

СТРАТИГРАФИЯ, АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОГРЕБЕННОГО ГОЛОЦЕНОВОГО ТОРФЯНИКА ВОСТОЧНОГО ТАЙМЫРА

В статье представлены результаты палеоэкологических исследований реликтового погребенного торфяника в долине р. Хатанги.

Установлено, что видовой состав растений-торфообразователей от основания залежи и до ее верхних слоев мало изменялся, что свидетельствует об отсутствии существенных колебаний экологических условий во время ее формирования. На основе послойного радиоуглеродного датирования подсчитана линейная скорость аккумуляции торфа. Показано, что полученные величины скорости торфообразования при условии, что торфяная залежь сформировалась в субатлантическое время, противоречат литературным данным. Приводятся аргументированные доказательства того, что погребенный торфяник мог образоваться только в теплый период голоцена – атлантический период.

Ключевые слова: погребенный реликтовый торфяник, стратиграфия, скорость торфообразования, полуископаемая древесина, голоцен.

L.V. Karpenko, M.M. Nayrzbayev

THE STRATIGRAPHY, ABSOLUTE AGE AND THE HISTORY OF SUBMERGED RELICT PEATLAND DEVELOPMENT IN EAST TAIMYR

The paleoecological research results of the submerged relict peatland in the Khatanga river valley are presented.

It is determined, that the specific structure of plants-peatforming from the basis of a peat deposit and up to its top layers changed a little, that testifies to absence of ecological conditions essential fluctuations during its formation. On the basis of level-by-level radiocarbon dating linear speed of peat accumulation is counted up. It is shown, that the received sizes of peat accumulation speed provided that the peat deposit was generated during subAtlantic time, contradict the literary data. The grounded proofs that the buried relict peatland could be formed only during the warm period of Holocene –the Atlantic period are given.

Key words: submerged relict peatland, stratigraphy, peat accumulation speed, semi-fossil wood, the Holocene.

Введение. Пойменные и террасовые обнажения берегов рек Восточного Таймыра – Хатанги, Новой, Большой Балахни и др. сплошной полосой на протяжении 20 км и более сложены реликтовыми погребенными торфяниками мощностью от 1,3 до 2,5 м. Они содержат в себе важную информацию об изменениях климата, происходивших в голоцене, представляют основу для реконструкции динамики природной обстановки на протяжении 7–8 тыс. лет назад (л.н.). Кроме того, они являются важным источником полуископаемой древесины, так как пни и стволы деревьев, найденные в торфе, являются свидетелями теплой эпохи голоцена и могут служить доказательством тому, что болото- и торфообразование на Таймыре началось в бореальный и атлантический периоды голоцена одновременно с распространением здесь лесного покрова.

Как отмечал Н.И. Пьявченко [1], послеледниковая история севера Сибири характеризуется двумя фазами болотообразования и торфообразования: 1) древней, более продолжительной и мощной, 2) современной, начавшейся сравнительно недавно и протекающей в менее благоприятных климатических условиях. Подтверждением этому служат описанные в литературе торфяники Восточного Таймыра, залегающие на надпойменных террасах рек Фомич, Новая, Большая Балахня и др. Установлено, что они образовались во время голоценовых потеплений – в бореальное (8500 л.н.) и атлантическое (5000 л.н.) время [2]. В суббореальный (4000–2500 л.н.) и в субатлантический периоды (2500–0 л.н.), после наступления вечной мерзлоты, процесс торфообразования здесь сильно замедлился или совсем прекратился, а в тундре в настоящее время доминируют большей частью минеральные осоково-гипновые болота с мощностью торфа не более 10–15 см.

О потеплении в голоцене также свидетельствуют находки полуископаемой древесины на надпойменных террасах рек Новая, Маймечя, Большая Балахня, Котуй и др., что может служить доказательством тому, что граница лиственных лесов находилась намного северней относительно современной [3, 4].

