

КОРОТКОПЕРИОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ В АТЛАНТИЧЕСКОМ ПЕРИОДЕ ГОЛОЦЕНА, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ТОРФЯНИКЕ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЗАЛИВА НЕРПИЧИЙ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИОХОТЬЕ)

Климин М.А.,

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

Аннотация. Проведены исследования качественного и количественного состава сохранившихся фотосинтетических пигментов образцов разреза торфяных отложений из берегового обрыва залива Нерпичий. Установлено, что аномально высокие величины скорости торфонакопления в атлантическом периоде голоцена связаны с современным состоянием торфяника – наличием многолетней мерзлоты.

Ключевые слова: торфяные отложения, радиоуглеродные датировки, скорость торфонакопления, фотосинтетические пигменты, залив Нерпичий, Приохотье

SHORT-TIME CLIMATIC FLUCTUATIONS IN THE ATLANTIC PERIOD OF THE HOLOCENE, IDENTIFIED IN A PEAT BOG ON THE COAST OF NERPICHY BAY (SOUTH-WESTERN PRIOKHOTYE)

Klimin M.A.,

Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

Abstract. The qualitative and quantitative composition of the preserved photosynthetic pigments was studied in samples taken from the peat deposits section of the coastal cliff of Nerpichiy Bay. It was established that the extremely high rates of peat accumulation during the Atlantic phase of the Holocene are related to the current state of the peat bog, specifically the existence of permafrost.

Key words: peat deposits, radiocarbon dating, peat accumulation rate, photosynthetic pigments, Nerpichy Bay, Priokhotiye

Введение. Детализация палеогеографических исследований торфяных отложений Приамурья и Приохотья нередко трудна, что связано с низкой скоростью торфонакопления, которая здесь зачастую уступает таковой в Сибири и Европейской части России. Поэтому болотные массивы, в которых торф накапливался достаточно быстро, вызывают большой интерес и имеют высокую научную ценность.

Материалы и методы. Объектом исследований послужили торфяные отложения разреза, созданного путем зачистки обнажения на восточном побережье залива Нерпичий, который находится в северной части залива Николая на юго-западном побережье Охотского моря. Образцы были взяты с шагом 2 см на всю глубину разреза – 594 см, включающую 560 см торфа и 34 см подстилающих торф минеральных отложений, представленных серыми иловатыми суглинками и супесями морского генезиса. В образцах был изучен качественный и количественный состав сохранившихся фотосинтетических пигментов по методике, предложенной ранее [3]. Для этого разреза в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН были определены 9 радиоуглеродных датировок.

Результаты и их обсуждение. При анализе качественного и количественного распределения по профилю торфяных отложений р. 1-23 сохранившихся фотосинтетических пигментов были использованы установленные ранее [3, 4] закономерности. Кратко их можно сформулировать следующим образом: 1) увеличение количества и разнообразия пигментов соответствует потеплениям, а уменьшение – похолоданиям; 2) возрастание в каком-либо слое торфа относительного количества хлорофилла *a* при отсутствии хлорофиллов *b* и *c* индицирует прохладные и влажные условия образования данного слоя.

На основании этих придержек анализ пигментного профиля, диаграмма которого приведена на рисунке, позволяет утверждать, что в течение всего времени существования торфяник формировался при устойчивом, близком к оптимальному, увлажнении, но изменчивом температурном режиме. Незначительные изменения по профилю торфяных отложений показателей зольности также дают основания предполагать отсутствие каких-либо катастрофических событий в процессе торфообразования.

Подразделение диаграммы пигментного профиля разреза на периоды и фазы голоцена сделано согласно [6].

Содержание сохранившихся фотосинтетических пигментов в суглинках низкое, не превышающее 80 мкг/г сухого вещества даже в самом верхнем слое.

Торфообразование началось в первую фазу бореального периода с низинной стадии, которая была очень короткой, поскольку мощность низинного торфа, залегающего в подошве отложений, составляет лишь 18 см (инт. 570-552 см). Содержание пигментов в это время существенно выросло и достигло почти 800 мкг/г, что характерно для торфа не низинного, а переходного, или даже верхового типа, обычно более обогащенных пигментами. Такое резкое увеличение количества пигментов явно связано с существенным потеплением около 10.0 тыс. кал. л.н.

В дальнейшем, до самого конца бореального периода, откладывался торф переходного типа, здесь хорошо проявилось позднебореальное похолодание (инт. 520-524 см) и существенное потепление начала атлантического периода, когда содержание пигментов достигло максимального значения для всего пигментного профиля разреза – 1337 мкг/г.

