

УДК 551.89+581.9(470.54)

ФОРМИРОВАНИЕ И ДИНАМИКА КАРСТОВОГО БОЛОТА В КРАСНОУФИМСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ (СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.Г. Дробинская¹, Н.Ю. Груданов², Д.А. Филиппов³¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург,²Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург,³Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Ярославская обл.,E-mail: katia_katia2017@mail.ru, nickolai.grudanoff@yandex.ru, philippov_d@mail.ru

На основании изучения голоценовых отложений болота Тактамышское (Свердловская область), представлена динамика развития болот карстовых котловин, широко распространенных в Красноуфимской лесостепи. Данные болота образуются лимногенным путем, развиваются сменой тростниково-осоковых, древесных, гипновых, осоково-сфагновых и сфагновых ценозов, находящихся на низинной, а затем и на переходной стадиях. Из-за карстовых процессов объект способен повторно заболачиваться путём сплавинобразования. Формирование сплавин уменьшает влияние колебаний уровня вод в карстовой депрессии, что способствует развитию болота в сторону олиготрофизации.

Ключевые слова: торфяное болото; торфяная залежь; заболачивание; гидрологический режим; сплавина; Средний Урал; Свердловская область; Красноуфимская лесостепь.

DOI: 10.24412/2410-1192-2025-17704

Дата поступления: 6.05.2025. Принята к печати: 6.06.2025

Карстовые болота (болота карстовых котловин, воронок или депрессий) имеют интразональное, но ограниченное распространение, и связаны с развитием и проявлением карстовых и болотообразовательных процессов [Тюрменов, Виноградова, 1953; Гришуткин, 2023]. Болота данного геоморфологического типа исследуются в разных регионах, преимущественно в ботанической плоскости [Сукачев, 1906; Мартыненко и др., 2012; Волкова, 2018; Kutenkov, Philippov, 2019; Гришуткин, Щуряков, 2023; Смирнова, Галанина, 2023; Дьяконов и др., 2024; и др.], но всё же их изученность следует признать недостаточной. Подобная ситуация сложилась и на

территории Среднего Урала, где большинство работ посвящены изучению генезиса, структуры, динамики болот восточного макросклона преимущественно таёжной зоны [Сторожева, 1960; Маковский, 1974; Торфяные месторождения..., 1976; Панова, 1996; Panova, Antipina, 2016; Антипина, 2025 и др.]. Тогда как лесостепная зона Предуралья (где карстовые болота как раз следует считать характерными природными образованиями) такого внимания не получила [Панова и др., 1996; Третьякова и др., 2024].

Цель настоящей работы – реконструировать этапы формирования модельного карстового болота (болото Тактамыш-

ское), расположенного в лесостепной зоне Предуралья (Красноуфимская лесостепь; Свердловская область).

Материал и методы

Исследования проводили в юго-западной части Свердловской области, в пределах Красноуфимской лесостепи. Данная территория расположена на западном макросклоне Среднем Урале (Предуралье), имеет слабо всхолмленный рельеф (высоты 300–350 м), расчленённый р. Уфа и её притоками. Климат умеренно-континентальный. Растительность представлена берёзовыми и сосново-берёзовыми остепненными разнотравными лесами, ивово-березовыми колками со злаково-разнотравным травяным покровом. Значительные площади распаханы (в недавнем прошлом были покрыты луговыми степями).

Северная и восточная часть района носит переходный характер от лесостепи к широколиственно-хвойным и хвойным лесам высоких западных предгорий [Горчаковский, 1967; Урал..., 1968; Гурьевских и др., 2016].

Полевые исследования были выполнены в июле 2024 г. на болоте Тактамышское, расположенном в 1.6 км восточнее д. Тактамыш (56.8207°N, 57.5989°E). В ботанико-географическом плане болото – в Красноуфимском округе, в подзоне северной лесостепи. Болото имеет вытянутую S-образную форму, площадь около 3.2 га, ширину от 50 до 70 (90) м, длина между крайними точками составляет около 370 м, а через центральную часть (с учётом изгибов) – 480 м (рис. 1). Питание торфяного массива большей частью атмосферное, грунтовые воды расположены на глубине 1.5–2 м.