Целью наших исследований являлось:

- 1) проанализировать строение стратиграфии торфяной залежи погребенных торфяников, выявить основные растения-торфообразователи;
- 2) определить абсолютный возраст торфа и рассчитать скорость его аккумуляции за период образования торфяника;
- 3) реконструировать флуктуации регионального климата голоцена, которые влияли на процессы образования болот в восточной части Таймыра.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований послужил погребенный торфяник, расположенный в береговом обнажении протоки Пионерской (р. Хатанга). На низкой песчаной пойме в полузаполненном состоянии и на ее поверхности в большом количестве находятся крупные и мелкие остатки полуископаемой древесины. Географические координаты исследований – 71°59' с.ш., 102°14' в.д., 8,5 км на запад от пос. Хатанга.

Во время ежегодного весеннего половодья вода в р. Хатанге, вследствие подпора ее ледяными заторами, поднимается на высоту 6–7 м и поверхность террасы полностью уходит под воду. Поэтому исследованный торфяник перекрыт слоем сильно заиленного легкого суглинка мощностью 0,5 м, с незначительной примесью растительных остатков. Морфологическое строение отложений террасы приводится в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристика отложений террасы высокой поймы протоки Пионерской (р. Хатанга)
в стратиграфической последовательности**

Номер горизонта	Морфологическое строение	Мощность, см
1	Дернина из гипновых мхов и болотных кустарничков	0–5
2	Суглинок с остатками зеленых мхов, осок, хвоща, карликовой березы, ивы	5–30
3	Суглинок, сильно заиленный с остатками зеленых мхов, осок, хвоща	30–50
4	Торф, темно-коричневый, однородно окрашен, плотный, без выделения стратиграфических слоев	50–210
5	Мощный жильный лед, уходящий под урез воды	210–220
6	Сильно оглеенный тяжелый суглинок с линзами рыжего торфа	220–280
7	Крупный аллювиальный песок желтого, палевого и буровато-желтого цвета	280–350

Отбор образцов производился следующим образом. Стенка естественного обнажения берега протоки Пионерской была зачищена лопатой и ножом и углублена внутрь на 50 см, чтобы исключить омоложение торфа в результате привноса и проникновения в торфяную залежь речных наносов (песка, ила и т. д.). Отбор образцов торфа на ботанический анализ производился сплошной колонкой с интервалом 10 см, на радиоуглеродный – с интервалом 25 см. Образцы взяты со следующих глубин: 55, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 210 см. Радиоуглеродное датирование торфа выполнено в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г. Новосибирск). Основными методами исследований являлись ботанический и радиоуглеродный анализы торфа.

Результаты и обсуждение исследований. В результате анализа стратиграфии торфяной залежи выявлено, что она на всю глубину образована низинными торфами топяной подгруппы травяной, травяно-моховой и моховой групп (табл. 2).

