

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 561

EDN GNNBHY

doi: 10.17072/1994-9952-2025-1-5-13.



**Особенности болотообразовательного процесса
в Северном Зауралье**

Татьяна Геннадьевна Антипина

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

Аннотация. На основе палеоэкологических методов изучения торфяных отложений и радиоуглеродного датирования рассмотрены этапы развития болот в Северном Зауралье в голоцене. Проведенные исследования позволили детально реконструировать историю развития болотной растительности в Северном Зауралье, выявить катастрофические события, которые привели к смене растительных сообществ на болотах и увязать их со временем. В качестве объектов исследования выбрано 3 болотных массива: Троицкий, Большой сосновый и торфяное обнажение Хорпия в долине р. Лозьвы. Показано, что процессы заболачивания в Северном Зауралье начинались в разное время. На торфянике Троицкий торфонакопление началось около 8.0 тыс. лет назад, в Большом Сосновом – около 5.7 тыс. лет назад, в пойме р. Лозьвы (участок Хорпия) – около 5.4 тыс. лет назад. Основными путями заболачивания можно считать суходольное заболачивание лесов в понижениях рельефа и заболачивание послеледниковых озер. При заболачивании озер (Большое сосновое и Троицкое) торфообразование начинается с переходной стадии, с зарастания мелководий пушицей и сфагновыми мхами. При заболачивании елового леса в условиях застойного переувлажнения (торфяник Хорпия) торфообразование начинается с накопления древесного торфа. Этапы развития растительного покрова болот обусловлены климатическими изменениями. В теплые, сухие периоды на болотах развивается древесная растительность. В период похолодания и промерзания торфяников древесные растения исчезают, взамен начинается экспансия сфагновых олиготрофных мхов.

Ключевые слова: ботанический анализ, голоцен, микрофоссилии, Северное Зауралье, реконструкция, торфяные отложения

Для цитирования: Антипина Т. Г. Особенности болотообразовательного процесса в среднетаежной подзоне Зауралья // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2025. Вып. 1. С. 5–13. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-1-5-13>. EDN: GNNBHY.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического сада УрО РАН.

BOTANY

Original article

Features of the bog formation process in the Northern Trans-Urals

Tatiana G. Antipina

Institute Botanic Garden of the Ural Branch of the RAS, Yekaterinburg, Russia, antanya1306@mail.ru

Abstract. The work examines the stages of development of swamps in the Northern Trans-Urals in the Holocene based on paleoecological methods of studying peat deposits and radiocarbon dating. The conducted research made it possible to reconstruct in detail the history of the development of swamp vegetation in the Northern Trans-Urals, to identify catastrophic events that led to the change of plant communities in the marshes and to link them with time. Three bog massifs were selected as objects of study: Troitsky, Bolshoy Sosnovy and the Khorpiya peat outcrop in the Lozva River valley. It is shown that the processes of swamping in the Northern Trans-Urals began at different times. Peat accumulation began in the Troitsky peat bog about 8.0 thousand years ago, in Bolshoy Sosnovyy – about 5.7 thousand years ago, in the floodplain of the Lozva River (Khorpiya section) – about 5.4 thousand years ago. The main routes of swamping can be considered to be dryland swamping of forests in low-lying areas of the relief and swamping of postglacial lakes. When lakes (Bolshoye Sosnovoe and Troitskoye) become swamped, peat formation begins with a transitional stage, with the overgrowing of shallow waters with cotton grass and sphagnum mosses. When a spruce forest becomes swampy under conditions of stagnant waterlogging (Khorpiya peat bog), peat formation begins with the accumulation of wood peat. The

stages of development of the vegetation cover of swamps are determined by climate change. During periods of cold weather and freezing of peatlands, woody plants disappear, and instead, oligotrophic sphagnum mosses begin to expand.

Keywords: botanical analysis, Holocene, microfossils, Northern Trans-Urals, reconstruction, peat deposits

For citation: Antipina T. G. [Features of the bog formation process in the Northern Trans-Urals]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 1 (2025): pp. 5-13. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2025-1-5-13>.

Acknowledgments: the study was conducted within the framework of the state assignment of the Institute Botanical Garden of the UB of the RAS.

Введение

Болотные экосистемы выполняют разнообразные биосферные функции: в значительной мере определяют гидрологический режим территории, служат гигантскими естественными фильтрами, поглощающими токсические вещества из атмосферы, депонируют углерод, служат местами произрастания редких видов растений. Велико значение торфяных отложений в сохранении истории развития палеоэкосистем: благодаря консервационным свойствам торфа (кислая среда, отсутствие кислорода) органические остатки сохраняются по несколько тысяч лет.

Другими словами, болотные массивы являются природными архивами климатических и природных изменений. Северное Зауралье в пределах Свердловской обл. является самой заболоченной территорией – до 20% [Торфяные месторождения..., 1976]. Исследования болот Северного Зауралья начались в начале XX в. Б.Н. Городков и С.С. Неуструев [1923] описали процесс почвообразования южной части Северного Урала, который развивается по типу почв тундровой зоны. М.М. Сторожева [1960a] в течение многих лет изучала болота Северного Зауралья, описала разные типы болот и пространственные закономерности распределения их на территории между 60 и 63° с. ш. В результате проведенного исследования было выделено 19 типов эвтрофных или низинных болот; 12 – мезотрофных или переходных и 3 – олиготрофных типа болотных сообществ. В.И. Маковский в 70-е годы XX в. исследовал болотные массивы междуречья Лозьвы и Пельма, уделяя внимание вопросу происхождения и болотообразовательного процесса. Тем не менее, территория Северного Зауралья остается малоисследованной [Маковский, 1966; 1974].

