в течение экспедиционных периодов (1–5 дня) круглосуточно (каждые 3 часа) в мае, июле и сентябре с 2012 по 2014 гг.

Анализ результатов наблюдений за три года показал, что потоки CH_4 с поверхности исследуемых БЭС характеризуются высокой временной и пространственной вариабельностью. Для функции распределения величин эмиссии CH_4 во всех БЭС характерна отрицательная асимметрия, свидетельствующая о том, что максимальное наблюдаемое число потоков соответствуют величинам меньше среднего арифметического (Таблица). Это объясняет значительную разницу между среднеарифметическими и медианными значениями потоков.

Таблица

Статистические характеристики потоков метана из БЭС Западной Сибири

Экосистема	2012		2013		2014	
	$\frac{Mean \pm StD}{Median}$	Min – Max 160	$\frac{Mean \pm StD}{Median}$	Min – Max 90	$\frac{Mean \pm StD}{Median}$	Min – Max 90
Топь	$\frac{4,48 \pm 6,88}{0,99}$	0,00–27,15	$\frac{1,42 \pm 1,47}{0,85}$	–0,08 – 6,43	$\frac{1,57 \pm 1,74}{1,21}$	–0,08 – 5,89
Низкий рям	$\frac{0,73 \pm 0,91}{0,43}$	0,00–4,72	$\frac{0,46 \pm 0,46}{0,32}$	–0,06 – 1,55	$\frac{0,43 \pm 0,67}{0,13}$	–0,06 – 2,06
ГМК мочажина	$\frac{3,95 \pm 3,29}{2,82}$	0,53–11,64	$\frac{3,36 \pm 1,82}{3,57}$	0,22 – 6,22	$\frac{3,20 \pm 2,0}{3,41}$	0,04 – 6,58
ГМК гряда	$\frac{0,83 \pm 0,61}{0,78}$	–0,08–2,12	$\frac{0,63 \pm 0,72}{0,46}$	–0,05 – 2,82	$\frac{0,47 \pm 0,34}{0,46}$	–0,13 – 1,20

Mean – среднее, StD – стандартное отклонение, Median – медиана, Min – минимум, Max – максимум, N – число наблюдений.

Наиболее высокая эмиссия CH_4 наблюдалась в 2012 году, который в отличие от двух последующих характеризуется как наиболее жаркий и засушливый, с максимально низкими на протяжении всего вегетационного периода уровнями болотных вод. Существенный прогрев торфяных залежей интенсифицировал продуцирование CH_4 и способствовал пузырьковым выбросам в атмосферу. Наибольшее варьирование потоков CH_4 с поверхности торфяных залежей всех исследуемых БЭС наблюдалось именно в 2012 год; максимальные значения потоков в несколько раз превышают максимальные потоки в другие годы (см. Таблицу), при том, что медианные значения потоков в разные годы сопоставимы. Пространственная вариабельность потоков CH_4 обусловлена характеристиками экосистемы (составом и мощностью торфяной залежи, толщиной аэрируемого слоя, растительным покровом, средними уровнями болотных вод). Наибольшими значениями потоков обладают незалесенные БЭС с близкими к поверхности уровнями воды – открытая топь и мочажина ГМК. Временная изменчивость потоков CH_4 обусловлена колебаниями множества гидротермических характеристик (уровня воды, температуры торфа, метеорологических параметров) в каждой БЭС.

ПОТЕРИ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ СФАГНОВЫХ МХОВ

MACROELEMENT LOSSES DURING SPHAGNUM MOSSES DECOMPOSITION

Вишнякова Е.К. / Vishnyakova Evgenia

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Вопросы, связанные с определением ведущего источника биогенных элементов для болотной растительности, до сих пор не имеют однозначного решения, хотя изменяющиеся на протяжении жизни болот условия минерального питания фитоценоза – один из главных движущих факторов развития болотной экосистемы.

В данном сообщении описана динамика потерь макроэлементов при разложении отмерших частей сфагновых мхов в верхнем горизонте болотных почв в лесотундровой и таежной зонах.

Работа проводилась в болотных комплексах лесотундровой (плоскобугристое болото 65°52' с.ш. и 74°58' в.д.) и таежной зон (верховое болото в средней тайге 60°58' с.ш. и 70°10' в.д., верховое болото в южной тайге 56°50' с.ш. и 82°51' в.д.) с 2000 по 2007 годы. Растительный материал закладывался в верхний активный слой болотной почвы на глубины 5, 15 и 25 см по методу Козловской Л.С. (1978). С целью получения количественных характеристик потерь макроэлементов при деструкции определялся химический состав растительного вещества до и после эксперимента.

Химическому анализу был подвергнут очес двух видов мхов (табл. 1). В образцах очеса *Sphagnum fuscum* до экспериментов по разложению было выше содержание азота и зольных элементов, в том числе калия, натрия, кальция, магния. Концентрация фосфора у *Sphagnum fuscum* и *S. balticum* была одинаковой. Вынос макроэлементов при разложении очеса *S. fuscum* в течение года проходил с разной интенсивностью в различных экосистемах. На гряде в южной тайге были отмечены наибольшие потери калия и кальция – свыше 80 %, а также фосфора, но не более одной четвертой части от его исходного количества в очесе. Потери натрия были довольно интенсивными и в то же время сходными, около 95 % в таежной зоне и на 20 % меньше в лесотундре. Наибольшие потери азота и магния, 56 и 66 % соответственно, наблюдались в среднетаежном ряме. На мерзлотном бугре в лесотундре высвобождение элементов происходило медленнее, чем в рьямах и на грядах в таежной зоне, потери всех элементов здесь наименьшие. Тем не менее, во всех экосистемах потери всех элементов, кроме фосфора, значительно превысили потери углерода. Только в южнотаежной подзоне потери фосфора в два раза больше, чем потери углерода.

Таблица

Содержание макроэлементов в двух видах сфагновых мхов

Виды	Содержание элементов (% на абсолютно сухое вещество)							
	зольные эл-ты	С	N	P	K	Na	Ca	Mg
<i>Sphagnum balticum</i>	1,15	49,42	0,28	0,04	0,13	0,02	0,17	0,04
<i>Sphagnum fuscum</i>	1,68	49,16	0,31	0,04	0,14	0,06	0,29	0,06

При разложении очеса *S. balticum* в мочажине в южной тайге наблюдались наибольшие потери всех исследуемых элементов. Мочажинные сообщества лесотундры и средней тайги по величине потерь элементов практически не отличались. Сравнивая оба вида сфагновых мхов, можно сказать, что потери азота при разложении *S. balticum* в мочажинах в 2–3 раза меньше, чем при разложении *S. fuscum* на повышенных элементах рельефа. Фосфор, наоборот, на пониженных элементах вымывался интенсивнее, чем в рьямах и на грядах. Величина потерь элементов-металлов имеет достаточно сходные значения.

Таким образом, даже при малых потерях углерода (около 10 % от его исходного количества) в начале эксперимента разложения относительные потери натрия, калия, кальция и магния имели значительные величины, превышающие относительные потери углерода в 5–10 раз. Видимо, эти элементы интенсивно вымываются из сфагнового очеса на первых этапах его разложения. Причем, магний прочнее связан с растительным веществом и терялся меньше и равномернее. Азот и фосфор обладают еще более прочными связями. В мочажинах в лесотундре и в средней тайге потери азота практически равны потере углерода. Для фосфора то же самое наблюдалось на повышенных элементах рельефа в лесотундре и средней тайге. Средняя подвижность элементов в опыте разложения очеса сфагновых мхов уменьшается в ряду: Na > K > Ca > Mg > N > P > C.

К ВОПРОСУ О МИНЕРАЛЬНОМ ПИТАНИИ СФАГНОВЫХ БОЛОТ

ON THE PROBLEM OF SPHAGNUM BOGS MINERAL NUTRITION

Войтехов М. Я. / Voytehov Mihail

Талдомская администрация особо охраняемых природных территорий, г. Талдом, Россия

Согласно господствующей парадигме минеральное питание верховых болот исключительно атмосферное. Заслуживают внимания альтернативные гипотезы и сообщения ряда авторов о явлениях, не объясняемых данной парадигмой.

Комплексные работы по геохимии атмосферы появились в 50–60-е гг. XX века, на которые пришелся пик ее техногенных загрязнений, и содержащиеся в них данные о минерализации атмосферных осадков в таежной зоне Европейской части России (10–25 мг/л) служили косвенным подтверждением парадигмы атмосферного питания верховых болот. Однако, в Финляндии и Швеции, согласно тем же данным, осадки содержали солей всего 4,6–7,4 мг/л (Дроздова и др., 1964).

По нашим исследованиям в Московской, Псковской, Тверской, Томской областях, в не зарастающих сфагнами дистрофных озерах и мочажинах среди сфагновых болот растворенных минералов менее 10 мг/л. В болотах Полистовского заповедника годовой прирост росянки (соответствующий нарастанию сфагнового очеса) на участках, поросших сосной III-V бонитета (минерализация поверхностных болотных вод здесь 27–37 мг/л), составляет 5–6 мм, а на наиболее олиготрофных (12–15 мг/л) плоских безлесных участках снижается до 1,5–2 мм. Минерализацию 10 мг/л, видимо, можно считать пороговой для нормального роста сфагновых мхов.

В.К. Бахнов (1986) считал несостоятельной концепцию, «согласно которой сфагновые мхи и другие растения верховых болот обеспечивают свою потребность в элементах минерального питания исключительно за счет аэральных поступлений на поверхность болота», и что «в период, предшествовавший техногенному загрязнению, объем аэральные поступлений был во много раз меньше современного, и болота в течение длительного периода своего существования получали непосредственно из атмосферы “фоновые” количества биогенных элементов, определявшиеся естественным ходом развития природы. Поэтому судить о доле участия минеральных поступлений из атмосферы в питании бывших болотных фитоценозов, основываясь на результатах лишь современных исследований, некорректно».

С.Н. Тюремнов и И.Ф. Ларгин (1966), исследуя минерализацию болотных вод по катенам выпуклых верховых болот, обращали внимание на то, что: начиная от центральных участков к крайковым минерализация воды уменьшается в 2–4 раза, и лишь в краевой зоне снова происходит ее увеличение; в водах верховых болот содержание как общего количества растворенных минералов (40–70 мг/л), так и катионов жесткости воды (Са до 15 мг/л, Mg до 5 мг/л), – может быть в несколько раз выше, чем в атмосферных осадках (даже в пик их техногенных загрязнений). Из работ А.П. Сокола (1980, 1981) видно, что экологические амплитуды олиготрофных сфагновых мхов и их свиты и по общей зольности торфов, и по содержанию в среде подвижных форм кальция имеют диапазоны до 10-кратного, наиболее олиготрофные виды сфагнов отличаются от мезотрофных по нижним границам их амплитуд, а верхние границы у них близки. В.П. Матюшенко (1934) и А.К. Скворцов (1949) описывали ключевые болота, в которых олиготрофные сфагны непосредственно соседствуют с известковыми водами. В наших экспериментах содержание растворенных минералов в природной воде кальциево-железисто-карбонатно-сульфатного состава при помещении в нее очеса *Sphagnum papillosum* за сутки уменьшалось с 320 до 33–35 мг/л.

В.П. Матюшенко (1934) высказывал предположение, что торф является фильтром, обеспечивающим олиготрофный характер питания болот при их грунтовым питании, и “те места на болотах, которые Кудряшов [1928] называл «динамическими центрами», являются местами главным образом грунтового увлажнения; наоборот, наиболее дренированные, плоскостно-расположенные, с увлажнением слабыми безнапорными водами (типа верховодки) – это то, что он назвал «антиподами»”. Развивая гипотезу В.П. Матюшенко, можно предположить, что атмосферные осадки, выпадающие на поверхность торфяника, обеспечивают не столько минеральное питание сфагновых болот, сколько обеднение поверхностных слоев торфа. Переводя русловый сток во внутризалежный, сфагновые мхи получают конкурентные преимущества перед сосудистыми растениями.

ТИПЫ БОЛОТ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

MIRE TYPES OF CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Волкова Е.М. / Volkova Elena

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Комплекс природных факторов является причиной низкой заболоченности Среднерусской возвышенности. Несмотря на это, отсутствует разработанная классификация болотных экосистем. Осно-

ву данного подхода к классификации болот составляет геоморфологический уровень (Пьявченко, 1958). В соответствии с этим, выделяют следующие типы болот: пойменные, приозерные, террасные, водораздельные и балочные. При дальнейшей дифференциации учитывали происхождение депрессии (карстово-суффозионное, эрозионное, др.) и ее положение в ландшафте, подстилающие породы, характер питающих вод (аллювиальные, грунтовые, делювиальные, атмосферные), их минерализацию и стабильность/режим увлажнения, характер заболачивания (основан на особенностях начальных этапов болотообразовательного процесса), возраст болота (по калиброванным радиоуглеродным датировкам придонных образцов торфа), глубину, структуру (сплавинная, разорванная, сплошная) и тип торфяных залежей, современный характер растительности.

На основании указанных параметров среди функционирующих пойменных болот выделяли прирусловые, собственно-пойменные, старичные, притеррасные. В типе пойменных болот отдельно рассматривали погребенные торфяники, которые перекрыты толщей аллювиальных отложений. С прирусловыми пойменными сходны приозерные болота. С поймами рек также связаны балочные болота, имеющие эрозионное происхождение. Болота указанных типов характеризуются эвтрофной растительностью.

Водораздельные болота занимают небольшие площади, но встречаются часто. Их разделили на 2 группы в зависимости от подстилающих пород. Болота 1-ой группы образуются в карстовых и карстово-суффозионных депрессиях, реже – в суффозионных «блюдцах» и подстилаются разными по составу и происхождению суглинками. Глубина болот варьирует от 3 до 7 (10) м. Процесс карстообразования усиливается при неотектонических движениях. Образующиеся понижения имеют разное обводнение, что обуславливает направление болотообразовательного процесса. Ко 2-ой группе относили болота межгрядных понижений и западин, а также карстово-суффозионных понижений, сформированных на зандровых и моренных отложениях и имеющих глубину не более 2,5–3 м. Подстилающими породами являются пески и супеси, обеспечивающие дренаж накапливающихся вод и умеренное/слабое увлажнение. Различия в геологических и гидрологических условиях определяют отличия в характере заболачивания, что сопровождается формированием разных типов залежей. При наличии сплавнины происходит быстрый переход корнеобитаемого горизонта на атмосферное питание и образуется мезо- и олиготрофная растительность. Важно отметить, что болота разного генезиса образовались в разные периоды голоцена.

Среди террасных выделяют болота 1-ой, 2-ой и 3-ей террас. Такие болота часто имеют сходство с водораздельными болотами на зандрах и моренах, что связано с наличием песчаных отложений, обеспечивающих соответствующее водно-минеральное питание и характер растительности. Однако заболачивание понижений на террасах началось позже, чем на водоразделах.

Проведенная дифференциация основных типов болот на основании комплекса признаков позволила выделить для Среднерусской возвышенности около 20 вариантов болотных экосистем.

ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОСУШАЕМЫХ БОЛОТ КАРЕЛИИ

PECULIARITIES OF SILVICULTURE ON DRAINED MIRES OF KARELIA

Гаврилов В.Н. / Gavrilov Victor

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Гидролесомелиорация, как лесохозяйственное мероприятие, получила широкое распространение в Карелии во второй половине двадцатого столетия. В семидесятые годы для целей лесного хозяйства осушалось до 50 тысяч гектаров лесов на болотных почвах и открытых болот ежегодно. Этот вид лесохозяйственного мероприятия одно из немногих способных повысить продуктивность лесов в относительно короткие сроки. Для условий Карелии, где 37 % лесного фонда представлены заболоченными лесными землями, данный факт имеет важное значение. Кроме этого, происходит увеличение лесистости территории за счет естественного и искусственного облесения осушаемых открытых болот. В районах исследований на отдельных объектах осушения покрытая лесом площадь по этой причине увеличилась за 10–15 лет на 20–25 %.

Лесоосушение в Карелии имеет свои особенности, отличающих ее от других регионов Северозапада. Только здесь гидролесомелиорация проводилась в северотаежной подзоне. Кроме этого, около половины осушаемого фонда было представлено открытыми болотами (безлесными или слабооблесенными до осушения). Всего для целей лесного хозяйства осушением было охвачено около 300 тысяч гектаров открытых болот, из которых почти 40 % передано в лесокультурный фонд. Закультивировано около 70 тысяч гектаров.

Лесовыращивание, само по себе, процесс длительный и имеет особенности в различных условиях местопроизрастания. Знания течения лесообразовательного процесса на осушаемых болотах в Карелии к моменту начала крупномасштабных гидролесомелиоративных работ были не велики. Это привело к ряду ошибок. В частности, использование осушаемых болот северотаежной подзоны под выращивание лесных культур (11 % от общей площади лесных культур). Культуры имеют медленный рост и низкую сохранность (сосны и, тем более ели). Обследования показали, что для лесокультурного освоения здесь в той или иной мере пригодно лишь около 15 % осушаемых болот. В итоге, при проведении инвентаризации гидролесомелиоративных объектов Карелии в 1999–2000 гг. все эти площади были исключены из осушаемого фонда.

В среднетаежной подзоне ситуация иная. За счет естественного и искусственного зарастивания 80–95 % открытых болот, охваченных осушением, облесяются и переводятся в покрытую лесом площадь. Пионерными породами при этом являются сосна обыкновенная и береза пушистая. Однако, образование древостоев с преобладанием хвойных естественным путем после осушения не всегда возможно. В условиях более плодородных почв переходных болот молодняки с долей сосны в составе менее четырех единиц формируются почти на 40 % площади осушаемых болот. Хвойно-лиственные молодняки с преобладанием сосны образуются при наличии подроста этой породы до осушения не менее 1,5 тысяч экземпляров на гектаре. В то же время древесина березы пушистой в условиях болотных почв имеет низкую товарную ценность и потребуются дополнительные затраты на реконструкцию малоценных березовых древостоев.

Наиболее успешно формирование молодых древостоев происходит на участках переходных болот, где созданы культуры сосны с соблюдением требований агротехники. К концу первого класса возраста образуются высокополнотные чистые или с невысокой примесью березы молодняки, растущие по II–III классам бонитета. Через 40 лет после посадки запас стволовой древесины может достигать 130–150 м³/га, а ежегодное накопление запаса 3,0–4,5 м³/га. Однако, с увеличением давности осушения возникают проблемы сохранения сформировавшихся древостоев. Это, в первую очередь, касается поддержания в рабочем состоянии элементов гидролесомелиоративной сети, уход за которой в республике не проводится. Возникает опасность повторного заболачивания, повышения уровня почвенно-грунтовых вод, что повлечет за собой снижение темпов роста ценных хвойных насаждений.

БОЛОТА ПРАВОБЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПИНЕГА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

MIRES OF THE RIGHT BANK OF PINEGA RIVER (ARKHANGELSK REGION)

Галанина О.В.¹, Филиппов Д.А.², Денисенков В.П.³, Садоков Д.О.³ / Galanina Olga¹, Philippov Dmitriy², Denisenkov Viktor³, Sadokov Dmitriy³

¹Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Исследовались болота, расположенные на правом берегу р. Пинега, находящиеся как в буферной зоне ГПЗ «Пинежский», так и на прилегающей территории за ее пределами. Целью работ явилось изучение структуры, морфологии и пространственной организации болотных угодий, формирующихся на известняках и гипсах. Полевые работы проводились в августе 2014 г. на участке Голубино-Першково. Обследованы различные по генезису и трофности типы болот (ключевые евтрофные, мезотрофные,

олиготрофные). Изученные болота имеют небольшие размеры (0,3–5 га) и приурочены к узкому участку озерно-ледниковой равнины, вытянутому вдоль долины Пинеги. Встречены болотные сайты с озерными комплексами, сплавинные мезотрофные и евтрофные ключевые участки, а также олиготрофные болота, облесенные сосной. Детально охарактеризован растительный покров 14 болот, собран гербарий высших растений, составлен конспект флоры (163 вида сосудистых растений из 97 родов и 46 семейств), проведено измерение показателей кислотности (рН) и электропроводимости болотных вод (Еh), а также бурение торфяных залежей (из 11 скважин отобрано 157 образцов торфа и 10 образцов подстилающих пород). В камеральных условиях проведен ботанический анализ торфов; пробы воды проанализированы на содержание сульфатов, ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , определена общая минерализация.

К северу от д. Голубино изучено несколько болот. В карстовой воронке по периферии озера формируется сплавинное болото с мезотрофной травяно-осоково- (*Carex rostrata*)-сфагновой (*Sphagnum angustifolium*) растительностью. По данным зондировочного бурения мощность торфяных отложений в заболоченной части воронки составила 2,5 м; ниже, до глубины 3 м залегают подстилающие породы. На участке Голубино – Малетино встречаются олиготрофные болотные массивы, сформировавшиеся в понижениях озерно-ледникового рельефа (Атлас..., 1976). При бурении залежи в шейхцериево-сфагновом (*Sphagnum rubellum*) ковре мощность торфа составила 2,9–3,0 м; ниже залегают пески и глины мощностью до 1 м.

Непосредственно под склоном Беломорско-Кулойского плато (в районе д. Першково) находится цепочка из 5 относительно обособленных болотных массивов, различных по трофности и растительному покрову. Наиболее богатыми по составу сообществ являются облесенные сосной (*Pinus sylvestris*) и елью (*Picea obovata*) ключевые болотные участки. Болотные воды имеют нейтральную реакцию (рН = 6,3–6,9) и следующие значения электропроводимости (Еh = 136,9 – 321 мкСм/см). Встречаются осоково-ерниково-сфагновые, травяно-осоково-моховые, пухоносново-сфагново-скорпидиевые сообщества и др. На одном из болот имеется озеро (0,4 га), водородный показатель вод которого составляет 8,23; общая минерализация – 129 мг/кг. Особенностью болот является присутствие в подросте лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), высокое богатство флоры (до 99 видов сосудистых растений на одном болоте), разнообразие редких и охраняемых видов орхидных (*Cypripedium calceolus*, *Listera ovata*, *Gymnadenia conopsea*, *Hammarbya paludosa*, *Malaxis monophyllos*, *Dactylorhiza* ssp.).

Болота, располагающиеся к югу от д. Першково, представляют особый интерес. Здесь наблюдается смена трофического статуса болот из-за ослабления и/или полного прекращения грунтового напорного питания. Болота облесены сосной, ольхой серой, сильно закустарены можжевельником, крушиной, розой иглистой. Результаты анализа торфов свидетельствуют о том, что низинные торфа отлагались длительное время, начиная с начальных стадий болотообразования. В настоящее время происходит снижение видового разнообразия и развитие растительного покрова болот в сторону олиготрофизации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13–05–00837.

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ БОЛОТНЫМИ РАСТЕНИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ПО ОТНОШЕНИЮ К ОСВЕЩЕННОСТИ

HEAVY METALS ACCUMULATION IN MIRE PLANTS OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS IN RELATION TO LIGHT CONDITIONS

Гашкова Л.П., Кириллова М. Е. / Gashkova Lyudmila, Kirillova Marina

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа, г. Томск, Россия

Одним из факторов, влияющих на накопление химических элементов, формирующих биогеохимическую специализацию организма, является отношение вида к степени освещенности (Авессаломова, 1992). Светолюбивые и теневыносливые растения различаются по скорости метаболизма и избирательности накопления как отдельных элементов, так и биологически активных веществ в растениях (Докучаева, 2015). Изучение особенностей поглощения элементов растениями различных экологических групп позволяет выявлять фитоиндикаторы загрязнения окружающей среды тяжелыми

металлами. Цель работы состоит в том, чтобы выяснить закономерности накопления тяжелых металлов видами растений, отличающихся по отношению к освещенности.

Исследования проводились на семи участках верховых болот в южно-таежной подзоне Западной Сибири. В качестве объектов были выбраны 14 видов болотных растений. Отношение к свету определялось по фитоиндикационной экологической шкале освещенности-затенения (Цыганов, 1983). Анализ растений и корнеобитаемого слоя торфа на содержание Zn, Cd, Pb и Cu проводилось вольт-амперметрическим методом (ГОСТ Р 51301–99). Для определения интенсивности накопления тяжелых металлов рассчитан растительно-почвенный коэффициент, отражающий отношение содержания элементов в растении к их содержанию в торфе (Ковалевский, 1969).

В процессе обработки результатов растения разделены на две группы по степени экологической пластичности к режиму затенения. К первой группе отнесены более светолюбивые виды из экологических свит от внелесной до светло-лесной (*Ledum palustre* L., *Andromeda polifolia* L., *Scheuchzeria palustris* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Betula nana* L., *Carex rostrata* Stokes, *Drosera anglica* Huds.). Ко второй группе отнесены теневыносливые виды с более широкой экологической амплитудой от внелесной до чащобно-теневого экологической свиты (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Vaccinium uliginosum* L., *Rubus chamaemorus* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus sibirica* Du Tour, *Betula pubescens* Ehrh.). Сравнение рассчитанных по этим видам растительно-почвенных коэффициентов показало, что виды с широкой амплитудой толерантности к затенению более активно накапливают тяжелые металлы (Таблица). Различия между двумя группами сохраняются на всех участках с разной степенью достоверности. При анализе достоверные различия зафиксированы для Pb, Zn и Cu, для Cd различия минимальны. У группы теневыносливых растений, в отличие от светолюбивых, отмечена высокая корреляция между содержанием тяжелых металлов в растениях к их содержанию в торфе.

Таблица

Растительно-почвенный коэффициент, рассчитанный для видов верхового болота, различающихся по отношению к освещенности

Экологические группы растений	Растительно-почвенный коэффициент (средние значения)			
	Zn	Cd	Pb	Cu
Светолюбивые	0,27	0,031	0,071	0,18
Теневыносливые	0,40	0,36	0,16	0,33

Таким образом, виды с более широкой экологической амплитудой к режиму затенения отличаются более интенсивным накоплением Pb, Zn и Cu, применение этих видов в качестве фитоиндикаторов более рационально, учитывая низкие уровни содержания микроэлементов в растениях верховых болот и возникающие в связи с этим сложности определения их концентрации.

ЗАПАСЫ И СКОРОСТИ НАКОПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ОРГАНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ И ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

CARBON STORES AND ACCUMULATION RATES IN MINERAL ORGANOGENIC AND PEAT SOILS

Глухова Т.В., Вомперский С.Э. / Glukhova Tamara, Vompersky Stanislav

Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская обл., Россия

Рассматривались суходольные лесные биогеоценозы на дренированных почвах и болотные на разных элементах рельефа, различающиеся характером водного режима и трофностью среды в южно-таежной зоне ЕТР (Тверская обл.).

Почва дерново-подзолистая под ельником кислотно-зеленчуковым характеризуется относительно высокими запасами углерода в 100 см слое (16 кг/м² в автоморфной позиции и 14 кг/м² в западине), причем примерно половина органического углерода запасается в подстилке этих почв (до 7 кг/м²). Во

всем профиле запасы углерода составляют 17,7 кг/м² в автоморфной позиции и 14,7 кг/м² в западине. Почвы, образующиеся на песчаных отложениях под сосняками лишайниково-зеленомошными, запасают значительно меньше органического углерода в 100 см слое (около 9 кг/м² на водоразделе и 5,5 кг/м² в западине). Эти же цифры запасов углерода относятся и ко всему профилю почв. В подстилке также запасается примерно половина органического углерода (от 1,5 до 4,5 кг/м²).

Запасы углерода в торфянистых почвах, где слой торфа не превышает 30 см, в ельниках на суглинках составляют 2,5–6,5 (10) кг/м², а в сосняках на песках 1–3 кг/м² (Вомперский, Глухова, 2013). Такие мелкоотторфованные болота вследствие не закончившегося процесса деструкции растительных остатков и отсутствия анаэробного потока углерода из *catotelm* характеризуются непостоянством торфяного слоя, который может полностью исчезать в засушливые годы и вновь возникать во влажные.

Несравненно большие запасы углерода в торфяных почвах, в метровой толще верховые торфа запасают 32, переходные 71,5, низинные 81 кг/м². Надо отметить, что запасы углерода верховых и переходных торфов в слое 0–20 см сопоставимы с запасами в органогенных минеральных почвах в этом же слое. В слое 0–50 см верховой торф запасает равное количество углерода с почвой ельника кислично-зеленчукового в этом же слое. С увеличением мощности торфяной залежи запасы углерода значительно возрастают, так верховая залежь (400 см) запасает 185, переходная (280 см) – 237, а низинная (370 см) – 362 кг/м².

Для оценки скоростей накопления углерода в минеральных и болотных почвах использовались радиоуглеродные возраста этих почв, полученные в радиометрической лаборатории Института географии РАН (ИГАН). Элювиальные горизонты дерново-подзолистой почвы, находящиеся в постоянном активном обмене углерода с атмосферой имеют среднее время обновления от 20 до 60 лет, что соответствует ежегодному обновлению от 1,5 до 6 % гумуса. Иллювиальный горизонт содержит на порядок меньше органического вещества, чем подстилка (около 0,7 кг С /м²), и этот углерод обменивается медленнее (266 ± 34 года). Почвы на песчаных отложениях имеют большее время обновления, несмотря на меньшую мощность гумусовых горизонтов по сравнению с суглинистой почвы под ельником. Органическое вещество этой почвы более консервативно и в меньшей степени подвержено обмену с атмосферой (270 и 440 лет для горизонтов А0А2 и А1А2 соответственно). Здесь также формируется и более консервативная подстилка.

Линейные приросты торфа за весь период существования болот показывают, что торф на переходном болоте при возрасте донного слоя 10400 ± 70 лет прирастает со скоростью 0,29 мм/год, на низинном болоте (возраст 8570 ± 70 лет) скорость составляет 0,43 мм/год, а на верховом (возраст 9628 ± 170) – 0,47 мм/год. Средние расчетные скорости накопления углерода торфами составляют 19, 22 и 39 г С /м² в год верхового, переходного и низинного болот соответственно.

Верхние горизонты торфяной залежи накапливают углерод с различной скоростью. Верховая залежь в слое 0–20 см (это фактически очес) имеет скорость накопления углерода 111, переходная в слое 5–15 см – 52, а низинная в слое 0–10 см – 60 г С /м² в год. Самый высокий коэффициент обновления (2,431 ± 0,095) в торфяной залежи грядово-мочажинного комплекса, а самый низкий (0,777 ± 0,032) в торфяной залежи черноольшаника, т. е. процессы минерализации быстрее происходят в верхних слоях верховой залежи.

ПРОЦЕСС РАЗЛОЖЕНИЯ СФАГНОВЫХ МХОВ В ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТАХ

SPHAGNUM MOSSES DECOMPOSITION PROCESSES IN OLIGOTROPHIC BOGS

Головацкая Е.А., Никонова Л.Г. / Golovatskaya Evgenia, Nikonova Lilia

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Изучение процессов трансформации органического вещества растительных остатков и торфа приобретает большое значение в связи с изменением климата и возрастанием уровня антропогенного воздействия на природные экосистемы. Скорость деструкции растительных остатков зависит от индивидуальных особенностей химического состава растений и условий, в которых эти процессы протекают (Козловская и др. 1978). Сфагновые мхи являются основными торфообразователями олиготрофных болот и характеризуются низкой скоростью деструкции. Цель работы заключается в ком-

плексном исследовании процессов трансформации растительных остатков *Sphagnum angustifolium*, *S. magellanicum* и *S. fuscum* в торфяной залежи олиготрофных болот, характеризующихся разными гидрологическими условиями.

Исследования проводились на двух олиготрофных болотах, расположенных в южно-таежной подзоне Западной Сибири. На болоте Бакчарское (ББ) (Бакчарский район Томской области) и на болоте Кирсановское (КБ) (Томский район Томской области), испытывающем влияние Томского водозабора, которое проявляется в снижении уровня болотных вод (УБВ). Для оценки трансформации растительных остатков применялся метод закладки растительности в торф (Козловская и др. 1978). В сентябре 2008 г. был собран оочес трех видов сфагновых мхов *S. angustifolium*, *S. magellanicum* и *S. fuscum*, растительный материал был высушен в лабораторных условиях и развешен в нейлоновые мешочки, которые закладывали в торфяную залежь на глубину 10 см от поверхности. Через 1, 2, 3, 4 года образцы извлекались и в них определялась убыль массы растительного вещества, изменение зольности, содержания С и N, минерального состава золы, а также проводился микробиологический анализ

В среднем наиболее быстрые потери массы характерны для *S. angustifolium*, наиболее медленные для *S. fuscum*. В результате процесса трансформации через 4 года потери массы составляют 19–67 % от исходной массы. В более прохладных и влажных условиях Бакчарского болота скорость деструкции сфагновых мхов ниже в 1,1–1,6 раз. Наиболее ярко влияние гидротермических условий проявляется для *S. angustifolium*. Для всех видов мхов различия по местообитанию были статистически достоверны. УБВ играет более важную роль ($r = -0,71$) по сравнению с температурой верхнего слоя торфяной залежи ($r = 0,44$). При разложении сфагновых максимальный вынос углерода получен для *S. angustifolium*, минимальный для *S. fuscum*. Содержание N при разложении сфагновых мхов увеличивается у всех видов, но в зависимости от конкретного вида имеет разную динамику. К концу эксперимента практически во всех сфагновых мхах наблюдается уменьшение отношения C/N по сравнению с исходными образцами в 1,1–2 раза. В ходе трансформации растительных остатков на начальном этапе снижается зольность, затем наблюдается ее увеличение. В составе золы происходит снижение содержания K, увеличение содержания Fe и Al во всех образцах сфагновых мхов. В зависимости от вида мха может происходить либо увеличение, либо уменьшение содержания Ca и Si. Общая биомасса бактерий и грибов к концу первого года во всех образцах сфагновых мхов выше на Бакчарском болоте. В образцах расположенных в торфяной залежи Кирсановского болота получено более высокое содержанием бактерий. Количество грибов во всех образцах значительно выше по сравнению с количеством бактерий в 3–16 раз, за исключением *S. angustifolium* на Кирсановском болоте где уже на начальной стадии (1 год) биомасса бактерий в 13 раз выше, чем биомасса грибов. Скорость первичной деструкции очень низкая, поскольку ограничивается целым рядом факторов: недостаток кислорода, низкие температуры, кислая реакция среды, недостаток питательных элементов, состав полисахаридов сфагнума, токсичность фенольных соединений. Активность микрофлоры зависит и от уровня болотных вод, что проявляется в более интенсивной потере массы в образцах расположенных в торфяной залежи Кирсановского болота. Выявлена также зависимость биомассы грибов и бактерий от содержания азота в растительных остатках.

ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ ГОДИЧНОГО ПРИРОСТА СФАГНОВЫХ МХОВ НА БОЛОТАХ ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

DYNAMIC TRENDS OF ANNUAL INCREMENT GROWTH OF SPHAGNUM MOSSES ON THE MIRES OF SOUTH KARELIA

Грабовик С.И., Антипин В.К. / Grabovik Svetlana, Antipin Vladimir

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Сфагновые мхи являются специфическими компонентами флоры и растительности болот таежной зоны. В Карелии они встречаются на болотах всех экологических типов – от евтрофных до дис-трофных.

Динамика линейного прироста *Sphagnum fallax*, *S. obtusum*, *S. subsecundum* изучалась в период 1993–2013, а *S. majus* – 1979–2013 гг. на естественных болотных участках трех типов, различающихся по режиму водно-минерального питания и растительному покрову, на территории лесоболотного стационара Карельского научного центра РАН (61° 48' с.ш. и 33° 35' в.д). Линейный прирост определяли широко распространенным методом перевязок сфагновых мхов (Бегак, 1927).

Цель настоящей работы – выявить современные тенденции динамики линейного прироста сфагновых мхов.

Годичный прирост *S. fallax* изучался на мезотрофном болотном участке *Sphagneta fallaxi* + *Sphagneta angustifolii*. В весенний и осенний периоды участок обильно увлажняется за счет поступления сюда дождевой и талой воды с суходолов и топи. В летний период он испытывает дренажное влияние транзитной топи.

Годичный прирост *S. obtusum* и *S. subsecundum* изучался на мезоевтрофном болотном участке *Herbeta* + *Sphagneta*, который представляет собой проточную транзитную, обильно увлажненную топь.

Многолетние исследования годового прироста *S. majus* проводились с 1979 г. на мезоолиготрофном болотном участке *Sphagneta papillosoi* + *Sphagneta majoris*. Участок представляет собой застойную топь с кочковато-равнинно-мочажинным микрорельефом.

Из литературных источников известно, что сфагновые мхи начинают расти сразу после таяния снега. Годичный прирост у *S. fallax* колебался в засушливые вегетационные периоды от 22 до 40 мм и от 89 до 126 мм – во влажные. У *S. majus* он составлял от 21 до 43 мм и от 57 до 71 мм соответственно. Прирост у *S. obtusum* колебался от 48 мм до 117 мм в засушливые периоды и от 80 до 140 мм во влажные, а у *S. subsecundum* от 45 до 72 мм и от 59 до 62 мм соответственно (Grabovik, Nazarova, 2013; Грабовик, Антипин, 2014).

Результаты измерений прироста вносились в базу данных и обрабатывались в MS Excel 2007. Были составлены диаграммы величин годовых приростов исследованных видов мхов. Для отображения тенденций динамики временного ряда приростов на диаграммы добавлялись линии тренда. Тип линии выбран полиномиальный, который используется для описания попеременно возрастающих и убывающих величин (Розенберг и др., 1994).

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что тренды многолетней динамики годовых приростов сфагновых мхов отражают зависимость этого процесса от климатических и экологических факторов. На одни виды (*S. majus*) большее влияние оказывает температурный фактор, на другие (*S. obtusum*, *S. subsecundum*) – обилие осадков, а на третьи (*S. fallax*) – условия местопрорастания.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ БОЛОТ ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ТАМБОВ

FLORA AND VEGETATION OF MIRES IN THE VICINITIES OF TAMBOV CITY

Гришуткин О.Г., Варгот Е.В. / Grishutkin Oleg, Vargot Elena

Мордовский государственный природный заповедник им. П.Г. Смидовича, п. Пушта, Россия

В 2014 г. была обследована территория, находящаяся в радиусе 50 км от г. Тамбова. Всего было посещено 12 болот, из которых 6 являются низинными, 5 переходными, 1 верховым. Исследуемая местность лежит в подзоне типичной лесостепи. 7 болот находятся на песчаных террасах р. Цны, 2 по крайкам озер в притеррасных понижениях вышеназванной реки, 3 на открытых плакорах, из них 2 по долинам малых рек и 1 в суффозионной западине на водоразделе.

На болотах зафиксировано 109 видов из 80 родов и 50 семейств. Наиболее представленные семейства: осоковые – 15 видов, розоцветные – 8, сложноцветные – 6, злаки, гречиховые и губоцветные – по 5. Наиболее представленный род – осоки (8 видов), остальные рода не превышают 3 видов. Наиболее часто встречаются виды: *Salix cinerea* – на 11 болотах, *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Lysimachia vulgaris* – 10, *Carex acuta*, *Betula pubescens*, *Lycopus europaeus* – 8, *Calamagrostis canescens*, *Comarum palustre*, *Lythrum salicaria* – 7. 57 видов встретились лишь на одном из болот, 19 на двух, 8 на трех.

По долготным группам ареалов преобладают: голарктические – 36 видов, евразийские – 23, европейско-западносибирские, евросибирские – по 9, европейские – 7, евросибирско-североамериканские – 6, гемикосмополиты – 4. По зональным группам ареалов: пльоризональные – 60, бореальные – 21, бореально-неморальные – 11, неморальные – 4, гипоарктобореальные и лесостепные по 3. По эколого-фитоценотическим группам преобладают: лесо-болотные – 20, лесные – 15, прибрежно-водные – 14, водно-болотные и олиготрофно-болотные – по 11, водные и лугово-болотные – по 9. Экологические группы по отношению к увлажнению: гигрофиты – 54, гидрофиты – 14, мезофиты – 13, мезогигрофиты – 12, гигромезофиты – 9.

Низинные болота подразделяются на открытые травяные и черноольховые. На первых преобладают следующие ассоциации: *Carex acuta*; *Carex rostrata* + *Lysimachia vulgaris*; *Phragmites australis* + *Carex pseudocyperus* + *Thelypteris palustris*; *Calamagrostis canescens*; *Typha latifolia*; *Scirpus sylvaticus* + *Equisetum arvense*; *Phragmites australis* + *Equisetum arvense*. На черноольховых: *Alnus glutinosa* – *Carex acuta*; *Alnus glutinosa* – *Carex riparia*; *Alnus glutinosa* + *Salix cinerea* – *Thelypteris palustris* + *Carex acuta* + *C. riparia*.

Все исследованные переходные и верховые болота являются выработанными, большинство из них с молодыми сфагновыми сплавидами. На переходных болотах преобладают ассоциации: *Oxycoccus palustris* – *Carex rostrata* – *Sphagnum* spp.; *Betula pubescens* – *Eriophorum vaginatum*; *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum* spp.; *Oxycoccus palustris* – *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum papillosum*; *Rhynchospora alba* + *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.; *C. lasiocarpa*; *C. lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.; *Rhynchospora alba* – *Sphagnum fallax*; *Oxycoccus palustris* + *Phragmites australis* + *Rhynchospora alba* – *Sphagnum* spp.; *Rhynchospora alba* + *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.; *Phragmites australis* + *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.

На верховом болоте преобладают ассоциации *Oxycoccus palustris* – *Phragmites australis* + *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.; *Andromeda polifolia* + *Oxycoccus palustris* – *Rhynchospora alba* – *Sphagnum*; *Andromeda polifolia* – *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum* spp.; *Pinus sylvestris* – *Oxycoccus palustris* – *Eriophorum vaginatum* – *Sphagnum* spp. По окраине *Phragmites australis* + *Carex acuta* + *Comarum palustre*.

Доминирование *Rhynchospora alba*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* в некоторых ассоциациях для лесостепи является исключением, а не правилом. Эти виды встречаются крайне редко, занесены в Красные книги Тамбовской области и большинства соседних регионов. Кроме этих видов также на исследованных болотах были отмечены следующие «краснокнижные» виды: *Calla palustris*, *Nymphaea candida*, *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Pedicularis palustris*. Впервые для области найдена *Drosera x obovata*.

К ВОПРОСУ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ

THE ISSUE OF EVALUATION METHODOLOGY FOR BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES OF WETLANDS

Грунмо Д.Г. / Grumo Dzmitry

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В последние годы в Беларуси при создании особо охраняемых природных территорий (ООПТ), оценке воздействия на окружающую среду хозяйственных проектов все более широкое применение находит практика стоимостной оценки экосистемных услуг и биологического разнообразия. Методология расчетов определяется техническим кодексом установившейся практики (ТКП) 17. 02-10-2012 (02120) «Порядок проведения стоимостной оценки экосистемных услуг и стоимостной ценности биологического разнообразия». Не вдаваясь подробно в освещение самой сути расчетов (тем более, что данный ТКП имеет свободный доступ в сети Интернет), рассмотрим некоторые результаты экономической оценки природопользования на примере лесоболотного комплекса (ЛБК) «Жада» (Шарковщинский и Миорский районы, Витебская область).

Схема наших работ состояла из 3 этапов.

1. Создание географической информационной системы (ГИС), для интеграции разнородных показателей. ГИС содержит следующие векторные слои: 1) крупномасштабная карта растительности (М 1:25000), составленная на основе эколого-фитоценотического (доминантного) подхода; 2) лесоводственно-таксационная характеристика насаждений; 3) торфяная залежь; 4) редкие растительные сообщества; 5) биотопы; 6) охраняемые виды растений и животных; 7) биологические ресурсы; 8) водные ресурсы. Наполнение баз данных ГИС осуществлялось с привлечением результатов собственных исследований, кадастровых справочников, литературных источников, данных дистанционного зондирования.

2. Формирование с использованием функций пространственного анализа ГИС единой базы данных (*.dbf) и матриц для расчетов (*.dbf, *.xls). **Базовый объект анализа – экосистема, границы которой условно совпадают с границами выделов растительности.** Ниже приводится сводка некоторых показателей использованных для расчетов.

Лесные земли занимают 4865,6 га (68,3% площади ЛБК). Общий запас древесины оценивается в 578,9 тыс. м³, средний запас – 119 м³/га. Среднегодовой прирост составляет 2,97 м³/га и по формациям колеблется от 1,02 (болотные сосняки) до 5,13 м³/га (черноольховые леса).

Площадь торфяного месторождения 3061 га (в границах промышленного залежи), тип залежи – верховой, средняя глубина торфа – 2,8 м (максимальная – 5,6 м), средняя степень разложения – 24%, удельный запас торфа – 4289 т/га, общий запас торфа 19,8 млн. т. Среднегодовой прирост торфяного слоя в год составляет 0,53 мм, ежегодный прирост углерода – 25,5 г/м², ежегодный сток диоксида углерода – 93,5 г/м². На территории ЛБК находится 3 дистрофных озера, общей площадью 173,7 га (2,4%), с объемом воды 5,6 млн. м³.