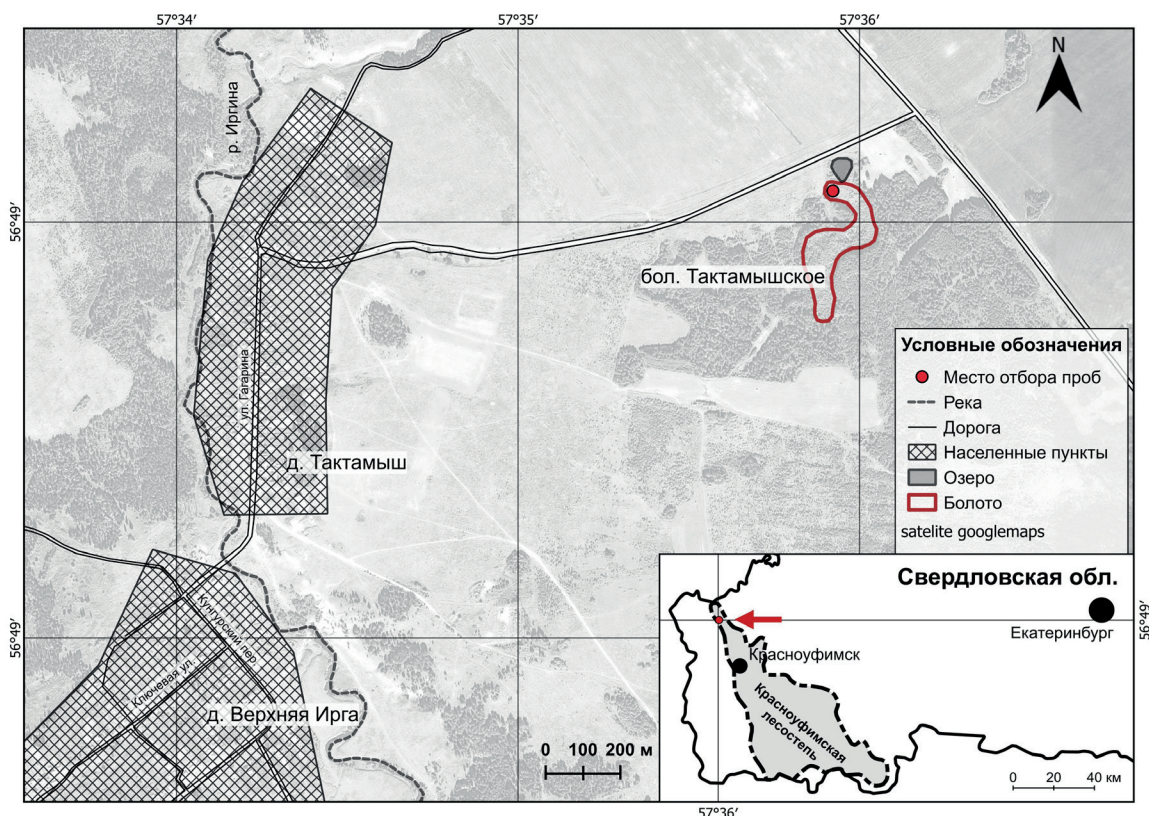


Рис. 1. Географическое положение болота Тактамышское (Свердловская область)

Fig. 1. Geographical location of the Taktamyshskoe mire (Sverdlovsk Region)

Работы включали маршрутно-рекогносцировочное описание объекта и его флоры с учётом их внутриболотной гидрографической сети [Филиппов и др., 2017], бурение торфяным буром Eijkelkamp (Голландия) и отбор образцов торфа для последующего ботанического анализа. Во время натурных исследований составляли списки обнаруженных видов растений и отбирали в гербарий образцы растений, требующих определения в лабораторных условиях, а также проводили фотофиксацию редких и интересных видов. Гербарный материал передан на хранение в гербарии Ботанического сада УрО РАН (ЕКАТ) и Болотной исследовательской группы Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (MIRE).