Ботанический состав и виды торфа, слагающие залежь

Глубина, см	Ботанический состав торфа	Вид торфа
55–60	Гипновые мхи – <i>Polytrichum strictum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. gracile</i> , <i>Hypnum lindbergii</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Drepanocladus revolvens</i> – 70%, осоки – <i>Carex rariflora</i> , <i>C. rotundata</i> , <i>C. arctisibirica</i> , <i>C. concolor</i> – 10%, хвощ – <i>Equisetum fluviatile</i> – 10%, пушица – <i>Eriophorum brachyantherum</i> – 10%	Гипновый
60–65	Гипновые мхи – 50, осоки те же – 40%, хвощ – 10%, пушица – ед.	Осоково-гипновый
65–70	Осоки – <i>Carex vesicaria</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. rariflora</i> , <i>C. arctisibirica</i> , <i>C. Middendorffii</i> – 60%, гипновые мхи – <i>Meesia triquetra</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Dicranum elongatum</i> – 30%, хвощ – 10%, пушица – ед.	Осоковый
70–75	Осоки те же – 60%, гипновые мхи те же – 30%, хвощ – 10%, вейник – ед., роголистник – ед.	Осоковый
75–80	Гипновые мхи – <i>Meesia triquetra</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Dicranum elongatum</i> – 60%, осоки те же – 20%, пушица – 10%, хвощ – ед., кора ивы – 10%	Гипновый
80–85	Гипновые мхи те же – 60%, осоки – 20%, хвощ – 10%, пушица – 20%, кора ивы – ед.	Гипновый
85–90	Гипновые мхи – 20%, осока – 20%, хвощ – 20%, пушица – 30%, кора ивы – 5%, неопределенные остатки – 5%	Травяной
90–95	Осоки – 60%, хвощ топяной – 15%, гипновые мхи – 20%, древесина ольхи – 5%, пушица – единично	Осоковый
95–100	Осоки – <i>Carex rostrata</i> , <i>C. wiluica</i> – 60%, хвощ топяной – 15%, гипновые мхи – 20%, кора и древесина ольхи – 5%, пушица – ед.	Осоковый
100–110	Гипновые мхи – <i>Drepanocladus revolvens</i> , <i>Calliergon giganteum</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> – 45%, осоки – 35%, хвощ – 15%, пушица – 5%	Разнотравно-гипновый
110–120	Осоки – 60%, гипновые мхи – 20%, хвощ – 10%, роголистник – 5%, вейник – 5%	Осоковый
120–130	Осоки – <i>C. vesicaria</i> , <i>C. capitata</i> , <i>C. diandra</i> , <i>C. wiluica</i> , <i>C. aquatilis</i> – 20%, хвощ – 30%, голубика – 5%, гипновые мхи – <i>Drepanocladus revolvens</i> , <i>Calliergon giganteum</i> – 10%, роголистник – 10%, пушица – <i>Eriophorum brachyantherum</i> – 20%	Травяной
130–140	Гипновые мхи – 30%, осоки – 20%, пушица – 20%, хвощ – <i>Equisetum palustre</i> – 20%, неопределенные остатки – 10%	Травяной
140–150	Гипновые мхи – 30%, осоки – 15%, пушица – 40%, хвощ – 15%	Травяной
150–160	Осоки – 50%, зеленые мхи – <i>Calliergon giganteum</i> , <i>Meesia triquetra</i> , <i>Hypnum lindbergii</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> – 20%, хвощ – 20%, неопределенные остатки – 10%	Травяной
160–170	Осоки – 60%, гипновые мхи – 20%, хвощ – 15%, пушица – 5%	Травяной
170–180	Гипновые мхи – 60%, хвощ – 30%, осоки – <i>Carex wiluica</i> , <i>C. rariflora</i> – 10%	Травяно-гипновый
180–190	Гипновые мхи – 60%, хвощ – 20%, осоки – 10%, пушица – 5%, вейник – 5%	Травяно-гипновый
190–200	Гипновые мхи – 60%, хвощ – 20%, пушица – 20%, вейник – ед.	Травяно-гипновый
200–210	Хвощ – 50%, пушица – <i>Eriophorum polystachion</i> – 40%, гипновые мхи – 10%	Травяной

Среди видов торфа преобладают травяной и осоковый. Древесный торф в торфяной залежи не выявлен, хотя, как отмечалось ранее, на берегу протоки было обнаружено значительное количество полуископаемой древесины. Залежь от момента начала заболачивания и до его полного прекращения формирова-

лась, вероятно, в близких экологических условиях, так как слагающие ее торфа отличаются не столько видовым составом растений, сколько их процентным соотношением. Ботанический анализ торфа погребенного торфяника свидетельствует о том, что доминирующими растениями-торфообразователями в течение всего периода его образования были осоки и зеленые мхи. Содоминантами являлись хвощ, пушица, полярные ивы, карликовая и приземистая березы, а также подбел, черника, голубика.