Завершилось формирование толщи переходного торфа во время глубокого 300-летнего похолодания, начавшегося 8.2 тыс. кал. л.н., в процессе которого около 8.1 тыс. кал. л.н. тип торфа сменился на верховой. На диаграмме пигментного профиля это похолодание отражено в виде очень резкого уменьшения суммы пигментов с 1337 до 495 мкг/г на глубине 488-490 см и дальнейшего с небольшими колебаниями снижения количества пигментов вплоть до глубины 478-480 см, где зафиксирован самый глубокий минимум их содержания в пигментном профиле – 300 мкг/г. Следует отметить, что существенные и резкие уменьшения количества пигментов в смежных маломощных слоях торфа, подобные описанному выше, могут являться следствием не только резких похолоданий, но и перерывов в торфообразовании [1].

После описанного похолодания произошло резкое кратковременное потепление, во время которого сформировался торф на глубине 474-476 см, характеризующийся высоким содержанием пигментов (до 900 мкг/г). Согласно возрастной модели время его образования около 7800 кал. л.н. Дальнейшее сначала сильное, а затем плавное снижение содержания пигментов до глубины 458 см, вызванное очередным похолоданием, предвещает совершенно новое явление в вопросе изучения скорости торфонакопления в дальневосточных болотах.

Согласно полученным радиоуглеродным датировкам, толщина торфа переходного и верхового типа на глубине 450-525 см прирастала со средней скоростью около 0.34 мм/год, что даже несколько меньше, чем во многих ранее описанных в литературе случаях. Выше по профилю разреза средняя скорость торфонакопления внезапно резко увеличивается на порядок. Так, 3-метровая толщина торфа преимущественно верхового типа с глубины 4.5 м до глубины 1.5 м образовалась всего за 1108 кал. лет, что дает величину средней скорости торфонакопления в этом интервале 2.71 мм/год. При этом если рассчитывать скорости накопления торфа на отдельных 75-см отрезках данного интервала, ограниченных полученными радиоуглеродными датировками, то ее величины составят от 1.95 до 7.89 мм/год [2]. Следует учитывать, что эти данные рассчитаны по результатам изучения постоянно обновляющегося торфяного обнажения, т.е. по уже естественно-дренированному торфяному телу, которое, однако, еще не было подвержено уплотнению вследствие скованности его мерзлотой.

Естественно, что описывать здесь все мелкие климатические колебания, случившиеся за более чем тысячу лет, нет смысла. Вероятно, это задача исследователей, изучающих состав

спор и пылицы. Поэтому попытаемся вычленить несколько участков, которые характеризуются близкими параметрами колебаний пигментных показателей. (рис. 1).