3. На заключительном этапе исследований в соответствии с утвержденным порядком определялись: экономическая оценка биологического разнообразия, стоимостные оценки экосистемных услуг как интегральные (ИСОЭУ), так и поэлементные (ПСОЭУ). Последние включали экономическую оценку угледепонирующей способности лесных и болотных экосистем, ассимиляционного потенциала лесных экосистем, водоочистительной функции болот и др. Для принятия управленческих решений на основе карты растительности и сопряженных с нею баз данных в программной среде ГИС создавались тематические карты.

Результаты расчетов показали, что ИСОЭУ для рассматриваемой территории составляет 692,3 тыс. долл. США/год (без учета коэффициента капитализации), а стоимостная оценка биологического разнообразия (включая первичную и вторичную продукцию) – 25,3 млн. долл. США. Сопоставление различных сценариев хозяйственного использования модельной территории (включая и добычу торфа) показало, что с позиции социальной и экономической значимости целесообразно сохранить лесоболотный комплекс в составе ООПТ. С этой целью в 2014 г. нами были проведены работы по подготовке научного обоснования создания республиканского водно-болотного заказника «Жада».

ОПЫТ МОНИТОРИНГА ПОЖАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ НА ТОРФЯНЫХ БОЛОТАХ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

EXPERIENCE IN MONITORING OF POTENTIAL FIRE HAZARD IN PEAT BOGS ACCORDING HIGH RESOLUTION SPACE IMAGERY

Груммо Д.Г., Русецкий С.Г. / Grumo Dzmitry, Rusetski Siarhei

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Модельным полигоном для исследований является территория, размещенная в северо-западной части Беларуси. Координаты размещения района исследования: между (WGS-84) 55°14'–55°45' с.ш. и 26°55'–28°12' в.д. Общая площадь тестового полигона составляет 459,2 тыс. га (заболоченность – 10,5 %). Методика первичного скрининга пожароустойчивости торфяных болот с использованием космической съемки высокого разрешения включает 7 этапов.

1. *Подбор и обработка материалов космической съемки.* В соответствии с решаемыми задачами использована мультиспектральная съемка со спутников Landsat с достаточным числом спектральных каналов и приемлемым разрешением.

2. *Создание в программной среде ArcGIS векторного слоя «Торфяные болота».* Осуществляется на сформированной мозаике космических снимков с привлечением результатов собственных исследований, кадастровых справочников и литературных источников.

3. *Выделение микроландшафтов болот, характеризующихся различным потенциалом природной устойчивости к пожарам.* Для уменьшения погрешности классификации в связи с варьированием спектральных характеристик местообитаний болот вначале проводили «транзитную» классификацию, направленную на определение значительного количества типов микроландшафтов с различной природной устойчивостью к пожарам. Всего было выделено 16 типов микроландшафтов болот, характеризующихся различным потенциалом устойчивости к возгоранию. Последний определяется комплексом показателей (степень разложения, зольность, влажность, мощность торфа, уровень залегания болотных вод, рельеф, тип горючего растительного материала, степень нарушенности торфяника). Контролируемая классификация (метод максимального правдоподобия) проводилась с использованием векторного слоя полевых эталонов. Каталог эталонов включал 178 полигонов общей площадью 14,6 тыс. га или 33 % от общей площади болот региона. Наилучший результат классификации был получен на основе анализа растровой тематической карты распределения значений нормализованного разностного индекса растительности (NDVI).

4. *Разработка шкалы устойчивости к пожарам.* На основе интегральной оценки комплекса показателей (см. п. 3) выделенные типы болотных микроландшафтов объединены в 5 классов по степени устойчивости к пожарам.

5. *Зонирование торфяных болот по степени пожарной устойчивости.* Сведения по классам пожарной устойчивости вносили в атрибутивные таблицы ГИС-слоя «Болотные микроландшафты», а затем на основе данной информации производили построение и оформление карты.

6. *Проверка картографической модели противопожарного зонирования* проведена на основе анализа истории пожаров на территории тестового полигона за период 1975–2002 гг. Для этих целей использована база архивных космоснимков программы Landsat. Совмещение в ГИС векторных слоев «История торфяных пожаров» и «Пожарная устойчивость торфяных болот» демонстрирует довольно высокий уровень сходимости в выборке «класс устойчивости – площадь пожара».

7. *Ранжирование торфяных болот по потенциалу устойчивости к возгоранию.* Для каждого торфяного болота с использованием стандартных функций ГИС рассчитывали площади участков по классам пожарной устойчивости, средневзвешенное значение класса пожарной устойчивости и выполняли их ранжирование.

Комплексный анализ картографических материалов и результатов тематической обработки актуальной космической съемки использован для планирования мероприятий по развитию системы противопожарного мониторинга лесного фонда региона, а также для реализации мероприятий по реабилитации нарушенных торфяников. С экономической точки зрения применение спутниковой съемки позволяет снизить в 2,5–3 раза затраты на инвентаризацию пожароопасности торфяных болот в сравнении с традиционными наземными исследованиями.

БОЛОТА ВОЛЫНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (УКРАИНА)

MIRES OF VOLYN UPLAND (UKRAINE)

Дацюк В.В. / Daciuk Vadim

Институт ботаники им. Н. Г. Холодного НАН, г. Киев, Украина

Исследование водно-болотных угодий, их инвентаризация, разработка стратегий их охраны, восстановления нарушенных болотных фитоценозов являются актуальной задачей современности. Многие национальные и зарубежные программы поддерживают изучение водно-болотных угодий,

разрабатываются методики мониторинга с дальнейшей разработкой менеджмент планов в управлении водно-болотными экосистемами.

Волынская возвышенность (ВВ) находится в западной части Украины и граничит с Западным Полесьем на севере, и с Малым Полесьем – на юге. Своеобразное расположение территории способствует большому биоразнообразию. Согласно современному геоботаническому районированию, (ВВ) принадлежит к Европейской широколиственной лесной области Центрально-европейской провинции широколиственных лесов Южнопольсько-Западно-подольской подпровинции широколиственных лесов Люблинско-Волынского округа грабово-дубовых, дубовых лесов и остепненных лугов (Дидух, Шеляг-Сосонко, 2003). Леса занимают 10 %, луга – 3 %, болота – 1,5 %. Исследованием болот (ВВ) занимались (Кузьмичев, 1966, 1974; Андриенко, Попович, 1986; Пацюк, 2010–2014). Особенностью возвышенности является небольшой процент заболоченности территории, отсутствие олиготрофных и мезотрофных болотных фитоценозов, площадь болотного массива в среднем составляет по (ВВ) 300 га. По своим эколого-генетическим типам все болота низинные, большинство болот исчезли или стали производными нарушенными группировками под влиянием мелиорации.

Стоит отметить, что отмечаются болотные участки, которые хорошо восстанавливаются и их мониторинг и детальные исследование является важным направлением природоохранных организаций и ученых, в частности. Болотная растительность (ВВ) представлена такими группами формаций: кустарниковой, травяно-моховой, осоковой, лесной. Болота, которые принадлежат к союзу *Caricion davallianae* Klika 1934 отличаются большим флористическим богатством и распространенностью центрально-европейских видов (*Carex davalliana* Smith, *Cladium mariscus* (L.) Pohl, *Schoenus ferrugineus* L, *Swertia perennis* L, *Valeriana simplicifolia* (Reichenb) Kabath, *Pinguicula vulgaris* L, которые в Украине находятся на восточной границе ареала, что указывает на связь их с болотами Центральной Европы. В соэологическом аспекте болота (ВВ) отличаются богатым флористическим и фитоценотическим разнообразием редких сообществ и видов. Мы выделяем 20 ассоциаций, которые охраняются согласно «Зеленой книги Украины» и 17 видов растений по «Красной книге Украины» (Дацюк, 2014). Важной задачей в изучении болотной растительности региона является разработка районирования и выделение особо ценных растительных сообществ болот Рамсармских угодий.

ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ЗАБОЛОЧЕННОГО ВОДОСБОРА РЕКИ ЧУЗИК (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

ASSESSMENT OF WATER BALANCE ELEMENTS ON CHUZIK RIVER (WESTERN SIBERIA) PALUDIFIED BASIN

Дубровская Л.И., Хандогина С. / Dubrovskaya Larisa, Khandogina Sophya

Научно-исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Физические и экологические свойства болот существенно отличают их от соседствующих водораздельных пространств, и формирование стока и испарения с болот имеет специфические черты. Изменение гидрологического режима болотных массивов, как первичных элементов гидрографической сети, оказывает влияние на гидрологический режим заболоченных водосборов, поэтому механизм и результаты воздействия изменения климата на гидрологический режим болотных массивов являются вопросами актуальными и требующими рассмотрения.

Многочисленные исследования климатических особенностей территории Сибири выявили на настоящее время пространственную неоднородность климатических изменений с отдельными очагами ускоренных темпов потепления в данном регионе (Дюкарев, Ипполитов, Кабанов, Логинов, 2006). Соотношение тепла и влаги играет важнейшую роль в формировании природных комплексов, в направлении и интенсивности природных процессов, что отчетливо проявляется в высокой степени заболоченности Западносибирской равнины.

Цель данной работы состояла в исследовании проявлений климатических изменений на элементах водного баланса, получение достоверных количественных оценок и их динамических характеристик для заболоченного водосбора р. Чузик, являющейся притоком р. Васюган. Истоки р. Чузик

теряются на Большом Васюганском болоте, площадь водосбора составляет 7090 км² у замыкающего стока – с. Осипово, заболоченность – 35 %. Период исследований – 1990–2009 гг.

Количественная оценка элементов влаго- и теплообмена была реализована в данной работе методом гидролого-климатических расчетов В. С. Мезенцева (Мезенцев, 1982). Метеоданные (ежемесячные осадки, температура, дефицит влажности, высота и плотность снежного покрова) привлекались по ближайшей метеостанции – Пудино. Стоковые характеристики выбирались из официальных публикаций Росгидромета. Расчеты велись для гидрологического года.

Результаты анализа. Осадки (приходная часть баланса) изменялись в исследуемый период от 419 до 699 мм, а в среднем составляли 517 мм за год. В теплый период года в среднем выпадало 377 мм (73 % от годовой суммы), в холодный – 140 мм (27 %). Коэффициент вариации осадков невелик ($C_v = 0,15$). На хронологическом графике прослеживается слабая тенденция роста осадков. Величина испарения с водосбора (основная расходная часть баланса) колебалась в пределах 307–414 мм, средняя величина за период составила 366 мм (71 % расходной части водного баланса). Причем, испарение за холодный период составляет всего 3 % от годовой суммы. При анализе изменения во времени этой составляющей водного баланса прослеживается слабая тенденция роста за рассматриваемый период. В целом, испарение является наименее варьируемым элементом водного баланса ($C_v = 0,08$).

Значительной изменчивостью (от 69 до 226 мм) во времени характеризуется русловый сток ($C_v = 0,38$). Средняя величина слоя руслового стока составила 125 мм или 24 % от расходной части баланса. Изменения годовых величин руслового стока в значительной степени соответствуют изменениям годовых осадков. Анализ результатов расчета изменения влагозапасов за период наблюдений свидетельствует о значительных колебаниях этой составляющей водного баланса в многолетнем разрезе (от –92 до +78 мм), средняя многолетняя величина – 0,6 мм.

Таким образом, в условиях фиксируемого климатологами роста осадков зимнего периода и неизменности теплообеспеченности в теплый период года следует ожидать роста увлажненности территории, так как потенциальные возможности увеличения речного стока ограничены слабой дренирующей способностью гидрографической сети (Малик, 1977). Такой вариант сценария развития климатических трендов будет способствовать дальнейшему прогрессирующему заболачиванию этого района.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 13–05–41116 РГО-а).

МЕЖГОДОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА МЕЗООЛИГОТРОФНОМ БОЛОТЕ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ

INTERANNUAL VARIABILITY OF CARBON DIOXIDE FLUXES IN THE MESO-OLIGOTROPIC MIRE OF MIDDLE TAIGA SUBZONE

Загирова С.В., Михайлов О.А. / Zagirova Svetlana, Michailov Oleg

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Исследования потоков диоксида углерода между атмосферой и наземными экосистемами актуальны в связи с глобальным изменением климата. Болота северных широт играют важную роль в сохранении углеродных пулов и регулировании газового состава атмосферы. Вариабельность CO_2 -газообмена в системе «болото-атмосфера» в разные годы может быть связана с действием ряда факторов. Цель данной работы – дать количественную оценку вертикальных потоков диоксида углерода на мезоолиготрофном болоте средней тайги по результатам трехлетних наблюдений.

Исследования проводили в 2012–2014 гг. на болоте Мэдла-Пев-Нюр, расположенном в 40 км от г. Сыктывкара, его площадь – 2,8 га, средняя мощность торфа – 1,4 м (Торфяные..., 2000). Вертикальные потоки измеряли методом микровихревых пульсаций. Измерительная система включала ультразвуковой анемометр (CSAT3, Campbell Scientific Inc, США) и инфракрасный газоанализатор открытого типа (Li-7500A, Li-Cor Inc., США). Результаты обрабатывали в программе EddyPro (Li-Cor Inc., США). Результирующий поток диоксида углерода между болотом и атмосферой (NEE) разделяли на

дыхание экосистемы (R_{eco}) и gross-фотосинтез (P_{gross}) по общепринятой методике. Заполнение пробелов в данных выполнено с помощью онлайн – инструмента Института Макса Планка (Германия).

В результате проведенных исследований установлено, что в 2012–2014 гг., несмотря на разные погодные условия, скорость CO_2 -газообмена между болотной экосистемой и атмосферой в одни те же сроки вегетационного периода имела близкие значения. Мезоолиготрофное болото выполняло функцию стока CO_2 с мая по сентябрь, максимальные значения NEE во все годы наблюдений отмечены в июле ($-240 \text{ мкг м}^{-2}\text{с}^{-1}$). В течение вегетационного периода выявлена сопряженность скорости нетто-обмена CO_2 с величиной ФАР, а gross-фотосинтеза и экосистемного дыхания - с температурой поверхности почвы. Величина баланса вертикальных потоков CO_2 на болоте поздней осенью и ранней весной определялась интенсивностью дыхания экосистемы.

Годовая сумма нетто-обмена CO_2 в системе «болото-атмосфера» была положительной и варьировала в пределах $400\text{--}450 \text{ г м}^{-2}$. Сток диоксида углерода в болото за вегетационный период составил $470\text{--}530 \text{ г м}^{-2}$. Полученные данные согласуются с результатами измерений на этом же болоте в 2008 г.

УНИКАЛЬНЫЙ ЛЕСОБОЛОТНЫЙ КОМПЛЕКС БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ «МОРОЧНО» (ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ)

UNIQUE FOREST-MIRE COMPLEX OF BELARUSIAN POLESIE «MOROCHNO» (PHYTODIVERSITY CHARACTERISTICS AND PROTECTION)

Зеленкевич Н.А.¹, Груммо Д.Г.¹, Созинов О.В.², Мойсейчик Е.В.¹, Жилинский Д.Ю.¹ /
Zeliankevich Natallia¹, Grumo Dzmitry¹, Sozinov Oleg², Majsejchyk Katsiaryna¹, Zhylynski Dzmitry¹

¹Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

²Гродненский государственный университет, г. Гродно, Беларусь

Среди уникальных природных объектов Белорусского Полесья особое место занимает лесоболотный комплекс (ЛБК) «Морочно» (Столинский район, Брестская область). Географические координаты центральной точки ЛБК «Морочно» (WGS 84): $N51^{\circ}51'636'' E26^{\circ}37'253''$. Общая площадь составляет $6415,9 \text{ га}$.

Лесоболотный комплекс включает один из трех крупных массивов верховых болот, сохранившихся в Полесском регионе после проведенной масштабной мелиорации, и является: 1) территорией важной для птиц международного значения (с 2005 г.; критерий B2); 2) Рамсарской территорией (№ 2139); 3) перспективным для формирования сети трансграничных и приграничных территорий Белорусско-Украинских природоохранных объектов; 4) интегрированным в систему природоохранных территорий, создающихся с целью охраны природного комплекса реки Припять.

В 2013 г. с целью подготовки научного обоснования создания республиканского водноболотного заказника проведены флористические, эколого-геоботанические, фаунистические и ландшафтные исследования. В публикации представлены материалы ботанической и природоохранной экологической значимости проектируемой особо охраняемой природной территории.

Флора. На территории ЛБК «Морочно» зарегистрировано 584 вида высших сосудистых растений, что составляет 35 % от аборигенной региональной флоры Беларуси. В составе флоры обнаружены популяции 9 видов (*Oxycoccus microcarpus*, *Carex pauciflora*, *Hammarbia paludosa*, *Polypodium vulgare*, *Salix myrtilloides*, *Genista germanica*, *Lycopodiella inundata*, *Melittis sarmatica*, *Drosera intermedia*), включенных в национальную Красную книгу (2005), 3 – в приложения к Бернской конвенции (1979), 5 – в приложение Конвенции СИТЕС (1973), 95 – в Европейский красный список (1991); 9 видов нуждаются в профилактической охране.

Растительность. Леса на исследуемой территории занимают $4655,7 \text{ га}$. Классификационная схема лесной растительности, составленная на основе эколого-фитоценотического (доминантного) подхода, включает 4 класса формаций, 7 формаций, 22 серии и 30 типов леса. Открытыми и слабо облесенными болотами занято $1513,8 \text{ га}$ или 23,9 % площади ЛБК «Морочно». На исследуемой территории представлены все основные типы болот – низинные ($83,3 \text{ га}$ – 5,5 %), переходные ($219,5 \text{ га}$ – 14,5 %) и верховые (1211 га – 80,0 %). Продромус болотной растительности с позиции доминантной классифика-

ции представлен 6 типами, 19 формациями и 53 ассоциациями. Ядром проектируемой ООПТ является верховое сфагновое болото, которое имеет черты восточноевропейского (южнорусского) сфагнового болота с господством *Sphagnum magellanicum*. В то же время это болотная экосистема сохраняет специфические локальные черты: ряд видов находится здесь вблизи южной границ ареалов (*Carex pauciflora*, *C. limosa*, *Scheuchzeria palustris*), здесь еще сильны фитоценотические позиции *Sphagnum fuscum* – доминанта и индикатора таежных северо-западноевропейских болот. Болотный массив имеет слабовыпуклую форму (превышение вершины над окраиной в среднем колеблется от 0,5 до 2,0 м) с ассиметричным строением поверхности. Мощность торфяной залежи до 5,7 м (средняя 2,75 м).

Биотопы. Выделено 12 редких и уязвимых биотопов (по EUNIS), относящихся к 2 категориям NATURA 2000 (категории 7110, 7140), общей площадью 1430,5 га (22,3 % площади ООПТ).

Режим охраны. Разработанный режим охраны предусматривает запрет многих видов хозяйственной деятельности (гидротехническая мелиорация, добыча торфа и сапропелей, строительство объектов транспортной, промышленной, жилой инфраструктуры), а также существенное ограничение лесопользования и других видов антропогенного воздействия.

Исследования осуществлялись при поддержке The Rufford Small Grants Foundation.

РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ БОЛОТ ВЕШКЕЛЬСКОЙ ЛЕДОРАЗДЕЛЬНОЙ АККУМУЛЯТИВНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (КАРЕЛИЯ)

MIRE VEGETATION COMMUNITIES DIVERSITY ON THE VESHKELSKAYA GLACIAL ACCUMULATIVE HEIGHT (KARELIA)

Игнашов П.А., Миронов В.Л./ Ignashov Pavel, Mironov Viktor

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Вешкельская аккумулятивная ледораздельная возвышенность занимает территорию около 150 кв. км на юго-запад от озера Сямозеро. Сильно расчлененный рельеф, образованный комплексом холмов и гряд способствует образованию многочисленных небольших болот. (Разнообразие биоты ..., 2003). Заболоченность территории примерно 15 %, размеры большей части болот не превышают 20 га.

Нами было сделано 105 описаний растительных сообществ на 30 болотных массивах площадью от 2,5 до 52 га. Среди исследованных болот преобладают болота верхового типа сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые и кустарничково-сфагновые с денудированными и сфагновыми мочажинами. Для характеристики фитоценотического разнообразия была использована тополого-экологическая классификация растительности болот Карелии (Кузнецов, 2006). Выделено 14 ассоциаций, принадлежащих к 3 классам по типу минерального питания: омбротрофный (8), олиготрофный (3), мезотрофный (3). В каждом классе имеются группы ассоциаций по приуроченности к микрорельефу. В некоторых ассоциациях были выделены субассоциации в зависимости от доминанта в отдельных ярусах.

Наиболее распространены омбротрофные кочковые ассоциации *Chamaedaphne calyculata-Sphagnum fuscum* и *Chamaedaphne calyculata-Sphagnum angustifolium*, и мочажинные ассоциации *Scheuchzeria palustris-Sphagnum majus*. Они образуют типичные грядово-мочажинные болотные участки. На некоторых болотах встречаются ассоциации с доминированием *Sphagnum magellanicum*, что не характерно для средней тайги и типично для южнотаежных и подтаежных верховых болот (Юрковская, 1992).

На болотах с поступлением мягких грунтовых вод встречаются олиготрофные ковровые ассоциации *Carex rostrata-Sphagnum fallax*. Так же на одном из болот была обнаружена древесно-сфагновая ассоциация *Betula pubescens – Carex lasiocarpa – Sphagnum angustifolium*, характеризующаяся сравнительно богатым видовым составом (31 вид).

Мезотрофные ассоциации приурочены к болотам, испытывающим алювиальное влияние. Берега одного из ручьев, впадающего в Сямозеро, занимают мочажинные ассоциации *Carex lasiocarpa*

Menyanthes trifoliata и *Equisetum fluviatile-Calla palustris*, они характеризуются разнообразием травянистых растений и малым моховым покрытием.

Болота Вешкельской ледораздельной возвышенности благодаря наличию типичных болотных участков и небольшим размерам могут быть использованы как модельные объекты для различных научных исследований.

БОЛОТА ГОРНОГО АЛТАЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

MIRES OF MOUNTAIN ALTAI AND THEIR USE

Инишева Л.И.¹, Ларина Г.В.², Порохина Е.В.¹ / Inisheva Lidia¹, Larina Galina², Porohina Ekaterina¹

¹ Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

² Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, Россия

На фоне пристального внимания ученых к обширным равнинным болотам, горные болота Сибири остаются не изученными. Учитывая же, что территория является практически мировым курортом, была поставлена цель изучения болот Республики Алтай, определения степени активности торфообразовательного процесса на ее территории и выбора болот для устройства заповедников.

На территории республики были обозначены 14 месторождений с суммарными прогнозными ресурсами – 7614 тыс. т торфа на площади в границах промышленной глубины торфяной залежи 3480 га. Кроме того, в Республике Алтай на государственном балансе числится Ыныргинское месторождение с балансовыми запасами торфа по категории детальной разведки (А) – 744 тыс. т. Также выявлено 17 заболоченностей с мощностью торфа 0,3–0,7 м. Их суммарная площадь составляет 5187 га.

В течение 2007–2012 гг. на территории Северного, Центрального и Юго-Восточного Алтая нами были проведены экспедиционные исследования болот с отбором образцов на анализ. Радиоуглеродное датирование торфяных залежей определялось на радиоуглеродной установке QUANTULUS-1220 (бензолно-сцинтилляционный вариант) в лаборатории геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН. Ботанический состав и степень разложения торфа определяли по ГОСТ 28245.2-89, зольность (ГОСТ 11306-83); рН солевой вытяжки (ГОСТ 11623-65). В северо-восточной части Горного Алтая организовано 2 болотных стационара, на которых проводится мониторинг за режимами болот: гидрологическим, гидротермическим, микробиологическим, энзимологическим, гидрохимическим, газовым, а также изучается эмиссия парниковых газов (Инишева и др., 2010; Инишева и др., 2013).

Полученные радиоуглеродные датировки придонных образцов торфа показывают, что активное формирование первичных очагов торфонакопления началось в конце бореального и начале суббореального периодов. Особенность формирования торфяной залежи горных болот заключается в наполненности торфов кластическим материалом вплоть до образования минеральных прослоек, поэтому отмечается высокая их зольность по всему профилю. Процесс торфообразования активен и в настоящее время.

Очень небольшое количество болот на Северо-Восточном Алтае имеет смешанное атмосферно-грунтовое питание и может быть отнесено к классу переходных болот, например, болото Кутюшское. В целом по Республике Алтай преобладают болота низинного типа. Максимальная величина линейной скорости торфонакопления для таких болот за период голоцена составляет 0,64 мм/год. Болото Турочакское (площадь 81 га) является наиболее древним, его возраст 7060 ± 90 (СОАН 8034) и мощность торфяной залежи составляет до 7 м, в основании которой залегают (до 2,5 м) органо-минеральные отложения. Оно характеризуется высокими запасами торфа – 849 тыс. т. Образование болот в Центральном Алтае объясняется наличием крупных межгорных впадин. Например, Тюгюрюкское болото (возраст 430 ± 55 лет СОАН 8036) на Теректинском хребте, где отмечается наибольшая скорость торфонакопления за последние 500 лет (1,06–0,83 мм/год). Низким температурам и вечной мерзлоте обязаны своим существованием и многочисленные болота Юго-Восточного Алтая. Возраст болота, например, САС 1100 ± 65 лет (СОАН 8040), скорость торфонакопления 0,17–0,19 мм/год. Встречаются и сухие болота.

Важно в дальнейшем продолжить изучение болот Республики Алтай для определения направлений их использования.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (госзадание ТГПУ №174).

МНОГОЛЕТНИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОСУШЕНИЯ БОЛОТ В ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

LONG-TERM CONSEQUENCES OF PEATLANDS DRAINAGE IN LANDSCAPES OF THE NORTH WEST OF EUROPEAN RUSSIA

Исаченко Г.А. / Isachenko Gregory

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

История осушения болот и заболоченных земель в тайге Северо-Запада Европейской России насчитывает более 500 лет, хотя первые научно обоснованные проекты осушительной мелиорации были реализованы только в XVIII в., после основания Санкт-Петербурга. Наиболее масштабные мелиоративные работы были развернуты в регионе в последней трети XX в. В связи с изменением социально-экономической обстановки в стране в конце XX столетия работы по осушению были практически прекращены. Поэтому процессы, происходящие ныне в ландшафтах осушенных таежных болот и лесов на площади в десятки тысяч кв. километров, можно рассматривать как крупнейший природный «эксперимент» по динамике природных комплексов, подвергшихся в прошлом радикальному антропогенному воздействию.

Изучение многолетних последствий мелиоративных работ проведено более чем на 250 пробных площадях, заложенных на торфяниках разного типа, подвергавшихся осушению во второй половине XIX – XX вв. Для каждой пробной площади зафиксировано около 30 различных показателей. Проанализированы также данные многолетних наблюдений на пробных площадях, заложенных на осушенных торфяниках в пределах Санкт-Петербурга (с 2006 г.) и в Северо-Западном Приладожье (с 1992 г.). Детально исследован тестовый полигон «Лужки» площадью 16 км² (Карельский перешеек), включающий крупный болотный массив, где осушительные работы начались в последнем десятилетии XIX в. и продолжались почти 50 лет. Проведен также сравнительный анализ топографических карт и дистанционных изображений разного времени.

В результате исследований выделены *многолетние состояния* ландшафтов осушенных торфяников, признаками которых выступают древесные породы-эдификаторы, этапы развития древостоя (активизация прироста, относительная стабилизация, разрушение структуры), тенденции смены древесных пород, соотношение основных экологических групп видов в напочвенном покрове и др. Закономерная смена многолетних состояний природных комплексов под влиянием осушения рассматривается как *ландшафтно-динамическая траектория*. Число возможных траекторий зависит от типа исходного ландшафта, характера и интенсивности воздействия. Например, наиболее типичная динамическая траектория осушенного олиготрофного торфяника при действующей дренажной сети: сосново-кустарничково-сфагновое болото – сосняк (в т. ч. с березой) кустарничково-сфагновый – сосняк чернично-сфагново-зеленомошный.

Набор возможных многолетних состояний ландшафтов, формирующихся в результате осушения, минимален на верховых торфяниках (не более 10), и максимален на переходных (20–30), где разнообразие состояний во многом обусловлено большим числом древесных пород-эдификаторов и более богатым составом напочвенного покрова. Набор возможных многолетних состояний увеличивается при наложении на собственно осушение таких воздействий, как окультуривание (при длительном использовании осушенных торфяников под сельскохозяйственные угодья) и пожары.

Процессы осушения в большинстве случаев не приводят к коренной смене ландшафтных местоположений (выделяемых по признакам однородности рельефа, почвообразующих пород и режима увлажнения), формируя обычно *модификации* ландшафтов торфяников с измененным водным режи-

мом и растительностью. Исключения составляют маломощные торфяники (обычно низинные, с торфяной залежью не более 1 м), осушение которых (часто сопровождаемое окультуриванием) в течение 50–100 лет приводит к полной минерализации (сработке) торфа. В данных случаях происходит полная смена ландшафтных местоположений и можно, соответственно, говорить об *эволюции* болотных ландшафтов, в отличие от их *многолетней динамики* – смене многолетних состояний, при которой сохраняется торфяная залежь.

ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИДОРОЖНЫХ ПОДТОПЛЕННЫХ УЧАСТКАХ КАРЕЛИИ

VEGETATION ESTABLISHMENT ON FLOODED ROADSIDE HABITATS IN KARELIA

Канцерова Л.В. / Kantserova Lyubov

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Усиление воздействия антропогенного фактора на природу приводит к преобразованию естественной растительности и формированию в той или иной степени трансформированных растительных сообществ. Так при строительстве (ремонте) автомобильных дорог происходят нарушения растительного и почвенного покрова, водного режима, в результате чего придорожная полоса изменяется. Восстановительная динамика растительного покрова, представляющая собой серии сообществ, в трансформированных придорожных полосах идет с различной скоростью. Эта скорость зависит от степени антропогенного воздействия на участок придорожной полосы (образование копаней; заболачивание участков с неправильно спроектированной системой дренажа; размывание, подтопление канав и т. д), от механического состава почвы, а также типа биотопа (лес, болото), который подвержен трансформации. В целом, строительство дорог очень часто нарушает естественные линии стока грунтовых вод, что ведет к образованию огромного числа подтопленных участков вдоль них.

С 2009 года на территории Карелии ведутся исследования по изучению формирования и динамики растительного покрова придорожных подтопленных участков, трансформированных более 40 лет назад и различающихся по структуре растительности, водно-минеральному питанию и типу грунтов.

Исследованные сообщества находятся на разных стадиях сукцессий, протекающих как на минеральных (220 описаний), так и на торфяных (80 описаний) почвах. Наиболее резкие смены растительных сообществ отмечены в местах с длительным подтоплением придорожных участков, представленных копанями и нарушенными придорожными канавами на минеральном грунте. Они включают как пионерные сообщества ассоциаций *Equisetum fluviatilis*, *Typhetum latifoliae*, *Scirpetum sylvatici*, *Phragmitetum australis*, *Callietum palustris*, *Caricetum vesicariae – canescentis*, так и сукцессионные стадии (ассоциации *Comaretum palustris*, *Caricetum rostratae*), идущие в направлении формирования болотной растительности, что подтверждается частой встречаемостью сообществ ассоциации *Cariceto rostratae – Sphagnetum riparii*.

Исследованные сообщества на мелкозалежных торфах (глубина торфа 15–20 см), которые образовались уже после строительства автомобильной дороги представлены ассоциациями *Equisetum fluviatilis*, *Caricetum rostratae*, *Cariceto rostratae – Sphagnetum squarrosi*, *Cariceto rostratae – Sphagnetum fallacis*, *Equiseto fluviatilis – Sphagnetum squarrosi*, *Equiseto fluviatilis – Sphagnetum riparii*, сукцессии растительного покрова которых направлены в сторону формирования травяных и травяно-сфагновых болотных участков.

Сообщества придорожных участков на торфяных отложениях (глубина торфа более 1 м), которые образовались до строительства автомобильной дороги представлены ассоциациями *Cariceto rostratae – Sphagnetum riparii*, *Cariceto rostratae – Sphagnetum fallacis*, *Equiseto fluviatilis – Sphagnetum riparii*, *Sphagnetum riparii*, *Sphagnetum fallacis*. Эти сообщества на данных местообитаниях являются производными, что подтверждается стратиграфией торфяных залежей под ними (Канцерова, 2012; 2014).

ПРИТОК ГРУНТОВЫХ ВОД К НИЗИННОМУ БОЛОТУ

UNDERGROUND WATER INFLOW TO A FEN

Карпечко Ю.В. / Karpechko Yury

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Наименее изученным элементом водного баланса болот является подземный водообмен, осуществляемый как горизонтальным путем, так и вертикальным путем через нижнюю границу торфяной залежи. Вместе с тем, от его доли в общем водообмене зависит водно-минеральное питание болот и трофность торфа, а знание абсолютной величины важно при решении различных практических задач. Посредством его в значительной степени осуществляется связь болота со смежной территорией, проявление которой обуславливает преобразование окружающей местности, в частности, после осушения. Проведенные исследования на низинных болотах в Белорусском Полесье и в Ленинградской обл. (Киселев, 1980; Воробьев, 1981; Новиков, 1981) свидетельствуют о сложном характере распределения подземного водообмена как во времени, так и в пространстве. В этой связи интерес представляют результаты обобщения многолетних исследований подземного притока вод к частично осушенной Корзинской низине в южной Карелии.

Корзинская низина небольшая по площади (около 2000 га), является частью Шуйско-Сямозерской озерно-ледниковой равнины. Ее геолого-литологическое строение достаточно детально описано в работе И.М. Нестеренко (1979). Водоносными на низине и на окружающей ее территории являются водно-ледниковые, озерно-ледниковые отложения и торфяники. По характеру залегания встречаются почвенно-грунтовые, грунтовые и напорные воды. Почвенно-грунтовые воды приурочены к торфяным, а грунтовые – к песчаным отложениям в местах выхода последних на поверхность. Напорные горизонты вод формируются в водно-ледниковых и озерно-ледниковых отложениях, перекрытых ленточными глинами и торфами, нижние слои которых имеют невысокие коэффициенты фильтрации и образуют относительно водоупорный слой. Питание этих вод происходит как за счет атмосферных осадков, так и в результате притока со смежной территории.

Для оценки величины подземного притока на Корзинской низине использовались два подхода: метод водного баланса и гидродинамический метод. Воднобалансовый метод позволяет получить осредненную величину водообмена для водосбора или локального участка болота. С помощью гидродинамического метода оценивается приток в целом на низину, и рассчитывается интенсивность перетекания вод в конкретных точках из горизонтов минеральных грунтов, подстилающих болото, в торфяник (или из торфяника в нижележащие горизонты).

В целом со смежной территории на низину поступает подземный поток, объем которого составляет около 3.900 млн м³ воды (~195 мм). Около 30 % этого потока (1.303 млн м³ или 84 мм), что составляет более 10 % от величины поступающих осадков, участвует в питании пересекающих низину ручьев.

Для осушаемых участков торфяника был рассчитан вертикальный подземный водообмен. Пространственные изменения направления и величины вертикального водообмена зависят от рельефа поверхности торфяной залежи. К участку, занимающего наиболее низкое положение в рельефе, вертикальный приток напорных вод в среднем за многолетний период достигает 30 мм (около 5 % от осадков).

Направление и величина вертикального подземного водообмена болота или его конкретного участка в значительной степени определяется также водностью расчетного периода. В маловодные сезоны и годы на большей части болота отмечается приток напорных вод в торфяник. С увеличением осадков интенсивность вертикального притока снижается и в отдельных случаях его направление меняется на противоположное.

ПИГМЕНТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ПИГМЕНТНЫЕ ПРОФИЛИ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

PIGMENT COMPLEXES AND PIGMENT PROFILES OF PEAT DEPOSITS

Климин М.А. / Klimin Mikhail

Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск, Россия

При изучении истории развития растительности и изменений климата в голоцене в качестве объектов исследований часто используются отложения болот. Наиболее распространенные методы их исследования – ботанический состав и степень разложения торфа, спорово-пыльцевой и радиоуглеродный анализы – направлены на изучение либо одного свойства торфа, либо включений (пыльца, споры), имеющих к торфу зачастую лишь опосредованное отношение.

Для получения наиболее полной картины функционирования торфяника необходима методика, с помощью которой можно изучать компоненты, во-первых, являющиеся неотъемлемой частью системы торфа, во-вторых, способные по-разному реагировать на изменения природных условий во время своего образования, отложения, захоронения и сохранения. С практических же позиций они должны быть легко определяемыми качественно и количественно.

С точки зрения такого подхода искомые вещества не могут быть ничем иным, кроме как элементами растений-торфообразователей. Наиболее подходящими на эту роль соединениями являются фотосинтетические пигменты, поскольку они: 1) неотъемлемые компоненты растений (Крамер, Козловский, 1983); 2) лабильные соединения, разрушающиеся в окислительной обстановке, но способные длительно сохраняться в восстановительной (Орлов и др., 1996); 3) легко определяемые качественно и количественно (ГОСТ..., 1999) для изучения, например, продуктивности и функционирования различных водных объектов в настоящее время (Сигарева, 2010), а также истории их развития в прошедшие эпохи под влиянием меняющейся природной среды (Чечуга, 1973; Захарков и др., 2007). Именно эти вопросы применительно к торфяным отложениям являются наиболее актуальными для палеогеографии.

Методика отбора образцов, их подготовка и модифицированный ход анализа описаны ранее (Климин, Сиротский, 2005). Совокупность определяемых пигментов (хлорофиллы *a*, *b*, *c* и общие каротиноиды) в конкретном слое отложений рассматривается как *пигментный комплекс*. Последовательная вертикальная смена пигментных комплексов слагает *пигментный профиль* изучаемого торфяника.

Целью работы является сравнительный анализ пигментных профилей торфяных отложений, развивавшихся в районах, отличавшихся климатическими условиями в голоцене.

Исследования представительных разрезов торфяных голоценовых отложений, получивших распространение в разных регионах Российской Федерации в полосе 45–60° с.ш. – 30–165° в.д., выявили заметные отличия пигментных профилей торфяников, обусловленные влиянием природных условий, в которых они формировались.

Установлено, что пигментные профили торфяных отложений Северо-Западного района (Ленинградская область) при наличии определенного сходства с таковыми торфяников Дальневосточного региона (Нижнее Приамурье), имеют некоторые отличия, обусловленные более стабильными (менее контрастными) климатическими условиями.

Пигментные профили большинства сибирских торфяников существенно отличаются от пигментных профилей вышеупомянутых регионов наличием значительного количества слоев торфа, пигментные комплексы которых дают основание утверждать, что они сформировались в очень влажных и прохладных условиях. Подобные пигментные комплексы в исследованных торфяниках приокеанских регионов (Прибалтика и Нижнее Приамурье) приурочены в основном к слоям торфа, образовавшимся в прохладные периоды доголоценового и начала голоценового времени. В торфяных слоях, датированных последними 8–9 тысячами лет, они редки и единичны, поэтому никогда не образуют достаточно мощных прослоев.

Таким образом, с помощью предложенной методики становится возможным решение одной из актуальных задач палеогеографии – индикации прохладных и влажных условий во время образования отдельных слоев торфа.

ВЛИЯНИЕ БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ФРАГМЕНТАЦИЮ ЛЕСНОГО ПОКРОВА

INFLUENCE OF PALUDIFICATION PROCESS ON FRAGMENTATION OF FOREST COVER

Коломыцев В.А. / Kolomytsev Victor

Центр окружающей среды Финляндии, г. Йёнсуу, Финляндия

Рельеф выступает в качестве ведущего фактора не только потенциальной энергии заболачивания и темпов его развития (см., Коломыцев В.А., наст. сборник, стр.), он так же определяет два взаимосвязанных друг с другом последствия этого процесса, такие как гидроморфная фрагментация и обусловленное ею разнообразие местообитаний. Естественно, что эти характеристики лесного покрова связаны с динамикой климата и эволюцией таежных почв. Лесной покров тайги всегда был фрагментирован естественным образом, прежде всего за счет акваторий (реки, озера) и болот. Болотообразовательный процесс в настоящее время проявляется в основном в зоне окрайки болот, отражая сложный комплекс трансформации экосистем, связанный с динамикой взаимодействия почв и растительности под влиянием переувлажнения корнеобитаемого горизонта почвы. В этой связи **фрагментацию лесного покрова тайги следует рассматривать на двух уровнях:** во-первых, на уровне **растительных формаций:** мезо- и гигрофильные древесные и гигро- гидрофильные травяно-моховые и, во-вторых, на уровне **почвенного покрова:** минеральные (автоморфные) – заболоченные (полугидроморфные) – болотные (гидроморфные).

Равнины, например, обладают самой низкой степенью расчлененности рельефа, а грядовые и холмистые сильно расчлененные – самой высокой. Следовательно, количество фрагментов различных категорий земель (минеральных, заболоченных и болотных) должно возрастать от первой группы ландшафтов ко второй по мере увеличения амплитуды относительных высот смежных форм рельефа и частоты их сочетания. Анализ фрагментации на уровне категорий земель по данным ландшафтных профилей показал, что кажущаяся очевидной зависимость отсутствует.

Количество фрагментов, приведенное к условной протяженности профиля (10 км) варьирует в широких пределах: в группе равнинных ландшафтов – от 37 до 117, водно-ледниковых – от 38 до 68, денудационно-тектонических слабо расчлененных – от 68 до 123, денудационно-тектонических сильно расчлененных – от 33 до 93. Анализ данных по зависимости между количеством и протяженностью фрагментов различных категорий земель на 10 км профилей показал, что только для категории минеральных земель наблюдается четко выраженная обратно пропорциональная зависимость в сильно расчлененных денудационно-тектонических и водно-ледниковых ландшафтах, и такая же, но в меньшей степени, в равнинных и денудационно-тектонических ландшафтах со слабо расчлененной поверхностью. В категориях заболоченных и болотных земель подобная зависимость не выявлена. Гораздо большая определенность наблюдается в протяженности фрагментов различных категорий земель в морфогенетических группах ландшафтов. Как средние, так и максимальные их значения и соотношение тесно коррелируют внутри групп ландшафтов, но существенно различаются между группами. Протяженность фрагментов болотных земель заметно сокращается от равнинных ландшафтов к денудационно-тектоническим сильно расчлененным. Соотношение этого показателя для лесных болот довольно стабильно в большинстве групп типов ландшафтов, тогда как протяженность фрагментов лесов на минеральных и заболоченных землях варьируют в наибольшей степени. Характерно, что существенным фактором фрагментации почвенного покрова являются заболоченные леса в группах равнинных и выположенных ландшафтов озерно-ледникового и денудационно-тектонического генезиса. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- фрагментацию лесного покрова тайги следует рассматривать на двух уровнях - растительных формаций и почвенного покрова;
- расчлененность рельефа ландшафтов оказывает влияние не на количественные показатели фрагментации растительных формаций и почвенно-генетических разностей, а на их соотношение;
- во всех морфогенетических группах ландшафтов выявлена обратно пропорциональная зависимость между протяженностью и количеством фрагментов только для категории минеральных зе-

мель, и отсутствие каких-либо зависимостей для всех категорий переувлажненных (заболоченных и болотных) земель;

– фрагментация лесного покрова тайги за счет болотообразовательного процесса не несет для него катастрофических и необратимых последствий в силу нелинейной динамики во взаимодействии с лесообразовательным процессом.

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ И ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ЭНЕРГИЮ ЗАБОЛАЧИВАНИЯ

INFLUENCE OF LANDSCAPE AND GEOGRAPHICAL ZONE CONDITIONS ON POTENTIAL PALUDIFICATION POWER

Коломыцев В.А. / Kolomytsev Victor

Центр окружающей среды Финляндии, г. Йоэнсуу, Финляндия

Потенциальная энергия заболачивания, выраженная через уклон поверхности, является физической величиной, отражающей возможность его развития. То есть, чем выше значение уклона поверхности, при котором происходит заболачивание территории, тем выше энергия этого процесса. Таким образом, решалась задача по выявлению зональной и ландшафтной дифференциации потенциальной энергии заболачивания Восточной Фенноскандии в границах Республики Карелия. В таблице приведены средние взвешенные значения поверхностей по категориям земель и подзонам тайги в морфогенетических группах ландшафтов на основе данных инструментальной съемки около 300 км профилей.

Таблица

Средние взвешенные значения уклонов поверхностей (i) категорий минеральных лесных (i_d) заболоченных лесных (i_p) и болотных земель (i_m) по морфогенетическим группам ландшафтов и подзонам тайги Карелии и последовательное соотношение между ними ($i_d/i_p, i_p/i_m$)

Группа ландшафтов	Северная тайга			Средняя тайга		
	Категории земель					
	Минеральные (i_d)	Заболоченные (i_p)	Болотные (i_m)	Минеральные (i_d)	Заболоченные (i_p)	Болотные (i_m)
Равнины озерно-ледниковые и морские	0,021	0,013	0,0064	0,03	0,013	0,0064
Соотношение	$i_d/i_p = 1,61$ $i_p/i_m = 2,03$			$i_d/i_p = 2,31$ $i_p/i_m = 2,03$		
Холмисто-грядовые водно-ледниковые	0,068	0,028	0,0083	0,11	0,025	0,01
Соотношение	$i_d/i_p = 2,43$ $i_p/i_m = 3,37$			$i_d/i_p = 4,4$ $i_p/i_m = 2,5$		
Холмисто-грядовые водно-ледниковые слабо расчлененные	0,056	0,028	0,013	0,053	0,019	0,0075
Соотношение	$i_d/i_p = 2,0$ $i_p/i_m = 2,15$			$i_d/i_p = 2,79$ $i_p/i_m = 2,53$		
Грядовые (сельговые) и низкогорные денудационно-тектонические сильно расчлененные	0,12	0,087	0,052	0,12	0,031	0,015
Соотношение	$i_d/i_p = 1,38$ $i_p/i_m = 1,7$			$i_d/i_p = 3,87$ $i_p/i_m = 2,07$		

Эти данные можно представить в качестве топологически детерминированного пространства в котором каждая категория таежных земель имеет свою гипотетическую область распространения в пределах обеих подзон на территории Карелии. Склоновые характеристики потенциальной энергии заболачивания сильно расчлененных денудационно-тектонических ландшафтов в северотаежной подзоне в несколько раз выше, чем в среднетаежной и, таким образом, ставят особняком эту группу ландшафтов не только в пределах Карелии, но и всей таежной зоны России в целом.