Бурение и отбор образцов торфа выполнены с шагом 5 см на всю глубину залежи до минерального грунта. Всего было отобрано 84 образца для анализа ботанического состава и степени их разложения. Образцы торфа обрабатывали щелочным методом Поста, промывали и разделяли на сите с отверстием 0.2 мм. Фракцию, оставшуюся на сите, использовали для ботанического анализа. Ботанический анализ микрофоссилий торфа производили по стандартной методике [ГОСТ 28245-89] при помощи микроскопа AXIO Scope A1 ZEISS, при увеличении до $\times 100$. Для идентификации остатков растений использовали специализированные атласы-определители [Домбровская и др., 1959; Кац и др., 1977].

Для построения стратиграфической диаграммы состава торфов использован пакет “rioja” в среде R [Ben, 2018]. По таксономическому составу сохранившихся

макроостатков растений выделены группы торфов и типы торфяных залежей [Кузнецов, 1988]. Реконструкция палеосообществ выполнена по ботаническому составу торфов, водных режимов – методом расчёта индекса влажности (IW) [Раменский и др., 1956; Елина, Юрковская, 1992; Preis et al., 2024].

Номенклатура сосудистых растений в статье приведена согласно “Plants of the world online” [POWO, 2025], мохообразных – “Catalogue of Life” [Bánki et al., 2024].

Результаты и обсуждение

Исследование динамики карстового болота было выполнено в северной части болота Тактамышское. Данный участок сформировался в самостоятельной депрессии (карстовой воронке), с подстилающими известняковыми породами. Общая мощность отложений составляет около 4.8 м, включая сапропели, торфа и линзу воды (рис. 2).

Анализируемое болото сформировалось лимногенным путём [Филиппов, 2025]. На минеральном дне (стадия 1, рис. 2) сохранились сапропели мощностью 17 см, что отражает наличие в исходной депрессии мелководного заболачивающегося водоёма (сохранились остатки прибрежно-водных макрофитов: *Carex cespitosa* L., *Equisetum fluviatile* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus* sp., *Drepanocladus* sp.). Индекс влажности (IW) составляет около 70 условных единиц.

Развитие собственно торфяного болота началось с низинной травяной стадии (стадия 2, рис. 2). Здесь (на глубине 460–390 см) преобладают болотнотравяные сообщества с участием *Phragmites australis*, *Equisetum*

fluviatile, *Carex cespitosa*, *C. rostrata* Stokes, *C. magellanica* subsp. *irrigua* (Wahlenb.) Niitonен и некоторых других растений, включая мхи (*Drepanocladus* sp.). Стадия характеризуется как низинная тростниково-осоковая, но в течение её формирования сообщества не были однородными. Так, была зафиксирована смена доминирующих осок (из-за колебаний уровня болотно-грунтовых вод). В конце данной стадии началось изменение степени увлажнения и развитие низинного топяного сообщества из *Eriophorum* sp. с участием *Sphagnum palustre* L., *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm, *Drepanocladus* sp., *Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr. Такое сочетание свидетельствует о богатом, но относительно застойном режиме питания карбонатными водами [Кутенков, Миронов, 2012].

Далее (стадия 3, рис. 2) происходит резкое изменение гидрологических условий, сопровождающееся снижением обводнения (значение IW опустилось до 18

единиц), приводящее к смене растительности на этом участке. Травяные фитоценозы сменяются древесно-травяными и к тростниково-хвощовому травянистому ярусу добавляется берёзовый (с участием как *Betula pubescens* Ehrh, так и *B. pendula* Roth.). В результате этого накапливается слой (глубина 390–310 см) сильно разложившегося торфа (40–50%) со значительным количеством древесных остатков (до 80%).

Стадия 4 (рис. 2) по диаграмме фиксируется значительное увлажнение, угнетение древесного яруса. Формируются осоково-тростниково-гипновые и травяно-гипновые сообщества (глубина 310–265 см), в составе которых представлены тростник *Phragmites australis*, осоки (*Carex diandra* Schrank, *C. magellanica*, *C. lasiocarpa* Ehrh.), гипновые мхи. Доминирующую роль в сообществах на данном этапе занимает *Drepanocladus* sp. IW возрастает (70–77 единиц), степень разложения торфа снижается до 10%.