Цель настоящей работы – на основе ботанического анализа торфяных разрезов восстановить этапы развития болот в Северном Зауралье в голоцене.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на Северном Урале на границе между восточными предгорьями и Западно-Сибирской низменностью (Туринской равнине) в пределах Свердловской обл. По лесорастительному районированию территория относится к Восточно-Североуральской обл. [Колесников, Зубарева, Смолоногов, 1973]. Её рельеф увалистый, с высотами до 250–300 м. К востоку от г. Ивдель, на междуречье Лозьвы и Пельма, находится озерно-аллювиальная равнина самарского оледенения, а севернее – небольшой участок ледниковой аккумулятивной самарской равнины, граница которого пересекает р. Лозьву несколько южнее с. Бурмантова. Современный рельеф сохранил влияние ледника (моренные гряды на междуречье Лозьвы и Пельма) и мощных потоков ледниковых вод в перигляциальной области [Колесников, Зубарева, Смолоногов, 1973].

Климат континентальный. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца (января) – –19°С, а среднемесячная температура самого теплого месяца (июля) – +15°С [Капустин, Корнев, 2006; Куликов, Золотарева, Подгаевская, 2013]. Продолжительность вегетационного периода 110–120 дней. На Северном Урале в год выпадает до 800 мм осадков. Реки восточного макросклона Северного Урала относятся к Обскому бассейну. Основным источником питания рек являются талые снеговые воды. В меньшей степени – дождевое. Озера эрозионного и термокарстового происхождения [Кеммерих, 1968].

Болота в основном верховые на водоразделах, эвтрофные и мезотрофные – в поймах и долинах рек. Водораздельные олиготрофные болота имеют неглубокую торфяную залежь с высокой степенью разложения торфа. Болота озерного происхождения имеют ограниченное распространение. Площади заболоченных и болотных лесов преобладают над безлесными болотными группировками. На равнинных междуречьях предгорных районов Северного Урала наблюдается заболачивание лесных суходолов и превращение лесных массивов в лесные мезотрофные и олиготрофные болота [Сторожева, 1960б].

Район исследований расположен в подзоне северной тайги в Ивдельском ботанико-географическом округе. Здесь преобладают северотаежные сосновые (с лиственницей) травяно-кустарничковые леса [Куликов, Золотарева, Подгаевская, 2013]. В качестве объектов исследования выбрано 3 болотных массива: Троицкий, Большой сосновый и торфяное обнажение Хорпия в долине р. Лозьвы (рис 1).

Разрез – торфяник Троицкий [60°07' с. ш.; 59°50' в. д., 220 м над ур. м.] представляет собой верховое болото, расположен на заболоченном берегу оз. Троицкое в 5.5 км к юго-западу от г. Североуральска.

Торфяная залежь имеет мощность 3.5 м. Современное болото сосново-кустарничково-сфагновое. На кочках высотой 50–70 см произрастают вересковые кустарнички: *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Rhododendron tomentosum* Harmaja, *Andromeda polifolia* L. с примесью *Rubus chamaemorus* L. и *Vaccinium oxycoccos* L., *V. microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh., в напочвенном покрове преобладают сфагновые мхи (*Sphagnum*).

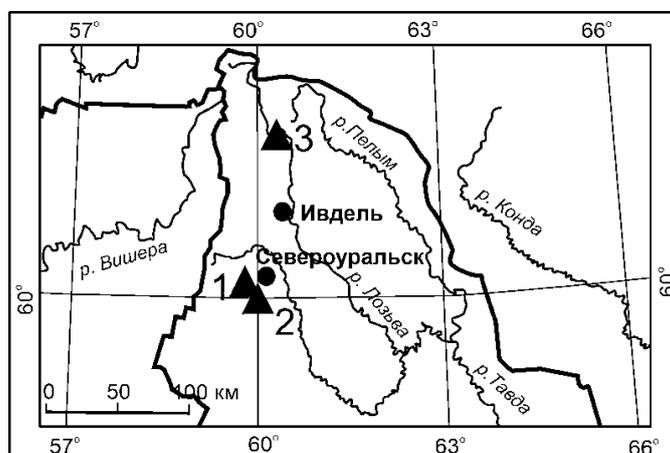


Рис. 1. Месторасположение исследованных болотных массивов:

1 – Троицкий, 2 – Большой сосновый; 3 – Хорпия

[Location of the studied mires:

1 – Troitskiy, 2 – Bolshoye Sosnovoye; 3 – Horpia]

Разрез – Большое сосновое болото [60°00' с. ш.; 59°56' в. д., 215 м над ур. м.]. Торфяное болото расположено на северо-западе Свердловской обл., в 4.5 км к северу от г. Карпинска, на водоразделе р. Вагран и Турья. В месте отбора проб мощность залежи составляет 2.3 м. Здесь сформировано сосново-кустарничково-сфагновое сообщество. В древесном ярусе произрастает *Pinus sylvestris* L., кустарничковый ярус представлен вересковыми кустарничками (*Rhododendron tomentosum*, *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccos*, *V. microcarpum*, *V. uliginosum* L., изредка *V. vitis-idaea* L.), кустарнички образуют кочки около 50 см высотой. В моховом покрове произрастает сфагнум фускум (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr).