Абсолютные датировки нижнего и верхнего горизонтов торфа (210 см, возраст 1915 ± 75 л.н. и 55 см, возраст 455 ± 80 л.н.) свидетельствуют о том, что болотообразование и накопление торфа в долине р. Хатанги началось в субатлантическом периоде и закончилось примерно 500 л.н. Используя данные послынного радиоуглеродного датирования, нами была подсчитана скорость аккумуляции торфа, результаты которой оказались неожиданными (табл. 3).

Таблица 3

Возраст болота и скорость торфонакопления в долине р. Хатанги

Глубина отбора торфа, см	Номер лабораторного образца	Абсолютный возраст торфа по ^{14}C , л. н.	Количество лет между датировками	Скорость аккумуляции торфа, мм/год
55	СОАН-6412	455 ± 80	-	
			160	1,6
75	СОАН-6413	615 ± 75		
			355	0,7
100	СОАН-6414	970 ± 75		
			195	1,3
125	СОАН-6415	1165 ± 40		
			95	2,6
150	СОАН-6416	1260 ± 70		
			65	3,8
175	СОАН-6417	1325 ± 60		
			135	1,8
200	СОАН-6418	1460 ± 55		
			455	1,3
210	СОАН-6419	1915 ± 75		

В среднем она равнялась 1,1 мм/год, а динамика торфонакопления за весь период образования торфяника была следующей. В начале субатлантического периода (возраст торфа – 1915 ± 75 л.н.) скорость накопления торфа составляла 1,3 мм/год. В середине периода (возраст торфа – 1460 ± 55 , 1325 ± 60 , 1260 ± 70 , 1165 ± 40 л.н.) прирост торфа заметно увеличился (1,8; 3,8; 2,6; 1,3). В конце субатлантического периода, вероятно, произошло обсыхание торфяника, его частичное разрушение под влиянием термокарста и водной эрозии. Поэтому годичный прирост торфа заметно снизился и составлял 0,7 мм/год. И между датами 615 ± 75 и 455 ± 80 л.н. (верхний слой торфяника, перекрытый суглинком) произошло новое увеличение скорости аккумуляции торфа до 1,6 мм/год. Проинтерпретировать такую чрезвычайно высокую скорость торфонакопления в зоне вечной мерзлоты не представляется возможным. Поэтому нами сделано предположение, что полученные величины абсолютного возраста сильно омоложены, а сам торфяник образовался не в субатлантическом, а в атлантическом периоде (8–4,5 тыс. л. н.). Это предположение опирается на широко представленные в литературе данные [2, 3, 5 и др.], которые свидетельствуют о том, что субатлантический период на Восточном Таймыре характеризуется значительным похолоданием климата по сравнению с предыдущими периодами голоцена. В это время в левобережье Хатанги, как и вообще на Таймыре, происходит полное исчезновение лесов, которые были широко распространены в атлантический и суббореальный периоды, а растительность была близка современной, т.е. была представлена заболоченными тундрами. Поэтому если утверждать (согласно радиоуглеродной датировке), что исследованный торфяник сформировался в субатлантическое время, то полученные нами довольно высокие величины линейного прироста торфа трудно согласуются с холодным климатом субатлантики. По данным [6], прирост торфяников, находящихся в области современного распространения вечной мерзлоты, варьирует от 0,1 до 0,9 мм/год. А локальный

максимум прироста торфа в лесотундре и тундре Таймыра – 1,5–1,6 мм/год отмечен в климатический оптимум голоцена, т.е. в атлантический период [2, 7].

По нашему мнению, образование болот и интенсивное торфообразование в среднем течении р. Хатанги происходило не в холодный субатлантический период, а в климатический оптимум голоцена – атлантический период, который характеризуется максимальной фазой потепления. Так, по данным [3], «отклонение июльской изотермы от современных значений на Таймыре составляло ... не менее 8–10°C» (с. 617), по другим данным [8–10], оно равнялось 3–4°C. Для болот этого времени характерен активный рост торфяных залежей, сложенных преимущественно сфагновыми и гипновыми торфами малой степени разложения, а для суходолов – широкое развитие лесов из ели, березы и лиственницы [11].