В отличие от денудационно-тектонических ландшафтов подзональные различия потенциальной энергии заболачивания в группах равнинных и холмисто-грядовых водно-ледниковых ландшафтов фактически отсутствуют, т.к. данный показатель практически одинаков. Можно предположить, что климатические различия потенциальной энергии заболачивания реализуются в уникальных для Севера России денудационно-тектонических ландшафтах за счет особых гидрологических условий под влиянием трещиноватости скальных пород и особого гидротермического режима, т. е. в пределах таежной зоны ландшафтные факторы, прежде всего, морфогенезис рельефа, оказывают решающее влияние на структурно-динамические показатели заболоченности территории и потенциальную энергию заболачивания.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ МОХОВОГО ЯРУСА ПОСЛЕ ПОЖАРА НА МЕЗОТРОФНОМ ТОРФЯНОМ БОЛОТЕ В ПРИАМУРЬЕ

POST-FIRE MOSS LAYER RECOVERY ON MESOTROPHIC PEAT MIRE IN OUTER MANCHURIA

Копотева Т.А. / Kopteva Tatiana

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Пирогенный фактор на мезотрофных кустарничково-сфагновых болотах Приамурья считается не просто ландшафтообразующим (Копотева, 1999; Буренина, 2006). Через изменение структуры биомассы в пирогенных сукцессиях он должен оказывать большое влияние на болотообразовательные процессы, прежде всего на интенсивность торфообразования. Однако с этой позиции его влияние практически не изучено. Нами проводится мониторинг восстановления растительности после катастрофического пожара в июне 2008 года на болотном массиве с господством *Sphagnum fuscum* в моховом ярусе (Копотева, Купцова, 2011) методами геоботанического крупномасштабного картирования и сравнительной оценки динамики запасов фитомассы и продукции выгоревшего и ненарушенного участков болота.

В первый год восстановления (2009) более 55 % голого торфа занимали *Marchantia polymorpha* и *Ceratodon purpureus*, значительно реже селились *Cynodontium strumiferum* и *Aulacomnium palustre*, проективное покрытие (ПП) политриховых – 14±4,2 %. Следующие два вегетационных периода отличались повышенным количеством атмосферных осадков (на 33–18 % больше нормы), что привело к сокращению ПП мелких бриевых с 40 % в 2010 г. до 10–15 % в 2011 г. На второй год ПП политриховых увеличилось до 25,5±3,7 %, а на третий – до 32,2±7,6 %, и в последующие годы их ПП уже не увеличивалось. Последние четыре года ПП голого, не покрытого мхами, торфа после выпадения мелких бриевых мхов колебалось в пределах 46–55 %. Первые поселения сфагновых мхов, в основном *Sphagnum magellanicum*, отмечены уже в 2009 г., очень редкие головки на слабо обгоревшем очесе подушек. В 2011–12 гг. ПП возобновления сфагновых мхов было около 20 %, а к осени 2013 г. уже 37,7±7,6 %, хотя сезоны последних трех лет наблюдений были жаркие и относительно сухие (осадков на 12, 10 и 15 % меньше нормы). Ранней весной 2014 г. по болоту прошел пал, но пострадал в основном кустарничково-травяной ярус, моховый был поврежден слабо благодаря высокому уровню болотных вод. Тем не менее, в 2014 г. ПП возобновления сфагновых мхов снизилось до 18,5±5,8 %, а политриховых немного увеличилось по сравнению с предыдущим годом до 27,9±3,5 %. В таблице ниже приведены данные фитомассы мхов, полученные после обработки подземной фитомассы кустарничково-травяного яруса.

Таблица

Динамика фитомассы мхов, абс.-сух. вес, г/м²

Годы	Мхи сфагновые живые		Политриховые	
	ненарушенное	выгоревшее	ненарушенное	выгоревшее
2012	734,4 ± 53,0	55,0 ± 21,9	1,7 ± 1,6 / 1,7 ± 1,6	254 ± 128 / 385,4 ± 143
2013	595,2 ± 63,7	133,5 ± 46,3	264 ± 66,8 / 387 ± 82,5	200 ± 48,1 / 246,2 ± 51,4
2014	622,7 ± 75,2	203,3 ± 70,6	316,3 ± 161,2 / 647,1 ± 307,8	285,0 ± 101,7 / 449,9 ± 196,7

Над чертой – в горизонте 0–10 см, под чертой – в горизонте 0–30 см.

Такая же фитомасса *Polytrichum commune* (255 г/м² год⁻¹) была отмечена («прирост после пожара») в заболоченных долгомошных сосняках (Вомперский и др., 1999). Из данных таблицы видно, что экспансия политриховых на участках с невыгоревшей растительностью была даже более активной: они прорастали в дернине *Sphagnum fuscum*, уплотняя ее.

На четвертый-шестой сезоны восстановления живая фитомасса мхов на ненарушенных участках колебалась в пределах 70–74 % от общей живой надземной, а на выгоревших – 40, 33 и 57 % соответственно, причем политриховые мхи значительно превышали по массе возобновляющиеся сфагновые.

Восстановление сфагнового покрова находится в сильной зависимости от глубины прогорания во время пожара и степени увлажнения в постпирогенный период. Возобновление, наряду со споровым, идет также вегетативно из сохранившейся живой ткани охеса, поэтому в первую очередь восстанавливаются мхи, имеющие наиболее длинный стебель с живой тканью. В частности, *S. magellanicum* здесь имеет явное преимущество перед *S. fuscum*.

ПРОЦЕССЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ В БОЛОТНУЮ НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БЕРЕСТОВОГО НА КАРЕЛЬСКОМ ПЕРЕШЕЙКЕ

TRANSFORMATION OF LAKE ECOSYSTEM TO MIRE ECOSYSTEM PROCESS AT THE EXAMPLE OF BERESTOVOYE LAKE, KARELIAN ISTHMUS

Корнеева Н.Ю.¹, Сапелко Т.В.¹, Кузнецов Д.Д.¹, Денисенков В.П.² / Korneenkova Natalya¹, Sapelko Tatiana¹, Kuznetsov Denis¹, Denisenkov Victor²

¹ Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Озеро Берестовое расположено на северном склоне Центральной возвышенности Карельского перешейка. Площадь озера 0,24 км², максимальная глубина 22 м. Озеро камово-ледникового происхождения, входит в группу Морозовских озер, расположенных на северных склонах Центральной возвышенности. Ранее они представляли собой единый водоем, распавшийся на небольшие озера. В результате проведенных исследований мы зафиксировали два этапа изоляции озера в течение голоцена.

В марте 2014 года в ходе полевых работ на оз. Берестовом была отобрана колонка донных отложений (Сапелко и др., 2015). Донные отложения представляют собой переслаивание песчаных осадков (фиксирующих проточные условия), озерной гиттии и болотных осадков. После формирования торфяного болота на месте озера Берестового, далее вновь фиксируются проточные условия и на последнем этапе вновь формируются озерные осадки.

Вся колонка донных отложений изучена с помощью комплексного палеолимнологического метода. Болотный этап развития озера подробно изучался с помощью ботанического анализа торфа. Слой торфа мощностью 15 см включает значительное содержание растительных остатков. Макроостатки помимо торфа определялись также в предшествующем слое гиттии мощностью 27 см.

По данным микроскопического анализа, основная масса растительного волокна образована травянистыми растениями. Преобладает *Phragmites australis*, содержание его остатков составляет 40–45 % от растительного волокна. От 50 до 60 % приходится на остатки других травянистых растений (*Schoenoplectus lacustris*, *Carex lasiocarpa*, *Calla palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium*, *Typha latifolia* и др.). Единично отмечены кора *Alnus glutinosa*, кора и древесина *Pinus sylvestris*. Незначительно участие гипновых мхов.

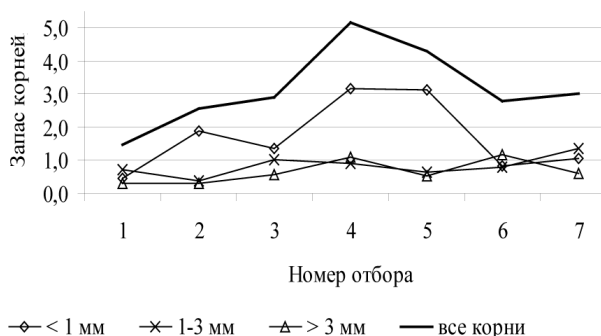


Рис. Распределение запаса корней (г/м²) разного диаметра в торфе между двумя соснами. Запас корней определяли до глубины 40 см. Отборы нумеровали в направлении от сосны меньшего размера к более крупной (см. текст).

Образование гиттии происходило в условиях развития травяно-тростниковых и осоково-тростниковых сообществ. Данные сообщества произрастают по краям или в мелководной части водоемов со стоячей или медленно текущей водой, на заболачивающихся мелководьях. Постепенно содержание болотных видов увеличивается, возрастает содержание органического вещества и достигает 80 %. По данным спорово-пыльцевого анализа и ботанического анализа торфа отмечено появление гипновых и сфагновых мхов. В результате озерный этап осадконакопления сменился болотным.

В связи с изменением климата в суббореальном периоде болото перестает существовать. Морозовские озера вновь соединяются протокой. И в субатлантическом периоде вновь связь прекращается и образуется современное озеро Берестовое. Увеличение содержания органического вещества, увеличение макрофитов и сфагнома свидетельствует о наступлении нового болотного этапа развития озера.

НАДЗЕМНАЯ И ПОДЗЕМНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВОГО ДРЕВОСТОЯ НА РЯМЕ БОЛОТНОГО КОМПЛЕКСА «МУХРИНО»

ABOVEGROUND AND BELOWGROUND PRODUCTIVITY OF PINE STAND ON THE RAISED BOG OF «MUHRINO» MIRE COMPLEX

Коронатова Н.Г., Степанова В.А. / Natalia Koronatova, Vera Stepanova

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Деревья вносят существенный вклад в продуктивность облесенных олиготрофных верховых болот, таких как рямы и гряды болотных комплексов. Основная порода, которая формирует их древостой в Западной Сибири, – это болотная форма сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. f. *litwinowii* Sukacz., высотой 2–4 м (Сукачев, 1973). Цель работы – установить вклад надземной и подземной фитомассы и продукции в общую продуктивность древесного яруса среднетаежного ряма. Работа проводилась на ряме комплексного болота Мухрино на базе полевой станции кафедры ЮНЕСКО Югорского университета (60°53' с.ш., 68°41' в.д.). Рям представляет собой сосново-кустарничково-сфагновое сообщество, которое располагается на торфяной залежи, глубиной более трех метров. Запасы надземной фитомассы и ствола ниже мохового покрова определяли методом модельных деревьев (Молчанов, Смирнов, 1967), запасы корней – методом монолитов (Титлянова, 1988; Kosykh et al., 2008). Чтобы установить, как распределяются корни сосен в торфе в зависимости от глубины и расстояния до стволов деревьев, было выбрано две 40–50-летних сосны, удаленные друг от друга на 2 м. Сосны росли на кочках, между ними находилась относительно ровная поверхность мохового ковра. Одна сосна была высотой 1,4 м с диаметром ствола у поверхности мха 2,8 см; другая сосна была выше, 1,7 м, с диаметром ствола 4,0 см. Между деревьями отобрали 7 монолитов торфа до глубины 40 см и на расстоянии 15–20 см друг от друга, а ближайшие к соснам – на расстоянии 5–10 см от стволов.

Численность сосен на ряме составила 28,7 тыс.шт./га, их средняя высота была 1 м, средний диаметр у поверхности мохового покрова – 1,4 см. Общий запас фитомассы соснового древостоя ряма составил 816 г/м², который распределился в надземной и подземной сфере почти поровну: на долю надземной фитомассы пришлось 52 %, подземной – 48 %. Доля фотосинтезирующей фитомассы менялась в зависимости от возраста и составила 2,2 % для хвои текущего года, 2,8 % – для прошлогодней, 3,1 % – для трехлетней хвои и 3,0 % – для хвои 4-х и более лет. На долю побегов текущего года пришлось 0,5 %, прошлогодних и трехлетних – по 0,6 %, а запас ветвей 4-х и более лет был уже 12,4 %. Большая доля запаса фитомассы пришлась на ствол: 26,8 % на его надземную часть и 14,9 % – на часть ствола, погруженную в моховой ковер. Корни сосны внесли треть в общие запасы соснового древостоя – 33,1 %. Надземная продукция сосняка была 25 г/м² в год, подземная – 169 г/м² в год.

Общий запас живых корней сосен возрастал с глубиной от 27 ± 9 г/м² в верхнем 10-см слое до 113 ± 36 г/м² в слое торфа 30–40 см. Максимальная продукция корней (65 г/м² в год) также была в слое 30–40 см, а минимум отмечен в слое 10–30 см. Наибольший запас приходился на фракцию мелких сосущих корней диаметром менее 1 мм. Их максимальная концентрация оказалась в наибольшем отдалении от деревьев – на расстоянии 60–90 см от стволов. Такое же распределение наблюдалось и

для общего запаса корней в связи с большим участием корней диаметром менее 1 мм в его сложении. Возле стволов запас мелких корней был минимальным. Запас корней диаметром 1–3 мм и более 3 мм возрастал от сосны меньшего размера к более крупной.

БОЛОТА ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК» – СРЕДОТОЧИЕ РЕДКИХ И ОХРАНЯЕМЫХ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДОВ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ

MIRES OF PASVIK STRICT NATURE RESERVE AS A FOCUS ECOSYSTEM FOR RARE AND REDLISTED VASCULAR PLANTS IN MURMANSK REGION

Кравченко А.В. / Kravchenko Alexei

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Государственный природный заповедник «Пасвик», расположенный в северо-западной части Мурманская область у границы с Норвегией, организован в 1992 г. на площади 14727 га. Территория заповедника приурочена к наиболее северному в Европе сплошному массиву коренной сосновой тайги, вклинивающемуся широким языком по долине р. Паз в глубь лесотундры. Леса занимают и большую часть территории заповедника – 51,7 %. Территория отличается значительной заболоченностью – площадь болот составляет 3741 га (25,4 % территории заповедника). Встречаются болота различных типов, что связано, в том числе, с положением заповедника в переходной полосе между зонами с преобладанием бугристых и аапа болот (Кац, 1971; Seppälä, 1988). Развитие болот и отложение торфов началось около 9 тыс. лет назад (Елина, Филимонова, 2000). В условиях наиболее широко развитого в заповеднике водно-ледникового рельефа по всей территории распространены олиготрофные открытые или сосновые кустарничково-сфагновые болота на плакорах и мезо- и олигомезотрофные осоково-сфагновые болота в понижениях. Проточные вогнутые ложбины с близким залеганием коренных пород и с подтоком более жестких вод заняты лесотундровыми (лапландскими) аапа болотами. По более крутым склонам останцовых возвышенностей характерны мелкозалежные травяно-гипновые склоновые (висячие) евтрофные болота. Бугристые болота встречаются только в северной части заповедника и приурочены к древним морским равнинам. Редко встречаются также прибрежные кочкарно-осоковые евтрофные болота (Елина, Филимонова, 2000; Нешатаев и др., 2011; Кузнецов и др., 2014).

Из 466 зафиксированных на территории заповедника видов сосудистых растений 88, т. е. 20 % относятся к болотным или преимущественно болотным (последние с близкой частотой встречаются также в других типах местообитания – по берегам, на мелководьях или в заболоченных лесах). 9 болотных видов (*Carex lapponica*, *Eriophorum brachyantherum*, *Eriophorum gracile*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Dactylorhiza incarnata*, *Pseudorchis albida*, *Epilobium davuricum* и *Pinguicula villosa*) внесены в региональную Красную книгу, кроме того, еще 7 видов (*Carex disperma*, *Carex livida*, *Eriophorum latifolium*, *Gymnadenia conopsea*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga hirculus* и *Rhizomatopteris montana*) включены в список видов, требующих особого внимания (Красная книга Мурманской области, 2014). Большинство из перечисленных видов приурочены к минеротрофным болотам, преимущественно евтрофным и аапа. Такие охраняемые виды, как *Eriophorum gracile*, *Eriophorum latifolium*, *Dactylorhiza incarnata*, *Cypripedium calceolus*, *Saxifraga hirculus*, а также *Eleocharis quinqueflora* находятся в заповеднике в самых северных в области местонахождениях, иногда удаленных от других на сотни километров. Особенно интересно обнаружение *Cypripedium calceolus*. Основным местообитанием вида в заповеднике является оригинальный комплекс сообществ. Положительные формы нанорельефа заняты сосново-березовым лесом с тривиальным, характерным для бедных или средних по плодородию почв, кустарничковым и мохово-лишайниковым покровом. Понижения имеют лентовидную форму и представляют собой склоновые мелкозалежные травяно-гипновые болота; они характеризуются набором видов, типичных для евтрофных местообитаний (*Salix myrsinites*, *Bartsia alpina*, *Epilobium davuricum*, *Gymnadenia conopsea*, *Pinguicula alpina*, *Rhizomatopteris montana*, *Saussurea alpina* и т. п.).

Можно констатировать существенную роль болот заповедника «Пасвик» в сохранении региональной флоры сосудистых растений.

ЗОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРФОВ ОСУШАЕМЫХ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ

ZONAL PECULIARITIES OF PEAT CHARACTERISTICS OF DRAINED RAISED BOGS

Красильников Н.А.¹, Ющенко С.В.², Авагян К.Г.¹ / Krasilnikov Nikolai, Yushchenko Sergei, Avagyan Karen

¹Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого г. Великий Новгород, Россия

²Маловишерское лесничество Комитета лесного хозяйства и лесной промышленности Новгородской области, Россия

Задачей данной работы было изучить изменение характеристик торфа осушаемых верховых болот по основным гидроресомелиоративным регионам в широтном аспекте: с севера на юг. Основные результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Зональные особенности характеристик верхнего (0,5 м) слоя осушаемых верховых болот

Местоположение объекта исследований	Характеристики торфа				
	Содержание растительных остатков в торфе, %	вид торфа	зольность, %	степень разложения, %	pH (KCl)
62° с.ш. Карелия, Петрозаводский лесхоз	Сфагнум (С.) магелланский 65–75, С. узколистный 20–75	Магелланикум, ангустифолиум	<u>1,3–2,2</u> (1,8)	7–17	<u>2,2–2,3</u> (2,2)
60° с.ш. Ленинградская обл. Сиверский лесхоз	С.маг.10–65, С. узкол. 10–70, пуш. влаг., 10–15, С. острокон., до 5, кустарнички 5	Магелланикум, ангустифолиум	<u>1,4–3,0</u> (2,2)	8–15	<u>2,9–3,3</u> (3,1)
58° с.ш. Псковская обл. Псковский лесхоз	С.маг.70–75, С. узкол. 15, пуш. влаг., 5–10, кустарнички 5	Магелланикум	<u>1,4–3,5</u> (2,5)	13–25	<u>2,6–3,0</u> (2,8)
56° с.ш. Беларусь Витебская обл. Городокский лесхоз	С.маг.10–65, С. узкол. 10–70, пуш. влаг. 10–15, С. острокон. до 5, кустарнички 5	Магелланикум	<u>2,0–4,7</u> (3,4)	5–20	<u>2,6–2,7</u> (2,7)
54° с.ш. Беларусь Гродненская обл. Ивьевский лесхоз	С.маг. 25–65, С. узкол. 20–25, пуш. влаг. 30–50, кора сосны 10–30, С. бурый 10	Пушицево-сфагновый	<u>5,5–6,6</u> (6,1)	25–30	<u>2,4–2,6</u> (2,5)

Основным интегральным показателем богатства торфяных почв является зольность. Отмечается ее изменение с севера на юг. С широты 62°, где средняя зольность составляет 1,8 %, к 52°, где она достигает 6,1. Это влияет не только на эффективность мелиорации, но и на породный состав древостоев. На пробных площадях в Петрозаводском лесхозе Карелии класс бонитета сосняков повысился с V^a до V, а в аналогичных условиях в Ивьевском лесхозе Беларуси за 25 лет после осушения повысился с V^a до II.

Ботанический состав верховых торфов во всех ситуациях идентичен и состоит из магелланикум и ангустифолиум торфа.

Изменение кислотности выражено незначительно. Можно отметить, что наиболее кислая реакция отмечается у верховых торфов в Ленинградской области.

Степень разложения не является показателем богатства почвенных условий и в основном зависит от двух факторов – давности и степени осушения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРЕЛЬСКОЙ ШКОЛЫ БОЛОТОВЕДЕНИЯ

THE MAIN RESULTS OF KARELIAN MIRE SCIENCE SCHOOL INVESTIGATIONS

Кузнецов О.Л. / Kuznetsov Oleg

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Ландшафтные особенности Карелии обусловили высокое разнообразие болотных экосистем на ее территории. Болота Карелии на протяжении столетия изучаются с разных позиций. Уже в 20–40-ые годы

здесь были выполнены классические исследования Ю.Д. Цинзерлинга, Е.А. Галкиной, Н.И. Пьявченко и ряда других болотоведов, а также обширные торфоразведочные работы.

Планомерное и комплексное изучение болот Карелии началось с создания в 1951 году сектора болотоведения и мелиорации в составе Карело-Финского филиала АН СССР. Сегодня это лаборатория болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН. Лабораторию в разные годы возглавляли ведущие болотоведы страны Л.Я. Лепин, В.Д. Лопатин, Н.И. Пьявченко, Г.А. Елина. За годы работы большого коллектива исследователей сложилась карельская школа болотоведения, широко известная сегодня в России и за рубежом. Основным направлением ее исследований является познание структурно-функциональной организации и закономерностей динамики болотных экосистем севера Европы, а также разработка научных основ их рационального использования и охраны. В работе лаборатории можно выделить три основных этапа.

Первый (1951–1967 гг.) включал изучение и оценку болотно-торфяного фонда и разработку типологии болот республики. В этот период с участием лаборатории был подготовлен и издан «Торфяной фонд Карельской АССР» (1957) с картой, разработана геоморфологическая классификация болотных массивов (Галкина, 1959). На основе аэроназемного метода Е.А. Галкиной была выполнена дешифровка типов и растительности болот и создано около 1500 уникальных крупномасштабных цветных ландшафтно-геоботанических картосхем (планшетов) почти на всю Карелию. Эти материалы и данные многочисленных полевых исследований послужили основой для создания среднемасштабной (1: 600 000) Карты растительности болот Карелии (1967). Легенда Карты была разработана Т.К. Юрковской (1968), она включает 13 типов болотных массивов, 5 типов болотных систем и лесоболотные сочетания. Это была первая в СССР среднемасштабная карта растительности болот. В настоящее время она оцифрована.

Второй этап (1968–1985 гг.) деятельности лаборатории был направлен на комплексные биогеоэкологические исследования болот, разработку научных основ их рационального использования и охраны. Работы выполнялись как на лесоболотном стационаре «Киндасово», так и маршрутными методами под руководством члена-корр. АН СССР Н.И. Пьявченко и Г.А. Елиной. В этот период выполнены также обширные исследования по палеогеографии восточной Фенноскандии, биологии и ресурсам лекарственных и ягодных растений. Была создана сеть охраняемых болот республики. В это же время Министерством геологии РФ совместно с Институтом биологии было осуществлено новое издание Кадастра торфяных месторождений Карельской АССР (Торфяные..., 1979) с картой масштаба 1:500 000.

С середины 80-ых годов и по настоящее время основные усилия сотрудников лаборатории сосредоточены на дальнейшем изучении флоры, растительности, стратиграфии и динамики как естественных, так и мелиорированных болотных экосистем как Европейского севера, включая Финляндию, так и ряда других регионов России. По результатам обобщения многолетних результатов выполнен анализ флоры болот, выявлен состав бриофлоры республики, разработаны оригинальные классификации торфов и торфяных залежей, тополого-экологические классификации растительности болот и болотных лесов. Укрепились научные контакты с коллегами из Финляндии и Чехии, выполнен большой объем совместных исследований по различным проектам. При этом исследования сотрудников не ограничиваются только болотами. На протяжении многих лет лаборатория активно сотрудничает со многими научными подразделениями КарНЦ РАН, участвуя в разработке комплексных программ и тем, направленных в основном на решение вопросов рационального природопользования и охраны природы. Это разработка научных обоснований ООПТ различного статуса, подготовка двух изданий Красной книги республики.

Сотрудниками лаборатории за период ее деятельности опубликовано несколько тысяч работ, в том числе десятки монографий и тематических сборников. На базе лаборатории проведено несколько международных, всесоюзных и всероссийских конференций, симпозиумов, научных полевых экскурсий. Последние 20 лет с участием сотрудников лаборатории регулярно проводятся научные полевые экскурсии ботаников, болотоведов, студентов и аспирантов из скандинавских стран и Германии, а также членов Международной группы охраны болот (IMCG), по Карелии и Мурманской области. В лабораторию на различные консультации и стажировки приезжают научные сотрудники и аспиранты из научных учреждений и вузов России и Финляндии.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА СФАГНОВЫХ МХОВ НА ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ МАТЕРИКОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

PECULIARITIES OF SPHAGNUM SPECIES COMPOSITION ESTABLISHMENT ON OLIGOTROPHIC BOGS IN NORTHERN COAST MAINLAND OF THE TATAR STRAIT

Купцова В.А., Чаков В.В. / Kuptsova Victoria, Chakov Vladimir

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Известно, что торфяные болота играют значительную роль в поддержании экологического равновесия окружающих ландшафтов и являются биогеохимическим барьером (фильтром) на пути водной миграции многих элементов (Махинова и др., 2013, 2014).

В бассейне Нижнего Амура заболоченность низменностей достигает более 50 %. На территории Среднеамурской низменности болотами занято около 36 тыс. км², а на нижнеамурских низменностях почти 16 тыс. км². Наибольшее распространение в бассейне Нижнего Амура имеют сфагновые болота (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1970). В границах северной части Нижнего Приамурья широко распространены болота сфагнового олиготрофного типа атмосферного питания (Прозоров, 1985).

Растительный покров болот данного типа в регионе, чаще всего, представлен 4-мя ярусами. Древесный ярус состоит из крайне изреженных *Larix cajanderi* угнетенной формы. В кустарничковом ярусе с проективным покрытием 5–10 % доминируют *Betula ovalifolia* с примесью *Pinus pumila*. Кустарничково-травяной, проективное покрытие которого составляет порядка 15–20 %, состоит из олиготрофных видов: *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus microcarpus*, *Rubus chamaemorus*, *Empetrum nigrum* и др. Моховой ярус этих экосистем обладает максимальной продуктивностью. В нем доминируют сфагновые мхи, выступающие в данном случае эдификаторами. Мощность торфяных отложений таких болот составляет от 3,0–3,5 м до 9,0 м, которые, в основном, сложены слаборазложившимся сфагновым торфом олиготрофного типа (Прозоров, 1974; Чаков, 2009, 2012; Климин и др., 2013).

Если долинная заболоченная часть Нижнего Приамурья к настоящему времени изучена достаточно полно, то материковое побережье Татарского пролива в этом плане пока является «белым пятном». В этой связи изучение здесь формирования и размещения сфагнового покрова на олиготрофных болотах является очень важной задачей. С этой целью нами были выбраны 4 участка со сходными параметрами климатических условий – в междуречье рек Псю-Черная и в левобережной части р. Нигирь; на плейстоценовых террасах нижнеамурских низменностей долины р. Амур – правобережье р. Кади, впадающей в одноименное озеро, соединенное с р. Амур протоками, а также болотный массив на перешейке в 4 км от морского побережья и в 3 км от оз. Кизи. Отличительной особенностью выбранных участков является то, располагаясь в непосредственной близости от пойменного уровня долинной части р. Амур, они находятся преимущественно под влиянием морского климата. Нарастающее антропогенное влияние (пожары, прокладка нефте-, газопроводов) на олиготрофные фитоценозы болот побережья Татарского пролива выражается в обеднении видового состава растительности фитоценозов, особенно сфагновых мхов и замещении исходных видов зелеными мхами рода *Polytrichum* (Копотева, Купцова, 2011).

Видовой состав сфагновых мхов в границах изучаемого района составил 18 видов. В то время как для всей территории Приамурья по Игнатову и Игнатовой (2003) он насчитывает порядка 36 видов. Растительный покров моховых болот побережья Татарского пролива крайне беден и по строению фитоценозов, и по их видовому составу. Как правило, в моховом покрове господствует *Sphagnum fuscum*, а в качестве созидификаторов выступают *S. magellanicum* и *S. rubellum*. Помимо названных мхов повсеместно распространены *S. lenense*, *S. fallax*, *S. angustifolium*, *S. balticum*, *S. russowii*, несколько реже встречаются *S. centrale*, *S. pulchrum*, *S. quinquefarium*, *S. russowii*, *S. subfulvum*. В мочажинах олиготрофных болот побережья Татарского пролива доминирует *S. papillosum*, который в долине р. Амур господствует в мочажинах гидрофильно-сфагновых (грядово-мочажинных и озерково-грядово-мочажинных) болот наряду с *S. balticum* и *S. jensenii*.

СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ В МЕЗОЭВТРОФНЫХ БОЛОТНЫХ ЕСТООБИТАНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

TESTATE AMOEBAE COMMUNITIES IN MESO-EUTROPHIC MIRES OF WESTERN SIBERIA

Курьина И.В. / Kurina Irina

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Исследование раковинок амёб в торфе (ризоподный анализ) в настоящее время широко применяется в палеоэкологических работах для реконструкции локальных условий развития болот в голоцене. Для использования этих биоиндикаторов в палеоэкологии необходимы знания об экологических особенностях отдельных видов в современных болотных местообитаниях. Сведений по раковинным амёбам, населяющим мезоэвтрофные болота, гораздо меньше, чем – олиготрофные, и они носят преимущественно качественный описательный характер. Видовые оптимумы раковинных амёб по уровню болотных вод, на основе которых проводится реконструкция значений этого показателя в прошлом, получены только в одном исследовании серии мезоэвтрофных горных болот в Греции (Payne, Mitchell, 2007). Целью нашей работы является определить видовой состав и структуру сообществ раковинных амёб в мезоэвтрофных болотных местообитаниях на территории Западной Сибири и оценить возможность использования этих данных для количественных палеоэкологических реконструкций гидрологического режима болот.

В качестве объектов для исследования выбраны: 1) низинное гипново-осоковое болото Самара, расположенное на первой надпойменной террасе р. Бакчар – 33 пробы (южная тайга); 2) заболоченный лес на окраине Бакчарского болотного массива – 12 проб (южная тайга); 3) ряд мезоэвтрофных топей на левом берегу р. Конды (природный парк «Кондинские озера») – всего 21 проба (средняя тайга). Пробы обработаны и подготовлены к ризоподному анализу по стандартной методике (Рахлеева, Корганова, 2005). Определены видовой состав и относительные обилия видов в сообществах. Для видов, встреченных в трех и более пробах, получены видовые оптимумы по уровню болотных вод методом взвешенного среднего (ter Braak, van Dam, 1989) на основе данных по болотным местообитаниям южной тайги Западной Сибири.

Всего выявлено 148 видов, внутривидовых вариантов и форм раковинных амёб из 29 родов, 15 семейств, не считая 33, которые не удалось определить до вида. В целом, обнаружено более высокое видовое богатство сообществ раковинных амёб, по сравнению с олиготрофными болотными местообитаниями района исследований. 40 % видов, внутривидовых вариантов и форм встречены исключительно в мезоэвтрофных болотах.

Видовые оптимумы и толерантность по уровню болотных вод получены для 72 видов и внутривидовых вариантов и форм раковинных амёб. Высокий уровень варьирования значений оптимумов (от 4,6 до 40,4 см) и довольно небольшие значения толерантности (от 0,8 до 12,8, в среднем 6,6 см) позволят проводить реконструкции локальных гидрологических условий развития торфяной залежи мезоэвтрофных болот, а также в слоях торфа низинного и переходного типов в залежах олиготрофных болот. Необходимость использования в реконструкции уровня болотных вод видовых оптимумов раковинных амёб, населяющих мезоэвтрофные болота, обусловлена, прежде всего, высокой видовой специфичностью их сообществ.

В исследованных мезоэвтрофных болотных местообитаниях наблюдается доминирование видов из родов *Trinema*, *Euglypha*, *Corythion*, *Tracheleuglypha*. Подобные результаты отмечены и в других исследованиях (Алексеев, 1984; Payne, Mitchell, 2007). Раковинки этих видов отличаются низкой сохранностью в торфе (Swindles, Roe, 2007; Mitchell et al., 2008). Однако другие виды, характерные для мезоэвтрофных болот и часто встречающиеся в торфе, позволят реконструировать вариации водного режима болота. К ним относятся *Centropyxis aculeata*, *C. cassis*, *C. aerophila*, *C. ecornis*, *Diffugia angulostoma*, *D. globulosa*, *D. globulus*, *Schoenbornia smithi*, *Nebela collaris*.

Таким образом, полученные сведения по видовому составу и распределению раковинных амёб в мезоэвтрофных болотах позволят улучшить качество реконструкций, проводимых по данным ризоподного анализа торфа низинного и переходного типов, и дадут возможность реконструировать вариации водного режима мезоэвтрофных болот.

ИЗМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ НА ШИРОТНОМ ГРАДИЕНТЕ

CHANGES OF FORESTED MIRES VEGETATION IN EASTERN FENNOSCANDIA ALONG LATITUDINAL GRADIENT

Кутенков С.А. / Kutenkov Stanislav

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

В работе представлены результаты анализа растительности ряда ассоциаций болотных лесов, широко распространенных в Восточной Фенноскандии. Сделан упор на особенности сообществ близ крайнего северного предела распространения (заповедник “Пасвик”, северо-запад Мурманской области) и их отличия от более южных аналогов. Помимо выраженного ухудшения показателей древостоя, при движении к северу наблюдается ряд закономерных изменений состава растительности. В целом на данном градиенте наблюдается значительное снижение спектра синтаксонов болотных лесов. Кроме того, к основным изменениям растительности на широтном градиенте можно отнести: рост обилия карликовой березки, вереска, вороники и морошки в сообществах; увеличение роли хвощей среди трав; увеличение покрытия лишайников и появление среди них ряда аркто-альпийских видов; возрастание роли *Sphagnum fuscum* и сопутствующих ему *Dicranum undulatum*, *Mylia anomala*, а также мхов-мезофитов. На крайнем северном пределе отсутствуют сообщества болотных лесов с доминированием *Sphagnum angustifolium* и *S. magellanicum*, редки со *S. girgensohnii*, также наблюдается редкость вахты и некоторых других видов трав.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ СФАГНОБИОНТНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

SPECIES DIVERSITY AND ASSEMBLAGE COMPOSITION OF SPHAGNUM-DWELLING TESTATEA AMOEBAE IN PEATLAND ECOSYSTEMS

Мазей Ю.А., Бабешко К.В., Цыганов А.Н. / Mazei Yuri, Babeshko Kirill, Tsyganov Andrey

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Раковинные амёбы или тестацеи – свободноживущие гетеротрофные протисты, характеризующиеся наличием внешнего скелетного образования, раковинки. Раковинные амёбы являются обязательным компонентом болотных экосистем, где играют важную роль в детритных пищевых цепях в качестве консументов первого и высшего порядков. Питаясь бактериями, раковинные амёбы регулируют их активность, высвобождают питательные вещества из бактериальной биомассы, делая их доступными для растений. Целью данной работы является изучение видового разнообразия и структуры сообществ раковинных амёб в болотных экосистемах Европейской части России по данным многолетних исследований.

Мы проанализировали собственную базу данных (477 образцов) по распространению раковинных амёб в болотных экосистемах Европейской части России (52,9–66,5°N, 32,9–46,5°E), полученные в ходе многолетних (2004–2014 гг.) исследований на кафедре зоологии и экологии Пензенского государственного университета. Данные содержат информацию о видовом составе и структуре сообществ раковинных амёб в 51 болотной экосистеме, расположенных на территории Орловской, Пензенской, Рязанской, Тверской, Тульской, Ярославской областей, а также Республиках Карелия и Мордовия.

Всего было обнаружено 116 видов и подвидов раковинных амёб, относящихся к 27 родам. Наиболее обильными видами были *Hyalosphenia papilio* (среднее относительное обилие 14 %) и *Assulina muscorum* (11 %). Эти виды также характеризовались наибольшей встречаемостью и были обнаружены более чем в 50 % всех образцов. Тридцать два вида оказались редкими и были обнаружены в трех образцах и менее. Количество видов в пробе изменялось от 1 до 23 (среднее 10,2 ± SE 0,18). Общее видовое богатство раковинных амёб в болотных экосистемах региона, оцененное с помощью

экстраполяции числа видов методом «складного ножа» первого уровня (Jackknife-1), составляло 125 ± 4 , что свидетельствует о практически полном выявлении видового состава сфагнобионтных раковинных амёб в регионе в ходе данной работы.

Наибольшее видовое богатство раковинных амёб (90 видов) отмечено во влажных биотопах, формирующихся в локальных понижениях сфагнувой сплавины. Ровные участки сфагнума и кочки (сухие биотопы) характеризовались меньшим видовым богатством (73 и 79 видов, соответственно). Расчетные оценки общего видового богатства (Jackknife-1) для каждого типа биотопа свидетельствуют о снижении видового богатства раковинных амёб в следующей последовательности биотопов: понижения (102 ± 4 вида, 160 образцов), ровные участки (96 ± 7 видов, 46 образцов), кочки (93 ± 4 вида, 176 образцов). При этом среднее количество видов в одном образце в каждом типе биотопа не различалось ($10,6 \pm 0,3$, $11,4 \pm 0,6$, $9,6 \pm 0,3$ соответственно). Эти данные свидетельствуют о том, что низкая влажность накладывает значительные ограничения на видовое богатство раковинных амёб, при этом плотность видов не зависит от влажности биотопа.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых (МД-4435.2014.4) и, частично, в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ Пензенскому государственному университету (проект № 1315).

ОБЗОР SPHAGNACEAE (BRYOPHYTA) РОССИИ: НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

THE REVIEW OF SPHAGNACEAE (BRYOPHYTA) IN RUSSIA, RESULTS AND STUDY PERSPECTIVES

Максимов А.И. / Maksimov Anatoliy

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

После выхода в свет монографии Л.И. Савич-Любицкой (1952) «Сфагновые (торфяные) мхи» и определителя «Сфагновые мхи СССР» (Савич-Любицкая, Смирнова, 1968) ревизия сфагновых мхов России продолжительное время не проводилась, несмотря на то, что в XX и начале XXI веков были описаны 20 новых для науки видов сфагновых мхов из Голарктики. Еще несколько таксонов восстановлены в ранге самостоятельных видов, что подтверждено молекулярно-генетическими исследованиями. За период с 1952 по 2000 гг. в России было обнаружено всего лишь два новых вида: *Sphagnum annulatum* H. Lindb. ex Warnst., *S. arcticum* Flatberg & Frisvoll и один вид, *S. subtile* (Russow) Warnst., сведен в синонимы к *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw. (Ignatov, Afonina, 1992), что позднее было подтверждено молекулярно-генетическими исследованиями (Shaw et al. 2005). Таким образом, в 2000 году в России было известно 43 вида сфагновых мхов.

В 2004 г. нами начато критическое изучение образцов сфагновых мхов по комплексу *S. imbricatum* в рамках проекта «Мхи России». При ревизии только одной секции *Sphagnum* в России было обнаружено три новых вида сфагновых мхов: *S. affine* Renaud & Cardot, *S. austinii* Sull., *S. alaskense* R.E. Andrus & Janssens, (Maksimov, 2007; Maksimov, Ignatova, 2008). Проведена ревизия гербарного материала по комплексам *S. subfulvum* – *S. subnitens* и *S. beringiense* – *S. plathyphyllum*. В ходе выполнения проекта «Мхи России» обработаны обширные коллекции сфагновых мхов с полуострова Таймыр (Анабарского плато, Восточная Сибирь) и о. Беринга (архипелаг Командорские острова), собранные В.Э. Федосовым (МГУ), а также с полуострова Камчатка (коллекторы И.В. Чернядьева и В.Ю. Нешатаева, БИН РАН).

На Анабарском плато выявлено 27 видов сфагновых мхов (Fedosov et al., 2011). Из них *Sphagnum beringiense* A.J. Shaw, R.E. Andrus & B. Shaw впервые указывается для России. Ранее он был известен только с Аляски. В настоящее время *S. beringiense* обнаружен нами на Чукотке, в Якутии и на Дальнем Востоке. Два вида: *S. papillosum* Lindb. и *S. perfoliatum* L.I. Savicz являются новыми для Красноярского Края.

На полуострове Камчатка впервые обнаружены два вида сфагновых мхов: *S. annulatum* и *S. inexpectatum* Flatberg (Чернядьева и др., 2009). К.И. Flatberg указывал *S. annulatum* для Норвегии и Ка-

нады, а в России этот вид достоверно был известен только с Северо-запада Европейской части. Другой вид, *S. inexpectatum*, в России указывался только с Чукотки (Flatberg, 2005).

На острове Беринга отмечено 23 сфагновых мха, из них 18 видов приводятся впервые для архипелага Командорские острова (Fedosov et al., 2012). *Sphagnum tescorum* Flatberg, обнаруженный на острове Беринга, в России указывался только для Чукотки (Flatberg, 2007).

В заключении отметим, что в ходе проведенных исследований выявлен новый вид (*Sphagnum beringiense*) для флоры мхов России, а *S. annulatum* впервые обнаружен в азиатской части России. Ряд видов являются новыми для региональных флор: Таймыра (*S. papillosum*, *S. perfoliatum*), Камчатки (*S. annulatum*, *S. inexpectatum*) и Командорских островов (18 видов). В настоящее время в России известно 56 видов сфагновых мхов, в том числе в Европейской части – 42, в Азиатской – 51 (Flatberg, 2005, 2007a,b; Flatberg, Thingsgaard, 2003; Максимов, 2005; Афонина, 2004; Ignatov, Afonina, Ignatova et al., 2006; Maksimov, 2007, Maksimov, Ignatova, 2008; Fedosov et al., 2011, 2012; Бакалин, Писаренко, Черданцева и др., 2012; Shaw et al., 2015). Следовательно, за 14 лет (2000–2014) в России выявлено 13 новых видов сфагновых мхов: *S. affine*, *S. alaskense*, *S. austinii*, *S. beringiense*, *S. concinnum* (Berggr.) Flatberg, *S. inexpectatum*, *S. mirum* Flatberg & Thingsgaard, *S. miyabianum* Warnst., *S. cf. pungifolium* X. J. Li, *S. rubiginosum* Flatberg, *S. steerei* R. E. Andrus, *S. tescorum*, *S. tundrae* Flatberg.

С учетом современных данных по таксономии и географии сфагновых мхов нами будет продолжена ревизия коллекций сфагновых мхов, хранящихся в гербариях: PTZ, LE, МНА, MW, Н и некоторых других. Планируется провести ревизию гербарного материала 1) по арктическим видам секции *Acutifolia*: *S. concinnum*, *S. tescorum* и секции *Squarrosa*: *S. tundrae*, *S. mirum*, 2) *S. orientale sensu lato*. Продолжается создание базы данных по сфагновым мхам России.

БОЛОТА СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОН РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

MIRES OF STEPPE AND FOREST STEPPE ZONES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Мартыненко В.Б. / Martynenko Vasilii

Уфимский Институт биологии РАН, г. Уфа, Россия,

Сотрудники лаборатории геоботаники и охраны растительности УИБ РАН начали работы по проекту ПРООН «Обеспечение сохранения торфяных болот и восстановления нарушенных торфяников в Республике Башкортостан, как модельной территории проекта «Охрана и устойчивое использование торфяников в Российской Федерации с целью снижения эмиссии CO₂ и содействия в адаптации экосистем к изменениям климата». В 2014 г. в рамках данного проекта было проведено рекогносцировочное обследование болот и заболоченных земель в степной и лесостепной зонах Республики Башкортостан (РБ). Всего было обследовано 74 объекта, ряд из которых состоят из отдельных кластеров, то есть включают в себя от 5 до 50 (Улькундинские карстовые воронки) болотных объектов, сосредоточенных на относительно небольшой территории.

