

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»

International Peat Society

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Сибирский федеральный научно-клинический центр
Федерального медико-биологического агентства»

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРИ

Материалы Третьей международной
научно-практической конференции

27 сентября — 3 октября 2015 года,
г. Томск, Россия

Томск
2015

ДИНАМИКА УВЛАЖНЕННОСТИ КРУПНОБУГРИСТОГО ТОРФЯНОГО БОЛОТА В ГОЛОЦЕНЕ (СЕВЕРНАЯ ТАЙГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

DYNAMICS OF MOISTURE OF BULGING FROZEN MIRE IN HOLOCEN (NORTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA)

Магур М.Г. *, Бляхарчук Т.А.**, Бляхарчук П.А.**
Magur M.G.*, Blyakharchuk T.A.**, Blyakharchuk P.A.**

*Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа,
г. Томск, Россия, rubzova@rambler.ru

**Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия, tarun5@rambler.ru

*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk, Russia

**Institute for Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

Для оценки изменений увлажнения в течение голоцена и его роли в динамике растительного покрова были отобраны образцы из мерзлого торфяного бугра пучения, расположенного в пойме р. Хейги-Яха у уступа надпойменной террасы р. Надым (65°18'56" с. ш., 72°52'27" в. д.). Согласно полученным радиоуглеродным датам возраст торфяной залежи около 7000 лет. Динамика растительного покрова болота была восстановлена посредством комплекса палеоэкологических методов анализа торфяных отложений. В истории болота было выделено пять этапов эндогенетического развития, видоизменённых под действием колебаний климата. Формирование торфяника происходило посредством обмеления пойменного озера и его последующего зарастания болотной растительностью евтрофной экологии. Около 6450 л. н. болото перешло в мезо-олиготрофную стадию развития, на протяжении которой в течение трех этапов происходили смены палеосообществ от топяных через грядово-мочажинные к сообществам мерзлых бугров пучения (около 4450 л. н.).

Ключевые слова: торф, степень гумификации, крупнобугристые торфяники, климат, голоцен.

For estimation of moisture in Holocene and its role in dynamics of vegetation cover a core of frozen peat sediments have been excavated (631 cm) from frozen bulging peat bog, located in flood plain of Heigi-Yaha River near terrace of Nadym River (65°18'56" N., 72°52'27" E.). Age of peat deposit is about 7000 yrs. BP according to radiocarbon dating. Dynamic of vegetation cover of mire was reconstructed with use of complex paleoecological methods. Based on data of performed paleoecological analyses 5 stages in formation of frozen bulgy bog have been allocated. Formation of mire took place through swamping and bogging of shallow oxbow lake. About 6450 BP the mire passed to oligotrophic stage of development, during which it passed from swamp to ridge-hollow complex and finally to bulging frozen mire at about 4450 yrs BP.

Key words: peat, peat humification, bulging frozen mire, climate, Holocene.

В качестве источника палеогидрологических реконструкций наиболее перспективными являются торфяные отложения олиготрофных болот, существующих в условиях преобладания атмосферного питания (Лапшина, 1995; Кирпотин и др., 2003; Бляхарчук и др., 2014; Blackford, 2000; Chambers & Charman, 2004; Holzkämper et al., 2012). Зарубежные исследователи (Granlund, 1932; Borgmark, 2005; Charman, 2007; Charman et al., 2009) для получения информации об изменении уровня болотных вод в прошлом используют данные о динамике степени гумификации торфа. Отсутствие тесной корреляции численных показателей степени гумификации торфа с данными ботанического состава торфа (Chambers & Charman, 2004), по мнению этих авторов,

позволяет использовать его в качестве независимого индикатора условий увлажнения болотных местообитаний.

Материал. Для исследования палеоклимата были отобраны образцы торфа из мёрзлого торфяного бугра пучения в пойме р. Хейги-Яха у уступа II-ой надпойменной террасы р. Надым ($65^{\circ}18'56''$ с. ш., $72^{\circ}52'27''$ в. д.) у северной границы северной тайги Западной Сибири. В напочвенном покрове торфяного бугра преобладали лишайники с единичными пятнами сфагнумов, в древесно-кустарничковом ярусе доминировали ерниковые кустарнички с отдельно стоящими кедрами. Глубина отобранных отложений составила 631 см. Отбор образцов был осуществлен с шагом от 2 до 4 см согласно генетическим горизонтам. Всего было отобрано 105 образцов. Мощность торфа составила 600 см, ниже (600–631 см) залегают озерные отложения, включающие сильно разложившиеся остатки макрофитов, их плоды и песчаные частицы.