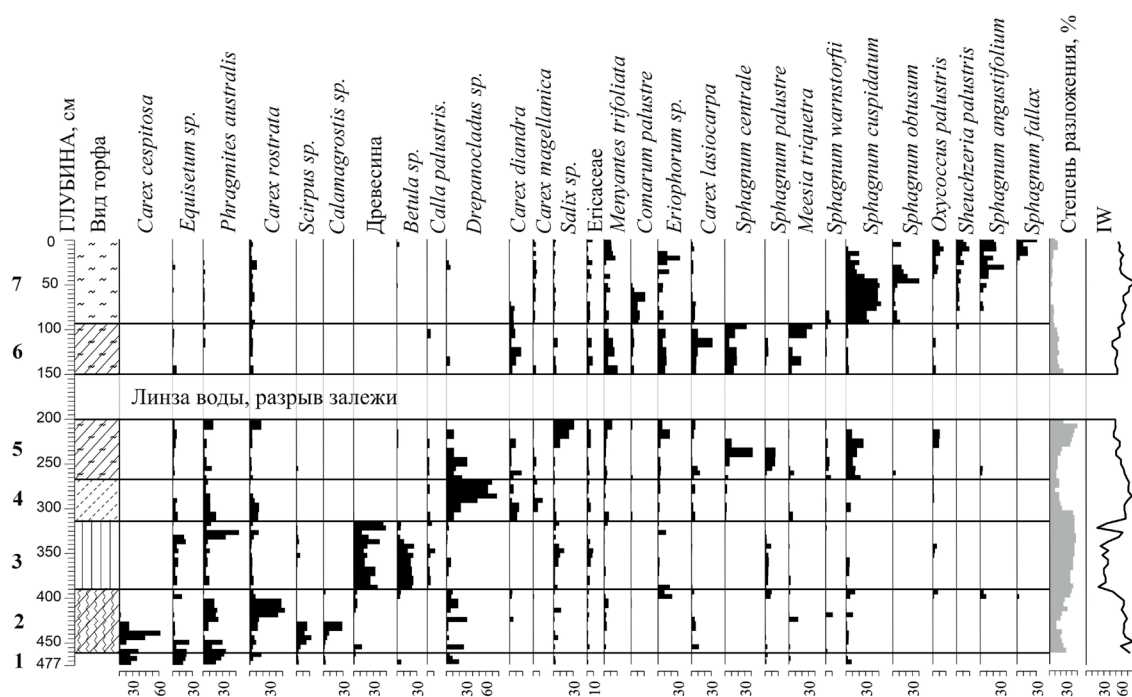


Рис. 2. Стратиграфия болота Тактамышское (Свердловская область)
Fig. 2. Stratigraphy of the Taktamyshskoe mire (Sverdlovsk Region)

Гипновые мхи (*Drepanocladus* sp.), имея сходные экологические требования к влажности местообитаний с осоками и другими болотными травами, не выносят сколько-нибудь длительного затопления [Lapshina, Zarov, 2023]. Следовательно, последующий переход от низинных гипновых к низинным травяно-осоково-сфагновым сообществам с увеличением роли *Menyanthes trifoliata* L. и *Eriophorum* sp., отмеченный в слое торфа на глубине 265–200 см, соответствует более влажному климатическому периоду (стадия 5, рис. 2).

Затем торфяное болото было затоплено (что прослеживается на глубине 200–150 см в виде разрыва залежи), что, вероятно, является следствием карстовых процессов [Gaudig et al., 2006], когда происходит проседание торфяных залежей, их затопление с последующим зарастанием. В образцах на глубине 205–215 см обнаружена примесь сильно разложившейся органики (90–100%). Возможно, это объясняется тем, что во время карстовых просадок торфяного болота и формирования водной линзы, происходил активный смыв почвенных и иных слоёв с прилегающей к карстовому провалу территории.