По данным государственного учета земель РБ под болотами занято 50,8 тыс. га или 0,4 % земельного фонда республики (Государственный доклад..., 2014). Однако реальная площадь болот выше, так как в расчет не попали многочисленные мелкие болота, а также заболоченные земли с малой глубиной торфяной залежи.

В лесостепной и степной части Башкирского Предуралья распространены преимущественно пойменно-притеррасные болота. Реже встречаются ключевые склоновые и карстовые сплавинные болота. Наибольшее разнообразие болот наблюдается в северо-восточной части республики (Месягутовская лесостепь), где представлены специфические гетеротрофные комплексы растительности, сочетающие на одной площади евтрофные карбонатные сообщества с олиготрофными элементами (торфяные бугры). К наиболее интересным следует отнести карстовые болота. Так в Дуванском районе у с. Улькунды на карстовом поле размером около 6 км² имеется более 150 карстовых воронок, большая часть из которых находится на разных стадиях заболачивания – от зарастающих озер до мезотрофных осоково-сфагновых болот.

Особенностью большинства обследованных болот Башкирского Предуралья является малая глубина торфяной залежи, часто не превышающая 0,5–1 м, что, по-видимому, связано с засушливостью климата и активными процессами минерализации торфа в этой зоне.

Следует отметить, что доля деградированных болот в Предуралье очень высока, большинство из них подвергалось осушению, ряд болот разработаны в ходе торфозаготовок. Кроме того, нами встречены болота, которые усыхают по естественным причинам в результате падения базиса эрозии рек и климатических изменений. На многих болотах ведется выпас скота, некоторые торфяники горели.

В низкогорьях восточного макросклона Южного Урала, в основном, представлены котловинные и пойменные болота вдоль горных речек (Кыл, Бизгенды, Таналык и др.). Они имеют относительно большие площади. По генезису обычно представляют различные стадии зарастания озер (всей площади или их частей) и заболачивания пойм рек. Болота этой зоны сохранились в более лучшем состоянии, нежели болота Предуралья.

Болота равнинной части Башкирского Зауралья, в основном представляют различные стадии зарастания озер путем образования сплавины. Все из обследованных болот являются евтрофными, имеют небольшую глубину торфяной залежи с торфом высокой влажности.

Почти все крупные торфяники в Зауралье осушались и сильно деградированы (часто используются в качестве сенокосов или выгонов). Кроме того, процессы деградации болот, видимо, связаны с засушливостью климата.

Тем не менее, и в Предуралье и в Зауралье есть отдельные объекты, которые хорошо сохранились и представляют большой интерес с точки зрения сохранения биоразнообразия региона. Эти объекты намечены для включения в систему особо охраняемых природных территорий РБ.

ЭМИССИЯ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ КРУПНОБУГРИСТОГО ТОРФЯНИКА КРАЙНЕСЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

METHANE EMISSION FROM THE SURFACE OF PALSA MIRE OF EXTREME NORTHERN TAIGA

Мигловец М.Н., Гончарова Н.Н., Щанов В.В., Лукашева М.В. / Miglovets Mikhail, Goncharova Nadezhda, Shchanov Vladimir, Lukasheva Maria

Институт биологии Коми научный центр УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

Вклад болот в общий поток CH_4 в атмосферу оценен в 100–231 Тг год⁻¹ (Climate change..., 2007). Считается, что значительная часть метана может быть высвобождена в результате деградации вечной мерзлоты в связи с потеплением климата. Выбросы CH_4 в атмосферу в процессе таяния многолетнемерзлых грунтов на протяжении XXI века оценивается в 50–250 Гт углерода (IPCC, 2013).

Исследования проведены в Интинском районе Республики Коми в мае-сентябре 2014 г. В качестве объекта был выбран комплекс крупнобугристого болота в урочище Кулицанюр (65°54'10»с.ш., 60°26'40»в.д.) на водоразделе р. Черная и р. Бол. Инта. Для крупнобугристого комплекса характерны следующие типы сообществ: 1) кустарничково-сфагновые (3 ПП) и травяно-сфагновые (4 ПП), приуроченные к грядово-мочажинному микроландшафту; 2) торфяные пятна (3 ПП) и кустарничково-лишайниковые (5 ПП), приуроченные к мерзлотным торфяным буграм (высота – 3–4 м).

Для измерений скорости потока метана было выбрано 15 микроформ с типичной болотной растительностью. Измерения удельных потоков метана проводили с использованием метода статических темных камер (объем 0,1 м³), установленных на металлическое основание (0,25 м²). Определение объемной доли метана в воздухе проводили с использованием газоанализатора GGA-30p (Los Gatos Research, США). Определение площадей типичных сообществ исследуемого участка болота (таблица) проводили с помощью космоснимков Landsat 8, используя метод декомпозиции спектральных смесей.

Расчеты показали, что за период активной эмиссии метана в 2014 г. (ПЭМ = 137 сут) с поверхности олиготрофных пушицево-сфагновой мочажины и кустарничково-сфагновой гряды выделилось в атмосферу около 12 и 1 г/м² метана соответственно. Удельный поток с поверхности торфяных

пятен мерзлотного бугра за этот период составил 0,5 г/м². Участки бугра, заселенные лишайниками, за весь период выполняли функцию стока метана в исследованной экосистеме, его величина составила 0,36–0,1 г/м².

Суммарная эмиссия метана с площади всех исследованных сообществ за 137 суток составила около 2,5 т (таблица). Исходя из этого, потери углерода связанные с эмиссией метана составили 0,04 тС/га, что в 10 раз меньше, полученных нами значений для болота средней тайги Республики Коми.

Таблица.

Суммарное количество эмитируемого метана с площади исследуемых сообществ крупнобугристого болота

Тип сообщества	Площадь, м ²	Медиана, г/м ² ч	Эмиссия за ПЭМ, г
Кустарничково-сфагновые гряды	172158	0,00035093	198644
Травяно-сфагновые мочажины	188045	0,00369779	2286313
Торфяные пятна мерзлотных бугров	5738	0,000014	265
Кустарничково-лишайниковые	51647	-0,000047	-8024
		Сумма	2477198

Работа выполнена в рамках проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми №00059042

ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ И УСЛУГИ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ: ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ И ПРОБЛЕМЫ ТИПОЛОГИИ ОБЪЕКТОВ РАССМОТРЕНИЯ

PEATLAND ECOSYSTEM FUNCTIONS AND SERVICES: ASSESSMENT CAPABILITIES AND TYPOLOGICAL PROBLEMS OF EVALUATION OBJECTS

Минаева Т.Ю.^{1,2}, Сирин А.А.¹ / Minayeva Tatiana^{1,2}, Sirin Andrey¹

¹Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Россия

²Wetlands International

Значение болот, как и других экосистем, можно оценить лишь с антропоцентрических позиций. Рассмотрение их влияния на природные процессы или другие объекты также достаточно субъективно. Поступают новые данные, совершенствуются методы анализа. При этом выводы на их основе могут различаться, иногда значительно. Еще более субъективна оценка экосистемных услуг, которые оцениваются с позиции потенциального потребителя или их пассивного пользователя с весьма различными интересами.

Болота имеют широкий спектр значений для человека. Попытка классификации «полезных функций болот» была сделана совместно Международной группой по охране болот (IMCG) и Международным обществом по торфу (IPS) и широкий спектр взглядов позволил обеспечить многосторонность подхода (Joosten & Clarke 2002). Было предложено разделять ресурсные, регулирующие, территориальные и информационные функции болот. Последняя категория включает в себя, в частности, биологическое разнообразие. Классификация применима как к естественным болотам, так и к антропогенно измененным торфяникам. Используемый в данной работе термин «функция» более соответствует пониманию экосистемных услуг согласно «оценке экосистем тысячелетия» (Millennium Ecosystem Assessment 2005), основанной на известной работе (Costanza et al. 1997). В нашем понимании функция – это некая характеристика процессов, проходящих в экосистемах, которая при наличии потребителя может стать экосистемной услугой.

Оценка экосистемных услуг – основа современных подходов планирования природопользования. От степени ее комплексности, взвешенности и обоснованности зависит оптимизация принимаемых решений, возможность устранения противоречий несовместимого потребления экосистемных услуг, учета меняющихся приоритетов. Гидрологическое значение болот привлекло особое внимание в конце 19-го века, а затем столетие спустя. Влияние болот на газовый состав атмосферы и климат стало широко рассматриваться только с начала 1990-х годов. Существуют некоторые нерешенные методические вопросы в оценке экосистемных услуг. Необходима стандартизация единиц учета (Boyd & Banzhaf 2007).

Отличительная черта болотных экосистем – многоуровневая пространственная неоднородность. Она характерна для всех биомов суши, однако для большинства болот это ключевая черта их структурно-функциональной организации. Одна и та же функция болот может проявляться по-разному для разных элементов пространственной структуры этих экосистем. Потоки CO₂, CH₄ для соседних гряд и мочажин могут различаться на порядки. Однако, в конечном счете они в совокупности определяют интегральный вклад грядово-мочажинного комплекса в баланс парниковых газов. Сложно с гидрологической функцией болот. Окрайки могут занимать малую часть площади верховых болот, но без их учета оценка может быть ошибочной. Каждый элемент пространственной структуры вносит свой особый вклад в экосистемное, видовое и генетическое биоразнообразие болот (Минаева, Сирин 2011). Часто необходимо рассматриваться и болотный массив (мезо-уровень – Мазинг 1974), и болотный участок (фациальный) и элементы комплексов болотной растительности (микро-), и болотный фитоценоз (ценотический или нано-уровень).

Как решить эти вопросы при оценке экосистемных услуг торфяных болот? Как учесть разные пространственные уровни? Что можно предложить для практического применения? Решение этих вопросов необходимо для сохранения болот, их рационального использования, восстановления.

К ПРОБЛЕМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ БОЛОТ НА ПРИМЕРЕ БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

PLANT SPECIES AS INDICATORS FOR THE ECOLOGICAL PROCESSES IN COURSE OF THE RESTORATION OF PERMAFROST PEATLANDS

Минаева Т.Ю.^{1,7}, Чередниченко О.В.², Плюснин С.Н.³, Сергиенко Л.А.⁴, Лиханова И.А.⁵, Кочергина А.Г.⁶, Копцева Е.М.⁶ / Minayeva Tatiana¹, Cherednichenko Oxana², Plusnin Sergey³, Sergienko Ludmila⁴, Likhanova Irina⁵, Kochergina Anna⁶, Koptseva Elena⁶

¹ Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Московская область, Россия

² Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия

³ Сыктывкарский государственный университет, г. Сыктывкар, Россия

⁴ Петрозаводский Государственный Университет, г. Петрозаводск, Россия

⁵ Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия

⁶ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

⁷ Wetlands International

Одним из наиболее уязвимых типов экосистем зоны тундр являются мерзлые болота, деградация которых отмечена под воздействием как добывающей промышленности, так и от интенсивного оленеводства. К основным типам воздействия на экосистемы болот относятся: строительство дорог, трубопроводов, площадок бурения и иных площадных объектов, разработка карьеров по добыче песка и гравия, и, а также, перевыпас. Все это ведет к нарушению и без того маломощного торфяного покрова, эрозии, преобладанию песчаных грунтов, а следовательно – потере местообитаний болотных видов. Самовосстановление болотных экосистем в зоне тундр маловероятно из-за низкой скорости торфонакопления, поэтому, требуются меры по их восстановлению.

Практика восстановления, основанная на принципах экосистемного подхода, предполагает создание условий для прохождения сукцессий на основе их моделирования, в данном случае - условий восстановления нарушенных болот. Для этого необходимо знать границы экологических ареалов видов и их сочетаний. Поэтому, целью нашей работы стало выявление видов-индикаторов торфонакопления на ненарушенных болотах тундровой зоны и в различных условиях восстановления нарушенных участков. Для отработки методики индикации функциональных свойств экосистем в нарушенном и естественном состоянии были проведены пробные исследования тундровых сообществ на двух участках в Большеземельской тундре и в дельте реки Печора. В задачу анализа данных входило: выявление видов-индикаторов абиотических параметров, выделение связи между абиотическими параметрами, описание значимых различий между абиотическими и биотическими параметрами на нарушенных и ненарушенных участках. Для достижения целей анализа для каждого участка нами были

рассчитаны ранговые коэффициенты Спирмена между параметрами растительности и абиотическими факторами: в том числе проективным покрытием отдельных видов растений и ярусов растительного покрова и температурными параметрами, глубиной залегания верхней границы мерзлого слоя, мощностью органического горизонта.

Наиболее сильная корреляция для абиотических факторов показана между градиентом температур по глубине почвенного профиля и мощностью органического горизонта, а также между последним параметром и наличием мерзлоты и глубиной залегания верхней границы мерзлого горизонта. Индикаторами мощности органического слоя почвы в условиях ненарушенных мерзлых болот можно считать 8 видов: *Cladonia rangiferina*, *Flavocetraria nivalis*, *Comarum palustre*, *Sphagnum lindbergii* и др. На нарушенных местообитаниях положительную связь с мощностью органического слоя показали 4 вида: *Polytrichum hyperboreum*, *Aulacomnium turgidum*, *Calamagrostis lapponica*, *Equisetum variegatum*. В обоих случаях слабую положительную корреляцию проявляет *Vaccinium vitis-idaea*.

Исследования проведены при поддержке проекта ПРООН/ClimaEast-ЕС «Сохранение и восстановление углеродных пулов лесов и торфяных болот в зоне распространения вечной мерзлоты в Республике Коми и Ненецком автономном округе»

Авторы выражают благодарность Е. Григорьевой и А. Никоновой за участие в полевом этапе исследований.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ВЕРХОВОГО БОЛОТА МЕТОДОМ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

THE STUDIES OF BOG PEAT DEPOSITS STRUCTURE USING GROUND PENETRATING RADAR TECHNIQUE

Миронов В.Л.¹, Рязанцев П.А.^{2,3}, Родионов А.И.³, Игнашов П.А.¹, Кузнецов О.Л.¹ / Mironov Viktor¹, Rjazantsev Pavel^{2,3}, Rodionov Alexandr³, Ignashov Pavel¹, Kuznetsov Oleg¹

¹Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

²Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

³Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия

Георадиолокационное зондирование (GPR) – современный электромагнитный метод геофизики, позволяющий изучать верхнюю часть разреза с высокой степенью детальности (Владов, Старовойтов, 2004). Эффективность использования данного метода обуславливается наличием контраста в диэлектрической проницаемости (ϵ) между слоями и объектами в изучаемой среде. В болотоведении, метод георадиолокации имеет на данный момент ограниченное применение (Orlov, Sadkov, 2014), и используется, в основном, при общей оценке запасов торфа. В то же время существует ряд успешных примеров использования данного метода в исследовании структуры торфяных залежей (Warner et al., 1990; Wastiaux, 2000; Comas et al., 2005).

В данной работе приведены результаты исследований методом георадиолокации торфяной залежи верхового болота у оз. Иматозеро (61°50'43,36"с.ш., 33°03'52,81"в.д.). Исследования проводились в марте 2015 года, когда болото было покрыто ровным слоем снега толщиной 20–40 см. Запись радарограмм осуществлялась георадаром ОКО-2 с антенным блоком 150 М (центральная частота - 150 МГц), что обеспечило глубину зондирования до 12 м. Всего было выполнено 6 георадиолокационных разрезов с GPS - привязкой координат. При интерпретации радарограмм были использованы полученные лабораторией болотных экосистем ИБ КарНЦ РАН данные детальной стратиграфии торфяной залежи с определением вида торфа и степени его разложения.

В волновом поле четко идентифицируется граница минерального (песчаного) дна болота (рис).

По всем разрезам достаточно уверенно выделяются основные георадарные фации, которые соотносятся с:

1. Поверхностным слоем мощностью 0,5–1,5 м, представленным деятельным горизонтом и слабо уплотненными верховыми сфагновыми торфами;

2. Средним слоем мощностью 2–4 м, характеризующимся выраженной слоистостью, представленным преимущественно верховыми пушицевым и магелланикум-торфами;
3. Базальным слоем мощностью 1,5–4 м, занимающим наиболее глубокие депрессии дна болотной котловины, сформированным переходными вахтово-осоковым и осоковым торфами.

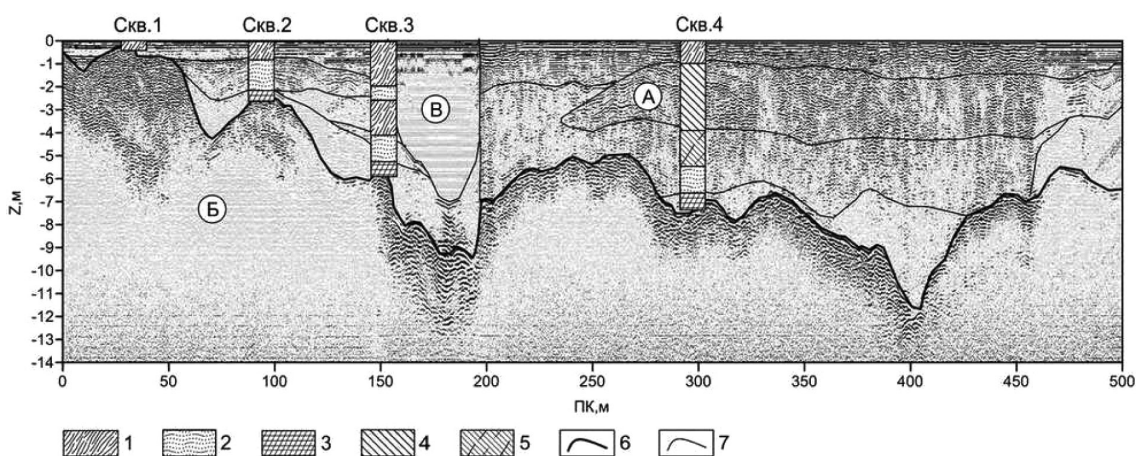


Рис. Структура торфяной залежи по опорному разрезу болота у оз. Иматозеро:

А – торфяная залежь болота; Б – подстилающая порода (песок); В – болотная ламба.

Торф: 1. сфагновый верховой; 2. пушицевый верховой; 3. вахтово-осоковый переходный; 4. магелланикум; 5. шейхцерово-магелланикумовый верховой; 6. граница минерального дна; 7. интерпретируемые границы георадарных фаций.

Кроме того, выделяются различные переходные фации, связанные с наличием специфических торфяных образований. В результате выполненных исследований, на примере конкретного объекта, показана потенциальная эффективность метода георадиолокации для определения внутренней структуры торфяной залежи болота, и, особенно, для установления структуры минерального дна. Обнаружено, что некоторые виды торфа соответствуют различным георадарным фациям, что в перспективе может быть использовано для картирования свойств торфяных залежей, составления их трехмерных моделей и определения ресурсов торфа.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И КЛИМАТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ МЕЩЕРЫ В ГОЛОЦЕНЕ ПО ДАННЫМ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКОГО И РИЗОПОДНОГО АНАЛИЗА ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА НОВОАЛЕКСАНДРОВСКОЕ

HOLOCENE LANDSCAPE AND CLIMATE RECONSTRUCTION FOR THE SOUTH-EAST MESHERA LOWLANDS BY PALEOBOTANICAL AND TESTATE AMOEBA DATA FROM PEAT DEPOSITS OF NOVOALEXANDROVSKOYE MIRE

Новенко Е.Ю.¹, Цыганов А.Н.², Волкова Е.М.³, Мироненко И.В.¹, Куприянов Д.А.¹ / Novenko Elena¹, Tsyganov Andrey², Volkova Elena³, Mironenko Iya¹, Kuprijanov Dmitriy¹

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

² Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

³ Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Реконструкция изменений ландшафтной структуры Восточной Мещеры в голоцене выполнена на примере ключевого участка, расположенного в Клепиковском районе Рязанской области по данным спорово-пыльцевого, ризоподного и ботанического анализа торфа и радиоуглеродного датирования торфяных отложений. На основе полученных палеогеографических данных и результатах детального картографирования современных ландшафтов ключевого участка, выявленных взаимосвязях между особенностями литогенной основы и почвенно-растительного покрова, построены карты-схемы палеорастительности для наиболее значимых хроносрезов голоцена.

Согласно результатам радиоуглеродного датирования заболачивание в небольшой депрессии, занятой современным болотом Новоалександровское началось около 8000 кал. л.н. с ранней фазы атлантического периода голоцена. Ботанический анализ торфа показал, что развитие болотной геосистемы началось со стадии эвтрофного травяного болота с преобладанием в растительных сообществах вейника седеющего и небольшим участием сфагновых мхов и других трав. Согласно данным палинологического анализа на рассматриваемой территории были распространены березово-сосновые и сосновые леса. Начиная с 7700 кал. л.н. доля широколиственных пород в составе древостоев увеличивается, в основном за счет липы и вяза, а с 7000 кал. л.н. возрастает процентное соотношение в спектрах пыльцы дуба, орешника и ольхи, что отражает их активное расселение на изучаемой территории. Растительный покров представлял собой сочетание широколиственных и смешанных широколиственно-сосновых лесов с подлеском из лещины, березово-сосновых лесов и пойменных лесов с участием ольхи, болотная экосистема находилась в стадии низинного травяного и травяно-сфагнового болота. Такая растительность сохранялась на рассматриваемой территории примерно до 2000 кал. л.н., причем в суббореальном периоде голоцена роль широколиственных лесов возрастала. Как показали данные ботанического и ризоподного анализов для периода 5700–2000 кал. л.н. было характерно иссушение верхней части торфяной залежи болота и частые пожары на окружающей территории.

Около 2000 кал. л.н. похолодание и увлажнение климата привело к снижению участия широколиственных пород и внедрению ели в растительные сообщества. Очевидно, что в районе исследований, широколиственные породы сократили свое участие в древостоях и сохранялись в наиболее дренированных местообитаниях, в то время как ель поселялась в полугидроморфных экотопах. Начиная с 1700 кал. л.н. в динамике растительности территории значительную роль оказывает антропогенный фактор.

Изменения болотных ПТК в голоцене определялось, как конкретными гидрологическими и геоморфологическими факторами, так и процессами саморазвития болот и накопления торфяной залежи. Согласно полученным данным по болоту Новоалександровское, переход этой геосистемы из стадии низинного болота в стадию переходного произошел только около 400 лет назад. Возможно, периодические пожары в течение второй половины голоцена привели к поступлению дополнительных минеральных веществ в болото и оказали влияние на его развитие.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14–05–00550).

БОЛОТА ВОЛОГОДСКОЙ ЧАСТИ ВЕПСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

THE MIRES OF VEPS UPLAND PART WITHIN VOLOGDA REGION

Носкова М.Г.¹, Смагин В.А.², Филиппов Д.А.³ / Noskova Maria ¹, Smagin Viktor ², Philippov Dmitriy³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

³ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Россия

Летом 2012 г. на Вепсской возвышенности в пределах Бабаевского муниципального района Вологодской области были обследованы 3 крупные болотные системы (60°02' с.ш., 35°10' в.д. – 60°14' с.ш., 35°36' в.д.) – болота Доброозерское, Большое и Верковское, общей площадью около 200 км². На основе полевых данных (в первую очередь описаний растительности) проведено дешифрирование космических снимков Google и создана карта болотных участков (фаций).

Анализ карт, в том числе схемы гидрографической сети болот, показал, что большинство из картированных болотных массивов являются болотами сточных котловин и пологих склонов (Галкина, 1959, Иванов, 1975). Они характеризуются в большинстве случаев криволинейно сходящимися водными потоками. В отличие от классического варианта, описанного для карельских болот Е.А. Галкиной (1959), растительность этих болот представлена преимущественно не минеротрофным, а омбротрофным типом (Кузнецов, 2006). Однако данные болота не являются типичными выпуклыми верховыми болотами. Нам представляется, что большинство массивов может иметь периферически-олиготрофный ход развития, при этом находясь уже на олиготрофной стадии развития. Центральная

часть болот занята омбротрофными, а не минеротрофными топиями. Минеротрофные проточные топи также широко распространены, и их наличие определяется подпиткой грунтовыми водами с протяженных изрезанных минеральных берегов и многочисленных внутриболотных островов.

Основной особенностью изученных болот Вепсской возвышенности является их сильное обводнение. Исследованные болотные массивы отличаются от типичных для таежной зоны верховых болот высокой долей ковровых и топяных участков, а также проточных топей.

В целом грядово-мочажинные, ковровые и топяные участки занимают приблизительно равные площади – по 30 % соответственно. Редко встречающиеся в зональном типе выпуклых верховых болот коврово-мочажинные и топяно-озерковые комплексы на обследованных болотах распространены широко и занимают значительные площади. Для данных болот характерна «открытость» – сосново-кустарничково-сфагновые сообщества не занимают больших площадей, болотные формы сосны обыкновенной на грядах грядово-мочажинных комплексов также встречаются редко. Еще одной особенностью обследованных болот является отсутствие выраженного окраинного ряда сообществ минеротрофных болот (лагга).

Нахождение массивов склоновых болот на верховой стадии развития и другие перечисленные характеристики их структуры и растительности обуславливаются сочетанием орографических условий с их зональным положением. Одновременно на развитие данных болот влияют: повышенная обеспеченность влагой (за счет положения на возвышенности, перехватывающей атлантические воздушные массы), в том числе значительная мощность снегового покрова; особый гидрологический режим на склонах возвышенности; большая продолжительность формирования болот, нежеле у болот склонов в более северных широтах.

Полевые исследования осуществлены при поддержке РФФИ (проект №12–04–10117к). Работа Д.А. Филиппова выполнена при поддержке РФФИ (проект №14–04–32258 мол_a).

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЛИСТОВО-ЛОВАТСКОЙ БОЛОТНОЙ СИСТЕМЫ (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) ЗА ПОСЛЕДНИЕ 5000 ЛЕТ

5000-YEARS VEGETATION DYNAMICS IN POLISTOVO-LOVAT' MIRE SYSTEM (PSKOV REGION)

Носова М.Б.¹, Северова Е.Э.², Волкова О.А.² / Nosova Maria¹, Severova Elena², Volkova Olga²

¹ Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Государственный природный заповедник «Полистовский» расположен в юго-западной части Приильменской низменности, на территории Бежаницкого и Локнянского районов Псковской области. Заповедник создан для охраны Полистово-Ловатской болотной системы, входящей в перспективный список Рамсарской конвенции (Водно-болотные..., 2000). История изучения болотной системы восходит к началу XX века (Сукачев, 1910; Филатов, 1911, 1913; Какс, 1914). По материалам изучения Полистовских болот написана классическая монография И.Д. Богдановской-Гиенэф (1969). Палинологический анализ здесь проводили такие классики ботанической науки, как В.Н. Сукачев и С.Н. Тюремнов в середине XX века. **В настоящее время возникла необходимость выполнить палеоэкологическую реконструкцию для этого микрорегиона с использованием радиоуглеродного датирования, с большим разрешением и включением в анализ большего числа определяемых пыльцевых таксонов.**

Первым этапом этой работы явился анализ разреза «Плавница», расположенного в юго-западной части Полистово-Ловатского болотного массива (N 57°6'5" E 30°24'7"). Глубина разреза 320 см. Образец с глубины 220–225 см имеет некалиброванный возраст 2550+ / –40 лет (ГИН-14826). Образец из нижней части залежи (290–300 см) – 4920+/-80 лет (ГИН -14827). Таким образом, получены датировки, близкие к рубежам AT/SB и SB/SA. Образцы были собраны с интервалом 5 см, обработаны и исследованы по стандартной методике, применяющейся в палинологии (Moore et al., 1990).

Нижняя часть диаграммы (возраст более 5000 лет) отражает начальный этап развития залежи с преобладанием ольхи и березы. Участие пыльцы ели и широколиственных пород (QM) в спектрах не-

высокое, однако надо учитывать возможность снижения их процентного содержания за счет влияния локальной болотной растительности. Здесь же, в придонном горизонте залежи, высоко участие злаков, спор папоротников и *Sphagnum*. Начавшаяся в начале Атлантического периода Ладожская трансгрессия достигла своего максимума к Суббореальному периоду (Васильева и др., 2012). Именно с трансгрессией, как мы предполагаем, связано заболачивание периферий Полистово-Ловатской системы.

Выше по разрезу, вплоть до границы SB/SA, возрастает участие пыльцы широколиственных пород, ели и сосны и несколько снижается участие ольхи и березы. По-видимому, болото было окружено, помимо черноольховых топей, суходольными смешанными лесами, имеющими в своем составе ель, QM и березу. Болотная растительность в это время носит мезоэвтрофный характер.

Граница Суббореального и Субатлантического периодов сопровождается похолоданием, приводящим к снижению участия пыльцы QM. Возрастает участие березы, немного уменьшается – сосны и ели. В начале SB периода в единичном количестве встречаются пыльцевые зерна культурных злаков. Далее происходит уже значительное снижение участия пыльцы QM и ольхи и возрастает участие таксонов-антропогенных индикаторов (АИ). Около 2800 л.н. произошел прорыв Невы и уровень Ладоги и Ильменя понизился (Васильева и др., 2012). Происходит постепенная олиготрофизация этого участка болотного массива.

В верхней части залежи увеличивается содержание АИ, которые достигают максимального разнообразия на глубине около 40 см. Синхронно снижается участие пыльцы ели. Кроме хлебных злаков (*Cerealia*, *Secale*), присутствуют гречиха (*Fagopyrum*), щавель (*Rumex acetosella* и *Rumex acetosa*), *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Plantago major*, *Humulus/Cannabis* и *Centaurea cyanus*. Нижнюю границу этой подзоны можно с осторожностью датировать временем славянской колонизации около 1000 лет назад. На глубине 45–65 см происходит временное уменьшение участия АИ, по-видимому, соответствующее времени депопуляции и забрасывания земель в течение Малого Ледникового периода и Смутного времени. Субфоссильные спектры отражают современное состояние растительности территории – снижение сельскохозяйственной активности, участия ели, QM и вторичный характер растительности вследствие вырубок послевоенного времени.

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ГРЯДОВО-МОЧАЖИННЫХ СТРУКТУР НА ВЕРХОВЫХ БОЛОТАХ (НА ПРИМЕРЕ БОЛОТНЫХ МАССИВОВ БЕЛОМОРО-КУЛОЙСКОГО ПЛАТО)

PARAMETRIZATION OF STOCHASTIC MODEL OF THE SPATIAL STRUCTURE OF RIDGE-HOLLOW BOGS (WHITE SEA-KULOY PLATEAU CASE STUDY)

Орлов Т.В., Архипова М.В., Викторов А.С., Зверев А.В., Панченко Е.Г., Садков С.А. / Orlov Timofey, Arkhipova Maria, Victorov Alexey, Zverev Andrey, Panchenko Evgeniy, Sadkov Sergey

Институт геоэкологии им Е.М. Сергеева РАН, г. Москва, Россия

Грядово-мочажинные (ГМ) структуры болот привлекали многих исследователей (Богдановская-Гиенэф, 1936, 1969; Кац и др., 1936; Пьявченко, 1953; Иванов, 1956; Романова, 1961; Ниценко, 1964 и др.). Были разработаны модели возникновения и развития ГМ структур (Панов 2003, Couwenberg, Joosten 2005, Rietkerk et. al. 2004 и др.). Однако достаточно объяснения и полноты моделирования пока не получено.

Представляется разумным применить вероятностный подход в рамках математической морфологии ландшафта к моделированию ГМ структуры. В этом сообщении будут рассмотрены основные подходы к параметризации ГМ структуры, как базы вероятностной модели.

Объектом моделирования выступает ландшафтный рисунок ГМ структуры, включающий следующие элементы: площадные – мочажины на поверхности болота, линейные – гряды, отделяющие отдельные мочажины друг от друга, точечные – точки пересечения соседних гряд.

В рамках данного подхода для анализа используются однородные территории с массовым развитием однотипных процессов (в данном случае участки ГМ болот). На однородной территории с развитием однотипных процессов параметры развития рисунка можно принять неизменными. Таким

образом, для анализа временной динамики, оказывается возможно широко использовать эргодические свойства изучаемых систем (разные части развития ГМ комплекса).

Вовлечение в анализ целого набора различных территорий, являющихся ареной развития процессов одного типа, но разных свойств и интенсивности позволяет находить общие свойства протекания изучаемых процессов. Такой подход может являться универсальным для изучения и прогнозирования развития целого ряда болотных систем.

В рамках данного подхода ГМ структура представляется как ансамбль элементарных и изогнутых частей пересекающихся гряд. Элементарные секции гряд разделены мочажинами со сфагновым или открытым торфяным покровом. Пересечения гряд рассматриваются как особые точки, описывающие рисунок. На первом этапе параметризации модели мы рассматриваем только части ГМ болот, которые развиваются в одинаковых условиях, т. е. имеют наименее выраженную концентрическую составляющую.

Было выбрано несколько ключевых параметров для модели: среднее количество и ширина гряд и мочажин вдоль профиля, количество пересечений и пространственное распределение пересечений гряд на элементарном участке, средняя площадь и распределение размеров мочажин, локальная и общая кривизна гряд.

Для изученного участка Беломоро-Кулойского плато было выделено 5 различных типов ГМ рисунков. Каждый тип характеризуется как присущими ему типичными значениями параметров модели: количеством гряд, их пересечений, числом мочажин на единицу длины профиля, распределением в пространстве точек пересечения гряд и площади мочажин, так и экологическими и физико-географическими параметрами.

Статистический анализ параметров ландшафтного рисунка дает следующие результаты: площадь мочажин имеет логнормальное распределение для всех выделенных рисунков, пересечения гряд расположены в соответствии с распределением Пуассона. При этом разные типы ГМ рисунка имеют разные коэффициенты распределений.

Таким образом, математическая параметризация позволяет описать разные типы ГМ болот, основываясь на параметрах рисунка. Выделены ключевые параметры для вероятностного моделирования ГМ структур. Планируется дальнейшая проверка этих параметров на других типах ГМ рисунка.

ПОДХОДЫ К КАРТИРОВАНИЮ МИНЕРАЛЬНОГО ДНА БОЛОТА И НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ С ПОМОЩЬЮ ГЕОРАДАРНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТАЦИОНАРА МУХРИНО).

APPROACHES TO BOG BOTTOM MAPPING AND VERTICAL STRUCTURE OF PEAT DEPOSIT USING GROUND PENETRATING RADAR (MUHRINO FIELD STATION CASE STUDY)

Орлов Т.В.¹, Садков С.А.¹, Калашников А.Ю.², Заров Е.А.³, Филиппов И.В.³, Зверев А.В.¹, Лапшина Е.Д.³ / Orlov Timofey, Sadkov Sergey, Kalashnikov Alexey, Zarov Evgeniy, Filippov Iia, Zverev Andrey, Lapshina Elena

¹ Институт геоэкологии им Е.М. Сергеева РАН, г. Москва, Россия

² Геологический факультет, Московский Государственный университет им. Ломоносова, г. Москва, Россия

³ Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, г. Москва, Россия

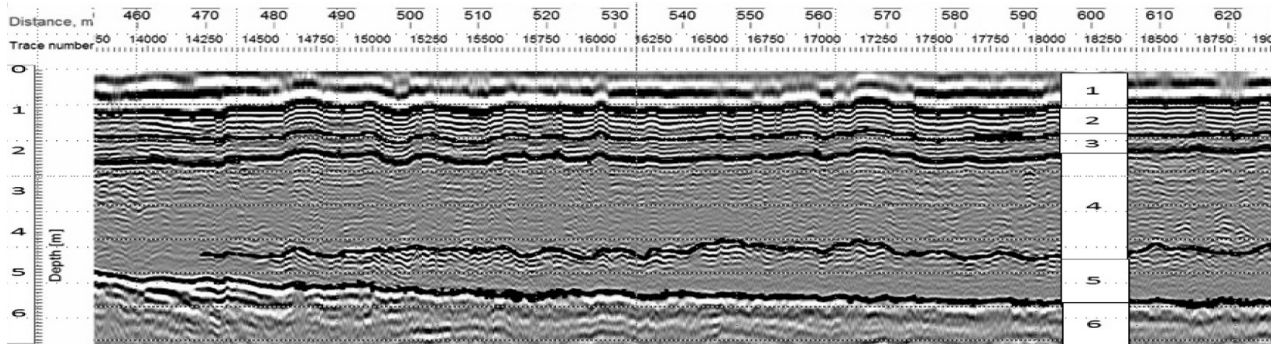
Изучение мощности торфа, формы дна болота, а также выявление типов торфа в залежи являются актуальными задачами, как при научных исследованиях болот, так и при решении прикладных задач оценки запасов торфа и рисков, связанных с их разработкой. Однако решение этих задач традиционными методами достаточно трудоемко, особенно в условиях обводненных труднопроходимых болот.

Целью данного сообщения является продемонстрировать возможные подходы для решения указанных задач методом георадарного профилирования. При этом подходе можно ограничиться только

реперными точками бурения в основных позициях, а информацию о границах получить за счет интерпретации георадарной записи.

Георадарное профилирование осуществлялось в зимнее время с помощью снегохода. Профилирование осуществлялось георадаром Zond 12e, антенны 300 МГц и 150 МГц (дипольная), с глубиной сканирования от 300 до 500 нс. В результате сопоставления георадарной записи с результатами бурения (8 скважин) скорость прохождения волны составила 4,5 см/нс.

На рисунке 1 приведен пример георадарного профиля (стационар Мухрино, ХМАО) с наложенной на него обобщенной торфяной колонкой.



На георадарной записи можно выделить следующие границы между слоями 1–6.

Граница 1–2 отвечает мощности снежного покрова и глубине промерзания. Границы 2–3, 3–4 можно соотнести с горизонтами, заполненными водой, или, что скорее, со сменой влажности торфа в пределах преобладания торфа из *Sphagnum papillosum*. В пределах зоны 4 происходит смена торфа из *S. papillosum* на *S. fuscum*. Граница 4–5 отвечает началу преобладания травяно-гипнового торфа с примесью озерных отложений. Граница 5–6 – минеральное дно болота.

Проблемы. а) рассчитанное значение скорости (4,5 см/нс) дает при экстраполяции завышение значения мощности торфа. Планируется более точный расчет скорости на основе всех имеющихся колонок; б) георадарная запись не дает информации о типе и свойствах отложений. Планируется использовать дополнительные параметры (напр. частоту).

Выводы. Предложенный метод является достаточно перспективным для определенных условий и при очень аккуратной интерпретации.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗАБОЛОЧЕННОЙ И НЕ ЗАБОЛОЧЕННОЙ ЧАСТЕЙ ПАРКА САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

WATER REGIME OF PALUDIFIED AND NON-PALUDIFIED AREAS OF THE PARK OF SAINT-PETERSBURG FOREST TECHNICAL UNIVERSITY

Полякова В.В. / Poljakova Vera

Санкт-Петербургский гос. лесотехнический университет имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

Территория парка Лесотехнического университета (парк ЛТУ) расположена на границе Литоринового моря. За счет этого, рельеф парка представлен верхней террасой – не заболоченной с уровнем грунтовых вод ниже 1,0 м и нижней террасой – заболоченной с уровнем грунтовых вод выше 1,0 м, соединенные крутым склоном глинта. (Цветкова, Иванова, 1996; Яковлев, 1929).

В период вегетации 2013–2014 гг на территории парка ЛТУ были проведены исследования уровней грунтовых вод и количества атмосферных осадков. Цель исследований – выявление особенностей водного режима парка, расположенного на границе глинта Литоринового моря.

Наблюдения за уровнями грунтовых вод проводились по 15 скважинам, расположенным на четырех катенах. Периодичность наблюдений составила 1 раз через 7–10 дней. Результаты наблюде-

ний, усредненные по расположению на склоне, приведены в таблице 1. Наблюдения за атмосферными осадками проводились подекадно в период вегетации 2014 года с помощью почвенного осадкомера. Результаты наблюдений указаны в таблице 2.

Таблица 1

Уровень грунтовых вод на территории парка Лесотехнического университета

Месяцы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее за период вегетации
Верхняя часть, см	283	296	307	315	317	303
	311	304	319	324	328	317
Склон, см	–	–	–	–	–	–
	33	47	64	69	64	55
Нижняя часть, см	–	40	28	36	28	33
	22	27	48	56	48	40

Примечания: прочерк – отсутствие данных.

Таблица 2

Атмосферные осадки в парке Лесотехнического университета

Месяцы	Количество осадков в мм водного слоя
Май	102,7
Июнь	79,2
Июль	40,5
Август	84,2
Сентябрь	28,8

Наблюдения показали, что уровень грунтовых вод понижается по мере повышения высоты парка над уровнем Финского залива. Средний уровень грунтовых вод за период вегетации в верхней части парка составил 3,03–3,17 м, на склоне – 0,55 м и в нижней части – 0,33–0,40 м. На склоне и в нижней части парка наблюдаются отдельные участки с временным избытком влаги в весенне-осенний период и участки с постоянным застоём влаги в течение периода вегетации, что ведет к заболачиванию данных участков.

Уровень грунтовых вод за период вегетации 2014 года в среднем ниже, чем в 2013. Это связано с низким запасом влаги перед началом периода вегетации в 2014 году за счет отсутствия устоявшегося снежного покрова.

На склоне и в нижней части парка наблюдается зависимость динамики грунтовых вод от количества атмосферных осадков. В верхней части зависимости не наблюдается в связи с потерей части осадков на фильтрацию и транспирацию.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СООБЩЕСТВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA, CULICIDAE) ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ И ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF MOSQUITOES COMMUNITIES (DIPTERA, CULICIDAE) IN PALUDIFIED LANDS OF CENTRAL YAKUTIA AND THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Потапова Н.К. / Potapova Nadezhda

Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН, г. Якутск, Россия

Сравнение фауны кровососущих комаров Северной Европы и Якутии показало высокую степень сходства между регионами, достигающее 67–80 % (Потапова, 1997, 2002). Но остается невыясненной степень их сходства по отдельным типам биотопов, в частности в болотах. В работе использованы литературные данные по Европейскому Северу и собственный материал по Центральной Якутии.

В болотах Европейского Севера зарегистрировано развитие личинок 12 видов кровососущих комаров: *Aedes cinereus* Mg. *Ochlerotatus communis* De G., *O. dianiaetus* H.D.K., *O. excrucians* Walk., *O. hexodontus* Dyar, *O. intrudens* Dyar, *O. impiger* Walker, *O. pionips* Dyar, *O. pullatus* Coq., *O. punctor* Kirby, *Culiseta alaskaensis* Ludl., *Cs. bergrothi* Edw., что составляет 34,3 % от состава фауны этого региона (Шарков, Лобкова, Усова, 1984).

В болотах долины Средней Лены, в зоне многолетней мерзлоты, зарегистрировано 15 видов: *Anopheles messeae* Fall., *Aedes cinereus* Mg., *Ae. vexans* Mg., *O. cataphylla* Dyar, *O. communis* De G., *O. cyprius* Ludl., *O. dorsalis* Mg., *O. euedes* H.D.K., *O. excrucians* Walk., *O. flavescens* Müll., *O. intrudens* Dyar, *O. mercurator* Dyar, *Cs. alaskaensis* Ludl., *Cs. bergrothi* Edw., *Culex modestus* Fic. (Потапова, 2012), составляющие 40,5 % от фауны всей Якутии.

Из приведенных списков видов только 6 являются общими для болотных биотопов данных регионов, что указывает на незначительную степень их видового сходства ($C_j = 0,28$).

Несмотря на то, что болота в условиях засушливого климата Центральной Якутии могут подвергаться интенсивному высыханию, они представляют уникальные биотопы, где происходит выплод комаров из разных фенологических групп.

Ранневесенняя группа включает виды (*O. cataphylla*, *O. communis*, *O. dorsalis*), способные выживать в водоемах с низкой температурой воды. Их развитие начинается в начале мая при переходе температуры воздуха через 10° С и происходит значительно быстрее, чем у видов других фенологических групп. В группу поздневесенних видов входят *O. euedes*, *O. cyprius*, *O. excrucians*, *O. flavescens*, *O. mercurator*. Личинки появляются в конце мая при температуре воды выше 10° С, их развитие протекает медленнее и завершается в II–III декадах июня, чему способствует длительность существования водоемов этого типа. Летняя группа включает *An. messeae*, *Cs. alaskaensis*, *Cs. bergrothi*, *Cx. modestus*, развитие которых отмечено в середине июня или в начале июля, когда водоемы прогреваются до 20° С и выше.

В травяных болотах максимальные значения средней плотности личинок комаров достигали в осоковых – 866, в злаковых – 429 экз/м². Показатели плотности у разных фенологических групп были следующими: у ранневесенних видов – до 3000, поздневесенних – 1000, летних – 100 экз/м².

Таким образом, болота являются важными биотопами для развития личинок кровососущих комаров. В Якутии они обеспечивают 40 % выплода видового состава кровососущих комаров, а в Европейской части России – более 30 %. Степень сходства видов, развивающихся в болотах в двух сравниваемых регионах низка, что связано в первую очередь с их природно-климатическими различиями. В болотах развиваются преимагинальные фазы комаров из разных фенологических групп, что повышает ценность этого типа биотопов.

Работа выполнена при поддержке базового проекта 51.1.4. «Животное население приарктической и континентальной Якутии: видовое разнообразие, популяции и сообщества».