Для доказательства атлантического возраста исследованного торфяника мы проанализировали скорость аккумуляции торфа другого торфяника [12], расположенного относительно недалеко от нашего (р. Фомич, географические координаты 71°42' с.ш., 108°03' в.д.). Его мощность составляет 2,62 м, а абсолютный возраст нижнего слоя торфа равен 10 500 ± 140 л.н. Процесс торфонакопления, как и в нашем случае, прекратился 500 ± 60 л.н. и торфяник был засыпан слоем песка. Рассчитав среднюю скорость аккумуляции торфа в долине р. Фомич, получили, что она равна 0,24 мм/год. Используя эту расчетную скорость, подсчитали, что абсолютный возраст нашего торфяника должен быть не менее 6412 л.н., что свидетельствует о том, что болото- и торфообразование в среднем течении р. Хатанги началось не позднее середины атлантического периода. Косвенным подтверждением этому могут служить также погребенные стволы и пни полуископаемой древесины (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), большое количество которых, как отмечалось выше, залегают в основании торфяников и в аллювиальных отложениях протоки Пионерской. По М.М. Наурзбаеву [4, 10], абсолютный возраст этой древесины варьирует от 5250 ± 30 до 5150 ± 40 л. н., что свидетельствует о том, что в оптимум голоцена большая часть Восточного Таймыра была покрыта лиственничными лесами.

Заключение. Проведенные комплексные исследования погребенного реликтового торфяника в долине р. Хатанги, дополненные данными абсолютного возраста полуископаемой древесины из этого же района, подтверждают сделанный ранее [4] вывод о том, что аномально высокие летние температуры раннего и среднего голоцена в сочетании с избыточным увлажнением благоприятствовали развитию на Таймыре лесных и болотных ландшафтов.

А на искажение и омоложение абсолютного возраста исследованного торфяника, и, соответственно, расчета скорости аккумуляции торфа, по нашему мнению, могли повлиять следующие факторы: 1) в речных обнажениях торфяников, находящихся в краевых частях болотных массивов, происходит естественный дренаж и последующая усадка торфа, которая значительно нивелирует истинные величины скорости аккумуляции торфа; 2) на омоложение возраста погребенного торфяника могло повлиять его неоднократное затопление во время половодий на р. Хатанге. Следы этих затоплений в виде прослоек песка отчетливо видны на поверхности незачищенной стенки торфяника. Как отмечал ранее Л.В. Сулержицкий [13], несмотря на то, что радиоуглеродный метод является достаточно хорошим инструментом для решения палеоэкологических задач, получаемые даты иногда противоречат друг другу. В частности, опасность омоложения возраста торфяников Крайнего Севера, по данным автора, возможна при соприкосновении его с активной биосферой после отступления вечной мерзлоты. Поэтому для получения дальнейших доказательств атлантического возраста погребенных реликтовых торфяников Восточного Таймыра необходимо продолжить изучение их генезиса и эволюции.

Литература

1. Пьявченко Н.И. К изучению палеогеографии севера Западной Сибири в голоцене // Палинология голоцена. – М., 1971. – С. 139–158.
2. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 189 с.
3. Белорусова Ж.М., Ловелиус Н.В., Украинцева В.В. Региональные особенности изменения природы Таймыра в голоцене // Ботан. журн. – 1987. – Т. 72. – № 5. – С. 610–618.
4. Summer temperatures in eastern Taimyr inferred from a 2427-year late Holocene tree-ring chronology and earlier floating series / М.М. Nayrzbayev [et al.] // The Holocene. – 2002. – P. 727–736.
5. Белорусова Ж.М., Украинцева В.В. Палеогеография позднего плейстоцена и голоцена р. Новой на Таймыре // Ботан. журн. – 1980. – Т. 65. – № 3. – С. 368–379.
6. Вертикальный прирост торфа на болотах России в голоцене по данным радиоуглеродных датировок / С.Э. Вомперский [и др.] // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск, 2000. – С. 53–55.

7. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1996. – 324 с.
8. Антропоген Таймыра. – М.: Наука, 1982. – 184 с.
9. Bradley R.S. Paleoclimatology. Reconstructing climate of the quaternary // International geophysics series. – 1999. – V. 64. – 613 p.
10. Наурзбаев М.М., Ваганов Е.А., Сидорова О.В. Изменчивость приземной температуры воздуха на севере Евразии по данным тысячелетних древесно-кольцевых хронологий // Криосфера Земли. – 2003. – Т. VII. – № 2. – С. 84–91.
11. Briffa K.R. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees // Quaternary Science Reviews, 2000. – P. 87–105.
12. Украинцева В.В., Поспелов И.Н. О связях состава растительности и состава спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб (устье р. Оленья, полуостров Таймыр // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2006. – № 3. – С. 97–109.
13. Сулержицкий Л.Д. Радиоуглеродный метод и динамика распространения голоценовых лесов в тундровой зоне // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 146–149.



УДК 633.11:58.04:581.331.2

Е.В. Козлова

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОГАМЕТОФИТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОДУДОЛЬНЫХ ГЕРБИЦИДОВ

Проведен сравнительный анализ влияния гербицидов Фенизан, Триатлон, Секатор Турбо и Прима на последующие после применения поколения яровой пшеницы сорта Новосибирская 29.

У двух последовательных поколений потомков обработанных растений обнаружены изменения частоты и структуры аномалий формирования микрогаметофита. В ряде случаев отмечена тенденция снижения урожайности.

Ключевые слова: яровая пшеница, противодудольные гербициды, пыльца, продуктивность.

E.V. Kozlova

THE SPRING WHEAT MICRO-GAMETOPHYTE FORMATION IN THE SUBSEQUENT GENERATIONS AFTER ANTI-DICOTYLEDONOUS HERBICIDE APPLICATION

The comparative analysis of Fenizan, Thriathlon, Secateurs Turbo and Prima herbicide influence on the subsequent after use generations of spring wheat sort Novosibirsk 29 is carried out.

The frequency and structure changes of micro-gametophyte formation anomalies in two consecutive generations of treated plant descendants are revealed. In some cases the tendency of productivity decrease is registered.

Key words: spring wheat, anti-dicotyledonous herbicide, pollen, productivity.

В жизненном цикле высших растений большую роль в процессе эволюции и передаче генетической информации играет гаплоидная фаза (Эмбриология цветковых растений, терминология и концепции, 1994). Эта фаза очень чувствительна к действию разнообразных факторов – физических, химических (Кравец Е.А., 2011). Стерильность пыльцевого зерна выражается в нарушениях формирования пыльцевой оболочки и клеток гаметофита, что приводит к невозможности оплодотворения (Брыль Е.А., 2009). Как результат, гаметофиты, особенно мужские, подвергаются интенсивному отбору на фоне повышенной вероятности возникновения и проявления разнообразных мутаций (Дудин Г.П., 2006; Кравец Е.А., 2011, Егоркина Г.И., Бабич Т.В., 2008). На сегодняшний день опубликованы исследования прямого влияния пестицидов на обрабатываемые растения, и что очень важно, на их генеративные органы (Дудин Г.П., 2005, Егоркина Г.И., Бабич Т.В., 2008).

Однако имеются лишь единичные работы по изучению последствий применения химических средств защиты для последующих поколений у культурных растений (Zollinger R.K., Evans J.O., 1985, Помелов А.В.,