Поверх водной линзы начала формироваться травяно-моховая сплавина (стадия 6, рис. 2). Слои торфа до и после разрыва (глубины 265–200 см и 150–95 см соответственно) достаточно схожи между собой и сложены осоково-сфагновыми низинными торфами, что может свидетельствовать об отрыве верхних пластов торфа с последующим их всплыванием. В этих слоях обнаружены остатки осок (*Carex rostrata*, *C. diandra*, *C. lasiocarpa*), *Menyanthes trifoliata*

и *Eriophorum* sp., резко уменьшается роль в ценозах ив (*Salix* sp.), что может отражать повышение уровня грунтовых вод на этом этапе развития болота. На сплаvine активно развиваются эвтрофные мхи (особенно *Sphagnum centrale* C.E.O. Jensen и *Meesia triquetra*).

В процессе торфонакопления в водно-минеральном питании участка увеличивается доля атмосферных осадков, о чем свидетельствует накопление сфагнового переходного торфа на глубине 95–0 см (стадия 7, рис. 2). Обеднение трофических условий приводит к резкой смене растительности, развитию переходных травяно-сфагновых сообществ. В условиях высокой влажности и закисленности среды степень разложения верхних слоев не превышает 5–15%. Некоторое время доминирует гидрофильный *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., который позднее замещают виды менее обводнённых местообитаний (*Sphagnum obtusum* Warnst., *S. angustifolium* (Russow) C.E.O. Jensen, *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr.). Травянистый ярус, помимо осок и вахты, слагают *Scheuchzeria palustris* L. и *Vaccinium oxycoccos* L. Хотя надо подчеркнуть, что практически на всём протяжении развития болота в его ценозах присутствовали представители сем. Ericaceae и Salicaceae.

В современном растительном покрове карстовой части болота развиты мезотрофные кустарничково-травяно-сфагновые и берёзово-кустарничково-сфагновые (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Vaccinium oxycoccos*; *Menyanthes trifoliata*, *Scheuchzeria palustris*; *Sphagnum angustifolium*, *S. fallax*, *S. obtusum*), иво-

во-осоковые и осоково-болотнотравяно-сфагновые (*Salix lapponum* L.; *Carex cespitosa*, *C. chordorrhiza* Ehrh., *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Comarum palustre* L., *Menyanthes trifoliata*) сообщества. В ценнозах из мхов также отмечены *Sphagnum fimbriatum* Wilson, *S. squarrosum* Crome, *Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs.

В целом, современная растительность болота неоднородна. Значительная часть (около 3.1 га) представлена низинными закустаренными ивовыми сообществами (рис. 3а), сформированными, вероятно, на мелкозалежных низинных торфах. Плотный кустарниковый ярус образуют *Salix cinerea* L., отчасти *S. myrsinifolia* Salisb. и *S. pentandra* L. Также имеются отдельные деревья *Betula pubescens*. К северной части болота примыкает незаболоченная карстовая воронка, уровень воды в которой колеблется в течение сезона: в середине лета площадь открытой воды составляет не более четверти общей её площади (0.06 из 0.25 га), грунты илистые. С северо-запада к закустаренной части болота примыкает мезоолиготрофный травяно-сфагновый с еди-

ничными деревьями и группами кустарника (рис. 3б) участок (площадью около 0.1 га).

Современная флора бол. Тактамышское включает 52 вида сосудистых растений, относящихся к 35 родам и 24 семействам. В семейственно-видовом спектре доминируют Cyperaceae Juss. (7 видов), Poaceae Barnhart (6 видов) и Onagraceae Juss. совместно с Salicaceae Mirb. (по 4 вида). Наиболее крупными родами являются *Carex* (6 видов), *Epilobium*, *Salix* (по 4 вида). Большинство видов, согласно системе жизненных форм И.Г. Серебрякова, относится к поликарпическим травам (69%), преимущественно длиннокорневищным. Абсолютное большинство видов (98%) – аборигенные. Среди них преобладают широкоареальные виды – голарктические (50%) и евразийские (38%), плюризональные и бореальные (по 30%). Во флоре присутствуют два чужеродных североамериканских вида: *Epilobium adenocaulon* Hausskn. и *E. pseudorubescens* A. Skvorts. На территории болота произрастает *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze., включенный в Красную книгу Свердловской области [Красная..., 2018].