Разрез – Береговое обнажение Хорпия [61°02' с. ш., 60°03' в. д.; 120 м над ур. м.]. Торфяник расположен на левом берегу в пойме р. Лозьвы, вблизи пос. Хорпия. Наибольшая мощность торфяного обнажения в месте отбора пробы около 3 м. Растительный покров мезотрофный. Древостой из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с примесью березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). В подросте преобладает *Betula pubescens* встречается *Picea obovata* и сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). В подлеске встречаются *Sorbus aucuparia* L., *Prunus padus* L., *Lonicera* sp., *Salix*; редко – *Alnus incana* (L.) Moench. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются: *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. oxycoccos*, *Empetrum nigrum* L., *Rubus chamaemorus*, *R. arcticus* L. и др., в моховом покрове присутствуют зеленые мхи (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw. ex anon., *Brachytecium* sp.) и сфагновые мхи с преобладанием *Sphagnum fuscum*.

Полевые исследования. Для взятия образцов в торфомассиве выбиралась наибольшая толщина отложений на основе анализа данных торфоразведки [Торфяные месторождения..., 1976]. Местонахождения всех разрезов фиксировались с помощью навигатора Garmin GPSmap 62s. В месте отбора образцов проводилось геоботаническое описание современной растительности. Отбор образцов из торфяной залежи и обработка их в лабораторных условиях производились с учетом требований ГОСТ¹. Для отбора образцов использовался бур Eijkelkamp (Голландия). Образцы торфяных отложений отбирались сплошной колонкой с интервалом 5–7 см.

Методы лабораторных исследований. Подготовка образцов к ботаническому анализу производилась по методике ГОСТ 28245-89. Микроскопическое исследование микрофоссилий торфа производилось на микроскопе AXIO Scope A1 ZEISS при 100–200-кратном увеличении. Таксономическая принад-

¹ ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. М.: Стандартинформ, 2006. 7 с.

лежность встреченных в поле зрения микрофоссилий определялась с помощью атласов микрофотографий и определителей [Богданов, 1951; Домбровская, Коренева, Тюремнов, 1959].

В ходе исследования был выявлен 51 вид сосудистых растений. Латинские названия цветковых растений приведены в соответствии с World Checklist of Vascular Plants [WCVP, 2022].

По результатам определения строилась диаграмма, отражающая участие каждого таксона в общей сумме в процентах в программах TILIA-2 и TILIA-GRAPH [Grimm, 1992].

По составу растений, определенных по микроостаткам в торфе, выделялись группы торфов и тип торфяной залежи [Денисенков, 2000]), обобщенная стратиграфия отражена в каждой диаграмме в колонке «Литология». Условные обозначения приведены в описании к рис. 2.

Радиоуглеродное датирование. Для расчета абсолютного возраста слоев в каждом разрезе были отобраны образцы на радиоуглеродное датирование весом около 400 г (таблица). Анализ и расчет абсолютного возраста образцов производился в лабораториях: ГИН – Геологический институт РАН, г. Москва; IGAN – ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН; ЛУ – Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, лаборатория палеогеографии и геохронологии четвертичного периода (г. Санкт-Петербург).

Результаты радиоуглеродного датирования [Results of radiocarbon dating (14-C yr BP)]

№ п/п	Лабораторный номер	Глубина, см	Датируемый материал	¹⁴ C дата, лет	Календарный возраст, лет назад (IntCal20)
Троицкий (скважина)					
1	IGAN-7618	185–190	Торф	5620±80	6414±85
2	IGAN-7619	250–260	Торф	6500±90	7399±88
3	IGAN-7620	260–270	Торф	6760±90	7615±80
4	IGAN-	325–335	Глина	8060±140	8951±210
Большое сосновое болото					
5	ГИН-13875	90–105	Торф	1430 ±100	1335±102
6	ГИН-13876	160–170	Торф	3700±90	4048±134
7	ГИН-13877	220–227	Сапрпель	4990±90	5741±101
Разрез Хорпия 1					
8	ЛУ-6431	100–105	Торф	2010±50	1947±69
9	ЛУ-6430	163–172	Торф	3560±110	3857±155
10	ЛУ-6428	240–250	Торф	4520±70	5160±118

Все даты приводятся калиброванными по IntCal20. Для построения глубинно-возрастной модели использовался пакет “Vshgn” в среде R. В тексте значения представлены в формате тысяч календарных лет назад. Для всех датированных разрезов был определен возраст каждого слоя и время изменений стратиграфии. Расчетный калиброванный возраст использовался для возможности корреляции хронологии синхронных событий.

Результаты и их обсуждение

Ботанический анализ торфяных отложений изученных разрезов

Разрез Троицкий (скважина). Диаграмма ботанического состава (рис. 2) отражает динамику развития болота. В исследуемом разрезе донные озерные отложения представлены глинами (нижние 10 см). Аккумуляция органических отложений (сапрпель) началась около 8.9 тыс. кал. (калиброванных) лет назад (л. н.). Озерная стадия продолжалась до 8.0 тыс. кал. л. н.

С 8.0 тыс. кал. л. н. началось заселение водоема сфагновыми мхами и его заторфовывание.

Около 7.6 тыс. кал. л. н. мелководья стали зарастать прибрежными макрофитами: вейниками (*Calamagrostis* sp.), рогозом (*Typha* sp.), хвощом (*Equisetum* sp.), появились осоки (*Carex* sp.) и пушица (*Eriophorum* sp.). Постепенно исчезла водная гладь, часть водоема превратилась в низинное болото.

Период 7.3–6.6 тыс. кал. л. н. характеризуется колебаниями гидрологического режима. В более влажные периоды преобладали сообщества со сфагновыми мхами, в более сухие – с пушицей.