Методы. Динамика растительного покрова болота была восстановлена посредством трёх палеоэкологических методов анализа торфяных отложений: ботанического анализа растительных остатков в торфе (Кац и др., 1977), визуальной оценки степени разложения торфа (Тюремнов, 1976) и количественной оценки степени гумификации (Chambers et al., 2011). Измерение степени гумификации торфа методом спектрофотометрии щелочных вытяжек из стандартных образцов торфа, выполнены в ИМКЭС СО РАН. Анализ ботанического состава торфа выполнен в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ «СибНИИСХиТ» (РОСС RU.0001.10 ПФ01). Хронология торфонакопления была восстановлена на основе 6 радиоуглеродных дат полученных Л. А. Орловой в Институте геологии и минералогии СО РАН (Бляхарчук и др., 2015). При оценке экологических условий местообитаний палеосообществ использовался метод стандартных экологических шкал Л. Г. Раменского (Раменский и др., 1956; Лапшина, 1995; Бабешина, 2002). Анализ данных степени гумификации был осуществлен с использованием классических математических методов анализа временных рядов (Розенберг и др., 1994).

Результаты. Возраст торфяной залежи составил около 7000 лет (600 см). Торфонакопление неравномерное. Самая верхняя радиоуглеродная дата с глубины 80 см от поверхности торфяника довольно древняя — 3450 ± 65 лет. Согласно данным ботанического состава торфа, мы выделили 5 стадий формирования мерзлого крупнобугристого болота. Первые четыре стадии развития болота протекали преимущественно без участия многолетней мерзлоты. Формирование отложений торфа началось около 8000 л. н. (I стадия, 631–600 см) на месте мелководного пойменного озера. Нижние слои торфа отложены растительными остатками водных растений — аэрогидрофитов. Обмеление водоема и массовое распространение евтрофных субгидрофитов с участием аэрогидрофитов знаменует начало II стадии (ок. 7000 л. н. — 600–452 см). Накопление слоя торфа мощностью 150 см, вероятно, привело к обеднению минерального питания местообитания и массовому распространению растений олиготрофных гидромезофитной и субгидрофитной экологических групп (III стадия, начало ок. 6450 л. н. — 452–316 см). Неоднократные чередования прослоек торфа кустарничкового, пушицевого и балтикум-торфа указывают на формирование грядово-мочажинного комплекса (IV стадия, начало ок. 5350 л. н. — 316–180 см). Завершающая V стадия (начало ок. 4450 л. н., 180–0 см) выделена нами на основании резкой смены субгидрофитных сообществ на более ксерофитные с участием *Sphagnum fuscum*, которые слагают растительный покров современных мерзлых бугров. Обра-

зованию этих отложений трижды предшествовало формирование слоев с участием ерниковых кустарничков, *Eriophorum* sp. и *Carex juncella*. Эти слои сверху были перекрыты отложениями остатков *Sphagnum magellanicum*.

Для оценки тенденции изменений уровня болотных вод временной ряд данных степени гумификации (600–50 см) был сглажен посредством 3-точечного скользящего среднего (рис. 1) для элиминирования точек, отстоящих от предполагаемой линии тренда слишком далеко.