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА ВОДНЫЙ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СТАТУС ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ

EFFECTS OF SILVICULTURAL OPERATIONS ON THE WATER AND MINERAL STATUS OF CONIFEROUS PLANTS

Придача В.Б., Сазонова Т.А. / Pridacha Vladislava, Sazonova Tatiana

Институт леса Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Производительность лесов умеренного климата во многом определяется эдафическими условиями. Ведущую роль в определении роста древостоев играет режим почвенного увлажнения. Неблагоприятное действие могут оказывать как дефицит, так и избыток почвенной влаги. В условиях корневой аноксии изменения в обводненности хвои, древесины корней и стволов под влиянием анаэробноза корней приводят к существенным сдвигам энергетических и метаболических процессов в надземных частях древесных растений (Орлов, Кошельков, 1971; Прокушкин, 1982; Крамер, Козловский, 1983; Веретенников, 1985; Судачкова и др., 1997; и др.). Целью нашей работы было изучение

влияния гидролесомелиорации на параметры водного и минерального обмена деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях сосняка травяно-сфагнового.

Исследования проводили в сосняке травяно-сфагновом на территории лесоболотного стационара «Киндасово» Института леса Карельского НЦ РАН (южная Карелия) в средней подзоне тайги. Пробные площади были заложены на неосушенном участке (контроль) и осушенном участке (опыт) с вариантами лесохозяйственных мероприятий: 1) осушенный древостой; 2) осушенный и разреженный древостой; 3) осушенный, разреженный и удобренный древостой. Образцы хвои, почек, коры ветвей и корней отбирали с каждого участка в августе. Содержание азота (*N*), фосфора (*P*), калия (*K*) определяли в лаборатории физиологии и цитологии древесных растений и аналитической лаборатории ИЛ КарНЦ РАН (Методы ..., 1987). Водный режим характеризовали по величине водного потенциала охвоенных побегов, для измерения которого использовали камеру давления (Сазонова, 1979).

Проведенный анализ не выявил зависимости ($p > 0.05$) показателей водного и минерального обмена сосны от вида лесохозяйственных мероприятий (осушение, осушение и рубка, осушение и рубка с удобрениями), что позволило нам объединить деревья разных опытных вариантов в одну выборку – опыт (осушенный участок). Далее для сравнения деревьев сосны с неосушенного участка (контроль) и осушенного участка (опыт) применили кластерный анализ. В основу кластеризации в качестве признаков были положены исследуемые показатели разных органов деревьев сосны. Проведенный анализ показал, что деревья участка с избыточным увлажнением, как правило, выделяются в отдельный кластер или их доля в кластере является наибольшей. Так, например, по содержанию и соотношению *NPK* в хвое, коре ветвей и корнях доля деревьев с этого участка составила во всех случаях 100 %, в почках – 72 %. Кроме того, сравнительный анализ показателей деревьев сосны в контроле и опыте выявил существенные различия ($p < 0.5$) по обеспеченности основными элементами минерального питания в органах древесного растения и водообеспеченности в зависимости от эдафических условий. Наибольшие различия наблюдаются по содержанию *N*, количество которого выше в органах деревьев опытного участка по сравнению с контролем. При этом соотношение макроэлементов в разных органах деревьев в опыте отличается увеличением доли *N* и уменьшением доли *P* и *K* по сравнению с контролем. Водный режим деревьев сосны под влиянием лесохозяйственных мероприятий также улучшился, что проявилось в уменьшении водного дефицита побегов сосны, тогда как в контроле значения водного потенциала побегов сосны были более отрицательными. Таким образом, в ответ на улучшение гидрологического, радиационного и питательного режимов, обусловленное гидромелиоративными мероприятиями, у деревьев сосны происходят изменения как на функциональном уровне (увеличивается содержание *N, P, K* и уменьшается водный дефицит), так и на структурном, видимым проявлением которых является увеличение продуктивности древостоев.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 13-04-00827-а).

ГЕНЕЗИС И ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ ПИНЧИНСКОГО БОЛОТА В ГОЛОЦЕНЕ (ЛЕСОСТЕПЬ ПРИЕНИСЕЙСКОЙ СИБИРИ)

GENESIS AND PALAEOECOLOGY OF «PINCHINSKOYE» MIRE DURING THE HOLOCENE (FOREST STEPPE ZONE OF YENISEI SIBERIA)

Родионова А.Б., Гренадерова А.В. / Rodionova Alexandra, Grenaderova Anna

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Болотный массив «Пинчинское» площадью 202 га, расположен на правобережье Енисея в 45 км к востоку от уреза (лесостепная зона Красноярского края), дренируется р.Тингина (приток Енисея второго порядка), протекающей вдоль по срединной части торфяного месторождения. Прилегающие суходолы имеют уклон к болоту: северные крутые склоны высотой 3–6 метров, с других сторон суходолы пологие, представлены лугами. Растительный покров болота образован смешанным лиственнично-елово-березовым разнотравно-моховым лесом, уровень грунтовых вод достигает 30–40 см. Дно торфяника представляет собой ряд впадин с общим уклоном к реке Есауловка, в которую за пределами болотного массива впадает р.Тингина.

По данным геологоразведочных работ (Уфимцева, 1979) торфяная толща характеризуется неравномерной мощностью. Маломощные участки (от 40–60 см) отмечены вдоль русла р. Тингина, где из-за повышенной дренированности процесс заболачивания, вероятно, начался позже. Максимальная глубина (300–450 см) характерна для присклоновых понижений.

В южной части болотного массива нами была отобрана сплошная колонка отложений мощностью 350 см, из них торф – 225 см с прослоем суглинка в интервале от 90 до 135 см от поверхности; 75 см органо-минеральный сапропель с включением раковин ископаемых моллюсков и остатков тканей хвоща, осоки, зеленого и сфагнового мха, коры березы, ниже 50 см суглинок. Основным методом исследования является ботанический анализ торфа и подстилающих отложений, на основании результатов которого были восстановлены палеосообщества и условия увлажнения времени формирования болотного массива. Радиоуглеродное датирование выполнено в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева ст.научн. сотр. к.г.-м.н. Орловой Л.А.

Установлено, что залежь низинная многослойная топяно-лесная, такой подтип больше характерен для болот южной тайги и подтайги, в пределах лесостепной зоны встречается редко, преимущественно ближе к северной границы лесостепи. Нижняя половина залежи сложена березовым торфом, в верхней части доминируют топяные виды: осоковый, осоково-гипновый, травяной, торф высокозольный. Процесс торфонакопления датирован бореальным периодом, возраст в интервале глубин 285–295 см составляет 8400 ± 140 лет, и на сегодняшний день является самой древней датой для лесостепи бассейна Енисея. Возраст ранее изученных торфяников северной лесостепи не превышает 7120 лет (Гренадерова, 2005), что обусловлено катастрофическими подъемами воды и повсеместными эрозионными размывами в бореальное время, когда климат был неравномерным, холодные фазы сменялись потеплениями, во время которых только на высокоподнятых участках накапливались торфяники небольшой мощности (Ямских, 1993).

Строение залежи исследуемого болота свидетельствует о достаточно нестабильном палеогидрологическом режиме территории, с развитием в условиях прохладного климата бореала небольшого водоема, по берегам которого произрастал березняк осоково-разнотравный. В начале атлантического времени около 7000 л.н. при теплом и более сухом климате уровень озера значительно снизился, началось его зарастание, заболачивание, распространение лесных форм. В атлантическое время на болоте был распространен березняк разнотравный, сменившийся ельников разнотравно-зеленомошным. Для суббореального этапа (4900–2400) характерно увеличение увлажнения и как следствие преобладание топяных сообществ с участием в травянистом ярусе вахты и папоротника. Около 2020 ± 60 л.н. в начале субатлантического времени повышение водности рек привело к разливам и заиливанию поверхности болота, после снижения уровня воды, процесс торфонакопления продолжился и распространился в пределах всей ложбины. В субатлантическое время, начиная с 1500 л.н. в составе палеофитоценозов преобладают осоки, пушица, зеленый и сфагновый мох. В последние 500 лет болотный массив перешел в мезо-эвтрофную стадию развития.

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ОСАДКОВ И УСЛОВИЙ ТОРФООБРАЗОВАНИЯ НА МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ТОРФА НА ПРИМЕРЕ ДВУХ БОЛОТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

INFLUENCE OF BEDDING DEPTH AND ULMIFICATION CONDITIONS ON PEAT ORGANIC COMPONENTS MOLECULAR COMPOSITION AT THE EXAMPLE OF TWO TOMSK REGION MIRES

Серебренникова О.В.^{1,2}, Стрельникова Е.Б.¹, Кадычагов П.Б.¹, Дучко М.А.¹ / Serebrennikova Olga^{1,2}, Strelnikova Evgenia¹, Kadychagov Petr¹, Duchko Maria¹

¹ ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

² ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

В работе были исследованы образцы низинного торфа болота Кирек и верхового торфа болота Темное, характеризующихся близкой степенью разложения, но различающихся наземными растительными сообществами и условиями торфообразования – торфа болота Темное отлагались в условиях кислого рН, а торфа болота Кирек характеризуются более высоким значением рН.

Было обнаружено, что наиболее информативными биомаркерами, позволяющими проследить влияние условий торфообразования на молекулярный состав органических компонентов торфа, являются стероиды, три- и пентациклические терпеноиды.

Трициклические терпеноиды в исследованных образцах торфа представлены продуктами преобразования абиетиновой кислоты, ее моноароматического аналога и лабденами. В максимальном количестве во всех образцах низинного торфа присутствует 18-норабиетан – продукт восстановления исходных биологических молекул, его относительное содержание в смеси трициклических терпеноидов возрастает вверх по разрезу залежи торфа болота Кирек, что указывает на снижение рН среды по мере отложения торфа. С этим согласуется обратная тенденция изменения содержания в торфе моно-, би- и триароматических трициклических углеводов – продуктов дегидрирования исходных биомолекул. В верховом торфе болота Темное доминирует 8,13S-эпокси-лабд-14-ен, вниз по разрезу его концентрация увеличивается. В верхней части торфяного разреза болота Кирек лабдены отсутствуют, в нижней части они содержатся в следовых количествах. Моноароматическая трициклическая кислота присутствует только в торфе нижней части разреза болота Кирек, где малое количество свободных протонов препятствовало ее этерификации.

Пентациклические терпеноиды в исследованных образцах торфа структурными аналогами гопана, олеанана, урсана и лупана. Содержание ненасыщенных структур существенно выше, чем насыщенных, вклад которых в состав пентациклических терпеноидов растет вверх по разрезу залежи торфа болота Кирек, что указывает на снижение рН в процессе отложения торфа. В кислых условиях в торфе происходит образование кетопроизводных пентациклических терпеноидов. Максимальное содержание кетонов в составе пентациклических терпеноидов характерно для кислого торфа болота Темное, а спиртов – нижней части торфяного разреза болота Кирек.

Стероиды в исследованных торфах представлены набором производных холестерина, эргостана, стигмастана и циклоартана. В верхней части разреза болота Кирек наблюдается снижение относительного содержания стеролов и станолов и возрастает содержание станонов и стенонов. Высокое относительное содержание стеролов в нижней части разреза можно объяснить их хорошей сохранностью в нейтральных, а возможно и щелочных условиях отложения торфа. Содержание стеролов, среди которых доминирует ситостерол, в верховом торфе болота Темное близко к содержанию стенонов и уменьшается с глубиной. Образование из стеролов станонов, станолов и стигмаст-3,5-диена происходит преимущественно в кислой среде.

Таким образом, щелочные условия накопления и преобразования органического вещества способствуют сохранению в торфе стеролов, ограничивая образование из них стенонов и станолов. В кислых условиях в торфе происходит образование кетопроизводных пентациклических терпеноидов, одновременно, кислая среда способствует гидрированию ненасыщенных трициклических структур.

ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ БИОМАССЫ НА МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ТОРФА

INITIAL BIOMASS INFLUENCE ON PEAT ORGANIC COMPONENTS MOLECULAR COMPOSITION

**Серебренникова О.В.^{1,2}, Стрельникова Е.Б.², Кадычагов П.Б.², Преис Ю.И.³, Дучко М.А.² /
Serebrennikova Olga^{1,2}, Strelnikova Evgenia², Kadychagov Petr², Preis Yulia³, Duchko Maria²**

¹ ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

² ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

³ ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Влияние исходной биомассы на состав биомаркеров в торфе продемонстрировали результаты исследования состава органического вещества образцов болотных растений-торфообразователей и торфа болота Кирек, расположенного на территории Томской области. Торфа согры древесно-травяного и гипнового видов были отобраны на глубине 25, 100, 130 и 150 см из скважины, пробуренной на болоте Кирек, расположенном на юго-восточном берегу таежного озера Кирек. Три образца осокового торфа получены с разных участков разреза сплавины (30, 135 и 200 см), сформированной на сапропеле болота.

Было показано, что древесно-травяные торфа болота Кирек во многом наследуют состав исходной древесины хвойных пород. Среди *n*-алканов во всех образцах древесно-травяного торфа доминирует гомолог состава C_{27} , как и в древесине с болота Кирек. В гипновом торфе с глубины 150 см преобладает *n*-алкан состава C_{27} , как и в гипновом мхе.

Среди бициклических терпенов в осоковом торфе с глубины 135 и 200 см, а также во всех образцах древесно-травяного и гипнового торфа доминирует δ -кадинен, как в осоке и в древесине.

В ботаническом составе торфа преобладают остатки хвойных пород, поэтому трициклические терпеноиды представлены преимущественно продуктами преобразования абиетиновой кислоты, входящими в состав смолы хвойных растений, и ее моноароматического аналога, встречающегося в сосновой коре, а также 8,13R-эпоксилабд-14-еном, присутствующим в травянистых растениях и кустарничках. Все древесно-травяные и гипновый торфа также характеризуются преобладанием 18-норабиетана, в гипновом торфе в высоких концентрациях также содержатся 10, 18-биснорабие-5, 7, 9(10), 11, 13-пентаен и ретен. Это подтверждает, что основным источником трициклических терпеноидов в торфах являются растения-торфообразователи, что делает их эффективными биомаркерами особенно для торфа, образованного остатками хвойной древесины.

Среди пентациклических терпеноидов в осоковых торфах, отобранных на глубине 30 и 135 см, доминируют производные олеана, как и в осоке. В древесно-травяном торфе на глубине 100 см преобладает луп-20(29)-ен-3-он, как и в древесине.

Среди стероидов во всех исследованных растениях и во всех торфах болота Кирек преобладают производные стигмастана. В осоковом торфе на глубине 30 см доминирует стигмаст-4-ен-3-он, как и в осоке.

Таким образом, можно сделать следующие выводы о влиянии исходной биомассы на молекулярный состав органических компонентов торфов:

- наиболее информативными биомаркерами с точки зрения оценки вклада растений в формирование торфа являются *n*-алканы и трициклические терпеноиды, особенно для хвойных растений;
- среди бициклических терпенов наиболее распространенным и в растениях и в торфах является δ -кадинен;
- среди стероидов во всех растениях и торфах преобладают производные стигмастана, а среди пентациклических терпеноидов – производные олеана. Исключение составляет древесина и древесно-травяной торф с глубины 100 см, где доминируют производные лупана.

АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НИЗИННОГО БОЛОТА «ГУСЕВСКОЕ»

ANTHROPOGENIC DYNAMICS AND CURRENT STATE OF «GUSEVSKOE» FEN

Синюткина А.А. / Sinyutkina Anna

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа, г. Томск, Россия

Осушительная мелиорация оказывает значительное влияние на состояние гидроморфных экосистем и часто вызывают необратимые изменения растительных сообществ. К настоящему времени проведено множество исследований по оценке состояния и динамики осушенных с целью гидролесомелиорации болот и заболоченных лесов севера европейской части России, в том время как антропогенная динамика болот Западной Сибири остается практически не изученной. Целью исследования явилось проведение оценки последствий гидролесомелиорации на состояние низинного болота Гусев-

ское, расположенного в южно-таежной подзоне Западной Сибири на второй надпойменной террасе р. Оби. Основным методом исследования является сравнительный пространственный анализ разновременных картографических материалов (топографические карты 1960 гг., космические снимки 2014 гг., данные геологических отчетов о детальной разведке торфяного месторождения 1987 г.) и данных полевых ландшафтных исследований, проведенных на типичных участках болота в 2014 году.

На протяжении всего времени существования болота развивалось в условиях богатого водно-минерального питания, о чем свидетельствует преобладание осокового и осоково-гипнового низинных торфов по всей мощности торфяной залежи. Согласно топографическим картам, составленным до проведения осушительной мелиорации, растительность основной части болота была представлена травяным фитоценозом с отдельными низкорослыми угнетенными деревьями, и только окраинные части болота и более дренированные участки вдоль внутриболотных ручьев были заняты древесной растительностью высотой более 10 м. В конце 1970 гг. на территории болота проведено осушение сетью открытых каналов с целью лесомелиорации. По данным геологического отчета о детальной разведке торфяного месторождения (1987) в первые годы после осушения на болоте Гусевское преобладала растительность низинного типа, при этом наибольшее распространение получила древесно-осоковая группировка, выделенная в центральной части болота. Высота древесного яруса составляла 4 м и более с полнотой насаждения 0,4–0,6. Западная часть была занята низинной кустарничково-осоковой группировкой с единичными экземплярами березы и сосны и обильным подростом березы. Данные дешифрирования современных космических снимков и полевых ландшафтных исследований показали, что в результате низкого уровня болотных вод в настоящее время произошло зарастание болота древесной растительностью высотой до 13 м с полнотой насаждения 0,4–0,5 и развитым ярусом подроста в удовлетворительном состоянии. Таким образом, проведенные исследования позволили выявить закономерности антропогенной динамики низинного болота Гусевское в первые годы и через 40 лет после проведения осушительной мелиорации. Понижение уровня болотных вод привело к смене растительных группировок с травяных и травяно-моховых на древесные с развитым подростом и доминированием лесных видов в кустарниковом и травяном ярусах. В настоящее время осушительная сеть сохранилась в удовлетворительном состоянии, отмечено незначительное зарастание и засорение каналов деревьями и кустарниками. Вследствие низкого уровня болотных вод болото представляет опасность возникновения торфяных пожаров. Дальнейшее зарастание и засорение каналов может привести к вторичному заболачиванию территории.

ТИПЫ МИНЕРОТРОФНЫХ БОЛОТНЫХ МАССИВОВ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ (ВЫДЕЛЕННЫЕ ПО СОВРЕМЕННОМУ РАСТИТЕЛЬНОМУ ПОКРОВУ)

MIRE TYPES OF BOREAL ZONE OF EUROPEAN RUSSIA ACCORDING MODERN PLANT COVER

Смагин В.А. / Smagin Victor

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН. г. Санкт-Петербург, Россия

Приводится перечень типов болотных массивов выделенных по характеру современного растительного покрова на территории таежной зоны европейской части России. Типология ограничена рамками низинных и переходных болот.

Лесные низинные болотные массивы (класс типов лесные болота Юрковская, 1980).

Лесные низинные евтрофные и мезоевтрофные болота аллювиального, лимногенного и поверхностного грунтового питания.

Черноольховые болота *Carici elongatae-Alneto glutinosae* – тип.

Березовые болота *Thyselii palustris-Betuleto pubescentis* – тип.

Лесные низинные евтрофные болота богатого напорного грунтового питания.

Березовые болота *Carici appropinquatae – Betuleto pubescentis* – тип.

Сосновые болота *Pino sylvestris-Sphagneto warnstorffii* – тип.

Кустарниковые низинные евтрофные и мезоевтрофные болота аллювиального, лимногенного и поверхностного грунтового питания.

Березовые болота *Betuleto humilis* – тип.

Ивовые болота *Menyantho-Saliceto rosmarinifoliae* – тип.

Восковниковые болота *Thyselii palustris-Myriceto galis* – тип.

Травяные и травяно-гипновые болота (класс типов, группа типов европейско-западносибирские травяные и травяно-гипновые болота, подгруппа бореальные болота, тип осоковые и гипново-осоковые мезоевтрофные болота Юрковская, 1980).

Травяные и травяно-гипновые болота аллювиального, лимногенного и поверхностного грунтового питания.

Осоковые и осоково-гипновые болота *Cariceto lasiocarpae-diandrae* – тип.

Осоковые и осоково-сфагновые болота *Cariceto lasiocarpae-rostratae* – тип.

Осоковые и осоково-гипновые болота *Cariceto appropinquatae* – тип.

Осоковые болота *Cariceto vesicariae-acutae* – тип.

Вейниковые и вейниково-сфагновые болота *Calamagrostideto neglectae* – тип.

Хвощевые болота *Comaro palustris-Equiseteto fluviatilis* – тип.

Тростниковые болота *Comaro palustris-Phragmiteto australis* – тип.

Открытые, осоково-гипновые евтрофные болота богатого напорного грунтового питания.

Осоково-гипновые болота *Bistorto-Cariceto diandrae* – тип.

Осоково-гипновые болота *Bistorto-Cariceto appropinquatae* – тип.

Осоково-разнотравно-гипновые болота *Cariceto paniceae* – тип, *Cariceto hostianae* – тип, *Primulo-Schoeneto ferruginei* – тип, (субатлантические травяные и травяно-гипновые болота Юрковская, 1980).

Европейско-западносибирские сфагновые переходные болота (Юрковская, 1980).

Лесные переходные болота *Sphagno fallacis-Caricetum lasiocarpae-Pino betulo pubescentis-Sphagneto fallacis* тип (березово-сосновые и березовые кустарничково-осоково-сфагновые болота Юрковская, 1980).

Осоково-сфагновые болота *Sphagno fallacis-Cariceto rostratae* – тип.

Осоково-сфагновые болота *Sphagno fallacis-Cariceto lasiocarpae* – тип.

Топяно-осоково-вахтово-сфагновые и шейхцериево-вахтово-сфагновые болота *albae Menyantho-Cariceto limosae* – тип и *Menyantho-Scheuchzeriето palustris* – тип.

Очеретниково-вахтово-сфагновые *Menyantho-Rhynchosporeto albae* – тип.

ЗАПАСЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КУСТАРНИЧКАХ БОЛОТНОГО КОМПЛЕКСА «МУХРИНО» (НИЖНЕЕ ПРИИРТЫШЬЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

CHEMICAL ELEMENTS SUPPLY IN DWARF SHRUBS OF “MUHRINO” MIRE COMPLEX (LOWER IRTYSH, WESTERN SIBERIA)

Степанова В.А., Косых Н.П., Коронатова Н.Г. / Stepanova Vera, Kosykh Natalya, Koronatova Natalya

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время антропогенное воздействие все чаще испытывают территории, занятые болотными экосистемами. Поэтому актуальным является их мониторинг, оценка количественных и качественных параметров, которые характеризуют функционирование природных объектов.

Целью данной работы является оценка запасов широкого спектра химических элементов в фитомассе и мортмассе кустарничков верхового болотного комплекса «Мухрино» (60°54' с.ш., 68°42' в.д.), расположенного на левом берегу нижнего Иртыша в Западной Сибири, недалеко от г. Ханты-Мансийск. Территория исследования удалена от промышленных и прочих объектов загрязнения и является фоном.

В качестве объектов для изучения нами были выбраны доминанты болотных экосистем, такие как *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium myrtillus*, *Oxycoccus microcarpus* и *Andromeda polifolia*. Площадки для изучения запасов растительного вещества и отбора кустарничков для эле-

ментного анализа были заложены нами по профилю элементарных ландшафтов: рослый рям – низкий рям – гряда и мочажина (в ГМК) – олиготрофная топь. Запасы элементов (мг/м²) рассчитывались как произведение концентрации элемента (мг/кг) и запаса растительного вещества кустарничков (г/м²).

Наибольшими запасами растительного вещества характеризуются экосистемы, занимающие автономные элементы болотного ландшафта – рямы и гряды (760–920 г/м² сухого вещества). В структуре растительного вещества кустарничков преобладает фитомасса. Доля корней выше, чем надземной фитомассы, она составляет 46–73 % от общего запаса биомассы кустарничков. Доля надземной мортмассы незначительна (до 5 %) для рямов и гряд. Большие запасы надземной фитомассы отмечены нами на гряде – около 490 г/м², меньшие – в мочажине и топи (около 20 г/м²). Вклад отдельных видов кустарничков в формирование надземной фитомассы для каждой экосистемы различен. В рослом ряме и гряде основной вклад вносит *C. calyculata* (до 80 %), в низком ряме – *L. palustre* (28 %) и, в основном, *O. microcarpus* (60 %). Участие *V. myrtillus*, которая является доминантом только в экосистеме рослого ряма, составляет 16 %. В мочажине и топи участие *A. polifolia* будет 100 %.

Для экосистемы низкого ряма нами отмечен максимальный запас элементов в надземной фитомассе, за исключением В, Р, К, Мн, Сu, Мо, Сs, Ва, Тl, запасы которых больше на рослом ряме, и Na и Rb – на гряде. Максимальный запас элементов на рослом ряме обеспечивает *C. calyculata*: 53–97 % от общего запаса надземной фитомассы кустарничков. Высокие запасы большинства исследуемых элементов на низком ряме дает *L. palustre*: 50–93 %, для Мн, Мо, Cd, W – *L. palustre* и *C. calyculata*: 37–51 %. Доля элементов в *C. calyculata* на гряде изменяется от 42 до 77 %. Исключение составляют лишь Rb, Cs и Tl, запасы которых сосредоточены и в *L. palustre* (30–55 %).

На рослом ряме *V. myrtillus* накапливает такие элементы как В, Na, Mg, Al, P, K, Ca, Мн, Сu, Со, Ga, Cs, Rb, Sr, Ва, Eu, их доля составляет 20–39 %.

В образовании надземной мортмассы гряды большой вклад в запасы элементов в надземной биомассе кустарничков вносят Li, Al, Ti, V, Cr, Fe, Co, As, Ga, Y, Zr, Nb, Cd, Sb, Hf, Pb, Th, U и лантаноиды, на рямах они накапливаются слабо.

На рямах и грядах элементы больше накапливаются в корнях кустарничков в сравнении с надземной фитомассой, и составляют 50–97 %. Слабее на рямах и грядах накапливаются Мн и Ва, а на рослом ряме – В, Mg, К, Са и Сг. Их доля изменяется от 25 до 49 % по сравнению с общей биомассой.

Наибольшие запасы исследуемых химических элементов отмечены нами для наиболее благоприятных, с точки зрения произрастания кустарничков, экосистем рямов и гряд, в связи с наибольшими запасами биомассы кустарничков в них. Малыми запасами элементов, как и биомассы кустарничков, характеризуются мочажины и олиготрофные топи.

ПРОБЛЕМЫ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛОТ В ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ

THE PROBLEMS OF LEGAL BASE FOR MIRE USING IN WATER RESOURCES MANEGEMENT

Тарбаева В.М.¹, Венецианов Е.В.² / Tarbaeva Veronika, Venetsianov Evgenii

¹ СПБРО Российской экологической академии, г. Санкт-Петербург, Россия

² Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

В соответствие с Водным кодексом РФ №74-ФЗ от 03.06.2006 болота отнесены к водным объектам. Они занимают более 10 % территории России, а вместе с заболоченными землями – около 20 %. В нашей стране содержится более 60 % мировых запасов торфа. Велика роль болотных образований в общем физико-географическом процессе, и в частности, аккумуляции и очистке воды, депонировании углерода. Болота играют важную роль в формировании гидрологического режима и водных ресурсов заболоченных регионов, что необходимо учитывать при их хозяйственном освоении. Как компонент гидросферы болотные массивы России содержат значительное количество воды, соизмеримое с объемом годового стока крупных рек, например, болота Западной Сибири содержат около 1000 км³ воды. В на-

стоящее время существует целый ряд проблем в использовании болот, как в экономике страны, так и в охране этих важных природных образований. Проблемы касаются самой концепции болот, как компонента гидросферы. Практически отсутствует нормативно-правовая база их использования и охраны.

Во-первых, на обширной территории России наблюдается большое разнообразие типов болот, от низинных засоленных на юге, до мерзлых полигональных и бугристых болот на севере. Выделено и дано геоботаническое описание по 26 болотным провинциям. Вместе с тем, в ГОСТ 19179-73 дано только обобщенное понятие болот: «Природное образование, занимающее часть земной поверхности и представляющее собой отложение торфа, насыщенное водой и покрытое специфической растительностью». Такое определение не дает различия между торфяниками, заболоченными землями, мерзлыми и тальми болотами, марями. Это приводит к произвольному отнесению территорий к той или иной категории, что не способствует рациональному использованию и охране этого вида водных объектов.

Во-вторых, в государственном водном реестре (ГВР) отсутствует раздел «болота». Это приводит к конфликтным ситуациям между землепользователями, инвесторами, природоохранными организациями и т. д. Не ясна и ответственность за эти территории. Согласно Водного кодекса (ч.1, статей 5,8), болота определяются как поверхностные водные объекты и являются федеральной собственностью. Таким образом, администрации муниципальных образований не имеют полномочий распоряжаться этой собственностью. Закон РФ «О недрах» № 2395-1 от 21.02.1992 (ред. от 28.12.2013; 01.07.2014) рассматривает болота как источник полезных ископаемых. Согласно статье 4, учет болот, как источников сырья, их использование в различных областях экономики и контроль за использованием, находятся в ведении субъектов РФ. Решение проблемы использования и охраны болот может быть эффективным при внесении их в ГВР. После этого использование болот будет регламентировано, как и других водных объектов.

В-третьих, болото является водным объектом, но до сих пор нет методик расчета нормативно допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ на болота, также отсутствует предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющих веществ для болот. Болота практически не рассматриваются в выполненных проектах схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) и разработке нормативов допустимого воздействия (НДВ).

В-четвертых, несмотря на большой объем выполненных исследований болот, в России до сих пор мероприятия по использованию и охране этих водных объектов не обеспечены в достаточной мере информацией, учитывающей их природное многообразие, степень нарушенности хозяйственной деятельностью, происходящие эволюционные процессы, связанные с изменением климата.

Таким образом, необходимо разработать и внести предложения и изменения в существующее законодательство, обеспечивающие эффективную охрану и рациональное использование болот.

ИЗМЕНЕНИЕ ТИПОЛОГИИ И НАПРАВЛЕНИЯ СТОКА С БОЛОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА НИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

CHANGES IN TYPOLOGY AND OUTFLOW DIRECTION FROM MIRES DURING THE ENGINEERING CONSTRUCTIONS BUILDING

Усова Л.И. / Usova Lyudmila

Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «ГГИ», г. Санкт-Петербург, Россия

При строительстве любых сооружений на болоте нарушается как их поверхность и растительный покров, так и изменяются условия стока болотных вод. Гидродинамическая сетка линий стекания болотных вод претерпевает некоторое изменение лишь в узкой полосе, примыкающей к площадкам кустов и вдоль насыпи автодороги. Со стороны притока болотных вод с выше расположенного участка болота вдоль сооружения образуется зона подтопления, а с противоположной стороны этого сооружения – зона подсушки.

На олиготрофных (верховых) болотах ширина полосы зоны подтопления к сооружению зависит от угла притока к ним болотных вод и длины линии тока. Ширина полосы подсушки болота зависит от фильтрационных свойств уплотненной торфяной залежи под сооружением и величины прито-

ка болотных вод. При значительном и постоянном подтоплении этих болот вблизи сооружений происходит смена растительного покрова и в конечном итоге – болотного микроландшафта. Изменение будет осуществляться по схеме: лесные – мохово-лесные – моховые – мохово-травяные. В зоне подсушки изменения в растительном покрове прослеживаются по обильному возобновлению кустарничков и сосны.

На бугристых болотах подтопление к сооружениям прослеживается только в межбугорных понижениях (топях и ложбинах), так как по ним осуществляется сток с этих болот. Величина зон подтопления и подсушки как на верховых болотах.

Для повышения качества проектирования и строительства разного рода сооружений на болотах, необходимо использовать: типологическую карту болота и карту сетки линий стекания болотных вод, которые составляются в результате дешифрирования аэрофото- и космических снимков болот.

Типологическая карта болот представляет сведения о характере распределения различных типов болотных микроландшафтов, которые характеризуются определенным гидрологическим режимом и водно-физическими свойствами деятельного слоя торфяной залежи. Зная этот режим и свойства изученных типов болотных микроландшафтов, можно достоверно распространить их на другие однотипные микроландшафты неизученных болот, используя эту карту.

Карта сетки линий стекания болотных вод характеризует динамику болотных вод и используется: 1) при трассировании автодорог и выборе мест расположения водопропускных труб для пропуска болотных вод; 2) при быстрой локализации аварийных выбросов нефти и любых загрязнений на болото правильно выбрать место перехвата разливов, сооружая канавы и торфяные дамбы (высотой до 1 м) вдоль фронта разлива; 3) при расчете стока из болота; 4) при гидрологическом обосновании проектов строительства промышленных объектов и природоохранных мероприятий.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ БОЛОТ

APPLICATION OF PALAEOBOTANICAL METHODS FOR RECONSTRUCTION OF PALAEOGEOGRAPHIC CONDITIONS AND SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF MIRES

Филимонова Л.В. / Filimonova Ludmila

Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия,

В лаборатории болотных экосистем Института биологии КарНЦ РАН палеоботанические и палеогеографические исследования имеют более чем 50-летнюю историю. Проводили их на модельных территориях (МТ) в Карелии, Архангельской, Ленинградской и Мурманской областях, а также Финляндии. В пределах МТ изучали, как правило, несколько болотных массивов: делали геоботанические описания растительности, прокладывали стратиграфические профили, в отобранных разрезах определяли ботанический состав и степень разложения торфа. Спорово-пыльцевой анализ и радиоуглеродное датирование озерно-болотных отложений выполняли в наиболее глубокой центральной скважине, а в некоторых случаях, дополнительно – в разрезах с периферии болот, взятых также на стратиграфических профилях (Филимонова, 2005, 2010). Всего получено 108 спорово-пыльцевых диаграмм (СПД) и более чем 400 ¹⁴C. В сапропеле и глине ряда скважин определены макроостатки растений, различные водоросли (диатомовые, зеленые, красные, эвгленовые и др.), ризоподы, грибки, ракообразные, коловратки, тихоходки (Jankovska et al., 1999; Wohlfarth et al., 2002, 2004; Филимонова, 2005, 2014; Филимонова, Шелехова, 2005).

На основе палинологических данных выполнены реконструкции динамики растительности с аллереда (11635 ± 225 л. н., Уа-14013) до современности на фоне изменения климата и гидрологии территории, а также с учетом ее геоморфологии и антропогенного воздействия. Для увеличения их достоверности использованы сведения о составе субрецентных спорово-пыльцевых спектров (~ 300) из районов исследований, «поправочные коэффициенты» для пыльцы древесных пород (Филимонова, 2005, 2007) и определения концентрации пыльцы в отложениях методом «маркирующих» спор (по: Stokmar, 1972).

Реконструкции сукцессий водно-болотной растительности основаны на данных о соотношении макро-статков растений в отложениях; время смен палеосообществ (ПС) рассчитано с использованием радиоуглеродных датировок и определений относительного возраста слоев отложений при периодизации СПД. На основе хроностратиграфии палинологических и биостратиграфической периодизации (по: Елина и др., 1984) остальных разрезов, где был сделан только ботанический анализ торфа, корреляции их разновозрастных слоев (с 1000-летним интервалом и по фазам голоцена), расчетов вертикальной и горизонтальной скоростей заторфовывания получены реконструкции пространственно-временной динамики роста ряда болот (Елина и др., 1984, 1994; Филимонова, Еловичева, 1988, Филимонова, 2008, 2010).

Палеоклиматические кривые t_{cp}° января, t_{cp}° июля, t_{cp}° года и среднегодового количества осадков за последние 11000 лет построены по 11 СПД (Елина и др., 1984, 2000; Филимонова, 2005, 2008). С использованием этих данных для ряда МТ были получены климато-хронологические схемы развития растительности с позднеледниковья до современности (Филимонова, 2005, 2015).

При характеристике палеогидрологии МТ использованы сведения по хроностратиграфии и скорости накопления озерно-болотных отложений, колебаниям относительного уровня палеозер (Filimonova et al., 1996a,b) и скорости их заторфовывания, сукцессиям и изменениям индекса влажности болотных ПС (Елина, Юрковская, 1992; Елина и др., 1994; Филимонова, 2009, 2010). Увязка этих данных с изменением уровня близрасположенных крупных водоемов позволило получить более полную картину изменений палеогеографической обстановки на изученных МТ.

На основе анализа биоразнообразия реконструированных ПС составлена классификация палеосообществ позднеледниковья и голоцена (Елина, 1999; Елина и др. 2000). По временным срезам построены среднemasштабные карты растительности для ряда МТ (Елина и др., 1999), в том числе с использованием ГИС-технологий (Елина и др., 2005), а также мелкомасштабные карты палеорастительности Карелии (Елина, 1981) и Восточной Фенноскандии (Елина и др., 2000; Elina et al., 2010). Получены карты заболачивания ряда МТ и всей территории Карелии в голоцене; установлены закономерности этого процесса и тенденции его в будущем (Елина и др., 1984, 2000).

ГИДРОБИОЛОГИЯ БОЛОТ

MIRE HYDROBIOLOGY

Филиппов Д.А. / Philippov Dmitriy

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Россия

Вода (наряду с влаголюбивой растительностью и торфом) является неотъемлемым структурным компонентом болотных экосистем. В пределах болотного массива она находится либо в живых организмах, либо внутри торфяного тела (в связанном с торфяными залежами состоянии), либо скапливается на его поверхности. Поверхностные (и лишь отчасти подземные) воды формируют болотные водоемы, которые могут быть весьма разнообразны по своему происхождению (естественные/искусственные; первичные/вторичные), степени проточности или застойности вод (водотоки/топи/водоемы), положению в мезорельефе, морфометрическим характеристикам (размеры, глубины, очертания контуров берегов) и т. д. Традиционно к болотным водоемам относят остаточные озера, вторичные озера, мочажины, топи, болотные ручьи и реки, а также копаные торфяные каналы, карьеры, колодцы и др. Совокупность болотных водоемов в пределах болотного массива принято называть поверхностной гидрографической сетью.

Трансформация, дифференциация, усложнение гидрографической сети непосредственно связана с развитием самого болота. Болото и болотные водоемы, имея близкий генезис и являясь сопряженными системами, находятся также в постоянном взаимодействии, влияя на структуру, функционирование и динамику экосистем друг друга. Фактически болотные водоемы можно считать одним из объектов исследования болотоведения. Однако, неоднородность и/или «разношерстность» данного объекта допускает возможность (а иногда и необходимость) его изучения и специалистами иных направлений (например, лимнологами, гидробиологами разных профилей). На наш взгляд биологи-

ческие и экологические аспекты экосистем болотных водоемов могут изучаться в рамках отдельной научной дисциплины – гидробиологии болот.

Гидробиология болот это наука (научное направление) о биологических процессах в болотных водоемах и их связи со средой. Основная цель гидробиологии болот состоит в изучении закономерностей состава и структуры биоты болотных водоемов, а также установлении зависимостей их структуры и динамики от условий среды. В качестве объекта исследования выступают все живые организмы, обитающие в болотных водоемах, а предметом исследования является экологическая роль гидробионтов в функционировании экосистем болотных водоемов.

Гидробиологию болот можно рассматривать либо как биологическую научную дисциплину с фрагментами экологии (частная гидробиология), либо как междисциплинарный комплекс экологических, биологических, географических наук, связанных общим объектом исследования. Близкими и смежными к гидробиологии болот научными дисциплинами выступают болотоведение, гидрология, гидрохимия, общая экология, общая гидробиология, альгология, гидрботаника, микробиология, лимнология, ландшафтоведение. Гидробиология болот использует «стандартные» методы и методики более общих дисциплин, за исключением этапа полевых изысканий, во время которого необходим сбор натурного материала по адаптированным к специфическим условиям болотных водоемов исследовательским методикам и программам.

Основные направления гидробиологии болот связаны с исследованием: 1) качественного состава (изучение видового богатства организмов (растений, животных, грибов, протистов) болотных водоемов и создание баз/банков данных по биоразнообразию); 2) структуры водных сообществ (изучение особенностей и закономерностей организации сообществ отдельных таксономических групп организмов болотных водоемов); 3) динамики водных сообществ (изучение закономерностей временных изменений состава и структуры сообществ болотных водоемов); 4) продуктивности водных сообществ (изучение продукции и деструкции сообществ отдельных групп организмов в болотных водоемах); 5) биологии и экологии водных организмов (изучение влияния болотных водоемов на биоэкологические особенности водных организмов и возможности их адаптации к специфическим условиям болотных водоемов); 6) типологических особенностей (изучение структурно-функциональной организации экосистем болотных водоемов с учетом их типологии и особенностей физико-географического положения).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №14-04-32258 мол_а.

ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

PECULIARITIES OF MIRE WATER REGIME IN WESTERN SIBERIA

Харанжевская Ю.А. / Haranzhevskaya Yulia

ФГБНУ «Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа», г. Томск, Россия

На современном этапе в условиях увеличения уровня хозяйственного освоения территорий необходим мониторинг водного режима, оценка существующего состояния водных ресурсов, а также прогноз их изменений в перспективе. Все это требует получения новых данных о динамике водно-теплового режима болот, что и является целью данной работы. Исследования проводились в пределах верхового болота в бассейне р. Ключ на стационарных пунктах наблюдения: высокий рям, низкий рям и осоково-сфагновая топь. Наблюдения за уровнями и расходами воды проводились на гидрометрическом посту в нижнем течении р. Ключ, на расстоянии 1,5 км от устья. Измерение расходов и уровней воды осуществлялось в соответствии с (Наставления..., 1972), наблюдения за водным режимом верхового болота проводилось согласно (Наставление..., 1990).

Рассмотрим динамику водного режима болот на примере 2014 г. Весенний подъем уровней отмечается в конце апреля 2014 г. В этот период наблюдаются достаточно высокие уровни болотных вод относительно средней поверхности болота: в высоком ряме – (–2 см), низком ряме – (–6 см), осоково-сфагнуовой топи –8 см от средней поверхности болота. Обращает на себя внимание значительное уве-

личение уровней болотных вод в весенний период на участке высокого рьяма, что вероятно связано с ухудшением условий сброса вод, стекающих с болотного массива на границе с лесом. В этих условиях сохраняются относительно высокие уровни болотных вод на других участках болота практически до конца июня: низкий рям – (–13 см), топь – 3 см.

Интенсивность спада весенних уровней различается по болотным микроландшафтам от 0,1–0,4 см/день в центре болота до 0,7–1,1 см/день на периферии. В летний период наблюдается значительное снижение уровней, что связано с увеличением испарения с поверхности болота при активном развитии растительности и повышении температуры воздуха. При отсутствии атмосферных осадков в течение сезона наблюдается закономерное снижение уровней болотных вод до 38–59 см ниже поверхности болота на облесенных участках болота (высокий и низкий рям), и до –12 см на участке осоково-сфагнутой топи.

Осеннее повышение уровней определяется снижением испарения и повышением общего количества выпавших атмосферных осадков. Закономерный подъем уровней отмечается в середине августа 2014 г. до отметок: высокий рям – (–39 см), низкий рям – (–27 см), топь – (–8 см). Как правило, более высокие отметки уровней при незначительных амплитудах их колебания сохраняются практически до начала процессов промерзания торфяной залежи. В этот период в 2014 году средние уровни болотных вод составили: высокий рям – (–44 см), низкий рям – (–31 см), топь – (–9 см).

По результатам исследований на участке верхового болота в среднем за вегетационный период 2014 года отмечаются следующие уровни болотных вод: в высоком рьяме – (–33 см), низком рьяме – (–23 см), осоково-сфагнутой топи – (–3) см от средней поверхности болота. Амплитуда колебания уровней в среднем составила: в высоком рьяме – 57 см, в низком рьяме – 32 см, в осоково-сфагнутой топи – 19 см.

По результатам исследований водный режим верхового болота характеризуется подъемом уровней в весенний период, плавным спадом, нарушаемым осадками, низкой летне-осенней меженью и незначительным повышением уровней в период осенних дождей. Колебание уровней по площади верхового болота в целом синхронны. Динамика уровней болотных вод на исследуемых участках имеет общую тенденцию, различия в синхронности колебаний наблюдаются преимущественно в предпаводочный период и увеличиваются на протяжении последних лет. Годовая динамика, в общем, определяется количеством выпавших атмосферных осадков и во многом особенностями предшествующего сезона, глубиной промерзания залежи скоростью оттаивания. Анализ совместной динамики уровней болотных и речных вод в бассейне р. Ключ показал, что условия формирования стока на заболоченных территориях определяются характером насыщения торфяной залежи болот, а сток осуществляется только после насыщения деятельного горизонта.

ЭВОЛЮЦИЯ ОСУШЕННЫХ БОЛОТ В ПОСТМЕЛИОРАТИВНЫЙ ПЕРИОД (НА ПРИМЕРЕ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

EVOLUTION OF AMELIORATED FENS AFTER LAND ABANDONMENT (A STUDY CASE OF MESCHERA LOWLAND)

Харитонов Т.И., Дьяконов К.Н. / Kharitonova Tatiana, Diakonov Kirill

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Для оценки состояния агроторфяных почв модельного ландшафта Вожской мелиоративной системы (Спас-Клепиковский р-н Рязанской области) спустя 20 лет после его выведения из хозяйственного использования было исследовано содержание углерода, азота и водорода в органических горизонтах почв, и проанализированы соотношения C/N и C/H.