С 6.6 по 3.7 тыс. кал. л. н. в развитии болота был стабильный период, преобладали сфагновые сообщества с формированием слоя магелланикум-торфа мощностью 90 см. С 3.7 тыс. кал. л. н. в условиях позднегоценового похолодания [Маковский, 1966], происходит смена сфагновых группировок – начинает доминировать сфагнум фускум, накапливается комплексный верховой торф.

Около 2.5 тыс. кал. л. н. с потеплением и повышением сухости произошло падение уровня болотных вод и осушение торфяника. Здесь появляется *Pinus sylvestris*, вересковые кустарнички. С этим периодом связано формирование слоя древесного торфа.

Выпадение древесной растительности около 1.6 тыс. кал. л. н. возможно произошло из-за похолодания и промерзания грунтов [Маковский, 1966 и др.]. Возможно, за счет вертикального прироста торфа и ухода от грунтового питания на болоте началась экспансия сфагнома бурого (*Sphagnum fuscum*). Слой фускум торфа накапливался в период 1.6–0.6 тыс. кал. л. н. в условиях повышения континентальности климата.

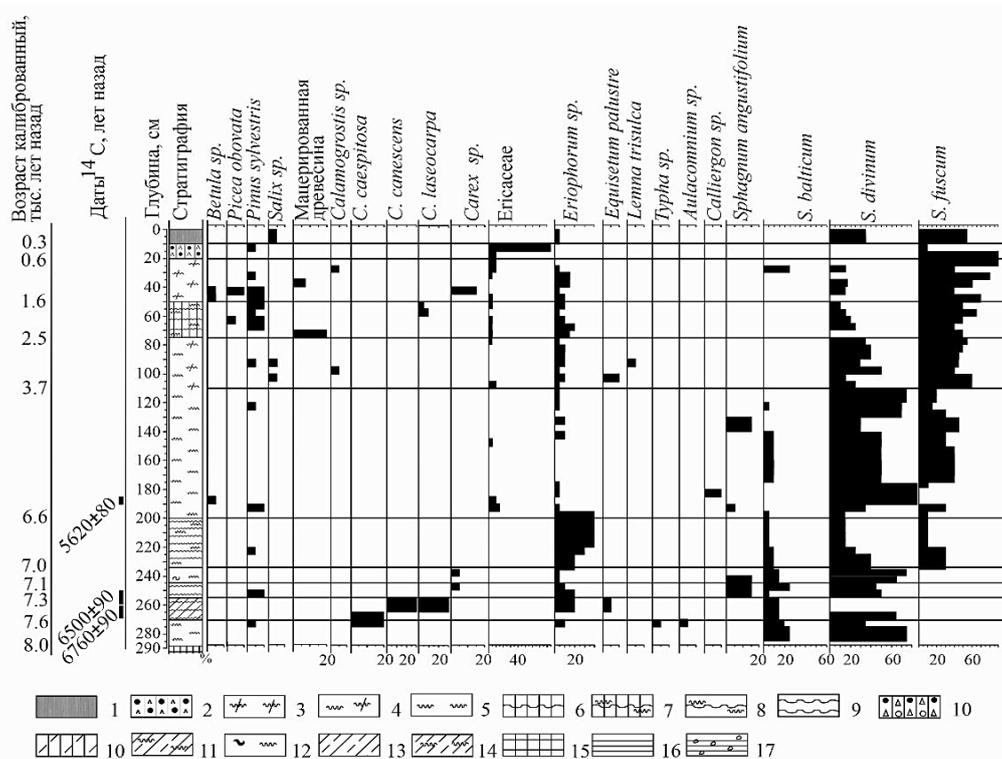


Рис. 2. Диаграмма ботанического состава разреза Троицкий:

1 – моховой очес; верховые виды торфа: 2 – кустарничковый; 3 – фускум-торф; 4 – комплексный; 5 – магелланикум торф; 6 – древесно-пушицевый; переходные виды торфа: 7 – древесно-пушицево-сфагновый; 8 – пушицево-сфагновый; 9 – пушицевый; 10 – березово-еловый; 11 – гипново-осоково-сфагновый; низинные виды торфа: 12 – мочажинный сфагновый; 13 – гипново-осоковый; 14 – гипново-сфагновый; 15 – сапропель; 16 – глина; 17 – глина с дресвой

[Plant macrofossil diagram for Troitskiy site:

1 – moss waste; high-moor peat types: 2 – dwarf shrub peat; 3 – fuscum peat; 4 – complex; 5 – magellanicum peat; 6 – wood-cotton grass; transitional peat types: 7 – wood-cotton grass-sphagnum; 8 – cotton grass-sphagnum; 9 – cotton grass; 10 – birch-spruce; 11 – hyprnum-sedge-sphagnum; lowland peat types: 12 – sphagnum hollow peat; 13 – hyprnum-sedge; 14 – hyprnum-sphagnum; 15 – sapropel; 16 – clay; 17 – clay with druse]

Современная растительность сформировалась в последние 600 лет, на болоте распространены сосново-кустарничково-сфагновые сообщества. В настоящее время такие фитоценозы опоясывают центральную часть озера.

Разрез Большое сосновое. В понижении рельефа на водоупорных глинах в условиях избыточного увлажнения началось заболачивание участка по типу согры (рис. 3). Это происходило около 6 тыс. кал. л. н. Переувлажненность субстрата привела к формированию пушицевого болота с порослью березы и ели и сфагновыми мхами типа согры. Нижняя часть торфяной залежи сложена древесно-пушицевым торфом.

Около 4.8 тыс. кал. л. н. с понижением уровня болотных вод на данном участке произрастала *Pinus sylvestris* с пушицей. В это время сформировался переходный древесный торф.