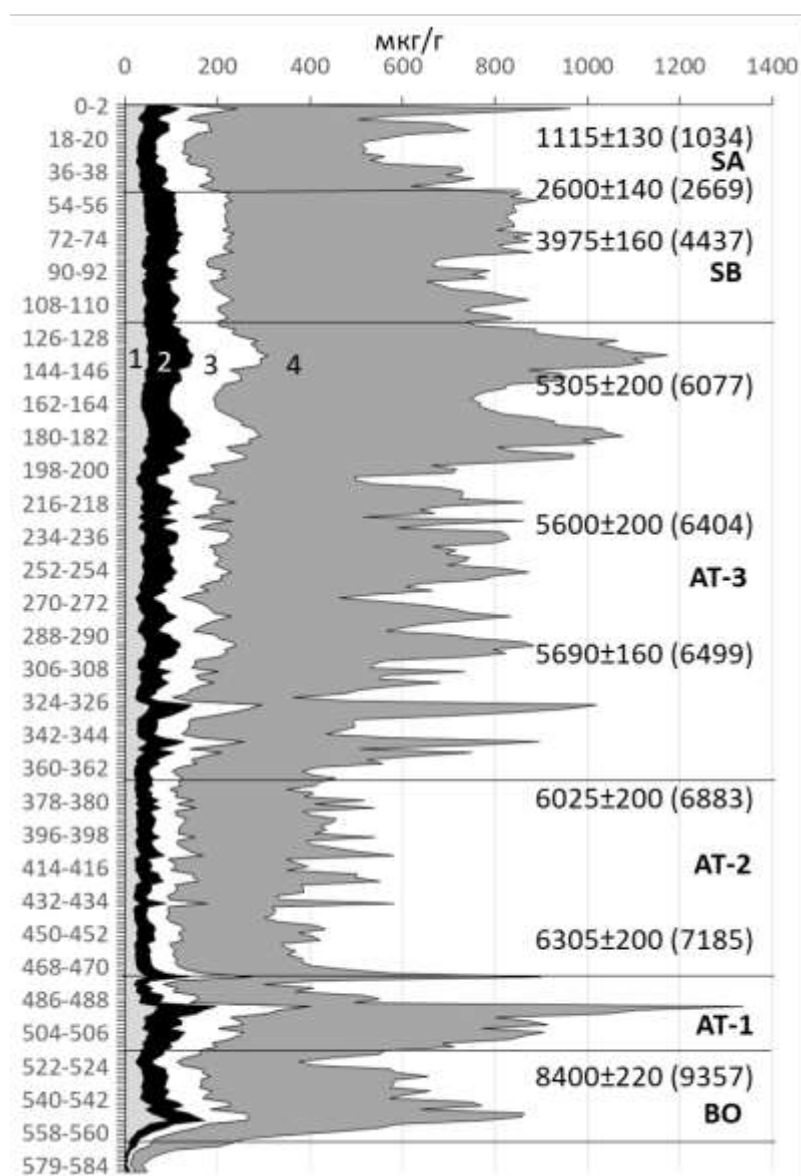


Рис. 1. Пигментный профиль разреза 1-23 (залив Нерпичий).

Условные обозначения: 1 – хлорофилл а; 2 – хлорофилл b; 3 – хлорофилл с; 4 – каротиноиды; 6025±200 (6883) – радиоуглеродная (календарная) дата.

Самый нижний участок (460-360 см) достаточно сильно отличается от вышележащей толщи сравнительно невысоким содержанием пигментов, не превышающим 600 мкг/г. Согласно полученным радиоуглеродным датировкам, он образовался во время небольшого похолодания 7.3-6.8 тыс. кал. л.н. в фазе АТ-2.

Второй участок (360-200 см, 6.8-6.3 тыс. кал. л.н.), где наблюдается самая высокая средняя скорость торфонакопления в разрезе (3,2 мм/год), представлен большим количеством максимумов и минимумов суммы пигментов с достаточно резкими колебаниями. Величины максимумов в основном колеблются в интервале 800-900 мкг/г, за исключением одного (инт. 326-332 см), который в экстремуме незначительно превышает 1000 мкг/г сухого торфа. В целом, вероятно, данный интервал соответствует постепенному потеплению в начале оптимума голоцена в третьей фазе атлантического периода.

Третий участок (200-150 см, 6.3-6.0 тыс. кал. л.н.) характеризуется одним потеплением и одним похолоданием, причем первое выражено заметно ярче (больше 1000 мкг/г пигментов в

нескольких 2-см слоях), чем потепления, расположенные ниже. Похолодание же было небольшим, поскольку в самом «холодном» интервале 160-162 см сумма пигментов снизилась лишь до 747 мкг/г сухого торфа (величина, сопоставимая с параметрами нижележащих потеплений), а также кратковременным, менее 100 лет, и выделяется на диаграмме пигментного профиля лишь вследствие того, что окаймляющие его потепления были значительными.

Выше слоя торфа, в котором была определена радиоуглеродная датировка 5305 ± 200 л.н., 6077 кал. л.н., согласно полученным результатам началось существенное потепление, которое, вероятно, является финальным в интервале оптимума голоцена. При сравнении участка пигментной диаграммы рассматриваемого разреза с графиком среднегодовых температурных колебаний в работе [6], выявляется их близкое сходство. Так, достаточно монотонное с небольшими задержками увеличение суммы пигментов до величины почти 1200 мкг/г (инт. 150-136 см) является аналогом показателей температур в пик голоценового оптимума. Затем начинается постепенное снижение количества пигментов, также с небольшими задержками, продолжающееся до глубины 118-120 см, около 5.3 тыс. кал. л.н., когда и начался период существенного похолодания. Заметим, что первое уменьшение величины суммы пигментов на нисходящем тренде (инт. 136-130 см) по всем параметрам соответствует похолоданию около 5.6 тыс. кал. л.н., после которого произошло небольшое потепление около 5.5 тыс. кал. л.н. (инт. 128-130 см).

На глубине 120-84 см в разрезе залегает торф, пигментные характеристики которого позволяют утверждать, что он формировался в сравнительно прохладных условиях фазы SB-1, которые обусловили невысокое, по сравнению с залегающими ниже и выше слоями торфа, содержание сохранившихся пигментов. Затем началось потепление, длившееся более 1500 лет, во время которого накопилась толща торфа 80-50 см. Вероятно, это было в SB-2 и первой половине последней фазы суббореала.