В торфяной толще естественных болот полигона атомарное отношение C/N близко к 22–36, в переходных горизонтах – 20–25, в освоенных торфах Вожской системы 17–22. Известно, что гуминовые кислоты содержат азота больше, чем фульвокислоты. Таким образом, можно сделать вывод о том, что при осушении и освоении торфяных болот на начальных стадиях разложение органического вещества приводит к накоплению гумусовых веществ в освоенных почвах и их обогащению азотом по сравнению с целинными аналогами. Этот процесс индицируется снижением отношения C/N в осво-

енных почвах. На стадии деградации осушенных торфов скорость потери азота превосходит скорость потери углерода, соотношение C/N начинает расти.

График зависимости соотношения C/N от запасов углерода в почвенных горизонтах имеет вид параболы, регрессия статистически значима и имеет коэффициент детерминации R^2 0,53. Заметно выбиваются из общей картины характеристики фоновых торфов, которые находятся на полях вариации отношения C/N. При исключении из анализа данных по фоновым и по лесным торфам, попавшим в зону осушения, и рассмотрении только агроторфяных почв, R^2 повышается до 0,67, показывая более тесную связь. Точкой перегиба графика, или критическим уровнем содержания углерода в освоенных торфяных почвах является 25 %, отношение C/N-17,5. То есть уменьшение запасов углерода в результате минерализации и гумификации органического вещества до указанного предела происходит с относительным обогащением почв азотом; при снижении ниже этого предела происходит безусловная деградация освоенных почв.

Для пространственной экстраполяции наземных данных по содержанию углерода в почве используются многоканальные снимки Landsat-5 по трем залетам (12/6/9, 1/7/10, 15/7/10). Проверка чувствительности ряда спектральных характеристик земной поверхности к состоянию органических горизонтов почв в пределах болотно-луговых ПТК выявила, что для поставленной задачи наиболее достоверной является отражательная способность в критический период засухи 2010 года. Причем чем критичней засуха, тем выше связь, то есть 15 июля 2010 г, за неделю до начала масштабных пожаров, она максимальна. Самая высокая достоверная связь ($R^2 = 0,90$) с содержанием углерода в верхнем горизонте почвы выявляется у влажностного индекса LWCI на 15/7/10. Вегетационный индекс NDVI за 15/7/10 также хорошо отражает пространственную вариацию содержания C в почве, $R^2 = 0,74$, но его вклад оказывается совершенно незначительным в менее засушливых условиях. Очевидно, что при наблюдавшемся остром дефиците влаги в июле-августе 2010 г состояние растительного покрова и, следовательно, NDVI в первую очередь зависело от влажности почвы, а не от ее плодородия и содержания углерода. Таким образом, для характеристики органических горизонтов почв лугово-болотных ПТК NDVI оказывается вторичным показателем и в дальнейших построениях не участвует. 5-я главная компонента, суммирующая отражение в 6-ти каналах по всем трем залетам также проявляет высокую связь с содержанием углерода и наравне с индексом LWCI участвует в регрессионном уравнении, которое описывает пространственную вариацию содержания углерода в органических горизонтах агроторфяных почв Вожской системы с достоверностью $R^2=0,98$.

На основании полученного распределения содержания углерода выявлены территории с деградированными торфяниками, в которых содержание углерода составило значение менее 25 %. Общая площадь деградированных агроторфяных почв составила 155 га, или 27 % площади всех угодий.

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЗАЛЕГАНИЯ БОЛОТНЫХ ВОД НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ СФАГНОБИОНТНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

THE INFLUENCE OF WATER TABLE DEPTH ON SPHAGNUM-DWELLING TESTATE AMOEBA ASSEMBLAGES IN PEATLANDS

Цыганов А.Н., Бабешко К.В., Мазей Ю.А. / Tsyganov Andrey, Babeshko Kirill, Mazei Yuri

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Торфяные отложения болот содержат значительное количество ископаемых остатков организмов, которые широко используются для реконструкций условий окружающей среды в прошлом. Одной из таких групп организмов являются раковинные амебы – амебоидные эукариотические микробы, характеризующиеся наличием внешнего скелетного образования, раковинки. Благодаря хорошей сохранности раковинок в торфяных отложениях, эти организмы используются для палеореконовструкций гидрологического режима. Цель работы – изучить влияние уровня болотных вод (БВ) на видовую структуру сообществ раковинных амеб и построить калибровочную зависимость (модель) для количественных палеореконовструкций.

В исследование включено 18 болотных экосистем на территории Европейской части России (52,9–66,5°N, 32,9–46,5°E). Образцы сфагнома отбирались таким образом, чтобы охватить все раз-

нообразии биотопов (кочки, ровные участки, понижения) в пределах каждого болота. В углублении, оставшемся после извлечения сфагнома, при помощи сантиметровой ленты измеряли глубину залегания БВ относительно поверхности сфагнома. Подготовка образцов для микроскопирования проводили по методике, основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий (Мазей, Ембулаева, 2009). Калибровочные модели построены с использованием основных методов калибровки, применяемых в палеоэкологии (Birks, 1995). Проверка точности предсказания и правильности моделей проводили методом перекрестной проверки с исключением по одному образцу и методом статистического бутстрепа. Качество модели оценивали с помощью коэффициента корреляции (R^2) между известными значениями уровня БВ и значениями, предсказанными моделью. Точность предсказания модели оценивали по среднеквадратичным остаткам прогнозирования (RMSEP).

Всего обнаружено 76 видов и подвидов раковинных амеб. Наиболее обильными видами были *Hyalosphenia papilio* (среднее относительное обилие 19.7 %), *Assulina muscorum* (10.9 %), *Nebela collaris* (7.5 %) и *Archerella flavum* (6.5 %). Значительное количество таксонов (31) были редкими (обнаружены в трех и менее образцах). Эти таксоны были удалены из дальнейшего анализа как непредставительные («шум»). Окончательная обучающая выборка состояла из 80 образцов и 45 таксонов. Глубина залегания БВ изменялась от 0 до 48 см (15.3 ± 11.8 см). По результатам канонического анализа соответствий, глубина залегания БВ объясняет 7.1 % от общей изменчивости в структуре сообществ, что указывает на возможность использования данных для построения калибровочных моделей. Проверка моделей показала, что наилучшей является модель, построенная методом взвешенного осреднения (WA). В зависимости от способа проверки, точность предсказания этой модели изменялась от 7.7 до 8.0 см, а коэффициент корреляции R^2 равнялся 0.57. Анализ графиков «измерено-предсказано» выявил восемь образцов, для которых ошибка предсказания была более 12 см. Эти образцы были удалены из обучающей выборки для улучшения параметров модели. Валидация моделей, построенных для сокращенной обучающей выборки, показала, что наилучшими показателями также характеризовалась модель WA (RMSEP изменяется от 5.6 до 6.0 см, $R^2 = 0.73$).

Таким образом, в ходе работы выявлена и смоделирована зависимость между уровнем БВ и структурой сообщества раковинных амеб, рассчитаны гидрологические оптимумы и толерантности видов раковинных амеб. Оптимальной для палеоэкологической реконструкции является модель, построенная методом взвешенного осреднения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14-04-31472) и гранта Президента РФ для молодых ученых (МД-4435.2014.4).

ИННОВАЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ БОЛОТ

INNOVATIVE METHODS FOR USING RENEWABLE BOG RESOURCES

Чакон В.В. / Chakov Vladimir

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия

Болотные экосистемы планеты обладают широким спектром природных ресурсов: земельных, водных, растительных, торфяных и др. Из них к числу возобновляемых, прежде всего, следует отнести водные, в регионах избыточного увлажнения, и, повсеместно, растительные. Наиболее продуктивными из растительных ресурсов болот являются сфагновые мхи. Они же, на сегодняшний день, являются максимально востребованными и обладают наибольшей стоимостью (3–5 USD/кг воздушно сухого сырья), что чрезвычайно важно для регионов и стран с сырьевой ориентацией экономики. Вместе с тем, даже примитивная переработка такого уникального сырья как сфагновые мхи верховых болот, обладающих высокими значениями сорбционной емкости, позволяет получать на их основе представительный перечень товаров народного потребления. Традиционно из мхов готовятся теплоизоляционные маты, разного рода субстраты и капсулы для выращивания лесных и садовых культур с закрытой корневой системой, а также всевозможные нефтесорбенты. Кроме того, в последнее время такое сырье с успехом ис-

пользуется в фармакологии и для производства разного рода санитарно-гигиенических средств. В этом плане определенных успехов достигли и специалисты лаборатории ресурсов болот и леса ИВЭП ДВО РАН, которые разработали технологические регламенты на антисептические стельки для спортивной и повседневной обуви и внедрили их в производство. Наряду с этим, в институте успешно разработан и запатентован способ получения аморфного органического углерода (патент RU № 2468992), который синтезируется из сфагнового мха *Sphagnum fuscum* методом пиролиза и, являясь функциональным материалом, может использоваться в производстве электродов для **Li-on аккумуляторов**. Кроме того, сотрудникам лаборатории совместно со специалистами ДВФУ удалось впервые синтезировать из такого углерода волокнистый материал, основу которого составляют углеродные нанотрубки (УНТ). Запатентованный способ (патент RU 2509053), в отличие от традиционного, является энергосберегающим и экологически безопасным. В настоящее время из таких нанотрубок изготавливаются всевозможные диссипаторы, антикоррозийные покрытия, а также всевозможные материалы в ≈ 7 раз прочнее стали и на два порядка легче ее. На мировом рынке конъюнктура цен для УНТ сегодня может достигать 900 USD/г. Использование УНТ для производства карбидов титана и вольфрама обеспечивает отечественным производителям лидирующие позиции в оборонной области.

Как уже отмечалось, другим возобновляемым ресурсом болот в нашей стране являются водные ресурсы. Из водных ресурсов, к числу наиболее востребованных, сегодня следует отнести жидкую фазу торфа (Чаков, 2009). Так, в частности, ее концентрированная форма (патент RU № 2252768) нашла широкое применение в медицине. Эффект от ее применения оказался настолько высоким, что ученые Дальневосточного государственного университета запатентовали и внедрили в клиниках Хабаровского края целый ряд методик лечения таких заболеваний как: способ лечения аллергических дерматозов (патент RU № 2230549); способ лечения синдромов гиперлипидемии, гиперкоагуляции, пероксидации (патент RU № 2195347); способ лечения остеоартроза (патент RU № 2254888); способ лечения и профилактики дизметаболической нефропатии у детей (патент RU № 2230549);

Кроме того, специалисты МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова также запатентовали несколько методик лечения жидкой фазой торфа: способ иммунореабилитации при лечении воспалений переднего отрезка глаза (патент RU № 0452231) и способ лечения дистрофических заболеваний глаз (патент RU № 2345740).

Наряду с этим, автор публикации совместно со специалистами инновационного центра Юго-Западного госуниверситета (г. Курск) принимал участие в разработке способа формирования нанопроводов из коллоидного естественного материала (Патент RU 2533330). В качестве такого материала использовалась жидкая фаза торфа из месторождений Хабаровского края. В современных условиях без таких проводников невозможно создавать элементную базу для микроэлектроники. В основу принципа положен механизм образования в гуминовых препаратах фрактальных кластеров углерода органической природы (Федотов, 2006; Kuzmenko et al, 2014).

О КАРОВЫХ БОЛОТАХ ЗАПАДНОГО САЯНА

ON THE CIRCLE MIREES OF WEST SAYAN

Чернова Н.А. / Chernova Natalia

Томский государственный университет, г. Томск, Россия,

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Торфяные болота являются одним из наиболее интересных и своеобразных природных ландшафтов гумидных районов Алтае-Саянского экологического региона. В качестве модельной территории для их изучения был выбран хребет Ергаки в центрально-осевой части Западного Саяна, где выпадает до 1500 мм осадков в год. Различные сочетания альпинотипных и гольцовых форм рельефа обусловили высокое типологическое разнообразие горных болот хребта (12 типов).

Каровые болота здесь встречаются довольно часто (11 массивов) в горно-таежном и высокогорном поясах на высотах от 1400 м до 1600 м над уровнем моря. Они небольшие, от 0,5 га до 2,5 га,

нередко с первичными озерами. Небольшой уклон поверхности, характерный для большинства горных болот гумидной части Западного Саяна, приводит к отсутствию застойного увлажнения, появлению грядово-мочажинных комплексов или формированию болотных водотоков. Мощность торфяной залежи обычно не превышает 50 см в высокогорном поясе, а в горно-таежном достигает 2 м, при этом в залежах преобладает пухоносый вид торфа.

В отличие от других геоморфологических типов основу растительного покрова большинства каровых болот формируют сообщества с доминированием не осок, а пухоноса (*Baeothryon cespitosum*) и сфагновых мхов. Обычно в них присутствуют Алтае-Саянские эндемики *Betula rotundifolia* и *Carex altaica* и Западно-Саянский эндемик *Euphorbia sajanensis*. Проточный режим увлажнения и малая мощность торфа сближают экологические условия с субальпийскими и альпийскими лугами и другими неболотными ценозами. Это приводит к внедрению в болотные сообщества ряда луговых, тундровых и лесных видов: *Schulzia crinita*, *Viola altaica* и других.

На ранних стадиях заболачивания (на аллювиальном и делювиальном материале) формируются растительные сообщества *Juncus filiformis* – *Sphagnum compactum*. По мере накопления торфа в моховом покрове доминантами становятся *Sphagnum russowii* и *S. girgensohnii* с участием *S. compactum* и зеленых мхов. Основу растительного покрова небольших мелкозалежных болот с резко переменным режимом увлажнения формируют сообщества *Baeothryon cespitosum* – *Cladopodiella fluitans* и *Baeothryon cespitosum* – *Gymnocolea inflata* + *Sphagnum compactum* (сходны с ассоциацией *Carici limosae*–*Sphagnetum compacti* Lapshina 96).

Практически только на каровых болотах встречаются сообщества *Baeothryon cespitosum*–*Sphagnum warnstorffii*. Они формируются по участкам с ячеисто-плоскокочковатым микрорельефом и выраженной сетью микроводотоков. Задернение пухоносом достигает 80 %.

Выраженный уклон поверхности нередко приводит к формированию на каровых болотах грядово-мочажинных комплексов. Растительный покров мочажин формируют фитоценозы из ассоциации *Caricetum limosae* Osv. 23, при меньшей обводненности с рыхлыми дернинами топяных сфагнумов и печеночных мхов. Иногда осоку замещает *Eriophorum polystachyon*. Гряды грядово-мочажинных комплексов на каровых болотах Западного Саяна, в отличие от равнинных массивов, часто имеют неправильную форму и образуют не параллельные ряды, а крупноячеистую сеть. К ним приурочены сообщества *Fruticuli*–*Baeothryon cespitosum*–*Sphagni*. Основу травяного покрова формируют плотные дернины пухоноса с участием *Eriophorum vaginatum*. На низких узких грядах разреженный кустарничковый ярус образован *Andromeda polifolia*, а моховой покров *Sphagnum compactum*. На более высоких и широких грядах эти виды замещаются *Betula rotundifolia*, *Sphagnum angustifolium* и *S. russowii*. На наиболее крупных болотных массивах к настоящему времени сформировались сообщества *Fruticuli*–*Carex altaica*–*Sphagni*. Большая мощность торфяной залежи способствует повышению их автономности и стабилизации гидрологического режима. Чаще всего в фитоценозах доминируют *Betula rotundifolia*, *Salix hastata* и *Sphagnum warnstorffii*.

Каровые болота являются неотъемлемой частью экологического каркаса гумидных территорий Западного Саяна и играют важную роль как в сохранении ландшафтного разнообразия хребтов, так и в поддержании высокого флористического разнообразия региона.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ *PINUS SIBIRICA* F. *PUMILA* НА ВЕРХОВЫХ БОЛОТАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ON *PINUS SIBIRICA* F. *PUMILA* VEGETATIVE PECULIARITIES ON THE BOGS OF SOUTHERN WEST SIBERIA

Чернова Н.А.¹, Велисевич С.Н.² / Chernova Natalia¹, Velisevich Svetlana²

¹ Томский государственный университет, г. Томск, Россия

² Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Верховые болота широко распространены на территории Западно-Сибирской равнины. *Pinus sibirica* образует на олиготрофных болотных массивах две болотные формы – древовидную (*P. sibirica*

ca f. turfosa) и кустовидную (*P. sibirica f. pumila*). Первая характерна для рослых рямов, а сведений об особенностях произрастания второй формы практически нет.

P. sibirica f. pumila не имеет характерного для деревьев доминирования терминального побега над латеральными, крона состоит из тонких слабоветвленных осей, частично погружена в моховую дернину. К 40–50 годам надземная часть распадается на отдельные функционально равноправные части, существующие автономно за счет собственных придаточных корневых систем и связанные между собой на глубине лишь за счет отмерших побегов. В отличие от древовидной формы у нее только 40 % кроны находится над сфагновым покровом, а остальная часть погружена в моховой субстрат.

Кустовидная форма сосны кедровой сибирской оказалась приурочена исключительно к комплексным болотным ландшафтам и встречается на грядах грядово-мочажинных и грядово-озерных комплексов (Храмов, Валуцкий, 1970), а также на рямовых островках в полосе контакта рямовой части болотных массивов с окружающими ее мезоолиготрофными и олиготрофными топями (Величевич, Чернова, 2014). Морфогенез болотных форм *P. sibirica* оказался тесно связан с особенностями болотных местообитаний и, прежде всего, с микрорельефом, определяющим уровень болотных вод, а также скоростью нарастания сфагнумов.

Инструментальная нивелировка нескольких рямовых островков, окруженных топяными местообитаниями, показала, что древовидная форма произрастает на элементах микрорельефа, высота которых превышает уровень осоково-сфагновой топи на 35–100 см и более, где практически не сказывается ее влияние. Кустовидная форма оказалась приурочена к более низким сфагновым подушкам с диапазоном высот над уровнем топи 20–40 см. Небольшая высота этих положительных форм микрорельефа и, соответственно, небольшая мощность верхнего аэробного торфяного горизонта, способствует более сильному проявлению корневой гипоксии. Необходимость избежать чрезмерного кислородного голодания при попадании в анаэробный слой торфа привела у *P. sibirica f. pumila* к формированию корневой системы с отрицательной геотропической реакцией: корни нарастают параллельно поверхности болота или даже направлены вверх. При этом *P. sibirica f. turfosa* в основном произрастает на сфагновых подушках из *Sphagnum fuscum*, а *P. sibirica f. pumila* – занимает положительные формы микрорельефа и их склоны, где могут доминировать или содоминировать гидромезофильный *S. fuscum* и гигрофильный *S. magellanicum*.

Анализ приростов сосны кедровой сибирской за 40-летний период выявила, что особи кустовидной формы имели почти нулевую ростовую тенденцию со среднемноголетней скоростью роста 1,9–2,5 см/год. Оценка годовых приростов *S. fuscum*, показала, что их величина в среднем составляет 1,7 см/год. Скорость роста сфагнума бурого оказалась близка с ежегодными приростами *P. sibirica f. pumila*, что является существенным фактором снижения жизнеспособности подроста и одной из причин формирования этой экологической формы.

Таким образом, экологическая ниша, занимаемая *Pinus sibirica f. pumila* оказалась узкой как по топологической приуроченности особей на болотных массивах, так и по высоте сфагновых гряд над уровнем воды в топях или мочажинах, а жизненное состояние сосны кедровой в значительной мере определяется соотношением скорости ее собственного линейного роста и ежегодных приростов моховой дернины.

ВЕРХОВЫЕ БОЛОТА – ПРИРОДНЫЙ АРХИВ ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ АТМОСФЕРЫ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ)

RAISED BOGS AS NATURAL ARCHIVE OF HEAVY METALS DEPOSITION FROM THE ATMOSPHERE (AT THE EXAMPLE OF NORTH-WESTERN EUROPEAN RUSSIA)

Шевченко В.П.¹, Кузнецов О.Л.², Политова Н.В.¹, Кутенков С.А.², Покровский О.С.³, Филиппов Д.А.⁴ / Shevchenko Vladimir¹, Kuznetsov Oleg², Politova Nadezhda¹, Kutenkov Stanislav², Pokrovsky Oleg³, Philippov Dmitriy⁴

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

² Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

³ Лаборатории георесурсов и окружающей среды (Géosciences Environment Toulouse), г. Тулуза, Франция

⁴ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок, Россия

Химический состав торфяных залежей в большой степени зависит от атмосферной поставки в них многих элементов, что особенно актуально для верховых (олиготрофных) болот, которые не связаны с минеральным грунтом и, как правило, находятся вне зоны влияния грунтовых вод (Перельман, 1975). Поэтому верховые болота являются природным архивом (планшетом) вещества, выпадающего из атмосферы (Пьявченко, Сибирева, 1959; Баденкова и др., 1990; Shotyk, 1997). В ряде работ (Shotyk et al., 2003; Rausch et al., 2005) показано, что **Pb, Sb, As, Hg, поступающие в болота, в основном связываются с верховым торфом, обладающим высокой сорбционной способностью по отношению к тяжелым металлам, и остаются в том слое, в который они поступили.** Наиболее высокие содержания Pb, Sb, As, Zn отмечены в слоях, образовавшихся в 50-е годы XX века (Shotyk et al., 2003; Rausch et al., 2005). **Основным источником загрязнения атмосферы в те годы являлось сжигание каменного угля и этилированного бензина.**

В докладе будет представлено обобщение результатов исследований авторов и литературных данных. Например, в 2009–2012 гг. на верховых болотах Вологодской области было отобрано 40 проб сфагнового мха *Sphagnum fuscum*; 8 июня 2010 г. на гряде в центральной части Иласского верхового болота (Архангельская область, 64,329° с.ш., 40,609° в.д.) русским торфяным буром, изготовленным из нержавеющей стали, был отобран керн длиной 325 см.

Химические анализы выполнены после высушивания сфагнового мха или торфа при температуре 35–40°C. После полного разложения растертых проб смесью сильных кислот (HNO₃ и HF) и перекиси водорода H₂O₂ в тefлоновых сосудах с помощью микроволновой установки «Mars» элементный состав определили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Измерения проводились на масс-спектрометре Agilent 7500ce с использованием стандартных методик (Stepanova et al., 2014).

Содержания металлов в сфагновом мхе *Sphagnum fuscum* Вологодской области варьируют в широком диапазоне, но находятся на уровне фоновых для северной части Евразии значений (Шевченко и др., 2011). Наиболее высокие содержания Fe, Ni, As и Pb и повышенные содержания Al, Cr, Mn, Co и Cu отмечены в пробах мха, отобранных вблизи г. Череповца, которые подвержены влиянию аэротехногенного загрязнения окружающей среды выбросами металлургического комбината «Северсталь». Высокое обогащение сфагновых мхов Вологодской области Pb, Zn, Sb, Ag и Cd связано в основном с осаждением аэрозольных частиц, поступивших в исследуемый район в результате дальнего атмосферного переноса от многочисленных источников.

Содержания большинства химических элементов в торфе керна с Иласского болота определяются вкладом литогенного и биогенного источников; содержания тяжелых металлов находятся на фоновом уровне (Шевченко и др., 2015). Только для Zn, Sb, Pb и Cd удалось выявить повышение их обогащения с начала активного развития промышленности в Европе до начала XXI века, они поступали на болото за счет дальнего воздушного переноса и осаждения из атмосферы. Существенного загрязнения торфа Иласского болота тяжелыми металлами за счет Архангельской агломерации не выявлено.

ИЗМЕНЕНИЕ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСУШЕНИЯ

POST-DRAINAGE MIRE ECOSYSTEMS CHANGES

Шурыгин С.Г. / Shurygin Sergey

Санкт-Петербургский гос. лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

Осушение болот и заболоченных земель приводит к изменениям экосистем в целом. Под влиянием осушения изменяются и болотные лесные экосистемы. Меняется водный и тепловой режимы осушенных почв, со временем происходит осадка и уплотнение торфа. После осушения болот происходит изменение живого напочвенного покрова, типов условий местопроизрастания, класса бонитета, увеличивается прирост и запас древостоя.

Исследования проводились в староосушенных сосновых древостоях на маломощных верховых и переходных торфяниках в Ленинградской области. Первые работы по улучшению дренажа этих почв были проведены в начале сороковых годов девятнадцатого столетия экспедицией И.К. Августинича. Этой экспедицией были «канализованы» и расчищены ручьи на Охтинской даче, называвшейся тогда «Охтинским болотом». По данным (Товстолес, 1910) до осушения у сосновых древостоев был III средний класс бонитета.

На опытных участках (ОУ 1, 2 и 3) торфяная залежь представлена верховым и переходным торфом (зольность торфа 5–6 %), подстилаемым суглинками иногда супесями. Осушение этих земель привело к остановке торфонакопления и осадке торфа на 20–40 сантиметров. Первые два опытных участка разбиты на три постоянные пробные площади, а третий опытный участок на пять пробных площадей.

Опытный участок 1 представлен сосновым древостоем V класса возраста II–III класса бонитета с запасом 450 м³/га, мощность торфа 0,3 м, расстояние между осушителями 140 м. На опытном участке 2 произрастают сосновые древостои IV класса возраста II–I класса бонитета с запасами 370 м³/га, мощность торфа 0,25 м, расстояние между осушителями 110 м. Опытный участок 3 представлен сосновым древостоем VIII класса возраста III класса бонитета с запасами 220 м³/га, мощность торфа 0,4 м, расстояние между осушителями 240 м. (Шурыгин, 2013).

Средняя за май–сентябрь глубина грунтовых вод на середине межканальной полосы 1 и 2 участков равнялась соответственно 34,4 и 32,5 см. На этих участках наблюдается смыкание кривых депрессии, что свидетельствует об интенсивной работе осушителей. Уже к началу вегетации (15 мая) уровни грунтовых вод находятся на глубине 30–40 см от поверхности, освобождая от гравитационной влаги корнеобитаемый слой (0–40 см), что и способствуют хорошему росту леса.

На маломощных переходных торфяниках (участок 3) при расстоянии между каналами 240 м формируются только кривые спада уровней грунтовых вод в сторону осушительных каналов. Протяженность ветвей кривых спада на этом участке не превышает 20–25 м от каналов. Действие осушителей в данном случае может рассматриваться как при внешнем водном питании, где каждый осушитель отводит воду как одиночный канал, а не система осушителей. Средняя за период вегетации глубина грунтовых вод на середине межканальной полосы 3 участка равнялась только 7,8 см. К началу вегетации уровни грунтовых вод на этом участке находились на глубине 10 см. Следовательно, на 3 участке большую часть вегетационного периода корни древесных растений подтоплены водой, в эти периоды наблюдается гибель активных корней и, как следствие, снижение прироста древостоя.

Осушение верховых и переходных маломощных болот Охтинской дачи привело к остановке заболачивания территории, произошла осадка и минерализация торфа, улучшился водный режим этих почв. После осушения под действием существующей осушительной сети класс бонитета повысился на участках 1 и 2 до I–II, а на третьем до III.

Многолетние комплексные исследования на этих торфяниках и других болотах в Ленинградской области (Бабинов, Шурыгин, 2006) показывают, что при правильном осушении на переходных болотах можно выращивать древостои I–II класса бонитета с запасами 300–400 м³/га и более, а на богатых верховых болотах II–III класса бонитета с запасами 250–300 м³/га.

PROBLEMS IN ESTIMATING RADIONUCLIDE PARAMETERS IN RELATION TO NUCLEAR WASTE DISPOSAL, LONG-TERM ENVIRONMENTAL CHANGE AND MIRE SUCCESSION

Aro Lasse¹, Ikonen Ari², Mustonen Joni²

¹ Natural Resources Institute Finland, Parkano, Finland

² Environmental Research and Assessment EnviroCase Ltd., Pori, Finland

In Finland and Sweden, sites on the coast of the Baltic Sea have been selected for nuclear waste repositories in the bedrock. In the region, postglacial crustal uplift (at present 6–8 mm/year) changes the landscape and creates new ecosystems, for example mires, developing further due to other environmen-

tal changes (*e.g.*, groundwater table, site properties, climate). Biosphere assessments are required as a part of safety cases demonstrating the long-term safety of the repositories, and the present and the future states of the landscape need to be considered. For example, in the latest biosphere assessment presented by Posiva for the Olkiluoto site, terrestrial ecosystems are divided into upland forests (three biotopes), mires and agricultural biotopes. However, only few and young mires are present at the site, but within the assessment timeframe (10,000 years), there will be a succession of mire development stages that need to be considered: There are various stages ranging from brackish marshes through minerotrophic treed and treeless mires to ombrotrophic bogs. At these final stages of development there is no direct connection to groundwater so the only source of water is from precipitation. Hence, very different properties prevail at the different mire stages. The properties of the future mire ecosystems at a repository site can be projected from the past development in the wider region into the future, and radionuclide transport models can then be based on these simulations. However, due to the rather long assessment timeframe, the resolution of such simulations does not readily allow explicit consideration of the successional details, but input data-sets representing a range of mire characteristics are needed instead. As a result of the positioning of the repositories rather deep in the bedrock, the radionuclides most important to the radiological impact assessments are long-lived. Due to low or non-existent concentrations of many of these nuclides in the environment, stable isotopes are often used as analogues (*e.g.*, Ni for Ni-59). In this presentation we demonstrate the input data derivation using distribution of stable Ni in mires at different stages of mire succession as an example.

APPLICATION OF GROUND PENETRATING RADAR (GPR) TO INTEGRATED WETLAND STUDIES (IN «MESHCHERA» NATIONAL PARK)

Bricheva Svetlana, Matasov Viktor, Shilov Pavel

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Nowadays the watering of old peat extraction sites takes place in Meshchera National park. The aim is to reduce the fire risk and to restore wetland ecosystem. The integrated wetland studies include cartography of landscape and geological surveys for evaluation of thickness and structure of soil layers. GPR is one of the geophysical methods allows to get information about soil structure quickly and efficiently. It is an important factor for working in impassable areas like peatlands.

The main objective of interest and importance, both for geographers and for geophysicists is relations between the GPR records (radargrams) features and geological properties of peat. The existence of such links and the possibility to detect them using GPR will allow to complement information about the links between the components of a complex mire system.

The aim of this work is application of GPR to the studies in specific peatland's conditions. Along the GPR profiles there were placed the points for independent measurements of peat and snow depth and characteristics, soil freezing depth and landscape observations. This information were used in GPR data processing and interpretation.

The main parameter used in the GPR method is the velocity of electromagnetic wave in the geological layers. The velocities in peat and sediments were calculated according to the data of boreholes and by direct observations on peat. As a result of direct measurement, the average GPR signal velocity in peat is about 0,035 m/ns, the corresponding dielectric constant is about 65–70.

Directly on the study site the peat sample was taken. Moisture was calculated as weight lost in drying and it was 67 %, ash content was 3,6 %. The underlying rocks are represented by sand and loam. The velocities in underlying rocks were calculated from diffraction hyperbolas (the way usually used in GPR) where it was possible and from the boreholes data in other cases.

From radargrams according to the velocity values the series of soil interfaces bedding depths were obtained. The spatial dynamics of these interfaces was monitored by radar profiling. Thus, GPR provide information on the lithology of the work area. Subsequently, these data were used in the description of cross-component relations in wetland ecosystem.

THE FUNGAL COMMUNITY IN BOGS AS DETERMINED USING THE DIRECT OBSERVATION METHOD

Filippova Nina

Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

The research of fungal communities in peatland ecosystems has been carried out for more than 50 years in Russia (Begak & Belikova, 1934) and abroad (Waksman, 1932). The prevailing approach has been to cultivate fungi from various natural substrata, e.g. *Sphagnum* plants or peat, on artificial growth media, followed by the identification of culturable fungi using a combination of macro- and microscopic morphological characteristics (e.g. Thormann, 2006); however, not all fungi can be grown on artificial growth media in a laboratory setting. Hence, a certain portion of the total fungal community in peatlands remains unknown (Bidartondo & Gardes, 2005), despite likely performing essential functions in peatlands, including nutrient cycling, decomposition of organic matter, and supporting vegetation communities. Consequently, a combination of the previously widely-used culture technique and direct observations of fungal fruiting structures may provide a better approach to investigate fungal communities in peatlands (Schmit & Lodge, 2005).

The method of direct observation is based on the ability to detect conspicuous fungal fruiting structures growing on various substrata. Likely more than half of the previously described fungal species from peatlands (Thormann & Rice 2007) can be revealed by this method, with others forming conspicuous fungal fruiting structures too irregularly or not at all. The method of direct observation has been used extensively in early mycological surveys, and it is particularly justified in regions with a developing mycological research program. In my study, I applied this method to investigate the fungal community composition of two bogs in the Taiga zone near Khanty-Mansiysk in West Siberia.

Raised *Sphagnum* bogs in the central Taiga of West Siberia are nutrient poor, acidic ecosystems (pH 3–4). These bogs are characterized by a limited plant community (about 80 species of plants and mosses) (Lapshina, 2008), where treed *Pine*-dwarf shrubs-*Sphagnum* and treeless graminoid-*Sphagnum* vegetation community types occur in near equal proportion. For heterotrophic organisms like fungi, the inhabited substrata include decomposed remains of herbaceous plants, *Sphagnum* mosses, and dead wood. In addition, mycorrhizal fungi form associations with most bog trees, dwarf shrubs, and herbaceous plants, and parasitic fungi occur on various plant and animal hosts. Within this fungal community context, I examined the litter of twelve common bog plants and dwarf shrubs, wood of bog trees, *Sphagnum*, peat, and other miscellaneous substrata. Macromycetes, or larger fungi, which include saprotrophic and ectomycorrhizal species, were detected during random walks and within permanent monitoring plots. Final analysis of aforementioned fungal groups resulted in the identification about 350 fungal species in only two years (2012–2014) in the two bogs.

The community of larger fungi in the two studied bogs was represented by 64 species (Filippova & Thormann, 2014; Filippova & Thormann, 2015). The fungal communities of the treed bog differed substantially from those of the waterlogged graminoid-*Sphagnum* bog, as was evident in the permanent monitoring plots in the two vegetation community types.

To date, about 200 species of fungi were identified from different plant litters in the bog (Filippova, 2013; Filippova, 2015). Most of the fungi are saprotrophs and weak parasites, belonging to the Discomycetes, Pyrenomycetes, Loculoascomycetes, anamorphic ascomycetes, as well as some Basidiomycetes and Zygomycetes. Some of the identified taxa could not yet be identified to species (to date remain as morpho-types), one taxon represented a new fungal species (Lindemann et al., 2014), and at least two other fungal species deserve descriptions of new taxa. Data from the first two years showed that different plant litters are characterized by different macrofungal communities. For example, about 30–40 fungal taxa were identified from ericoid dwarf shrubs, and the number of fungal taxa on different herbaceous bog plants ranged from 6 taxa on *Menyanthes trifoliata* to 24 taxa on *Eriophorum vaginatum*. Some of the fungal taxa are generalists and inhabited different plant litters, while others were specialists and were only collected from a single host plant.

Trees contain up to 10 % of the total biomass in these bogs, and their wood is primarily decomposed by fungi. An investigation of this decomposing wood fungi revealed 49 corticioid, polyporoid, and heterobasidioid basidiomycetes as well as some Discomycetes (Filippova & Zmitrovich, 2014).

Compared to culture techniques for the identification of micromycetes from peat in similar bogs (e.g. Golovchenko et al., 2002), the method of direct observation worked very well in my two bogs. It allowed me to identify a large diversity of fungi from herbaceous plant, *Sphagnum*, and woody litters, consisting mostly of saprotrophic and mycorrhizal fungal taxa. My study is currently in its third year and will undoubtedly reveal additional fungal taxa. In summary, the method of direct observation, on its own or in combination with other methods, greatly improves our understanding of the fungal community structure and the role of fungi in peatland ecosystems.

Acknowledgements: I am grateful to Markus Thormann for his editing work of this text and for fruitful discussions of the subject.

SOUTHERN BOREAL RICH FENS OF KOLATSELKÄ VILLAGE AREA, SOUTHERN PART OF THE REPUBLIC OF KARELIA

Heikkilä Raimo¹, Kuznetsov Oleg², Lindholm Tapio¹.

¹Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland

²Institute of Biology, RAS Karelian Research Center, Petrozavodsk, Russia

The village of Kolatselkä is situated on the northern shore of Tulemajärvi lake. The landforms of this area consist of hill ridges with height from 77 to 133 m a.s.l. and moraine deposits of varying depth. Numerous depressions occupied by mires and lakes also occur. The bedrocks are proterozoic dolomites which have some surface outcrops. Because of them soils and alkaline spring waters feeding the fens have a high pH. The rate of paludification is ca. 20 %, and the prevailing types of mire massifs are Hypnum-herb and forested-herb-moss mires. Also significant areas of paludified forests are present. The mire sites are small, from 1–2 up to 20–30 hectares, and most of them are undisturbed.

Big group of such mires (over 30) were investigated in detail by Finnish botanists K.J. Lounamaa and H. Waris during the summer 1942, and the results were published (Lounamaa, 1961). The flora of mires consisted of 151 species of vascular plants, as well as 46 moss species. A number of rare calcareous habitat species as well as those occurring on the natural distribution area margins are found here, e.g. *Saussurea alpina*, *Myrica gale*, *Ligularia sibirica* and *Bistorta major*. Vegetation tables for rare communities are also published in the Lounamaa monograph.

We have been studying Kolatselkä neighborhood starting from 2001 until today. We re-investigated most of the mire sites described by Lounamaa to find out the changes in flora and vegetation for latest 60–70 years (Кузнецов, Грабовик, 2010; Heikkilä et al., 2007). Also we explored some other mire massifs of the area, including peat stratigraphy studies.

The studies show high stability of rich fens flora and vegetation, but due to the cessation of mowing and grazing some mires have more trees than in the 1940s. The occurrence of most species found on certain mires by Lounamaa is confirmed as well as vegetation structure steadiness. A number of new species not found by Lounamaa (*Carex omskiana*, *C. rhynchophysa*, *C. vesicaria*, *Rhynchospora fusca*, *Juncus stygius*, *Lycopus europaeus*, *Stellaria palustris*) have been found, but some of them are from the mires he had not visited. Currently 180 vascular plant species (more than half of Karelian mire vascular flora) and 53 moss species (about 40 % of Karelian mire bryoflora) have been detected from the sites. Four of them (*Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Myrica gale* and *Rhynchospora fusca*) are listed in the Red Data Book of Russian Federation.

The mires of the area have both lacustrine and terrestrial genesis, the depth of deposits is up to 6–7 meters. A small fen with only 50 m diameter and 5,5 meters peat depth situated on the north shore of Särkijärvi lake is of 12 700 years old (calibrated age) This is the oldest mire of East Fennoscandia (Mäkilä et al., 2014).

The vegetation of mires includes more than 20 associations distinguished by ecological and topological approach with the use of regional ecological species groups (Кузнецов, 2003). Communities of *Molinia caerulea* – *Sphagnum warnstorffii*, *Molinia caerulea* – *Scorpidium cossonii*, *Trichophorum cespitosum* – *Campylium stellatum* associations as well as *Carex panicea* – *Campylium stellatum* and *Carex buxbaumii* – *Scorpidium cossonii* considered to be rare in Karelia, occur on most of the fens investigated and occupy significant ranges. Those communities include numbers of rich fen herbaceous plant and moss species.

CONCEPTUAL MODELS OF GROUNDWATER-RELATED RADIONUCLIDE TRANSPORT IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES OF MIRES

Ikonen Ari¹, Aro Lasse², Mustonen Joni³

¹ Environmental Research and Assessment EnviroCase Ltd., Pori, Finland

² Natural Resources Institute Finland, Parkano, Finland

³ Environmental Research and Assessment EnviroCase Ltd., Pori, Finland

Mires are important in radiological impact assessments of nuclear waste repositories, especially for those located in boreal regions, since they are found in depressions and other wet areas in which groundwater typically discharges. They also accumulate many elements including many of the radionuclides possibly released from the repositories. In the safety cases for such repositories, a sufficient degree of system understanding needs to be demonstrated in addition to the necessarily stylised modelling for the assessment simulations themselves. Both the assessment and the underpinning conceptual models need to consider both the pathways to people and the radiation exposure of plants and animals in the context of relevant long-term environmental changes (typically in the time span of a ten – hundred thousand years).

The link with the groundwater pathway mediating the releases from the repositories to the surface ecosystem depends on, and changes with, the mire succession: In minerotrophic mires with a thin peat layer the link of the releases to the vegetation and food webs is strong. With the development towards an ombrotrophic bog the link, in the broader picture, weakens but accumulation of the released radionuclides in deeper peat layers and their re-release due to subsequent change in environmental conditions (*e.g.*, by taking the area under cultivation) becomes more important. However, also other changes in the hydrology need to be considered, too, especially for the more mobile elements. Gaseous pathways cannot be totally excluded either for all the relevant elements, and the more important role in plant nutrition the element has the more complex its behaviour tends to be.

This contribution outlines conceptual models of initially groundwater-mediated transport of chemical elements as tracers in the cycling of similar indigenous elements, in the context of mire succession.

SUCCESSION OF MIRES AND CHANGING CLIMATE – ARE THERE CONNECTIONS?

Ilomets Mati

Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

There is long-lasting debate about the role of climate change on the development and functioning of mires. Paleorecords taken from peat deposit are studied to find certain proof about the effect of climate change on the mire successional pattern. Commonly the studies are based on thorough analyses of few cores maximum from a couple of mires.

The main aim of the presentation is to analyse successional pattern of mire succession on a regional scale. Here, as a region is taken Estonia. Over 400 mires with present area more than 300 ha that had reached bog stage are considered. Stratigraphy of peat deposits (data obtained from the Estonian Geological Survey) from the deepest section of every bog is taken as a bases for reconstruction of its development. The mires are divided by their genesis into two groups – limno- and topogeneous. Sequential pattern of peat layers with different plant species composition (peat grade) for all bogs considered was subjected to Markov chain analyses. The analyses allows to select the pattern of most frequent sequences of peat grades. This can be understood as common succession pattern in the region.

The results demonstrated that the successional pattern of mires is importantly related with their type of origin (limnogeneous vs topogeneous).

I also gave to every peat grade in the deposit an age value. This allows to speculate about temporal changes in the peat grades over the region. I concluded that the formation limnogeneous mires started some 1500 years later than topogeneous ones. Between 5500 and 4000 BP was the time some 40 % of Estonian mires (with present area over 300 ha) has formed. The bog stage was reached between 3300 and 2000 BP most frequently. I want to discuss about effect of changing climate, development of Baltic Sea and lateral expansion of a mire on the succession mires in Estonia.

CONTINUUM AND DISCRETENESS OF SOUTH URAL MOUNTAIN RICH FEN VEGETATION

Ivchenko Tatiana¹, Znamenskiy Sergey²

¹ Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg, Russia

² Institute of Biology, RAS Karelian Research Center, Petrozavodsk, Russia

The goal of the study is to investigate species composition and community structure of rich fen vegetation of South Ural mountains. To make this we: a) clustered the dataset of fen vegetation from South Ural mountain forest belt, b) defined the ecological peculiarities of each community type by using indicator species groups, c) performed the gradient analysis with interpretation of gradients found.

The data set used in this study based on 115 vegetation plots of opened fen communities (maximal rate of forestation is 0,15–0,20) tabled from 18 mire massifs during 2004–2014 field seasons. Standard plot size is 100 m², however in case of complex communities with mosaic smaller than 100 m² we used relevés framed by natural community borders.

Cluster analysis was carried out with Flexible Beta method, using β value = –0,25 (Lance, Williams, 1967). To calculate the distance matrix we used Sorensen distance. Gradient analysis was made using non-metrical multidimensional scaling (NMS) (Kruskal, Wish, 1978). Interpretation of ecological gradients was performed by environmental values by H. Ellenberg (Ellenberg et al, 1991), E. Landolt (Landolt, 1977), L. Ramensky (Раменский и др, 1956) D. Tsyganov (Цыганов, 1983). Indicator species were found using IndVal (Dufréne, Legendre, 1993) and Φ («Phi») (Tichý, Chitrý, 2006) indexes.

Six groups of vegetation communities were designated by analysis results

Cluster 1 – *Schoenus ferrugineus* + *Carex lasiocarpa* + *C. buxbaumii*-*Campyllum stellatum* + *Scorpidium cossonii* communities. The vegetation of calcareous lowland fens with *Schoenus ferrugineus* is known from Central Europe (Кац, 1948).

Cluster 2 – *Molinia caerulea* + *Carex lasiocarpa* + *C. buxbaumii*-*Campyllum stellatum* + *Scorpidium cossonii* communities. They occupy habitats similar to latest cluster but poorer in water supply.

Cluster 3 – *Betula pubescens*-*Carex lasiocarpa* + *C. buxbaumii*-*Scorpidium cossonii* + *Calliergonella cuspidata* communities. These communities are likely to be distributed in neighboring forest-steppe areas.

Cluster 4 – *Carex lasiocarpa* + *C. diandra*-*Calliergonella cuspidata* + *Drepanocladus polygamus* communities. This environment of this cluster is characterized by group of species of river shores habitats.