Кратковременное сухое похолодание около 4.2–3.9 тыс. кал. л. н. привело к еще большему обсыханию или промерзанию торфяника. В этот период накапливался пушицево-сосновый слой торфа.

В период 3.9–2.8 тыс. кал. л. н. происходит зарастание участка сосной, вересковыми кустарничками, пушицей и сфагновыми мхами, доминирует сообщество сосняк кустарничково-сфагновый с пушицевыми мочажинами, аккумулируется сосново-кустарничково-сфагновый верховой торф.

С 2.8 до 1.8 тыс. кал. л. н., в условиях похолодания или промерзания грунтов, происходит угнетение древостоя, сосна выпадает, распространение получают пушицево-сфагновые сообщества, накапливается пушицево-сфагновый верховой торф.

С 1.4 тыс. кал. лет назад с деградацией мерзлоты на болоте доминирует сфагнум фускум (*Sphagnum fuscum*), верхняя часть залежи (90 см) представлена малоразложившемся фускум торфом.

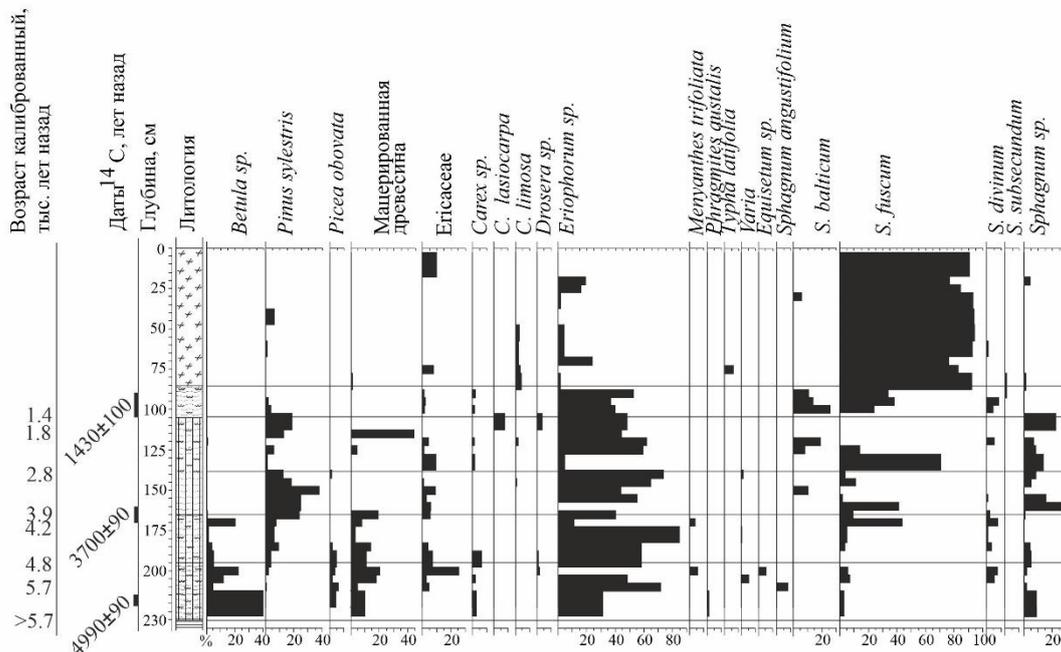


Рис. 3. Диаграмма ботанического состава разреза Большое сосновое болото
[Plant macrofossil diagram for Bolshoye Sosnovoye mire]

Таким образом, болото с момента начала торфообразования прошло стадии переходную и затем верховую, что в целом типично для среднетаежной зоны Северного Зауралья.

Разрез Хорпия. Стратиграфия разреза представлена на рис. 4. Образование торфяника началось с заболачивания суходольного елового леса с участием зеленых мхов. В слое 295–265 см древесных остатков ели (*Picea obovata*) вместе с мацерированной древесиной до 90 % (рис. 4). Нижний слой торфа (265–245 см) древесный, сложен остатками древесины ели (*Picea obovata*) и сосны (*Pinus sylvestris*), а также ивы (*Salix*), из споровых до 30%. Такой состав растительных остатков указывает на условия избыточного переувлажнения напочвенного лесного покрова в период до 5.1 тыс. кал. л. н.

Выше, на глубине 250–200 см находится слой елово-березового торфа. Высокое содержание мацерированной древесины (30–60%) и фоссилии сфагнового мха (*Sphagnum divinum*) указывает на переувлажненность субстрата. В период 5.1 и 4.3 тыс. кал. л. н. были влажные и теплые условия, на месте разреза существовала березово-еловая согра.

В период 4.3–4.0 тыс. кал. л. н. промерзание грунтов при сухом похолодании могло привести к выпадению древостоя. Слой на глубине 200–185 см, сложенный сфагновым мочажинным торфом, мог сформироваться после оттаивания мерзлого грунта. После оттаивания небольшого верхнего слоя сфагновые мхи распространились на болоте [Прейс, 2015; Антипина, Прейс, Зенин, 2019]. Наши данные подтверждают сухое похолодание – событие 4.2 ка, описанное в многочисленных публикациях по Восточно-Европейской равнине, Уралу и Западно-Сибирской низменности [Хотинский, 1977; Никифорова, 1982; Бляхарчук, 2012; Масленникова, Дерягин, Удачин, 2012; Новенко, 2016; Rapova, Antipina, 2016 и др.].

После 4.0 тыс. кал. л. н. происходит восстановление древостоя после сухого потепления. Слой 185–150 см представлен фоссилиями сосны (*Pinus sylvestris*), ели (*Picea obovata*), березы (*Betula pubescens*) и вересковыми кустарничками (*Ericaceae*).