а



б

Рис. 3. Эвтрофные травяные и травяно-кустарниковые (а) и мезоолиготрофные травяно-сфагновые (б) сообщества болота Тактамышское (Свердловская область)

Fig. 3. Eutrophic grass and grass-shrub (a) and meso-oligotrophic grass-sphagnum (b) communities of the Taktamyshskoe mire (Sverdlovsk Region)

Ниже приведён полный список видов сосудистых растений, зафиксированных на болоте Тактамышское:

Equisetaceae Michx. ex DC.: *Equisetum fluviatile* L.

Dryopteridaceae Herter: *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs

Pinaceae Spreng. ex F.Rudolphi: *Picea obovata* Ledeb.; *Pinus sylvestris* L.

Betulaceae Gray: *Betula pubescens* Ehrh.

Caryophyllaceae Juss.: *Stellaria fennica* (Murb.) Perfil.

Cyperaceae Juss.: *Carex canescens* subsp. *canescens* (C. *cinerea* Poll.); *Carex cespitosa* L.; *Carex chordorrhiza* Ehrh.; *Carex lasiocarpa* Ehrh.; *Carex rostrata* Stokes; *Carex vesicaria* L.; *Eriophorum angustifolium* subsp. *angustifolium* (E. *polystachyon* L.)

Droseraceae Salisb.: *Drosera rotundifolia* L.

Ericaceae Durande: *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench; *Vaccinium oxycoccos* L. (*Oxycoccus palustris* Pers.).

Juncaceae Juss.: *Juncus filiformis* L.

Lamiaceae Martinov: *Lycopus europaeus* L.; *Scutellaria galericulata* L.; *Stachys palustris* L.

Menyanthaceae Dumort.: *Menyanthes trifoliata* L.

Onagraceae Juss.: *Epilobium angustifolium* L. (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.); *Epilobium palustre* L.; *Epilobium montanum* L.

Orchidaceae Juss.: *Hammarbya paludosa* (L.) Kuntze

Poaceae Barnhart: *Agrostis stolonifera* L.; *Calamagrostis canescens* (Web.) Roth; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.; *Poa palustris* L.

Polygonaceae Juss.: *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre

Primulaceae Batsch ex Borkh.: *Lysimachia thyrsiflora* L.; *Lysimachia vulgaris* L.

Rhamnaceae Juss.: *Frangula alnus* Mill.

Rosaceae Juss.: *Comarum palustre* L.; *Rubus idaeus* L.; *Sorbus aucuparia* L.

Rubiaceae Juss.: *Galium palustre* L.

Salicaceae Mirb.: *Salix cinerea* L.; *Salix lapponum* L.; *Salix myrsinifolia* Salisb.; *Salix pentandra* L.

Scheuchzeriaceae F.Rudolphi: *Scheuchzeria palustris* L.

Urticaceae Juss.: *Urtica dioica* subsp. *pubescens* (Ledeb.) Domin (*U. galeopsifolia* Wierzb. ex Opiz).

Заключение

Исследования карстового болота Тактамышское показало, что в условиях Красноуфимской лесостепи торфяные болота, формирующиеся в замкнутых слабодренуемых карстовых котловинах, образуются зарастанием исходных озёр (лимногенный способ болотообразования). Развиваются

путём смены тростниково-осоковых, древесных, гипновых, осоково-сфагновых и сфагновых ценозов, находящихся как на низинной, так впоследствии и на переходной стадиях. Развитие карстовых болот осложнено собственно карстовыми процессами. К таковым можно отнести, например, просадку торфяного тела и его затопление,

в результате которого начинается повторное заболачивание путём сплавинообразования. Вероятно, формирование сплавины поверх водной линзы позволяет торфяному болоту на современном этапе в меньшей степени зависеть от карстовых процессов («плавающее торфяное тело» смягчает влияние колебаний уровня вод в карстовой котловине), что способствует развитию болотной массива в сторону олиготрофизации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Исследование выполнено в рамках государственных заданий № 123112700111-4 (БС УрО РАН) и № 124032100076-2 (ИБВВ РАН). Авторы выражают благодарность А.С. Третьяковой, Т.Г. Антипиной, А.А. Зориной, И.С. Цепордею, Н.И. Плюхе, В.А. Лебедеву (БС УрО РАН) и С.А. Сенатору (ГБС РАН) за помощь в проведении полевых исследований и полезные комментарии при обсуждении рукописи статьи.