Cluster 5 – *Saxifraga hirculus* + *Carex diandra*-*Paludella squarrosa* + *Tomentypnum nitens* and *Carex diandra*-*Sphagnum warnstorffii* + *Tomentypnum nitens* communities developed in immediate vicinity of springs. These are the most wet and cold habitats, having size not more than 150 m in diameter.

Cluster 6 is presented by *Bistorta major*-*Carex diandra*-*Sphagnum warnstorffii* spring fen communities. The indicator species group of this cluster includes forest and bog plant species.

Two main gradients are found in vegetation studied. The first one's eigenvalue is 0,782, the second ones is 0,124. Correlation of ecological values with ordination axes is shown in table 1. Note the significant positive correlation ($p < 0,0001$ here and further, unless other is indicated) of first ordination axis with Soil reaction values (Ellenberg and Landolt «R» and Tsyganov «Rc») and Temperature values (Ellenberg and Landolt «T»). On our opinion the mining of first gradient thus is the influence of spring water having both chemical effect and effect of temperature.

The second ordination axis is positively correlated with Soil moisture ecological values (Ellenberg and Landolt «F», Ramensky «FE» and Tsyganov «Hd»). Thus this gradient is likely to mean the difference in water table level.

The joint ordination of studied vegetation with syntaxa of Europe (Смагин, 2007) and West Siberia (Лапшина, 2010) also shows that the vegetation studied has quite compact and intermediate situation between fens of Europe and Siberia.

The work was supported by RFBR grant 14-04-00362.

ASSESSMENT OF THREATENED MIRE HABITATS IN FINLAND

Kokko Aira, Aapala Kaisu

Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, Finland

The first national assessment of threatened habitat types in Finland was carried out in 2005–2008 (Raunio et al., 2008). The mire expert group defined mires as peat forming habitats and assessed both open and forested mires. The threat assessment of mire habitat types was made on two hierarchical levels, habitat level (mire site types) and habitat complex level (e.g. mire complex types; Kaakinen et al., 2008).

About half of the mire site types and mire habitat complex types were categorized as threatened (Red List Categories CR, EN or VU). Because of more intensive use of mires in southern and central parts of Finland mire habitats are much more threatened regionally in southern Finland (hemi-, southern and middle boreal vegetation zones) than in northern Finland (northern boreal vegetation zone).

Approximately one third of the total land area, about 10,4 million hectares, was originally covered by mires in Finland. Now the area of undrained peatland is about 4 million hectares and most of it is located in northern Finland. In addition to direct habitat loss, extensive use of mires has caused deterioration of the quality of undrained mires. Land use in catchment areas of mires have caused changes in natural hydrology of mires and forest management of forested mires, even undrained ones, has changed the structure of tree stands. Land use has also caused habitat fragmentation and increased isolation of the remaining populations of mire species.

The concept of threatened habitat types and the results of the assessment have been adopted in many national strategies and action plans. The Action plan for improving the state of threatened types in Finland (Ministry of Environment, 2011) was prepared by a working group promoting the implementation and monitoring of the national strategy and action plan for the conservation and sustainable use of biodiversity in Finland. The results of threat assessment have also been used in preparation of a Finnish National Strategy for Mires and Peatlands (Ministry of Agriculture and Forestry, 2011). In 2012 the Finnish government made a decision in principle about the sustainable and responsible use and protection of mires and peatlands.

The results of the assessment are widely used in land use planning, as well as in prioritizing conservation, management and restoration actions. For example best practice guidelines for forest management pay more attention to threatened habitat types than earlier. New steps have been taken to improve the state of mires in Finland, but still many pressures remain and more actions are needed. One of the important steps is the preparation of the new mire conservation programme that started in 2012.

The second assessment of threatened habitat types in Finland will be carried out in 2016–2018. Results will be used e.g. to assess the fulfilment of objectives of The national strategy and action plan for the conservation and sustainable use of biodiversity 2013–2020. The International Union for Conservation of Nature (IUCN) is currently establishing a method and criteria for assessing the status of habitats (Keith et al., 2013). In Finland this new criteria have been tested. The decision on the methodology to be used in the second assessment will be made this year. Some minor revisions to mire classification used in the assessment is under preparation, especially concerning mire habitat complexes.

ORGANIC CARBON COMPOUNDS IN TROPICAL AND BOREAL WOODY PEAT

Könönen Mari¹, Jauhiainen Jyrki¹, Laiho Raija², Limin Suwido³, Vasander Harri¹

¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

² Natural Resources Institute Finland, Parkano, Finland

³ Center for International Cooperation in Sustainable Management of Tropical Peatland, University of Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

Within both tropical and boreal regions woody peat forming mires are located, and in both regions, peat is formed of partly decomposed plant litter. In the boreal spruce dominated swamps, the peat is a mixture of wood, *Sphagnum* mosses and sedges. In tropical peat swamp forests there is very little understory vegetation,

and peat is primarily formed of woody litter from tree litter. Current knowledge concerning peat polyphenol and carbohydrate composition is very limited within both regions. Improved knowledge would increase the understanding of these ecosystems, potentially aiding in predicting effects of land use. In this study we analyzed peat carbon properties of woody peat both tropical and boreal regions.

We had one site at each region. The boreal site, located in Finland, was a minerotrophic spruce dominated undrained swamp. The tropical site, an ombrotrophic *Dipterocarpaceae*-family dominated peat swamp forest, located in Central-Kalimantan, Indonesia. In the boreal region, samples were taken from two pre-set depths (10–15 and 40–45 cm). Due to the larger water level fluctuation at the tropical peat site, samples were taken from three depths (10–15, 40–45 and 80–85 cm). Depths covered mainly aerobic, partly anoxic and always anoxic layers. From each depth three replicates were taken and von Post determined. Samples were dried (70 °C) to determine the dry bulk density (g cm^{-3} , BD). Dry samples were pooled and ground. Concentrations of ash, carbon (C), nitrogen (N), acetone:water solubles (AW), Klason's lignin (KL), acid soluble lignin (ASL), cellulose (CEL), hemicelluloses & urinic acids (HEM) were then analyzed.

Generally, the boreal peat differed from tropical peat in all measured parameters with the exception of the average peat BD (0,12–0,13 gm cm^{-3}). The median of von Post in the tropical site was higher (9) than at the boreal site (5). Boreal woody peat contained less C, AW, KL, and more N, ASL, CEL, and HEM.

This study shows that properties of woody peat composition in tropical and boreal regions differ, most likely due to the differences in plant material forming peat.

DOES FUNCTIONAL DIVERSITY OF BOREAL BOG PLANT SPECIES INCREASE STABILITY OF ECOSYSTEM CARBON SINK FUNCTION?

Korrensalo Aino¹, Hájek Tomáš², Alekseychik Pavel³, Rinne Janne⁴, Vesala Timo³, Tuittila Eeva-Stiina¹

¹School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

²Dept. of Plant Ecology, University of South Bohemia, Czech Republic

³Dept. of Physics, University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁴Dept. of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Helsinki, Finland

Boreal bogs are peatland ecosystems where productivity is limited by low amount of nutrients, mid-summer dry periods and light induced stress. Bog surfaces are mosaics of microforms that vary in their water table level. Although the number of species adapted to these harsh conditions is low species differ greatly in their phenology and growth form. The differences between species in their photosynthetic productivity are likely to have an important role for the stability of bog ecosystem functioning, which has not been studied before.

To quantify the photosynthetic properties and their seasonal variation for different bog plant species we measured photosynthetic parameters and stress related chlorophyll fluorescence of vascular plant and *Sphagnum* moss species in a boreal bog monthly over a growing season. To assess the role of diversity for ecosystem carbon sink function we estimated monthly gross photosynthesis (P_G) of the whole study site based on species level light response of photosynthesis and leaf area development to be compared with a GPP estimate measured by eddy covariance (EC) technique. *Sphagna* in general had lower photosynthesis and chlorophyll fluorescence than vascular plants. P_G of *Sphagna* decreased over the summer but vascular P_G was mostly dependent on leaf area development rather than changes in photosynthetic light response. Photosynthetic productivity of *Sphagna* correlated mostly with their location along water table gradient, which was not the case with vascular plants. The upscaled P_G estimates were extremely well comparable with the GPP estimates measured by EC technique and the role of the species and species groups in ecosystem level P_G differed over the growing season.

METHANE EMISSIONS FROM UNDRAINED, DRAINED AND RESTORED SPRUCE SWAMPS IN SOUTHERN FINLAND

Koskinen Markku¹, Maanavilja Liisa¹, Nieminen Mika², Minkkinen Kari¹, Tuittila Eeva-Stiina³

¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

² Natural Resources Center (LUKE), Vantaa, Finland

³ School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

Drainage of peatlands for forestry has, as a major form of land use in the boreal region, had a big impact on the biodiversity and ecological function of the boreal landscape. Drained peatlands are now being restored in the hope of bringing the ecosystems closer to their natural state.

Drainage affects the methane (CH₄) dynamics of a peatland, suppressing methanogenesis and promoting methanotrophy by increasing the aerobic top peat layer. Thus CH₄ emissions often cease and in some cases ecosystems are turned into small sinks of CH₄. Successful restoration would mean restoration of not only the macrobiota but also the microbiota and thus the CH₄ dynamics of a restored site should resemble that of an undrained site.

We used the closed dynamic chamber method with discrete gas samples to estimate CH₄ fluxes on two undrained and drained and three restored Norway spruce (*Picea abies*) -dominated swamps in Southern Finland. The drained and restored sites had been drained between the 1960's and 1980's, and the restored sites had been restored in the early 2000's. The measurements were conducted in 2012, and thus the restoration measures had been conducted ~10 years prior to our measurements. Water table levels on the restored sites were on average as high or higher than on the undrained sites. Thus restoration had been successful from a narrow hydrological perspective.

Our results indicated that whereas undrained and drained spruce mires are small sources and occasionally small sinks for CH₄, the restored sites were occasionally large sources for CH₄, up to 400 mg CH₄ m⁻² d⁻¹. Large CH₄ emissions had previously not been detected on restored spruce mires. Chemical peat characteristics and vegetation did not explain the differences in CH₄ dynamics.

Unevenness of the soil surface due to drainage-induced peat subsidence and the holes left by falling trees is a difference between the undrained and restored sites. Combined with the changes in water conductivity in the top peat layer after drainage this could cause anoxic conditions near the surface that are not present in undrained sites, suppressing methanotrophy and thus possibly explaining the large CH₄ fluxes from the restored sites.

Hydrological restoration success should be assessed by not only the water table level but also the small-scale movement of water on the site. Further studies are required to assess the true reason behind the large CH₄ fluxes from the restored sites.

RESPONSES OF BOREAL PEATLAND PROCESSES TO FREEZE-THAW CYCLES

Küttim Martin^{1,2}, Hofsommer Maaik L.³, Signarbieux Constant^{4,7}, Jassey Vincent E.J.^{4,7}, Robroek Bjorn J.M.^{4,7}, Ilomets Mati¹, Laine Anna M.⁵, Lamentowicz Mariusz⁶, Buttler Alexandre⁴, Mills Robert T.E.^{4,7}

¹ Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

² Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Tallinn, Estonia

³ Institute of Environmental Biology, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands

⁴ Ecological Systems Laboratory, School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, Switzerland

⁵ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁶ Laboratory of Wetland Ecology and Monitoring, Department of Biogeography and Paleoecology, Adam Mickiewicz University in Poznan, Poznan, Poland

⁷ Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Lausanne, Switzerland

Winter is observably the season most affected by climate change in Northern Europe, where decreasing snow cover favours freeze-thaw cycles (FTC) in ecosystems. While the effects of summer warming on peatland ecosystems have been heavily studied, the effects of winter changes such as increased FTC's are less understood. This is remarkable as peatland ecosystems are generally found in regions where winter conditions historically supported a more or less continuous snow cover. As peatlands store vast quantities of carbon, understanding the effects of decreasing snow cover on carbon-related processes is crucial. Here, we studied the effect of FTC's on carbon uptake and release in peatlands, focusing on peatmos ecophysiological proxies (photosynthetic capacity and chlorophyll content) and belowground (microbial) processes (respiration and enzymatic activity). We extracted mesosoms from Männikjärve bog, a raised bog in Central Estonia (N 58° 52'; E 26° 14'), which were then subjected to FTC's in controlled conditions. Our results indicate an overall impeding effect of FTC's on soil respiration, *Sphagnum* photosynthesis and enzymatic processes. While the respiration rates fluctuated throughout the experimental period, its overall decrease related significantly to decreased soil temperature in the course of the freeze-thaw treatment. Despite the clear reduction of *Sphagnum* photosynthetic capacity under FTC's compared to control conditions, the differences in chlorophyll content were not relevant comparing the samples before and after the treatment. In comparison with the control treatment, the β -glucosidase and phosphatase enzymatic activities decreased by 50 % and 30 %, respectively, in the FTC treatment, while alanine did not. These results therefore indicate that more frequent FTC's are decreasing decomposition processes leading to a decrease of respiration. This may consequently reflect in the reduced primary production and affect the carbon cycle of the peatlands as well. Overall our results show that decreasing snow cover is likely to largely impact carbon-related processes in peatlands, both carbon uptake and release.

THE ANNUAL AND WINTER GROWTH OF SOME *SPHAGNUM* SPECIES IN ESTONIAN BOG

Küttim Martin ^{1,2}, Umbleja Liisa ^{1,2}, Ilomets Mati ¹, Laine Anna M. ³

¹ Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

² Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Tallinn, Estonia

³ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

Sphagnum mosses are the main species in the bog ecosystem that through their primary production accumulate carbon and contribute to the peat formation. While some measurements of the annual growth of *Sphagna* exist (e.g. Ilomets 1988; Lindholm 1990), the seasonal growth patterns, including winter growth, have not had much attention. Although boreal plants are generally regarded dormant during the winter, mosses are usually more freezing tolerant than tracheophytes. Therefore we studied, how the growth of *Sphagnum* mosses is seasonally distributed and do they grow during the winter period.

The linear increment of three *Sphagnum* species (*S.angustifolium*, *S.fuscum*, *S.magellanicum*) was measured by the cranked wire method at Männikjärve raised bog in Central Estonia (N 58° 52'; E 26° 14'; altitude 77 m asl). To quantify both the annual and seasonal growth, measurements were implemented in mid-April 2014, early October 2014, mid-November 2014 (prior to the first snow), and early April 2015 (after the thaw).

The preliminary results indicate the highest annual linear increment values of *S.angustifolium* (36±13 mm), followed by *S.magellanicum* (31±8 mm) and *S.fuscum* (27±12 mm). The increment of *S.fuscum* was slightly higher in the marginal bog forest, whereas *S.magellanicum* has higher values on the open bog. *S.angustifolium* was only found in the bog forest. The measurements revealed a significant increment during the winter period that was 36±9 % from the annual growth of *S.angustifolium*, 29±13 % of *S.magellanicum*, and 32±11 % of *S.fuscum*. The share of autumnal growth (Oct-Nov) was in average comparable with the winter increment, giving together higher growth values than during the summer.

Our results confirm that the cool and moist conditions of hemiboreal winter provide suitable environment for the *Sphagnum* growth in bog habitats. Presumably the lack of roots and the one cell-layer thick leaves ensure the physiological mobility/plasticity that enable the growth during the winter. The temperature and humidity conditions in October and November seem to be optimal for the *Sphagnum* growth, as the increment gain per time unit is maximal.

VARIATION OF ABUNDANCE OF INVERTEBRATES IN ESTONIAN BOGS

Kuusemets Valdo, Liivamägi Ave, Kask Kadri

Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estonia

We studied the abundance and structure of communities of invertebrates in 20 bogs in Estonia. From the edge of the bogs transects were established towards the centre of the bog were the observation points were situating 5–10m, 25 m, 50 m, 100 m, 250 m and 500 m from the ditch bordering the bog. In every point, we investigated invertebrates once in June, July and August during 2012–2015. The invertebrates were collected with sweep nets by sweeping 100 times on the surface of grass and brush. In addition, the pitfall traps were used to determine the invertebrates moving on the ground. All invertebrates caught were determined to the genus or order and some specific individuals to the species. At the same time the detailed study of environmental conditions, peat thickness and type, plant cover, water level fluctuations etc were made at the same points (look the presentation by Paal et al at the same conference).

In general, the abundance and the constitution of invertebrates communities was related to the environmental conditions. The highest abundance was shown by *Formicidae*, *Araneae*, *Coleoptera* and *Brachycera* that are usually not dominating taxonomic ranks in the dry habitats. The best relation with environmental conditions were found between *Formicidae* and *Araneae* with plant cover and with minimum water level in the mire. The abundance of invertebrates degreased rather fast from the edge of the bogs together with the rise of humidity in the mires. In addition, some species were found as indicator species to show the quality of the bogs. One such species was *Agonum ericeti* that is typical species for the bogs in Estonia.

ENHANCING REFORESTATION IN DEGRADED TROPICAL PEATLANDS

Lampela Maija, Jauhiainen Jyrki, Vasander Harri

Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland

Tropical peatlands of Southeast Asia are great terrestrial carbon stores and major hot spots of biodiversity. Main tropical peat ecosystem is peat swamp forest (PSF), a rain forest on top of up to 20 m deep peat. Currently peat swamp forests are converted to plantations and agriculture with breathtaking pace. Aside from conservation, also active restoration is needed on destroyed areas. Our work searches practical and affordable techniques for reforestation of degraded peatlands. Our study site was clear-felled open, drained and several times burnt deep peat area in the so-called Ex-Mega Rice area in Central Kalimantan, Indonesia. We chose five native PSF tree species (*Shorea balangeran*, *Dyera polyphylla*, *Alstonia pneumatophora*, *Dacryodes rostrata* and *Campnosperma squamatum*) known to have potential for reforestation. Seed material acquired from local forests was grown in a field nursery. At the age of 6–11 months seedlings were planted in the field in three blocks characterized by differing wetness conditions. We used three treatments: weeding (3 intensities), mounding and fertilizing, and their combinations to study the best practices to enhance seedling success. Growth and mortality of the seedlings and environmental variables (water table, temperature, light) were monitored for two years. Effects of treatments and environmental variables on the growth and mortality rates were tested with mixed-effect models. We conclude that of the three treatments, fertilizing had most clear positive effect both on growth and mortality in tested species whereas mounding decreased mortality but the effects on growth were not clear. Weeding had slight positive effect both on growth and survival in most cases. Of the environmental variables water table position was the most influential but the sensitivity of the species to water table fluctuations varied substantially. When labor and material costs are taken into account, our results can derive species-specific best option for reforestation scheme for these five species on degraded tropical peatlands.

ASSESSMENT OF FOREST MACHINERY IMPACT ON FORESTRY-DRAINED PEATLANDS

Lepilin Dmitrii¹, Tuittila Eeva-Stiina¹, Uusitalo Jori², Laiho Raija², Fritze Hannu², Kimura Bryn²

¹ School of Forest Sciences, Faculty of Science and Forestry, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

² Natural Resources Institute Finland, Helsinki, Finland

Forestry-drained peatlands occupy 5,7 million ha (Turunen, 2008) and represent almost one fourth of the total forest surface in Finland. In comparison to mineral soil there is still lack of knowledge of environmental impact done by harvesting technics and particularly heavy machinery employed for harvesting on sensitive peat soils. However, timber harvesting has potential to cause detrimental levels of peat soil disturbances such as soil compaction, rutting and organic matter removal through trafficking with heavy machinery. To evaluate changes caused by forest harvesting with machinery in peat soil's physical properties, microbial biomass, microbial community structure we compared plots in 1 month old (class I), 3–4 years old (class II) and 14–15 years old (class III) thinnings, where harvesting operations were performed by commonly employed Harvester and Forwarder, with control plots unaffected by machinery traffic and located on the same sites. Soil samples were collected to a depth of 15 cm and subsequently analyzed in laboratory with use of standard procedures for determination of soil physical properties, and chloroform fumigation method and phospholipid fatty acid (PLFA) method for determination of soil microbial biomass and microbial community structure respectively. The study demonstrates that harvesting operations with heavy machinery significantly increased the bulk density of peat soil in the machines' trails. Also the analysis indicated that machinery traffic caused a shift in microbial community structure of impacted peat soil. The CO₂ production in the machine trails on the young sites increased in comparison to control plots. Dissolved organic carbon showed a decreasing trend with increased machine traffic.

RECOVERY OF ECOSYSTEM STRUCTURE AND FUNCTION IN RESTORED BOREAL SPRUCE SWAMP FORESTS

Maanavilja Liisa¹, Aapala Kaisu², Kangas Laura³, Picek Tomas⁴, Laiho Raija⁵, Mehtätalo Lauri⁶, Tuittila Eeva-Stiina⁶

¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland

² Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland

³ Michigan Technological University, Houghton, USA

⁴ University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

⁵ Natural Resources Institute Finland, Parkano, Finland

⁶ School of Forest Sciences, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

Drainage to increase timber production has drastically decreased the area of undrained spruce swamp forests in northern Europe. In restoration by rewetting, drainage ditches are blocked to restore the original hydrology and, ultimately, the structure, function and ecosystem services of undrained boreal spruce swamp forests. This study quantifies the restoration success of rewetting regarding plant community composition, moss community carbon assimilation potential, *Sphagnum* biomass production and surface peat biogeochemistry, and aims to determine the main controls of success. The study sites comprised 18 rewetted, nine undrained and nine drained spruce swamp forests in southern Finland, complemented by sites in the Šumava Mountains, Czech Republic. Drainage had taken place decades prior; the rewetted sites varied in their rewetting age from 1 to 15 years.

The results show that rewetting has to raise the water table above a threshold to initiate any changes in the drained ecosystem. If the threshold is crossed, the changes that occur will be rapid. Two strands of development emerged throughout the different components of the ecosystem: development towards the undrained reference state and development towards a new direction, different from both the undrained and the drained state. Rewetting created favourable conditions for *Sphagnum* photosynthesis. *Sphagnum* mosses recovered in cover and biomass production rapidly. The new growth started the accumulation of the porous surface

organic matter layer characteristic of mires, which increased microbial decomposition activity in the surface organic layer towards undrained levels. Meanwhile, rewetting applied on the compacted, physicochemically altered peat created wet, unstable hydrological conditions, which increased the cover of opportunistic plant species in the understory and caused high NH_4 mobilization and CH_4 production in the surface organic layer. Demanding spruce swamp forest species were lacking at the rewetted sites, but rewetting was successful in restoring the common species and directing the ecosystem towards mire-like functioning.

PALAEOECOLOGICAL INVESTIGATION OF PALSA BOG DEPOSITS IN FLOOD PLAIN OF HEIGE-YAHA RIVER (NORTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA)

Magur Maria¹, Blyakharchuk Tatiana², Blyakharchuk Pavel²

¹ Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk, Russia

² Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

Genesis of palsa bogs in the north of West Siberia till now is not quite clear because of uneven rate of peat accumulation in different sections, caused by specific local conditions during the Holocene caused by different factors. With aim to clarify this question a peat section from palsa bog located in flood plain of Heige-Yaha River near terrace of Nadym River (65°18'56"N, 72°52'27"E) was investigated by palaeoecological methods. In current ground vegetation of frozen palsa dominate different species of lichens with separate spots of *Sphagnum* moss. Dwarf shrubs with sparse trees of *Pinus sibirica* and *Larix sibirica* dominate in wood-shrub floor of vegetation.

A core of frozen peat sediments thickness 631 cm have been excavated and sub sampled in 1–5 cm thick samples according to genetic horizons. (105 samples in common). A pure peat composes upper 600 cm part of core. Lake's sediments with heavy decomposed remnants of water macrophytes and sand lies under the peat. Below 631 cm to about 1000 cm is located homogeneous lakes sapropel.

Dynamic of vegetation cover was reconstructed with use of complex palaeoecological methods: macrofossil analysis of peat (Кац и др., 1977; Домбровская и др., 1959), spore-pollen analysis (Куприянова, 1969; Куприянова, Алехин, 1972, 1978; Moore et al., 1997), visual assessment of organic decomposition (Тюремнов, 1976) and determining of peat humification by ACCROLELM method (Chambers et al., 2011). For paleoecological reconstructions a method of standard ecological scales of L.G. Ramenski (Раменский и др., 1956; Лапшина, 1995; Прокопьев, 2001; Бабешина, 2002) was applied to macrofossil data. Chronology of peat accumulation was established basing on 6 conventional radiocarbon dates, gained in CCU SB RAS «Geochronology of Cenozoic» by L.A. Orlova

Peat accumulation in study site started about 7000 yrs. BP. Rate of peat accumulation during this time was highly variable. The upper most radiocarbon data at the depth 80 cm from surface of bog appeared rather old – 3450 ± 65 yrs. BP. Basing on data of performed palaeoecological analyses 5 stages in formation of frozen bulgy bog have been allocated, among which during first four stages the bog was mostly thawed and the last stage marks accumulation of perennially frozen peat deposits. The history of mire can be reconstructed by following way. About 8000 yrs. BP a flood plain oxbow lake became shallow enough for swamping to start. Second stage in development of wetland started about 7000 yrs. BP, when it turned to eutrophic mire were accumulated peat of eutrophic plants. The third stage started about 6450 yrs. BP reflects transition of mire to oligotrophic (ombrotrophic) stage of development with oligotrophic plant assemblages existed in condition of unstable water supply and marked by alternation of plant assemblages of hydromesophytic and subhydrophytic ecological groups. Repeating alternation of layers of peat formed by remnants of dwarf shrubs, *Eryophorum* and *Sphagnum balticum* points to formation of ridge-hollow complex of fourth stage in development of bog, which started about 5350 yrs. BP. Beginning of final stage in development of bog is marked by sharp change of subhydrophytic plant assemblages by xerophytic plant assemblages with *Sphagnum fuscum* forming vegetation cover of current frozen bulgy peat bogs. This transition took place about 4450 yrs. BP, which coincides with findings of E.Ya. Muldiyarov et al. (2001) for area located in 350 km south of study site. Before final freezing of peat bog there were three episodes marked by layers of dwarf shrubs, *Eriophorum* and *Carex juncella* remnants, overlapped by *Sphagnum magellanicum* peat.

Such pattern evidences about possible repeated freezing and thawing of peat bog. The following spreading of *S. magellanicum* each time marks the new deep freezing after thermocarst stage. Such succession is supported by observation in current vegetation cover of frozen bulky peat bogs (Кирпотин и др., 1995, 2003).

The obtained palaeoecological data allowed us to conclude that study frozen palsa bog turned to ombrotrophic stage of development about 6450 yrs. BP, and formation of frozen palsa on study bog was similar with those more southern bogs (about 4450 yrs. BP) described by E. Ya Muldiyarov with coauthors (2001).

IMPACT OF DRAINAGE ON MIXOTROPHIC GRASS MIRES IN ESTONIA

Paal Jaanus¹, Kull Ain²

¹ Department of Botany, Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, Estonia

² Department of Geography, Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, Estonia

The extent of the drainage impact was studied in five mixotrophic/transition mires along the hydrosquence. Dependency of different variables of vegetation structure on environmental variables was analysed by the multiple regression analysis (StatSoft Inc., 2005). The most principal variables determining the vegetation structure and environmental conditions demonstrate a striking gradient driven by minimal water level in peat layer and by variables tightly correlated with it (dry matter content in peat and total-N content in soil). When the minimal water level is higher than – 50 cm, a rapid increase of *Sphagnum* spp. and moss layer coverage is induced. The same can be observed by the percentage of bog-specific species, where increase is especially noticeable when the minimal water level is higher than -25 cm. Another obvious gradient is distance-conditioned: it is directed from the sampling areas situated nearby the cutoff ditch towards areas located in the central part of mires. With the minimal water level, the log-distance is correlated modestly (Spearman $\rho = 0,41$) and the draw-down effect of the cutoff ditch subsides about at the 310 meters. The summed trees girth and height, and the tree layer closure decrease rapidly up to a distance of 200 m from the cutoff ditch. A negative impact of the cutoff ditch on the tree layer canopy coverage and the average height estimated by the LIDAR data can be followed up to 400 m and 350 m, respectively. The number of shrub stems and the sum of their height starts to increase at the distance of 16 m and continues to grow up to 400 m from the cutoff ditch. The percentage of bog-specific species increases up to the distance of 100 m, whilst the percentage of fen-specific species begins to decrease remarkably at the distance about 200 m from the cutoff ditch. The distance factor is also well correlated with several other ecologically important variables, e.g. the content of dry matter in peat is decreasing continuously in every sampling area when moving farther from the cutoff ditch; peat water saturation with dissolved O₂ and total-N content in peat starts do decline about 40 m from the cutoff ditch, etc.

CUT-AWAY PEATLAND REUSE DECISION MAKING USING MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS

Padur Kadi

Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Tallinn, Estonia

In Estonia there are more than 9000 hectares of abandoned milled peatlands that need to be rehabilitated for sustainable development of land use. According to Estonian Republic Earth's Crust Act the land-owner must rehabilitate these areas. Most of them are located in the lands belonging to the state and under the agreement between Estonia and the European Union abandoned cut-away peatlands will be rehabilitated over the next few decades. Peatland rehabilitation decisions made so far rely largely on a limited knowledge-base with unestablished methodologies; thus the decision-making process needs a significant improvement.

This study aims to develop a model for optimal decision making of cut-away peatland reuse using a multi-criteria decision analysis. Created decision model has two steps: decision tree, which uses restrictive criteria to evaluate the suitability of reuse alternatives in various situations and its outcome is implementable rehabilitation alternatives in a given area, and ELECTRE I matrix, where weighted criteria compare reuse alternatives in order to determine the best option for the milled peatland. Identifying important environmen-

tal, social and economic criteria, which assess alternatives suitability for achieving the goal, is required. The list of criteria is referred from the previous legislation and literature. In order to compare and rank the alternatives, weighted comparison criteria, which are systemized in value tree, are developed in cooperation with stakeholders. In the survey stakeholders evaluated the importance of these criteria and assessed how important different stakeholders opinions are; every stakeholder's opinion is different and weighted accordingly. A weighted average method is used to assign the weight to each criterion.

In the study four restrictive criteria identified: area being under natural protection, possibilities to raise up water table, thickness of residual peat layer and presence of organic sediments under peat layer. Nineteen environmental (area-specific and ecosystem services criteria), economic and social weighted comparison criteria has been identified also and the survey results shows that all of these criteria are important for the optimal decision making of cut-away peatland. However the most important criterion for the stakeholders is biodiversity, but the price of reuse alternative implementation is crucial as well. It is a practical model, which is ready to apply in the real life situations.

THE MIRES OF THE ITALIAN ALPS IN COMPARISON WITH THE MIRES OF NORTHERN EUROPE

Pedrotti Franco

Department of Botany and Ecology, University of Camerino, Camerino, Italy

The southern side of the central Alps (Italy) is formed by mountainous territory between 100 and 3769 m, furrowed by valleys. Because of the geomorphology, mires develop only in particular conditions: 1) basins of glacial origin; 2) basins of alluvial origin; 3) slopes and saddles; 4) high plains; 5) valley bottoms. Regarding the flora, there are some species such as *Hammarbya paludosa*, *Lycopodiella inundata*, *Scheuchzeria palustris*, *Andromeda polifolia*, *Rhynchospora alba*, *R. fusca*, *Carex pauciflora*, *Oxycoccus oxycoccus*, *Carex buxbaumii*, *Carex hartmannii*, *Liparis loeselii*, and *Drosera intermedia*, all very rare, noted only in 1 - 20 locations. Other species are more widespread: *Trichophorum caespitosum*, *T. alpinum*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex goodenowii*, *C. davalliana*, *Vaccinium microcarpum*, and *Drosera rotundifolia*. *Betula nana* disappeared from the southern slope of the Alps at the end of the postglacial period (Marchesoni, 1947). There are 29 species of the *Sphagnum* genus in all the Alps, 27 of which are in the central Alps (Cortini Pedrotti, 2001). The vegetation belongs to the following classes: *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*, *Oxycocco-Sphagnetetea*, *Utricularietea intermedio-minoris*, *Phragmiti-Magnocaricetea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Alnetea glutinosae*, and *Vaccinio-Piceetea*. Among the rarer associations, the following are of particular note: *Sphagno girgensohnii-Piceetum*, *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Thelypteridi-Alnetum glutinosae*, *Caricetum lasiocarpae*, and *Scorpidio-Utricularietum*. The mires belong to the following types: 1) flat mires, on the slopes of the valleys with surfacing water and on the Alpine passes, with *Caricetum fuscae*, *C. davalliana*, *C. frigidae*; 2) transition mires, in lacustrine basins in the process of filling up, with *Caricetum lasiocarpae*; 3) high mires, non existent; one can find cushions of sphagnums (*Sphagnum magellanicum*, *S. fuscum*) of the *Oxycocco-Sphagnetetea* class distributed in a mosaic pattern in the low mires and the transition mires, which form plant complexes above all with *Caricetum fuscae*; 4) wooded mires (on the high plains), very few exemplars are known with *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*, and *Molinio coeruleae-Pinetum sylvestris*.

On the basis of this information, it can be said that the mires of the central Alps are small and isolated from each other. There are no vast peaty areas comparable to those of the plains of central-northern Europe, there are no high mires, and the flora is much poorer in species.

VEGETATION MAPPING IN MIRES OF THE CENTRAL ALPS (ITALY)

Pedrotti Franco

Department of Botany and Ecology, University of Camerino, Camerino, Italy

The mires of the central Alps (Italy) are of small dimensions; one of the largest is the Fivé mire, which is 1,500 m long and 500 m wide. Maps of (real) vegetation are detailed phytosociological maps on a

large scale. The surveys were done with aerial photographs, transects and measurements with theodolites. The vegetation units are mapped with areas and symbols according to the dimensions. The description of some maps follows:

Vedes, 1490 m, a glacial basin with porphyritic substratum, transition mire with two small residual lakes and floating meadow; 1: 4,000; *Sphagnetum magellanicum*, *Rhynchosporium albae*, *Caricetum limosae*, *Pino mugo-Sphagnetum*, *Betuletum pubescentis* s.l.

Laghestel, 906 m, a glacial basin, porphyritic substratum, transition mire with a small residual lake and floating meadow; 1: 2,880; *Rhynchosporium albae*, *Caricetum lasiocarpae*, *Carici elatae-Alnetum glutinosae*, *Molinio coeruleae-Pinetum sylvestris*; three maps were produced in three successive years (1976, 1994, 2001) to verify the changes produced by eutrophication, with the disappearance of *Caricetum lasiocarpae* and the formation of a vast *Phragmitetum*;

Levico, 440 m, a lake formed by glacial carving and obstruction, alluvial deposits; there are floating meadows and swampy forests; 1: 2,880; *Myriophyllo-Nupharetum*, *Caricetum lasiocarpae*, *Thelypteridi-Phragmitetum*, *Thelypteridi-Alnetum glutinosae*;

Fiavé, 646 m, a basin formed by glaciers and morrain obstruction, with a small residual lake; 1: 2,280; *C. rostratae*, *Equisetetum limosi*, *Trichophoretum alpini*, *Gentiano-Molinietum*, *Salicetum cinereae*; occurrence of *Salix pentandra*;

Loppio, 230 m, basin formed by morrain and alluvial obstruction, carbonate substratum; on the shores of the lake there are some banks of peat from 20 to 130 cm deep; 1: 2,880; *Mariscetum serrati*, *Thelypteridi-Phragmitetum*, *Salicetum cinereae*;

Le Regole, 1234 m, glacial basin, carbonate substratum; 1: 2.500; the mire is partly wooded; *Schoenetum ferruginei*, *Molinio coeruleae-Pinetum sylvestris*;

Le Grave, 861 m, glacial basin, porphyritic substratum with eocenic limestones; 1: 2.880; *Caricetum diandrae*, *C. elatae*, *C. davalliana*, *Scorpidio-Utricularietum minoris*, *Scorpidio-Caricetum limosae*, *Schoenetum ferruginei*, *Mariscetum serrati*, *Selino-Molinietum*;

Other mires: **Lomasona** (*Sphagnetum magellanicum*), **Folgaria** (*Caricetum rostratae*, *Equisetetum limosi*), **Pezzabosco** (*Sphagno girgensohnii-Piceetum*), **Serraia** (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*; occurrence of *Salix pentandra*) and **Pudro** (the biggest floating meadows with *Caricetum lasiocarpae* of Central Alps) mires.

PALUDICULTURE – SUSTAINABLE UTILIZATION OF REWETTED PEATLANDS WITH EXAMPLES FROM RUSSIA, BELARUS AND BEYOND

Peters Jan, Haberl Andreas, Wichtmann Wendelin

Michael Succow Foundation for the Protection of Nature, Partner in the Greifswald Mire Centre, Greifswald, Germany

Paludiculture, the wet land use of peatlands, is a sustainable way of using peatlands as it conserves peat deposits prevents peat fires, reduces greenhouse gas emissions, and additionally ecosystem services like biodiversity, water purification, and flood control. Several pilot projects showed the advantages in comparison to conventional drainage-based peatland agriculture and forestry or abandonment of cut-over extraction sites. Good examples of paludiculture are the wet cultivation of common reed (*Phragmites australis*) on rewetted fen peatlands as a bioenergy crop or raw material for construction. On rewetted peat bogs peat moss (*Sphagnum*) farming can provide raw material to substitute peat substrates as growing media in horticulture.

The presentation focuses on best-practice case studies from projects in Russia (in the frame of the project 'Restoring Peatlands in Russia – for fire prevention and climate change mitigation') and Belarus (in the frame of the project 'Wetland Energy') dealing with the establishment and management of reeds, harvesting techniques, processing and marketing of reed biomass for pellets and briquettes. The preliminary findings and consequences from these projects are supplemented by experiences from various projects in Germany and other countries to show the general practical feasibility of paludiculture and its potentials for peatland rewetting and conservation. Finally, future developments and further needs are identified.

BRYOPHYTE GROWTH AND NITROGEN ADDITION FOR MILLED PEATLAND RESTORATION

Purre Anna-Helena

Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Tallinn, Estonia

Availability of potassium, phosphorus, and nitrogen is prerequisite to plant growth. These nutrients can be a limiting factor jointly or separately for bryophyte recolonization in abandoned milled peatlands, but previous studies have evaluated mostly the fertilization impacts of phosphorus, not nitrogen or potassium, on bryophyte growth. The main aim of the study is to evaluate the extent to which nitrogen fertilizers - ammonium nitrate and urea - affect bryophytes growth on revegetated milled peatlands both in the field and lab.

Field experiment was set up in 2006 by the Mire Research Group at the Institute of Ecology, Tallinn University. The field site in Northern Estonia was restored using the method developed and applied in North America (Rocheffort et al., 2003). Ammonium nitrate and urea, both 5 kg N ha⁻¹ were applied in the experimental plots; some plots were left unfertilized as control. Bryophyte samples in the field experiment were collected three times from 2011 to 2014. Bryophyte samples were collected in December 2015 from Viru bog, which is situated in the Northern Estonia. In the lab, *Sphagnum* spp. (*S. fuscum*, *S. rubellum*, *S. angustifolium*, *S. magellanicum*) and *Polytrichum strictum* samples were kept in growth chamber; ammonium nitrate and urea were applied in two levels (2,5 kg N ha⁻¹, and 5 kg N ha⁻¹). Some samples were left unfertilized as control. Chlorophyll fluorescence was measured three times (biweekly) during the lab experiment. Lab experiment was carried out in spring 2015.

In the field experiment, urea fertilization resulted with higher bryophyte biomass (4,6 g dm⁻²) than those (4,4 g dm⁻²) in the control plots and those (4,1 g dm⁻²) with additional ammonium nitrate. Biomass of *Sphagnum* spp. and *P. strictum* was lowest with ammonium nitrate fertilization and highest with urea fertilization. In the lab experiment the ratio of variable fluorescence to maximal fluorescence (Fv/Fm) was highest with low (2,5 kg N ha⁻¹) ammonium nitrate fertilization; low Fv/Fm ratios were observed in the control and with high (5 kg N ha⁻¹) urea fertilization. Various species reacted differently to fertilization; the Fv/Fm ratio of *S. rubellum* was lowest in the control but highest with the other treatments. Nitrogen fertilization had little effect on the Fv/Fm ratio of *P. strictum*.

Peatland restoration is important but its cost is high. Therefore it is necessary to use best practices to maximize the success rate. Further studies are necessary to evaluate the impacts on bryophyte colonization of N, P and K fertilization together or separately in the field and lab to optimize restoration activities.

RESTORATION OF MOSS CARPET ON A CALCAREOUS SPRING FEN IN ESTONIA

Sepp Kairi, Ilomets Mati, Truus Laimdota, Pajula Raimo

Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

Calcareous tufa-forming spring fens are one of the most valuable and endangered mire types worldwide. The composition and distribution of plant cover (vascular plants and bryophytes) is mainly determined by three factors: continuously deposited tufa, high water level and limited nutrient status for the growth of plants. Mosses are reliable indicators, and thus considered ecologically important constituents in plant cover. However, re-establishment of the moss layer is a challenging task. *Scorpidium scorpioides* and *Campyllum stellatum* are most common moss species in Ca-rich spring fens in Estonia; still these two species have slightly different ecological demands and tolerance.

In our 5-year-long fertilization experiment we investigated the effect of N and P addition on the growth and distribution of the two moss species (*S. scorpioides* and *C. stellatum*). In 2010 we started with the field experiment on weakly drained Paraspõllu fen in Northern Estonia. Experimental area belongs to *Molinia caerulea* – *Schoenus ferrugineus* plant assemblage (Ilomets et al., 2010). We removed *Molinia* tussocks and set up 3 experimental blocks with slightly different water level. Every experimental block contained 5 treatment levels.

On the fourth year of the experiment the production of *S. scorpioides* and *C. stellatum* was highest in low P treated plots (1,0 g P m⁻²a⁻¹). On high P treated plots (3,5 g P m⁻²a⁻¹) the moss growth had depressing tendency. However, P conducted to the establishment of other fen moss species which constituted over half of the total productivity of mosses on P treated plots after 4 years. We registered 10 other fen moss species in addition but the dominant species was *Bryum pseudotriquetrum*. N treatment had no significant effect on moss growth. However, *S. scorpioides* seems to be more tolerable to N addition than *C. stellatum*. Our results indicate that growth of the moss species in tufa-forming fens is limited by phosphorus and thus facilitated by the low concentration of P addition. High P concentrations however conduce to the production of other fen moss species which may depress the growth of *S. scorpioides* and *C. stellatum*.

AFFORESTATION OF BOG MARGINAL AREAS IN ESTONIA AS A RESULT OF BORDER AREA DRAINAGE

Truus Laimdota, Ilomets Mati, Pajula Raimo, Sepp Kairi

Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

History of bog drainage in Estonia goes back to the 17th century but was intensive in the 19th century. In 1950s the most part of bogs were surrounded by deep ditches aimed to ameliorate surrounding fen and paludified sites. In 1970–1980s the amelioration systems completed. The long-term result of decreasing water level is that commonly open bog margins started to afforest. The expansion of secondary forests towards the bog centre upward on the marginal slope result in the exchange of *Sphagnum* dominated communities with the forest mosses which leads to the loss in peat accumulation function.

We hypothesise that the secondary marginal forest has important self-drainage abilities and can expand upward to the open part of a bog.

We analysed drainage history and forest growth of 30 bog margins all over Estonia using software (*MapInfo* 11.0). The topographical maps taken from Estonian Landboard from 1920–1930s, 1940s, 1960s, 1970–1980s, and the orthophotos from 2002, 2005 and 2013 were used. The bogs selected for analyse have simple structure – consisted in one bog centre, with area from 7 to 1890 ha (mean 300 ha); the smallest ones are typical for SE-Estonia and the biggest ones for SW-Estonia.

Nowadays, 73 % of the bog border is surrounded by ditches. Great parts of bog marginal fen sites are drained for agriculture, transitional mire for forestry, and bog margins have been used for peat excavating. The purposes for drainage of bog surrounding areas have been predominately forestry (ca 50 %), followed by peat mining (14 %) and agriculture (11 % of the bog bordering area).

Ditching was mostly finished by the 1980s, but forest coverage increase accelerated at some 15–20 years afterwards. Firstly developed sparse pine forests similar to the natural bog forests grow denser and higher. That leads to loss of the mire landscapes in quite huge areas and worsens conditions of the bogs even on protected areas.