На глубинах 150–110 см аккумулируется слой гипново-сфагновый торф, в составе которого встречаются остатки гипновых мхов (*Aulacomnium acuminatum* (Lindb. & Arnell) Kindb., *Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr., *Calliergon sarmentosum* Wahlenb. Kindb, *Tomenthypnum nitens* (Hedw.) Loeske и др.). Отсутствие древесных остатков и наличие гипновых мхов в период с 3.2 тыс. кал. л. н. указывает на возможное промерзание торфяника и на повышение увлажненности после оттаивания. Подобные события описаны для Северного Зауралья В. И. Маковским [1966].

С 2.1 тыс. кал. л. н. в условиях небольшого потепления на болоте появляются осоки (*Carex* sp.), формируется гипново-осоково-сфагновый переходный торф.

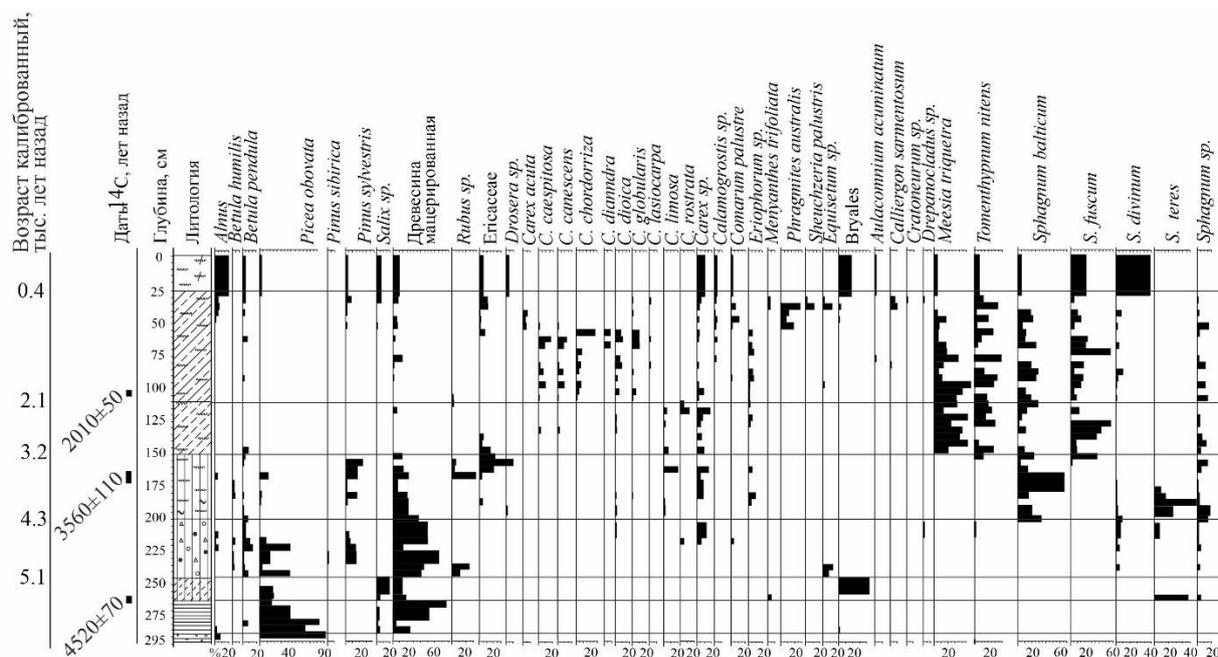


Рис. 4. Диаграмма ботанического состава берегового торфяного обнажения Хорпия

[Plant macrofossil diagram for Horpia coastal outcrop]

Современная растительность сформировалась в последние 400 лет; болотное сообщество сформировалось как мезотрофное сфагновое болото с древостоем из сосны (*Pinus sylvestris*), ели (*Picea obovata*), березы пушистой (*Betula pubescens*) и хорошо выраженным кустарниковым ярусом.

Заключение

Исследованные разрезы на Северном Урале, расположенные в подзоне северной тайги, в истории развития имеют ряд общих региональных черт. Большое распространение суглинков приводит к переувлажнению грунтов и суходольному заболачиванию (Большое сосновое и Хорпия). Незначительная мощность эвтрофной стадии определяется климатическими условиями и широтным положением.

Торфонакопление началось в разное время. В разрезе Троицкий процесс накопления торфа начался около 8.0 тыс. л. н. В Большом сосновом торфянике накопление органики началось около 5.7 тыс. л. н., а в пойме р. Лозьвы (разрез Хорпия) – около 5.4 тыс. л. н.

Основными путями заболачивания можно считать суходольное заболачивание лесов в понижениях рельефа и заболачивание послеледниковых озер. При заболачивании озер (Большое сосновое и Троицкое) торфообразование начинается с переходной стадии, с зарастания мелководий пушицей и сфагновыми мхами. При заболачивании суходольного елового леса в условиях застойного переувлажнения (торфяник Хорпия) торфообразование начинается с накопления древесного торфа.

На развитие болот оказывали влияние мерзлотные процессы: в теплые, более сухие периоды происходит облесение болот, в период похолодания и промерзания торфяников древесной угнетается и начинается экспансия сфагновых олиготрофных мхов. В конце среднего – начале позднего голоцена (3000–2500 л. н.) на территории Европейской части России, Урала и Западной Сибири отмечается похолодание. Это привело к смещению границ природных подзон и многолетней мерзлоты на юг [Маковский, 1966]. Последующее потепление привело к распространению березы пушистой и вторичной экспансии лесобразующих пород. Появление сфагновых мхов в разрезах объясняется деградацией мерзлоты, повышением увлажненности территории и заболачиванием водораздельных понижений.