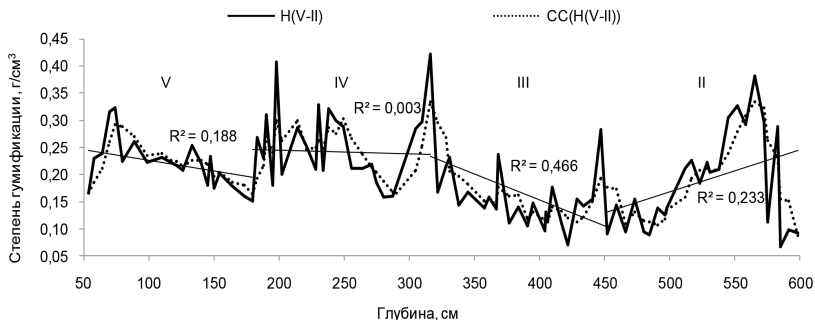


Рис. 1. Временной ряд показателей степени гумификации (Н) со II по V этапы формирования мерзлого крупнобугристого болота, 3-точечное среднее скользящее степени гумификации (СС (Н)) и линейный тренд изменений условий увлажнения с отображением величин достоверности аппроксимации (R^2).

Так как для длинного временного ряда трудно подобрать подходящую аппроксимирующую функцию, то временной ряд степени гумификации торфа был разбит на отрезки, равные продолжительности этапов формирования мерзлого бугра. Анализ данных степени гумификации торфа не производился ниже 600 см из-за низкого содержания органики в озерных отложениях. На II стадии развития болота (600–452 см) накопление торфяных отложений на месте мелководного озера способствовало уменьшению степени увлажнения поверхности болота (рис. 1); III стадия (452–316 см) характеризуется возрастанием степени обводненности в условиях формирования отложений олиготрофной растительности. Высокий показатель коэффициента детерминации ($R^2=0,5$) линии тренда на этом отрезке временного ряда свидетельствует о небольшой амплитуде колебания условий увлажнения. Среднее значение степени обводненности на протяжении существования IV стадии (316–180 см) оставалось практически неизменным с большой амплитудой колебания условий увлажнения ($R^2=0,003$), что соответствует чередованиям форм микрорельефа в грядово-мочажинном комплексе. Последняя V стадия (180–50 см) развития болота связана с промерзанием торфа и формированием выпуклой формы мерзлого бугра. Эта катастрофическая смена подтверждается резким изменением показателя степени гумификации торфа на глубине 183 см ($H=0,15$ и $H=0,27$) и изменением поведения линий тренда, указывающая на локальное резкое уменьшение обводненности местообитания болотных сообществ. Однако по мере накопления сфагнового торфа

на бугре обводненность местообитания начинает постепенно увеличиваться. При этом амплитуда колебаний условия увлажнения уменьшилась по сравнению с IV стадией.

Обсуждение. Основываясь на данных детального ботанического анализа торфа и степени гумификации торфа, установлено, что в развитии болота выделяют пять эндогенетических этапов, видоизменённых под действием колебаний климата. Обмеление пойменного озера и его зарастание имело место около 8000 л. н., а формирование торфяных отложений началось около 7000 л. н. На этой стадии развития произошло резкое изменение условий увлажнения в сторону обсыхания, что привело к замещению аэрогидрофитных растительных сообществ на эвтрофные субгидрофитные. Около 6450 л. н. на фоне увеличения увлажненности местообитаний палеосообществ началась олиготрофизация данного болота. Подобная картина развития болотных массивов также была описана в работе Е. Я. Мульдиярова с соавторами (2001) для территории, расположенной на 350 км южнее нашего болота. Дальнейшее развитие болота, шло путем формирования грядово-мочажинного комплекса с неоднородными условиями увлажнения. Мы полагаем, что около 4450 л. н. на исследуемом болоте началось формирование устойчиво-мерзлого торфяного бугра пучения, что почти синхронно с промерзанием болот, описанных Е. Я. Мульдияровым с соавторами (2001). Образованию отложений мёрзлого бугра предшествовал слой с участием ерниковых кустарничков, пушицы и осоки ситнической, которые сверху были перекрыты отложениями остатков сфагнума магеланского. Выше, в мёрзлой толще фускум-торфа, на глубине 40 см от поверхности вновь наблюдается прослойка торфа с указанной последовательностью остатков растений. Мы предполагаем, что эта закономерность свидетельствует о периодическом развитии термокарста на бугре, а прослойка магелляникум-торфа маркирует новое глубокое промерзание термокарстовой мочажины. Подтверждением этого предположения являются наблюдения С. Н. Кирпотина с соавторами (1995, 2003), описавшими сукцессии растительности в блюдцеобразных термокарстовых просадках на плоскобугристых болотах, в которых доминировали кустарничково-сфагновые или кустарничково-осоково-сфагновые ассоциации.