Самая верхняя часть разреза (инт. 50-0 см) трудна для интерпретации вследствие ее естественного и, скорее всего, неравномерного уплотнения в результате ежегодного оттаивания, а также воздействия современной растительности. Тем не менее, согласно пигментной диаграмме, здесь имеются три слоя торфа, отвечающие относительным потеплениям и столько же слоев, идентифицирующих похолодания. Однако конкретная привязка их к каким-либо климатическим колебаниям, приведенным на схеме [6], проблематична.

Таким образом, соответствие большей части торфяных отложений, вскрытых разрезом 1-23 в заливе Нерпичий, характеристикам полученного пигментного профиля, хорошо согласующимися с ранее установленными климатическими колебаниями в голоцене, позволяет утверждать, что проведенный анализ существенно верен.

Необходимо подчеркнуть важность изучения торфяных отложений залива Нерпичий в том виде, в котором они сейчас находятся. Скованность многолетней мерзлотой болотного массива, которая постепенно отступает под действием разрушения обнажения морем, не дает возможности четко зафиксировать характеристики торфяной залежи, которые были бы адекватны нормальным условиям торфообразования.

Достаточно приблизительно можно оценить правильность расчетов скорости торфонакопления в атлантическом периоде голоцена, если учесть данные, полученные на другом объекте, где оттаивающая многолетняя мерзлота не сопряжена территориально с эрозионной составляющей. Таким объектом, на наш взгляд, является торфяник, находящийся в 97 км восточнее, – осушенное открытыми канавами болото верхового типа близ р. Тяпка [5]. Ранее весь этот небольшой болотный массив, размерами 200x400 м, был представлен торфяной залежью, скованной многолетней мерзлотой, от которой на начало наших исследований в 1994 г. остался лишь один мерзлый бугор, возвышавшийся над поверхностью болота на 1,5 м. Осушительная канава, созданная в 1995 г., подрезала его склон. Изучение стратиграфии нескольких разрезов этого болотного массива, включая распиливание мерзлого бугра, позволяет утверждать, что мощность торфяных отложений после протаивания

мерзлоты существенно уменьшилась. Изначально, в 1997 г., под бугром находилась выпуклая кверху линза мерзлого торфа, повторяющая рельеф поверхности бугра, нижняя граница которой была на глубине 3.1 м при общей мощности торфяных отложений около 5.4 м. Через 11 лет, в 2008 г. эта линза существенно подтаяла, поскольку разница в превышении ее над поверхностью болота составила около 1 метра. Исследования 2020 г. подтвердили дальнейшую деградацию мерзлого бугра, поверхность которого постепенно приближается к поверхности основного массива болота.

На основании изучения некоторых свойств торфа разреза, заложенного на расстоянии 5 м от края мерзлого бугра, установлено, что на глубине 140-230 см общие закономерности для некоторых характеристик по профилю (относительная палеонапряженность, содержание общего железа) существенно нарушены, но ниже становятся вновь достаточно представительными [7].

Выводы.

Таким образом, вытаивание многолетней мерзлоты, способствующее уплотнению торфа, может приводить не только к существенным потерям мощности мерзлых торфяных отложений, но и к искажению палеогеографической информации, получаемой при использовании результатов их изучения. С другой стороны, – изучение мощных мерзлых торфяных отложений позволяет получать достаточно адекватную информацию о короткопериодных климатических колебаниях климата в голоцене.

Литература

1. Климин М.А. Выявление основных признаков перерывов в торфонакоплении лабораторными методами // Природно-ресурсный потенциал регионального развития Азиатской России / Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток, 24-25 апреля 2014 г. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2014. С. 120-124.
2. Климин М.А., Песков А.Ю. Возраст и скорость прироста торфяных отложений в голоцене на побережье залива Нерпичий (юго-западное Приохотье) // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2024. С. 537-539.
3. Климин М.А., Сиротский С.Е. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 237-248.
4. Климин М.А., Сиротский С.Е., Копотева Т.А. Пигментные характеристики торфяных отложений различного генезиса Нижнего Приамурья // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных экосистем. Вып. 20. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2013. С. 157-166.
5. Песков А.Ю., Диденко А.Н., Каретников А.С., Климин М.А., Архипов М.В., Кожемяко Н.В., Тихомирова А.И. Торфяные отложения как новый источник палеомагнитной записи в голоцене на примере экскурса «Этруссия» // Доклады РАН. Науки о Земле. 2023. Т. 512. № 1. С. 127-137.
6. Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 39-45.
7. Peskov A.Yu., Didenko A.N., Karetnikov A.S., Klimin M.A., Arkhipov M.V., Kozhemyako N.V., Tikhomirova A.I. Holocene Geomagnetic Excursions in Peat Deposits // Russian Journal of Pacific Geology. 2024. Vol. 18, No. 4. P. 436-451.