Похолодание около 300 л. н. снова активизировало развитие мерзлоты на междуречье и способствовало деградации древесного полога. Это событие проявилось в болотном массиве Троицкий. За последние 300 лет после малого ледникового похолодания в Северном Зауралье сформировались современные болотные сообщества. Наши данные согласуются с общей схемой болотообразования описанной В.И. Маковским [1966] для болотных массивов Кершальский, Черный Яр Лозьва-Пельмского междуречья.

Список источников

1. Антипина Т.Г., Панова Н.К., Корона О.М. Голоценовая динамика растительности и природных условий на Восточном склоне Северного Урала // *Экология*. 2014. № 5. С. 353–361. DOI: 10.7868/S0367059714050023 EDN: SKIBQL.
2. Антипина Т.Г., Преис Ю.И., Зенин В.Н. Динамика лесной растительности и климата в южной тайге Западной Сибири в позднем голоцене по данным спорово-пыльцевого анализа и AMS-датирования торфяного разреза Болтное // *Экология*. 2019. № 5. С. 356–364. DOI: 10.1134/S0367059719050032.
3. Бляхарчук Т.А. Новые палеопалинологические данные о динамике растительного покрова и климата Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене. Новосибирск: Гео, 2012. 139 с.
4. Богданов П.Л. Определитель споровых лесных растений травяного и мохового покрова. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1951. 32 с.
5. Городков Б.Н., Неуструев С.С. Почвенные районы Уральской области // Урал: технико-экономический сборник. Екатеринбург, 1923. Вып. 5. С. 3–90.
6. Денисенков В.П. Основы болотоведения: учеб. пособие. СПб., 2000. 224 с.
7. Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.: Госэнергоиздат, 1959. 363 с.
8. Капустин П.Г., Корнев И.Н. География Свердловской области: учеб. пособие. Екатеринбург: Со-крат, 2006. 400 с.
9. Кеммерих А.О. Воды // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. С. 118–157.
10. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. рук-во. Свердловск, 1973. 176 с.
11. Куликов П.В., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области. Екатеринбург, 2013. 612 с.
12. Маковский В.И. О возрасте торфяников и формировании лесной растительности в подзоне северной тайги (междуречье Лозьвы и Пельма) // *Вопросы физиологии и геоботаники*. Свердловск, 1966. Вып. 4. С. 53–63.
13. Маковский В.И. Подзональные особенности болотных массивов таежного Зауралья // *Типы болот СССР и принципы их классификации*. Л.: Наука, 1974. С. 154–161.
14. Масленникова А.В., Дерягин В.В., Удачин В.Н. Корреляция голоценовых разрезов донных отложений озер Южного и Среднего Урала // *Вестник института Геологии Коми научного центра РАН*. 2012. № 3. С. 6–8. EDN: PQLVPV
15. Никифорова Л.Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока Европейской части СССР // *Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене*. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
16. Новенко Е.Ю. Изменения растительности и климата Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене в межледниковые и переходные этапы климатических макроциклов. М.: ГЕОС, 2016. 228 с.
17. Преис Ю.И. Палеокриогенные процессы в торфяных отложениях юго-востока Западной Сибири // *Арктика, Субарктика: мозаичность, контрастность, вариативность криосферы: тр. междунар. конф.* Тюмень, 2015. С. 305–308.
18. Сторожева М.М. К типологии болот Северного Зауралья // *Труды института биологии УФ АН СССР*. 1960а. Вып. 14. С. 67–81.
19. Сторожева М.М. Особенности болотообразовательного процесса в Северном Зауралье // *Записки Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества*. Свердловск, 1960б. С. 89–95.
20. Торфяные месторождения Свердловской области. М., 1976. 500 с.
21. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 199 с.
22. Grimm E.C. TILIA and TILIA. GRAPH: PC spreadsheet and graphics program // 8th International palynological congress. Program and abstracts // Aix-en-Provence, France. 1992. P. 56.
23. Panova N.K., Antipina T.G. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains, Russia // *Quaternary International*. 2016. Vol. 420. P. 76–89.
24. WCVP. 2022. The World Checklist of Vascular Plants. URL: <https://wcvp.science.kew.org/> (дата обращения: 20.11.2024).

References

1. Antipina T.G., Panova N.K., Korona O.M. [Holocene Dynamics of Vegetation and Environmental Conditions on the Eastern Slope of the Northern Urals]. *Russian Journal of Ecology*. Vol. 45, No. 5 (2014): pp. 351-358.
2. Antipina T.G., Preis Y.I., Zenin V.N. [Dynamics of forest vegetation and climate in the Southern taiga of Western Siberia in the late holocene according to spore-pollen analysis and AMS dating of the peat bog]. *Russian Journal of Ecology*. Vol. 50, No. 5 (2019): pp. 445-452.
3. Bliakharchuk T.A. *Novye paleopalynologičeskie dannye o dinamike rastitel'nogo pokrova i klimata Zapadnoj Sibiri i priliegajuščich territorij v golocene* [New paleopalynological data on the dynamics of vegetation cover and climate of Western Siberia and adjacent territories in the Holocene]. Novosibirsk, Geo Publ., 2012. 139 p. (In Russ.).