Выводы. Анализ рассмотренных выше данных комплекса палеоэкологических показателей позволяет утверждать, что олиготрофизация болотных сообществ, начавшаяся около 6450 л. н. и глубокое промерзание торфяных отложений, последовавшее около 4450 л. н. происходили почти синхронно на исследуемой территории и южнее на 350 км (Мульдиярова и др., 2001). Детальный анализ растительных остатков выявил также формирование прослоек торфа, индуцирующих неоднократное локальное термокарстовое протаивание мерзлого бугра. Подобные термокарстовые просадки описаны в современном растительном покрове в 250 км западнее (Кирпотин и др., 1995, 2003) от исследуемого нами участка болота.

Литература

Бляхарчук Т. А., Курьина И. В., Пологова Н. Н., Чернова Н. А. Реконструкция динамики увлажненности климата и болотного местообитания по данным комплексных палеоэкологических исследований торфяного разреза южно-таежной подзоны Западной Сибири // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее. Материалы четвёртого Международного полевого симпозиума (Новосибирск, 4–17 августа 2014). — Изд-во Том. ун-та, 2014. — С. 263–264.

Бляхарчук Т. А., Магур М. Г., Пономарева О. Е. Динамика растительного покрова крупнобугристого торфяного болота зоны массивно-островной мерзлоты на севере Западной Сибири // Ар-

ктика, Субарктика: мозаичность, контрастность, вариативность криосферы. Труды международной конференции. Тюмень, Россия, 2–5 июля 2015 г. — Тюмень: изд-во Эпоха, 2015. — С. 27–30.

Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И. Атлас растительных остатков в торфах/Н. Я. Кац, С. В. Кац, Е. И. Скобеева. — Москва: Недра, 1977. — 371 с.

Кирпотин С. Н., Бляхарчук Т. А., Воробьев С. Н. Динамика субарктических плоскобугристых болот Западно-Сибирской равнины как индикатор глобальных климатических изменений/С. Н. Кирпотин, Т. А. Бляхарчук, С. Н. Воробьев//Вестн. Том. ун-та. Сер. Биол. науки. — 2003. — № 7, с. 122–134.

Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР./Л. А. Куприянова, Л. А. Алешина. — Ленинград: Наука, 1978 г. — 184 с.

Лапшина Е. Д. К экологической оценке современного состояния и истории развития речной поймы/Е. Д. Лапшина//Сибирский экологический журнал. — 1995. — № 4. — С. 297–304.

Розенберг Г. С., Шитиков В. К., Брусиловский П. М. Экологическое прогнозирование (Функциональные предикторы временных рядов)/Г. С. Розенберг, В. К. Шитиков, П. М. Брусиловский. — Тольятти, 1994. — 182 с.

Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения./С. Н. Тюремнов. — Москва: Недра, 1976 г. — 488 с.
Blackford, J. J., 2000. Palaeoclimatic records from peat bogs. *Trends in Ecology & Evolution* 15, 193–198.

Borgmark, A. 2005: Holocene climate variability and periodicities in south-central Sweden, as interpreted from peat humification analysis. *The Holocene* 15, 387–395.

Chambers, F. M., Charman, D. J., 2004. Holocene environmental change: contributions from the peatland archive. *The Holocene* 14, 1–6.

Chambers F. M., Beilman D. W. & Z.Yu. 2011. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamic//Mires and Peat. V.7 (2010/11), Article 07, pp.1–10, <http://www.mires-and-peat.net/>, ISSN 1819–754X

Charman, D. J., 2007. Summer water deficit variability controls on peatland watertable changes: implications for Holocene palaeoclimate reconstructions. *The Holocene* 17, 217–227.

Charman, D. J., Barber, K. E., Blaauw, M., Langdon, P. G., Mauquoy, D., Daley, T. J., Hughes, P. D. M., Karofeld, E., 2009. Climate drivers for peatland palaeoclimate records. *Quaternary Science Reviews* 28, 1811–1819.

Granlund, E. 1932. *De svenska hugmossarnas geologi*. SGU C 373; Stockholm; 193 pp.