SPATIAL DISTRIBUTION OF DIATOM ASSEMBLAGES IN ESTONIAN BOGS

Umbleja Liisa^{1,2}, Küttim Martin^{1,2}, Puusepp Liisa¹, Sugita Shinya¹

¹ Institute of Ecology, Tallinn University, Tallinn, Estonia

² Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Tallinn, Estonia

Shallow inundated surfaces of mires are ideal habitats for diatoms. Diatoms (algae of the division Bacillariophyta) have well-preserved siliceous cell walls and many species have well defined narrow optima for a broad range of environmental variables (e.g. salinity, nutrients, water quality, pH, conductivity, water level). Although diatoms are widely used bioindicators to describe environmental conditions in many aquatic ecosystems, little is known about the distribution, composition and autecology of diatoms in mires. The abundance of bogs in Estonia offers a good opportunity to explore the variability of the spatial distribution of diatoms and factors influencing it. The present study focuses on (1) the comparison of modern

diatom diversity and spatial distribution in hemiboreal ombrotrophic bogs, and (2) the assessment of the extent to which environmental parameters (i.e. water table, electric conductivity, pH, moisture, and shading) are affecting the composition of diatoms. The variation in spatial distribution of diatom assemblages was examined according to different ecotopes (ridge-pool, ridge-hollow, wooded and ditches) in bogs in relation to different microhabitat types (hummocks, depressions, lawns, hollows, pools). Herein we studied diatoms on *Sphagnum* mosses collected in May 2014. Total of 206 diatom species from 86 sites within 3 bogs were registered. Two genera, *Gomphonema* and *Eunotia*, contained the highest number of species found in the sample set (21 and 19 species, respectively). The most widespread and abundant species are typical bog-inhabiting acidophilic taxa, such as *Eunotia paludosa*, *Kobayasiella parasubtilissima* and *E. bilunaris*. In most samples the diatom assemblages are characterized by only a few dominant species; the counts of other species are low. Multivariate analyses highlighted moisture, shading and pH as the main factors influencing the diatom assemblages. Electrical conductivity does not appear to be a major factor affecting the diatom composition. Multivariate analyses also show that the spatial distribution of diatom assemblages in bogs can be distinguished by microhabitats and different ecotopes. Those preliminary results indicate that diatom assemblages in bogs have a great potential to be used as bioindicators, and to improve the understanding of the autecology of mire diatoms.

PAST CHANGES IN COASTAL MIRE ENVIRONMENT IN ESTONIA BASED ON DIATOM AND GEOCHEMICAL (XRF) RECORDS

Umbleja Liisa^{1,2}, Puusepp Liisa¹, Marzecova Agata^{1,2}, Sugita Shinya¹

¹ Institute of Ecology, Tallinn University, Estonia

² Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University, Estonia

Coastal ecosystems are vulnerable to extreme events, such as strong storms, that create large surges and saltwater inundation. Sediments from coastal mires and lakes/lagoons preserve valuable information on the past changes in those extreme events and hydrology, providing insights into the future of coastal ecosystems in view of human-induced climate changes. Using peat cores from Tihu bog on Hiiumaa Island, Estonia, this study aims to track the past changes in salinity and moisture of the bog from diatom records in sediments, to trace geochemical elements in sediments that track the changes of the sources of minerogenic materials, and to evaluate the extent to which these two approaches complement each other for estimating the past occurrences and impacts of those extreme events on the coastal bog development.

Diatom records have been used for reconstruction of the past dynamics of aquatic ecosystems; however, little is known about impacts of those extreme events on the composition of modern and fossil diatoms in coastal mires. This study also uses X-ray fluorescence (XRF) spectrometry, a proven technique for investigation of geochemical composition of sediments. Although XRF spectrometry has been previously applied on organic-rich matrices such as peat, several important methodological limitations still remain. Using diatom and XRF analyses together we evaluate the applicability of these approaches for describing past environmental changes over the last 4000 years.

The preliminary results from diatom analyses show a clear trend of the mire development over the last 4000 years. Diatom records indicate that moisture and pH of the mire has fluctuated through time but that salinity has not changed significantly even though some brackish/marine diatom species are found from some peat samples. In addition, remains of phytoliths and chrysophyte cysts found in sediments suggest significant fluctuations of water table and changes in local vegetation on the mire. Those records suggest that the mire development has been mostly influenced by local hydrological conditions but not affected strongly by extreme events along the coast. The XRF analysis reveals: (1) significant changes in mineral-forming elements (Al, K and Ti), indicating changes in minerogenic matter supply through time partly by strong storms and large surges, (2) increase in Pb in the upper parts of sediments, suggesting atmospheric deposition of Pb in the recent past, and (3) the presence of non-metals (Br, P and S), likely derived from plant tissues in peat. All those preliminary results considered, a combination of diatom and XRF analyses improves the understanding and interpretation of changes in environmental conditions, such as deflation of minerogenic matter, changes in pH and moisture conditions. Therefore provide an important clue for the patterns and mechanisms of the coastal mire development.

A FUTURE SHIFT FROM MOSS TO TREE DOMINATED SYSTEMS IN BOREAL MIRES CAUSED BY POSITIVE SHRUB-TREE INTERACTIONS?!

Vasander Harri¹, Holmgren Milena², Lin Ching-Yen ², Murillo Julian ², Nieuwenhuis Annelies², Penninkhof Joyce², Sanders Natasja², van Bart Thomas ², van Veen Huib ², Vollebregt Marlies E.², Limpens Juul²

¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland

² Wageningen University, The Netherlands

Boreal ecosystems are warming roughly twice as fast as the global average, resulting in woody expansion that could further speed up climate warming. Facilitative effects of shrubs and trees on the establishment of new individuals could increase tree cover with profound consequences for the structure and functioning of boreal mires, carbon sequestration and climate.

We conducted two field experiments in mires near Hyytiälä Forestry Station, southern Finland to assess the mechanisms that explain tree seedling recruitment and to estimate the strength of positive feedbacks between shrubs and trees. We planted seeds and seedlings of *Pinus sylvestris* in microsites with contrasting water tables and woody cover and manipulated both shrub canopy and root competition. We monitored seedling emergence, growth and survival for up to four growing seasons and assessed how seedling responses related to abiotic and biotic conditions.

We found tree recruitment to be more successful in drier topographical microsites with deeper water tables. On these hummocks, shrubs have both positive and negative effects on tree seedling establishment. Shrub cover improved tree seedling condition, growth and survival during the warmest growing season. In turn, higher tree basal area correlates positively with soil nutrient availability, shrub biomass and abundance of tree juveniles.

Our results suggest that shrubs facilitate tree colonization in mires which further increases shrub growth. These facilitative effects seem to be stronger under warmer conditions suggesting that a higher frequency of warmer and dry summers may lead to stronger positive interactions between shrubs and trees that could eventually facilitate a shift from moss to tree dominated systems.

RIBBED FENS ON THE MAP OF RUSSIA

Yurkovskaya Tatiana

Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg, Russia

The analysis and interpretation of space images have confirmed the pan-boreal distribution of ribbed fens (aapa mires).

In Russia they occur in forest tundra, northern and middle taiga, and they distribute from the western border of Russia to the Pacific Coast. In the north they overlap with palsa mires, whereas in the south they alternate by the range of raised bogs.

Since A.K. Cajander (1913), who first described this type of mire massifs and Yu. D. Zinserling, first discovered them in Russia (1929, 1932), we got some achievements in the study of their flora, vegetation, peat deposits and paleogeography.

Nevertheless geography of ribbed fens is poorly studied and their mapping needs to be done particularly. A reason for such situation is subjective. Firstly, it can be explain by the existing tradition to use the regional and local classifications that exclude the term “aapa” mire from their vocabulary. Secondly, there is a lack of scientific communications between mire specialists studying this mire type in different regions. I mean the investigations done by some geobotanists and the mire researchers involved in vegetation mapping. The situation with soil mapping is even worse. Soil researchers use to consider all ridge-hollow mires as raised bogs. Therefore the ribbed fens having ridge-hollow and ridge-pool complexes were classified as the raised bog type.

R.M. Morozova can be mentioned as a pioneer who made the soil map for Karelia. Soils of ribbed fens were recognized and mapped as transitional type. From my point of view she was absolutely right as the

upper soil layers of ribbed fens are formed by transitional peats. However this progressive opinion was not taken into a view when making the National Soil Atlas of the Russian Federation (2011).

It is well known that the picture detail depends on the map scale. The small-scale vegetation maps of Russia and certain regions made during the last decades of XX century include mires as well and they are shown with satisfactory level of scientific knowledge. But the detail large-scale mapping on topologic level is almost missing. V. B. Sochava wrote that existence of vegetation map and a scientific level of mapping indicates «maturity» of geobotany itself. This statement is true for all scientific disciplines dealing with thematic cartography. Large and medium scale mapping is broad field for research activity. Detail mapping is necessary used in nature conservation issues, particularly when organizing the specially protected areas, making different kind of expertise, preparing environment impact assessment. Scientific value of mapping for research purposes including full understanding of mire structure and functioning has to be emphasized.

Main peculiarities of ribbed fens, different scale maps, aerial photos and space images will be shown in the presentation. A goal of the oral speech – is to draw attention to a phenomenon of ribbed fens and existing need of their deep and comprehensive study over the boreal territories of Russia.

УГРОЗЫ И РИСКИ ДЛЯ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»

THREATS AND RISKS FOR WETLANDS OF PASVIK NATURE RESERVE

Поликарпова Н.В. / Polikarpova Natalia

Государственный природный заповедник «Пасвик», п. Раякоски, Мурманская область, Россия

В настоящее время насущной проблемой по управлению трансграничными водными бассейнами в Мурманской области становится сохранение водно-болотных угодий региона Пасвик-Инари как условие экологической безопасности и сохранение эталонной природной площадки в Арктике. В российской части пограничной реки Паз расположен заповедник «Пасвик». На реке действует каскад из 7 ГЭС (5 российские, 2 норвежские).

Одной из угроз для водно-болотных угодий заповедника служит изменение уровня воды вследствие регулирования ГЭС. Согласно Положению о заповеднике и федеральному закону «Об ООПТ» от 1995 г. № 33-ФЗ, изменение гидрорежима на ООПТ является нарушением и негативно сказывается на состоянии болотных экосистем и водных ресурсов. На р. Паз имеет место заболачивание ее рукава – р. Мениккайоки (включая зарастание водной растительностью и водорослями), по всему бассейну в разные сроки идет затопление берегов, уничтожение гнезд птиц и икры рыб, механическое перемешивание вод и влияние на водную и околосредовую растительность. Водосбросы, производимые в период нереста и гнездования, приводят к сокращению численности птиц, рыбных запасов, кормовой базы. Заметны подмывы и обрушение берегов ряда островов на реке Паз (Летопись природы, 2003; Поликарпова, Макарова, 2006). Отдаленные последствия на состояние болотных экосистем в целом, флору водорослей и сосудистых растений скажутся в дальнейшем. Вопрос нуждается в серьезном изучении.

Международный проект «Trilateral Cooperation on Environmental Challenges in the Joint Border Area» (ТЕС, КО370, 2013–2015) не дал ожидаемых заповедником результатов, т. к. основной фокус внимания был направлен на воздушное загрязнение. Программа мониторинга требует явного пересмотра. В этой связи заповедник «Пасвик» инициирует следующие предложения:

1. Разработка и реализация международной программы экологического мониторинга влияния регулирования реки Паз. Создание и установка международной станции на территории заповедника, основными направлениями работы которой может стать мониторинг:

– динамики болотных комплексов Трехстороннего парка «Пасвик-Инари» и окрестностей (уровень вод, испарение, изменение углеродного баланса, состояние мерзлотных линз и их таяние в связи с климатическими изменениями).

– по программе ICP-Waters: гидрохимический, гидробиологический, контроль степени и характера береговой эрозии.

– биоразнообразия и численности обитателей водно-болотных угодий: флоры (водорослей, мохообразных, сосудистых растений, лишайников) и фауны (беспозвоночных, рыб, водных и околоводных птиц, млекопитающих, в т. ч. состояния популяций чужеродных видов – ондатры *Ondatra zibethicus* и американской норки *Mustela vison* (Катаев и др., 2012) и редкого аборигенного вида – выдры *Lutra lutra*), изучение их экологии и реакции на регулирование.

2. Сотрудничество с гидроэнергетическими предприятиями для планирования водосбросов. Прогнозирование рисков и реакции биоты на регулирование, подготовка Трехстороннего Экологического паспорта реки Паз.

3. Заключение международного соглашения о сотрудничестве, включающего вопросы совместного управления общей природой и содействие реализации экологической политики гидроэнергетических компаний и особо охраняемых природных территорий на границе России, Норвегии и Финляндии.

Предложения разработаны в рамках Меморандума о взаимопонимании по Зеленому поясу Фенноскандии, Рамсарской Конвенции о водно-болотных угодьях, Рабочей программы Российско-Норвежской Межправительственной комиссии по охране окружающей среды на 2013–2015 гг. и Программы работы Российско-Финляндской рабочей группы по охране природы на 2013–2015 гг.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

INDEX OF AUTHORS

Авагян К.Г.	47	–
Ананьев В.А.	10	ananyev@krc.karelia.ru
Антипин В.К.	11, 27	antipin@krc.karelia.ru, avk-krc@yandex.ru
Архипова М.В.	61	–
Ахметова Г.В.	12	akhmetova@krc.karelia.ru
Бабешко К.В.	13, 51, 78	fytark@yandex.ru
Бабиков Б.В.	14	subota_m@mail.ru
Бикбаев И.Г.	15	ilnur.bikbaev.90@mail.ru
Богданова Л.С.	16	lidun80@mail.ru
Бойчук М.А.	17	boychuk@krc.karelia.ru
Болондинский В.К.	17	bolond@krc.karelia.ru
Варгот Е.В.	28	–
Велисевич С.Н.	81	–
Венецианов Е.В.	72	eugeny.venetsianov@gmail.com
Веретенникова Е.Э.	18	lena2701@yandex.ru;
Викторов А.С.	61	–
Вишнякова Е.К.	19	zhenya1579@rambler.ru
Войтехов М.Я.	20	Mihail-Voytehov@yandex.ru.
Волкова Е.М.	21, 58	convallaria@mail.ru
Волкова О.А.	60	centaurea57@yandex.ru
Вомперский С.Э.	25	root@ilan.ras.ru
Гаврилов В.Н.	22	gavrilov@krc.karelia.ru
Галанина О.В.	7, 23	OGalanina@binran.ru
Гашкова Л.П.	24	Gashkova-lp@rambler.ru
Глухова Т.В.	25	–
Головацкая Е.А.	26	golovatskaya@imces.ru
Гончарова Н.Н.	54	–
Грабовик С.И.	27	grabovik@bio.krc.karelia.ru
Гренадерова А.В.	66	grenaderova-anna@mail.ru
Гришуткин О.Г.	28	grog5445@yandex.ru
Груммо Д.Г.	29, 30, 34	zm.hrummo@gmail.com
Дацюк В.В.	31	vdacuk@ukr.net
Денисенков В.П.	23, 44	–
Дубровская Л.И.	32	dubrli@sibmail.com
Дучко М.А.	67, 68	maria.duchko@gmail.com
Дьяконов К.Н.	77	diakonov.geofak@mail.ru
Дюкарев Е.А.	18	egor@imces.ru
Жилинский Д.Ю.	34	–
Загирова С.В.	33	zagirova@ib.komisc.ru
Заров Е.А.	62	zarov.evgen@yandex.ru.
Зверев А.В.	61, 62	–
Зеленкевич Н.А.	34	zeliankevich_nat@mail.ru
Игнашов П.А.	35, 57	paul.ignashov@gmail.com
Инишева Л.И.	36	agroecol@yandex.ru
Исаченко Г.А.	37	greg.isachenko@gmail.com
Кадычагов П.Б.	67, 68	–
Калашников А.Ю.	62	x_kalash@mail.ru.
Канцерова Л.В.	38	kancerova.L@mail.ru
Карпечко Ю.В.	39	karp@nwpi.krc.karelia.ru
Кириллова М.Е.	24	–
Климин М.А.	40	m_klimin@bk.ru
Коломыцев В.А.	41, 42	victor.kolomytsev@gmail.com
Копотева Т.А.	43	kopoteva@ivep.as.khb.ru
Копцева Е.М.	56	ekopteva@hotmail.com
Корнеенкова Н.Ю.	44	ntkorn87@gmail.com
Корнатов Н.Г.	45, 71	coronat@mail.ru

Косых Н.П.	71	–
Кочергина А.Г.	56	annaandvalentina@mail.ru
Кравченко А.В.	46	alex.kravchen@mail.ru
Красильников Н.А.	47	–
Кузнецов Д.Д.	44	–
Кузнецов О.Л. / Kuznetsov Oleg	7, 9, 47, 57, 82, 87	kuznetsov@krc.karelia.ru
Куприянов Д.А.	58	–
Купцова В.А.	49	victoria@ivep.as.khb.ru
Курьина И.В.	50	klimirin@sibmail.com
Кутенков С.А.	51, 82	effort@krc.karelia.ru
Лапшина Е.Д.	62	–
Ларина Г.В.	36	knh@gasu.ru
Лиханова И.А.	56	likhanova@ib.komisc.ru
Лукашева М.В.	54	–
Мазей Ю.А.	13, 51, 78	yurimazei@mail.ru
Максимов А.И.	52	maksimov_tolya@mail.ru
Маргынченко В.Б.	15, 53	vasmar@anrb.ru
Мигловец М.Н.	54	miglovets@ib.komisc.ru
Минаева Т.Ю.	55, 56	tatiana.minaeva@wetlands.org
Мироненко И.В.	58	–
Миронов В.Л.	35, 57, 58	vict.mironoff@yandex.ru
Михайлов О.А.	33	–
Моисейчик Е.В.	34	–
Никонова Л.Г.	26	–
Новенко Е.Ю.	58	lenanov@mail.ru
Носкова М.Г.	59	maria.noskova@mail.ru
Носова М.Б.	60	mashanosova@mail.ru
Орлов Т.В.	61, 62	tim.orlov@gmail.com
Панченко Е.Г.	61	–
Плюснин С.Н.	56	sergius-plusnin@yandex.ru
Покровский О.С.	82	oleg@get.obs-mip.fr
Поликарпова Н.В.	104	polikarpova-pasvik@yandex.ru
Политова Н.В.	82	politova@ocean.ru
Полякова В.В.	63	v.v.p.i53@bk.ru
Порохина Л.В.	36	–
Потапова Н.К.	64	n.k.potapova@ibpc.ysn.ru
Прейс Ю.И.	68	preisyui@rambler.ru
Придача В.Б.	65	pridacha@krc.karelia.ru
Родионов А.И.	57	–
Родионова А.Б.	66	rodionovaab@yandex.ru
Русецкий С.Г.	30	–
Рязанцев П.А.	57	–
Садков С.А.	61, 62	–
Сазонова Т.А.	65	–
Сапелко Т.В.	44	–
Северова Е.Э.	60	elena.severova@mail.ru
Сергиенко Л.А.	56	saltmarsh@mail.ru
Серебренникова О.В.	67, 68	ovs49@yahoo.com, ol.serebrennikova2012@yandex.ru
Синюткина А.А.	69	ankalaeva@yandex.ru
Сирин А.А.	55	sirin@ilan.ras.ru
Смагин В.А.	59, 70	amgalan@list.ru
Созинов О.В.	34	ledum@list.ru
Степанова В.А.	45, 71	verastep1985@rambler.ru
Стрельникова Е.Б.	67, 68	–
Тарбаева В.М.	72	tarbaeva@yandex.ru
Токарев П.Н.	12	–
Усова Л.И.	73	usova.gidrolog@mail.ru
Филимонова Л.В.	75	filimonovaluda@mail.ru
Филиппов Д.А.	23, 59, 76, 82	philippov_d@mail.ru
Филиппов И.В.	62	–

Хандогина С.	32	–
Харанжевская Ю.А.	76	kharan@yandex.ru
Харитонова Т.И.	77	kharito2010@gmail.com
Цыганов А.Н.	13, 51, 58, 78	andrey.tsyganov@bk.ru
Чаков В.В.	49, 79	Chakov@ivep.as.khb.ru
Чередниченко О.В.	56	sciapoda@mail.ru
Чернова Н.А.	80, 81	naitina@rambler.ru
Шевченко В.П.	82	vshevch@ocean.ru
Шурыгин С.Г.	8358	serges3000@yandex.ru
Щанов В.В.	54	–
Ющенко С.В.	47	–
Aapala Kaisu	90, 95	kaisu.aapala@ymparisto.fi
Alekseychik Pavel	91	pavel.alekseychik@helsinki.fi
Aro Lasse	84, 88	aro@luke.fi
Blyakharchuk Pavel	96	–
Blyakharchuk Tatiana	96	tarun5@rambler.ru
Bricheva Svetlana	85	svebrich@gmail.com
Buttler Alexandre	92	–
Filippova Nina	86	n_filippova@ugrasu.ru
Fritze Hannu	95	–
Haberl Andreas	99	andreas.haberl@succow-stiftung.de
Hájek Tomáš	91	tomas.hajek@prf.jcu.cz
Heikkilä Raimo	9, 87	raimo.heikkila@ymparisto.fi
Hofsommer Maaike L.	92	–
Holmgren Milena	103	–
Ikonen Ari	84, 88	ari.ikonen@envirocase.fi
Ilomets Mati	88, 92, 93, 100, 101	mati.ilomets@tlu.ee
Ivchenko Tatiana	89	ivchenkotat@mail.ru
Jassey Vincent E.J.	92	–
Jauhiainen Jyrki	90, 94	jyrki.jauhiainen@helsinki.fi
Kangas Laura	95	–
Kask Kadri	94	kadri.kask@emu.ee
Kimura Bryn	95	–
Kokko Aira	90	aira.kokko@ymparisto.fi
Korrensalo Aino	91	aino.korrensalo@uef.fi
Koskinen Markku	92	markku.koskinen@helsinki.fi
Kull Ain	97	ain.kull@ut.ee
Kuusemets Valdo	94	valdo.kuusemets@emu.ee
Könönen Mari	90	mari.kononen@helsinki.fi
Küttim Martin	92, 93, 101	kyttim@tlu.ee
Laiho Raja	90, 95	–
Laine Anna M.	92, 93	–
Lamentowicz Mariusz	92	–
Lampela Maija	94	maija.lampela@helsinki.fi
Lepilin Dmitrii	95	dmitrii.lepilin@uef.fi
Liivamägi Ave	94	ave.liivamagi@emu.ee
Limin Suwido	90	–
Limpens Juul	103	–
Lin Ching-Yen	103	–
Lindholm Tapio	9, 87	tapio.lindholm@ymparisto.fi
Maanavilja Liisa	92, 95	liisa.maanavilja@helsinki.fi
Magur Maria	96	rubzova@rambler.ru
Marzecova Agata	102	–
Matasov Viktor	85	–
Mehtätalo Lauri	95	–
Mills Robert T.E.	92	–
Minkkinen Kari	92	kari.minkkinen@helsinki.fi
Murillo Julian	103	–
Mustonen Joni	84, 88	joni.mustonen@envirocase.fi
Nieminen Mika	92	Mika.nieminen@luke.fi

Nieuwenhuis Annelies	103	–
Paal Jaanus	97	jaanus.paal@ut.ee
Padur Kadi	97	kadi.padur@gmail.com
Pajula Raimo	100, 101	ayreon@tlu.ee
Pedrotti Franco	98	franco.pedrotti@unicam.it
Penninkhof Joyce	103	–
Peters Jan	99	jan.peters@succow-stiftung.de
Picek Tomas	95	–
Purre Anna-Helena	100	annahela@tlu.ee
Puusepp Liisa	101, 102	–
Rinne Janne	91	janne.rinne@helsinki.fi
Robroek Bjorn J.M.	92	–
Salminen Pekka	9	–
Sanders Natasja	103	–
Sepp Kairi	100, 101	kairi.sepp@tlu.ee
Shilov Pavel	85	–
Signarbieux Constant	92	–
Sugita Shinya	101, 102	–
Truus Laimdota	100, 101	laimi@tlu.ee
Tuittila Eeva-Stiina	91, 92, 95	eeva-stiina.tuittila@uef.fi
Umbleja Liisa	93, 101, 102	liisa.umbleja@tlu.ee
Uusitalo Jori	95	jori.uusitalo@metla.fi
van Bart Thomas	103	–
van Veen Huib	103	–
Vasander Harri	90, 94, 103	harri.vasander@helsinki.fi
Vesala Timo	91	timo.vesala@helsinki.fi
Vollebregt Marlies E.	103	–
Wichtmann Wendelin	99	wendelin.wichtmann@succow-stiftung.de
Yurkovskaya Tatiana	103	yurkovskaya@hotmail.ru
Znamenskiy Sergey	89	seznam@krc.karelia.ru

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Предисловие	5
Foreword	6
Татьяна Корнельевна Юрковская (к 85–летию со дня рождения). Tatiana Yurkovskaya 85 years	7
Rauno Ruuhijärvi 85 years	9
Ананьев В.А. Формирование продуктивных ельников на осушенных низинных болотах. Productive spruce stands establishment on drained fens	10
Антипин В.К. Картирование болотных участков национального парка «Водлозерский». Mapping of mire sites of the «Vodlozersky» National Park	11
Ахметова Г.В., Токарев П.Н. Использование ГИС «Болота Карелии» для коррекции и обновления электронной почвенной карты региона. Application of the «Mires of Karelia» GIS for corrections and updating of digital soil map of the region	12
Бабешко К.В., Цыганов А.Н., Мазей Ю.А. Количественная реконструкция гидрологического режима верхового болота в Голоцене по данным ризоподного анализа. Quantitative reconstruction of hydroserial change in a peatland during the Holocene based on testate Amoeba analysis	13
Бабиков Б.В. Гидрологическая роль лесов на осушенных болотах. Hydrological importance of forests on drained mire lands	14
Бикбаев И.Г., Мартыненко В.Б. О Гетеротрофных болотах Башкирского Предуралья. On the heterotrophic mires in Bashkir Cis-Ural	15
Богданова Л.С. Заболачивание вырубков. Clearcuts paludification	16
Бойчук М.А. Бриофлора болот заповедника «Пасвик» и его охранной зоны (Мурманская область, Россия). Mire bryoflora of the «Pasvik» Strict Nature Reserve and its buffer zone (Murmansk region, Russia)	17
Болондинский В.К. Сезонные изменения фотосинтетической продуктивности <i>Pinus sylvestris</i> , произрастающей на болоте. Seasonal variations of photosynthetic efficiency of <i>Pinus sylvestris</i> , growing on a bog.	17
Веретенникова Е.Э., Дюкарев Е.А. Эмиссия метана с различных болотных экосистем Западной Сибири. Methane emission from various mire ecosystems of West Siberia.....	18
Вишнякова Е.К. Потери макроэлементов при разложении сфагновых мхов. Macroelement losses during <i>Sphagnum</i> mosses decomposition.....	19
Войтехов М. Я. К вопросу о минеральном питании сфагновых болот. On the problem of <i>Sphagnum</i> bogs mineral nutrition.....	20
Волкова Е.М. Типы болот Среднерусской возвышенности. Mire types of Central Russian upland	21
Гаврилов В.Н. Особенности лесоразведения в условиях осушаемых болот Карелии. Peculiarities of silviculture on drained mires of Karelia.....	22
Галанина О.В., Филиппов Д.А., Денисенков В.П. Болота правобережья среднего течения реки Пинега (Архангельская область). Mires of the right bank of Pinega river (Arkhangelsk region)	23
Гашкова Л.П., Кириллова М.Е. Накопление тяжелых металлов болотными растениями различных экологических групп по отношению к освещенности. Heavy metals accumulation in mire plants of different ecological groups in relation to light conditions	24
Глухова Т.В., Вомперский С.Э. Запасы и скорости накопления углерода в органогенных минеральных и торфяных почвах. Carbon stores and accumulation rates in mineral organogenic and peat soils	25
Головацкая Е.А., Никонова Л.Г. Процесс разложения сфагновых мхов в олиготрофных болотах. <i>Sphagnum</i> mosses decomposition processes in oligotrophic bogs	26

Грабовик С.И., Антипин В.К. Тенденции динамики годичного прироста сфагновых мхов на болотах южной Карелии. Dynamic trends of annual increment growth of <i>Sphagnum</i> mosses on the mires of southern Karelia	27
Гришуткин О.Г., Варгот Е.В. Флора и растительность некоторых болот окрестностей г. Тамбов. Flora and vegetation of mires in the vicinities of Tambov city	28
Груммо Д.Г. К вопросу стоимостной оценки биологического разнообразия и экосистемных услуг водно-болотных угодий. The issue of evaluation methodology for biodiversity and ecosystem services of wetlands	29
Груммо Д.Г., Русецкий С.Г. Опыт мониторинга пожароопасной ситуации на торфяных болотах по данным космической съемки высокого разрешения. Experience in monitoring of potential fire hazard in peat bogs according high resolution space imagery	30
Дацюк В.В. Болота Волынской возвышенности (Украина). Mires of Volyn upland (Ukraine)....	31
Дубровская Л.И., Хандогина С. Оценка элементов водного баланса заболоченного водосбора реки Чузик (Западная Сибирь). Assessment of water balance elements on Chuzik river (Western Siberia) paludified basin	32
Загирова С.В., Михайлов О.А. Межгодовая вариабельность вертикальных потоков диоксида углерода на мезоолиготрофном болоте среднетаежной подзоны. Interannual variability of carbon dioxide fluxes in the meso-oligotrophic mire of middle taiga subzone	33
Зеленкевич Н.А., Груммо Д.Г., Созинов О.В., Мойсейчик Е.В., Жилинский Д.Ю. Уникальный лесоболотный комплекс Белорусского Полесья «Морочно» (характеристика фиторазнообразия и вопросы охраны). Unique forest-mire complex of Belarusian Polesie «Morochno» (phytodiversity characteristics and protection)	34
Игнашов П.А., Миронов В.Л. Разнообразие растительных сообществ болот Вешкельской ледораздельной аккумулятивной возвышенности (Карелия). Mire vegetation communities diversity on the Veshkelskaya glacial accumulative height (Karelia)	35
Инишева Л.И., Ларина Г.В., Порохина Е.В. Болота Горного Алтая и их использование. Mires of Mountain Altai and their use	36
Исаченко Г.А. Многолетние последствия осушения болот в ландшафтах Северо-Запада Европейской России. Long-term consequences of peatlands drainage in landscapes of the North West of European Russia	37
Канцерова Л.В. Формирование растительности на придорожных подтопленных участках Карелии. Vegetation establishment on flooded roadside habitats in Karelia	38
Карпечко Ю.В. Приток грунтовых вод к низинному болоту. Underground water Inflow to a fen	39
Климин М.А. Пигментные комплексы и пигментные профили торфяных отложений. Pigment complexes and pigment profiles of peat deposits	40
Коломыцев В.А. Влияние болотообразовательного процесса на фрагментацию лесного покрова. Influence of paludification process on fragmentation of forest cover	41
Коломыцев В.А. Влияние ландшафтных и зональных условий на потенциальную энергию заболачивания. Influence of landscape and geographical zone conditions on potential paludification power	42
Копотева Т.А. Восстановление мохового яруса после пожара на мезотрофном торфяном болоте в Приамурье. Post-fire moss layer recovery on mesotrophic peat mire in Outer Manchuria	43
Корнеевская Н.Ю., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Денисенков В.П. Процессы преобразования озерной экосистемы в болотную на примере озера Берестового на Карельском перешейке. Transformation of lake ecosystem to mire ecosystem process at the example of Berestovoye lake, Karelian isthmus	44
Корнатовая Н.Г., Степанова В.А. Надземная и подземная продуктивность соснового древостоя на ряме болотного комплекса «Мухрино». Aboveground and belowground productivity of pine stand on the raised bog of «Muhrino» mire complex	45
Кравченко А.В. Болота заповедника «Пасвик» – средоточие редких и охраняемых в Мурманской области видов сосудистых растений. Mires of «Pasvik» Strict Nature Reserve as a focus ecosystem for rare and redlisted vascular plants in Murmansk region	46

Красильников Н.А., Ющенко С.В., Авагян К.Г. Зональные особенности характеристик торфов осушаемых верховых болот. Zonal peculiarities of peat characteristics of drained raised bogs	47
Кузнецов О.Л. Основные результаты исследований Карельской школы болотоведения. The main results of Karelian mire science school investigations	47
Купцова В.А., Чаков В.В. Особенности формирования видового состава сфагновых мхов на олиготрофных болотах северной части материкового побережья Татарского пролива. Peculiarities of <i>Sphagnum</i> species composition establishment on oligotrophic bogs in northern coast mainland of the Tatar strait	49
Курьина И.В. Сообщества раковинных амёб в мезоевтрофных болотных местообитаниях Западной Сибири. Testate Amoebae communities in meso-eutrophic mires of Western Siberia	50
Кутенков С.А. Изменение растительности болотных лесов Восточной Фенноскандии на широтном градиенте. Changes of forested mires vegetation in Eastern Fennoscandia along latitudinal gradient	51
Мазей Ю.А., Бабешко К.В., Цыганов А.Н. Видовое разнообразие и структура сообществ сфагнобионтных раковинных амёб в болотных экосистемах. Species diversity and assemblage composition of sphagnum-dwelling testate amoebae in peatland ecosystems	51
Максимов А.И. Обзор <i>Sphagnaceae</i> (<i>Bryophyta</i>) России: некоторые итоги и перспективы изучения. The review of <i>Sphagnaceae</i> (<i>Bryophyta</i>) in Russia, results and study perspectives	52
Мартыненко В.Б. Болота степной и лесостепной зон Республики Башкортостан. Mires of steppe and forest steppe zones of the Republic of Bashkortostan	53
Мигловец М.Н., Гончарова Н.Н., Щанов В.В., Лукашева М.В. Эмиссия метана с поверхности крупнобугристого торфяника крайнесеверной тайги. Methane emission from the surface of palsamire of extreme northern taiga	54
Минаева Т.Ю., Сирин А.А. Экосистемные функции и услуги торфяных болот: возможности оценки и проблемы типологии объектов рассмотрения. Peatland ecosystem functions and services: assessment capabilities and typological problems of evaluation objects	55
Минаева Т.Ю., Чередниченко О.В., Плюснин С.Н., Сергиенко Л.А., Лиханова И.А., Кочергина А.Г., Копцева Е.М. К проблеме выделения видов-индикаторов восстановления нарушенных экосистем болот на примере Большеземельской тундры. Plant species as indicators for the ecological processes in course of the restoration of permafrost peatlands	56
Мионов В.Л., Рязанцев П.А., Родионов А.И., Игнашов П.А., Кузнецов О.Л. Исследование структуры торфяной залежи верхового болота методом георадиолокации. The studies of bog peat deposits structure using ground penetrating radar technique	57
Новенко Е.Ю., Цыганов А.Н., Волкова Е.М., Мироненко И.В., Куприянов Д.А. Реконструкция динамики растительности и климата юго-восточной Мещеры в голоцене по данным палеоботанического и ризоподного анализа торфяных отложений болота Новоалександровское. Holocene landscape and climate reconstruction for the South-East Meshera lowlands by paleobotanical and testate <i>Amoeba</i> data from peat deposits of Novoalexandrovskoye mire	58
Носкова М.Г., Смагин В.А., Филиппов Д.А. Болота Вологодской части Вепсской возвышенности. The mires of Veps upland part within Vologda region	59
Носова М.Б., Северова Е.Э., Волкова О.А. Динамика растительности Полистово-Ловатской болотной системы (Псковская область) за последние 5000 лет. 5000-years vegetation dynamics in Polistovo-Lovat' mire system (Pskov region)	60
Орлов Т.В., Архипова М.В., Викторов А.С., Зверев А.В., Панченко Е.Г., Садков С.А. Параметризация вероятностной модели грядово-мочажинных структур на верховых болотах (на примере болотных массивов Беломоро-Кулойского плато). Parametrization of stochastic model of the spatial structure of ridge-hollow bogs (White sea-Kuloy plateau case study)	61
Орлов Т.В., Садков С.А., Калашников А.Ю., Заров Е.А., Филиппов И.В., Зверев А.В., Лапшина Е.Д. Подходы к картированию минерального дна болота и некоторых особенностей вертикальной структуры торфяной залежи с помощью георадарного профилирования (на примере стационара Мухрино). Approaches to bog bottom mapping and vertical structure of peat deposit using ground penetrating radar («Muhirino» field station case study)	62

Полякова В.В. Водный режим заболоченной и не заболоченной частей парка Санкт-Петербургского лесотехнического университета. Water regime of paludified and non-paludified areas of the park of Saint-Petersburg Forest Technical University	63
Потапова Н.К. Сравнительный анализ сообществ кровососущих комаров (<i>Diptera, Culicidae</i>) заболоченных земель центральной Якутии и Европейского Севера России. Comparative analysis of Mosquitoes communities (<i>Diptera, Culicidae</i>) in paludified lands of Central Yakutia and the European North of Russia	64
Придача В.Б., Сазонова Т.А. Влияние гидролесомелиорации на водный и минеральный статус хвойных растений. Effects of silvicultural operations on the water and mineral status of coniferous plants	65
Родионова А.Б., Гренадерова А.В. Генезис и палеоэкология Пинчинского болота в голоцене (лесостепь Приенисейской Сибири). Genesis and paleoecology of «Pinchinskoye» mire during the Holocene (forest steppe zone of Yenisei Siberia)	66
Серебrenникова О.В., Стрельникова Е.Б., Кадычагов П.Б., Дучко М.А. Влияние глубины захоронения осадков и условий торфообразования на молекулярный состав органических компонентов торфа на примере двух болот Томской области. Influence of bedding depth and ulmification conditions on peat organic components molecular composition at the example of two Tomsk region mires	67
Серебrenникова О.В., Стрельникова Е.Б., Кадычагов П. Б., Прейс Ю.И., Дучко М.А. Влияние исходной биомассы на молекулярный состав органических компонентов торфа. Initial biomass influence on peat organic components molecular composition	68
Синюткина А.А. Антропогенная динамика и современное состояние низинного болота «Гусевское». Anthropogenic dynamics and current state of «Gusevskoe» fen	69
Смагин В.А. Типы минеротрофных болотных массивов таежной зоны Европейской России (выделенные по современному растительному покрову). Mire types of boreal zone of European Russia according modern plant cover	70
Степанова В.А., Косых Н.П., Коронатова Н.Г. Запасы химических элементов в кустарничках болотного комплекса «Мухрино» (нижнее Прииртышье Западной Сибири). Chemical elements supply in dwarf shrubs of «Muhrino» mire complex (Lower Irtysh, Western Siberia)	71
Тарбаева В.М., Венецианов Е.В. Проблемы нормативно-правового обеспечения, связанные с использованием болот в водохозяйственных целях. The problems of legal base for mire using in water resources management	72
Усова Л.И. Изменение типологии и направления стока с болот при строительстве на них инженерных сооружений. Changes in typology and outflow direction from mires during the engineering constructions building	73
Филимонова Л.В. Использование палеоботанических методов при реконструкции палеогеографической обстановки и пространственно-временной динамики болот. Application of palaeobotanical methods for reconstruction of palaeogeographic conditions and spatio-temporal dynamics of mires	74
Филиппов Д.А. Гидробиология болот. Mire hydrobiology	75
Харанжевская Ю.А. Особенности водного режима верховых болот Западной Сибири. Peculiarities of mire water regime in Western Siberia	76
Харитонов Т.И., Дьяконов К.Н. Эволюция осушенных болот в постмелиоративный период (на примере Мещерской низменности). Evolution of ameliorated fens after land abandonment (a study case of Mещera lowland)	77
Цыганов А.Н., Бабешко К.В., Мазей Ю.А. Влияние уровня залегания болотных вод на структуру сообществ сфагнобионтных раковинных амёб в болотных экосистемах. The influence of water table depth on <i>Sphagnum</i> -dwelling testate amoeba assemblages in peatlands	78
Чаков В.В. Инновационные способы использования возобновляемых ресурсов болот. Innovative methods for using renewable bog resources	79
Чернова Н.А. О каровых болотах Западного Саяна. On the circle mires of West Sayan	80
Чернова Н.А., Велисевич С.Н. Об особенностях произрастания <i>Pinus sibirica</i> f. <i>pumila</i> на верховых болотах юга Западной Сибири. On <i>Pinus sibirica</i> f. <i>pumila</i> vegetative peculiarities on the bogs of Southern West Siberia	81

Шевченко В.П., Кузнецов О.Л., Политова Н.В., Кутенков С.А., Покровский О.С., Филиппов Д.А. Верховые болота – природный архив поступления тяжелых металлов из атмосферы (на примере Северо-Запада Европейской части России). Raised bogs as natural archive of heavy metals deposition from the atmosphere (at the example of North-Western European Russia)	82
Шурыгин С.Г. Изменение болотных экосистем под влиянием осушения. Post-drainage mire ecosystems changes	83
Aro Lasse, Ikonen Ari, Mustonen Joni. Problems in estimating radionuclide parameters in relation to nuclear waste disposal, long-term environmental change and mire succession	84
Bricheva Svetlana, Matasov Viktor, Shilov Pavel. Application of ground penetrating radar (GPR) to integrated wetland studies (in «Meshchera» National Park)	85
Filippova Nina. The fungal community in bogs as determined using the direct observation method	86
Heikkilä Raimo, Kuznetsov Oleg L., Lindholm Tapio. Southern boreal rich fens of Kolatselkä village area, southern part of the Republic of Karelia	87
Ikonen Ari, Aro Lasse, Mustonen Joni. Conceptual models of groundwater-related radionuclide transport in different development stages of mires	88
Pomets Mati. Succession of mires and changing climate – are there connections?	88
Ivchenko Tatiana, Znamenskiy Sergey. Continuum and discreteness of South Ural mountain rich fen vegetation	89
Kokko Aira, Aapala Kaisu. Assessment of threatened mire habitats in Finland	90
Könönen Mari, Jauhiainen Jyrki, Laiho Raija, Limin Suwido, Vasander Harri. Organic carbon compounds in tropical and boreal woody peat	90
Korrensalo Aino, Hájek Tomáš, Alekseychik Pavel, Rinne Janne, Vesala Timo, Tuittila Eeva-Stiina. Does functional diversity of boreal bog plant species increase stability of ecosystem carbon sink function?	91
Koskinen Markku, Maanavilja Liisa, Nieminen Mika, Minkkinen. Kari, Tuittila Eeva-Stiina. Methane emissions from undrained, drained and restored spruce swamps in Southern Finland	92
Küttim Martin, Hofsommer Maaike L., Signarbieux Constant, Jassey Vincent E.J., Robroek Bjorn J.M., Pomets Mati, Laine Anna M., Lamentowicz Mariusz, Buttler Alexandre, Mills Robert T.E. Responses of boreal peatland processes to freeze-thaw cycles	92
Küttim Martin, Umbleja Liisa, Ilomets Mati, Laine Anna M. The annual and winter growth of some Sphagnum species in Estonian bog	93
Kuusemets Valdo, Liivamägi Ave, Kask Kadri. Variation of abundance of invertebrates in Estonian bogs	94
Lampela Maija, Jauhiainen Jyrki, Vasander Harri. Enhancing reforestation in degraded tropical peatlands	94
Lepilin Dmitrii, Tuittila Eeva-Stiina, Uusitalo Jori, Laiho Raija, Fritze Hannu, Kimura Bryn. Assessment of forest machinery impact on forestry-drained peatlands.	95
Maanavilja Liisa, Aapala Kaisu, Kangas Laura, Picek Tomas, Laiho Raija, Mehtätalo Lauri, Tuittila Eeva-Stiina. Recovery of ecosystem structure and function in restored boreal spruce swamp forests	95
Magur Maria, Blyakharchuk Tatiana, Blyakharchuk Pavel. Palaeoecological investigation of palsa bog deposits in flood plain of Heige-Yaha river (northern taiga of Western Siberia)	96
Paal Jaanus, Kull Ain. Impact of drainage on mixotrophic grass mires in Estonia	97
Padur Kadi. Cut-away peatland reuse decision making using multi-criteria decision analysis.....	97
Pedrotti Franco. The mires of the Italian Alps in comparison with the mires of Northern Europe	98
Pedrotti Franco. Vegetation mapping in mires of the Central Alps (Italy)	98
Peters Jan, Haberl Andreas, Wichtmann Wendelin. Paludiculture – sustainable utilization of rewetted peatlands with examples from Russia, Belarus and beyond.....	99

Purre Anna-Helena. Bryophyte growth and nitrogen addition for milled peatland restoration	100
Sepp Kairi, Ilomets Mati, Truus Laimdota, Pajula Raimo. Restoration of moss carpet on a calcareous spring fen in Estonia	100
Truus Laimdota, Ilomets Mati, Pajula Raimo, Sepp Kairi. Afforestation of bog marginal areas in Estonia as a result of border area drainage	101
Umbleja Liisa, Küttim Martin, Puusepp Liisa, Sugita Shinya. Spatial distribution of diatom assemblages in Estonian bogs	101
Umbleja Liisa, Puusepp Liisa, Marzecova Agata, Sugita Shinya. Past changes in coastal mire environment in Estonia based on diatom and geochemical (XRF) records	102
Vasander Harri, Holmgren Milena, Lin Ching-Yen, Murillo Julian, Nieuwenhuis Annelies, Penninkhof Joyce, Sanders Natasja, van Bart Thomas, van Veen Huib, Vollebregt Marlies E. and Limpens Juul. A future shift from moss to tree dominated systems in boreal mires caused by positive shrub-tree interactions?! ..	103
Yurkovskaya Tatiana. Ribbed fens on the map of Russia	103
Поликарпова Н.В. Угрозы и риски для водно-болотных угодий заповедника «Пасвик». Threats and risks for wetlands of Pasvik Nature reserve	104
Авторский указатель. Index of Authors	106

Международный симпозиум

**БОЛОТА СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ: РАЗНООБРАЗИЕ,
ДИНАМИКА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Издано в авторской редакции

Сдано в печать 23.06.2015 г. Формат 60x84¹/₈.
Гарнитура Times. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 14,9. Усл. печ. л. 13,72. Тираж 200 экз. Заказ № 293

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, 50