4. Bogdanov P.L. *Opredelitel' sporovych lesnykh rastenij travjanogo i mochovogo pokrova*. [Identification guide of spore-bearing forest plants of grass and moss cover]. Moscow, Leningrad. 1951. 32 p. (In Russ.).
5. Gorodkov B.N., Neustruev S.S. [Soil regions of the Ural region]. *Ural: Tekhniko-èkonomičeskij sbornik* [Ural: technical and economic collection]. Yekaterinburg, 1923, Iss. 5, pp. 3-90. (In Russ.).
6. Denisenkov V.P. *Osnovy bolotovedeniya* [Fundamentals of bog science: Textbook]. St-Peterburg, 2000. 224 p. (In Russ.).
7. Dombrovskaya A.V., Koreneva M.M., Tyuremnov S.N. *Atlas rastitel'nykh ostatkov, vstrečаемых v torfe* [Atlas of Vegetative Remains Marked in Peat]. Moscow, Leningrad, 1959. 363 p. (In Russ.).
8. Kapustin V.G, Kornev I.N. *Geografija Sverdlovskoj oblasti* [Geography of the Sverdlovsk region: a textbook for basic and secondary schools]. Ekaterinburg, 2006. 400 p. (In Russ.).
9. Kemmerih A.O. *Vody* [Waters]. *Ural i Priural'e* [Urals and the Urals]. Moscow, Nauka Publ., 1968, pp. 118-157. (In Russ.).
10. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Lesorastitel'nye uslovija i tipy lesov Sverdlovskoj oblasti* [Forest conditions and types of forests in the Sverdlovsk region. A practical guide]. Sverdlovsk, 1973. 176 p. (In Russ.).
11. Kulikov P.V., Zolotareva N.V., Podgaevskaya E.N. *Endemičnye rastenija Urala vo flore Sverdlovskoj oblasti* [Endemic plants of the Urals in the flora of the Sverdlovsk region]. Ekaterinburg, 2013. 612 p. (In Russ.).
12. Makovskij V.I. [On the age of peat bogs and formation of forest vegetation in the northern taiga subzone (the Loz'va – Pelym interfluve)]. *Voprosy fiziologii i geobotaniki* [Questions of physiology and geobotany. Iss. 4]. Sverdlovsk, 1966, pp. 53-63. (In Russ.).
13. Makovskij V.I. [Subzonal features of the peat massifs of the taiga Trans-Urals]. *Tipy bolot SSSR i principy ich klassifikacii* [Types of peat of the USSR and principles of their classification]. Leningrad, Nauka Publ., 1974, pp. 154-161. (In Russ.).
14. Maslennikova A.V., Udachin V.N., Anfilogov V.N., Deryagin V.V. [Lake sediments correlation of South and Middle Ural lakes]. *Vestnik instituta Geologii Komi naučnogo centra RAN*. No. 3 (2012): pp. 6-8. (In Russ.).
15. Nikiforova L.D. [Dynamics of Holocene landscape zones of the north-east of the European part of the USSR]. *Razvitie prirody territorii SSSR v pozdnem plejstocene i golocene* [Development of nature on the territory of the USSR in the late Pleistocene and Holocene]. M., 1982, pp. 154-162. (In Russ.).
16. Novenko E.Yu. *Izmenenija rastitel'nosti i klimata Central'noj i Vostočnoj Evropy v pozdnem plejstocene i golocene v mežlednikovye i perechodnye ètapy klimatičeskikh makrociklov* [Changes in vegetation and climate of Central and Eastern Europe in the late Pleistocene and Holocene during interglacial and transitional stages of climatic macrocycles]. Moscow, GEOS Publ., 2016. 228 p. (In Russ.).
17. Prejs Yu.I. [Paleocryogenic processes in peat deposits of the south-east of Western Siberia]. *Arktika, Subarktika: mozaičnost', kontrastnost', variativnost' kriosfery* [Arctic, Subarctic: mosaic, contrast, variability of the cryosphere: Proc. int. conf.]. Tyumen', 2015, pp. 305-308. (In Russ.).
18. Storozheva M.M. [To the typology of bogs in the northern Trans-Ural region]. *Trudy instituta biologii UF AN SSSR*. Iss. 14 (1960a): pp. 57-81. (In Russ.).
19. Storozheva M.M. [Peculiar properties of the peat-forming process in the Northern Trans-Ural region]. *Zapiski Sverdlovskogo otdelenija Vsesojuznogo botaničeskogo obščestva* [Notes of the Sverdlovsk branch of the All-Union Botanical Society]. Sverdlovsk, 1960b, pp. 89-95. (In Russ.).
20. *Torfjanye mestoroždenija Sverdlovskoj oblasti* [Peat deposits of the Sverdlovsk region]. Moscow, 1976. 500 p. (In Russ.).
21. Hotinskij N.A. *Golocen Severnoj Evrazii* [Holocene of Northern Eurasia]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 199 p. (In Russ.).
22. Grimm E.C. TILIA and TILIA. GRAPH: PC spreadsheet and graphics program. 8th International palynological congress. Program and abstracts. Aix-en-Provence, France. 1992. P. 56.
23. Panova N.K., Antipina T.G. Late Glacial and Holocene environmental history on the eastern slope of the Middle Ural Mountains. *Quaternary International*. Russia. V. 420 (2016): pp. 76-89.
24. WCVP. 2022. The World Checklist of Vascular Plants. URL: <https://wcvp.science.kew.org/> (accessed 20.11.2024).

Статья поступила в редакцию 20.12.2024; одобрена после рецензирования 27.12.2024; принята к публикации 04.03.2025.

The article was submitted 20.12.2024; approved after reviewing 27.12.2024; accepted for publication 04.03.2025.

Информация об авторе

Т. Г. Антипина – научный сотрудник.

Information about the author

T. G. Antipina – research assistant.