Список литературы

Антипина Т.Г. Особенности болотообразовательного процесса в среднетаёжной подзоне Зауралья // Вестник Пермского ун-та. Сер. Биология. 2025. Вып. 1. С. 5–13. doi: 10.17072/1994-9952-2025-1-5-13

Волкова Е.М. Болота Среднерусской возвышенности: генезис, структурно-функциональные особенности и природоохранное значение: Дис. ... докт. биол. наук. СПб., 2018. 453 с.

Горчаковский П.Л. Красноуфимская лесостепь – ботанический феномен Предуралья // Бот. журн. 1967. Т. 52, № 11. С. 1574–1592.

ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. М.: Стандартинформ, 2006. 7 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024272> (дата обращения 25.03.2025).

Гришуткин О.Г. Геоморфологические закономерности распространения болот в лесостепи европейской части России // Тр. КарНЦ РАН. 2023. № 8. С. 71–74. doi: 10.17076/eso1839

Гришуткин О.Г., Щуряков Д.С. Растительный покров болота Индовище (Орловская область) // Полевой журн. биолога. 2023. Т. 5, № 4. С. 367–375. doi: 10.52575/2712-9047-2023-5-4-367-375

Гурьевских О.Ю., Капустин В.Г., Скок Н.В. Физико-географическое районирование Свердловской области // Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области. Екатеринбург: УГПУ, 2016. С. 35–127.

Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1959. 90 с. + 69 л.

Дьяконов К.Н., Мазей Н.Г., Прокушкин А.С., Шатунов А.Е., Зазовская Э.П., Новенко Е.Ю. Депонирование углерода в карстовом болоте Мордовского заповедника в позднем голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 2024. Т. 79, № 4. С. 30–43. doi: 10.55959/MSU0579-9414.5.79.4.3

Елина Г.А., Юрковская Т.К. Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Бот. журн. 1992. Т. 77, № 7. С. 120–124.

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

Красная книга Свердловской области. Животные, растения, грибы. Екатеринбург: ООО «Мир», 2018. 450 с.

Кузнецов О.Л. Классификация торфяных залежей Карелии // Болотные экосистемы европейского Севера. Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 1988. С. 143–163.

Кутенков С.А., Миронов В.Л. Особенности динамики приозерных болот у оз. Нижнее Падозеро (южная Карелия) в голоцене // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 1–5. С. 1300–1303.

Маковский В.И. Подзональные особенности болотных массивов таёжного Зауралья // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука, 1974. С. 154–161.

Мартыненко В.Б., Баишева Э.З., Мулдашев А.А., Широких П.С. Пространственная структура комплексов растительности карстовых болот Башкирского Предуралья // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 1–4. С. 1065–1068.

Панова Н.К. История развития лесной растительности на Урале в голоцене // Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье: сб. науч. тр. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 26–49.

Панова Н.К., Маковский В.И., Ерохин Н.Г. Голоценовая динамика растительности в районе Красноуфимской лесостепи // Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье: сб. науч. тр. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 80–93.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижилов О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Смирнова М.А., Галанина О.В. Крупномасштабное картографирование пойменной и болотной растительности ключевых участков Архангельской области для природоохран-ных целей // География и природные ресурсы. 2023. Т. 44, № S5. С. 52–61. doi: 10.15372/GIPR20230506

Сторожева М.М. Особенности болотообразовательного процесса в Северном Зауралье // Зап. Свердловского отд-ния Всесоюз. бот. о-ва. Свердловск, 1960. С. 89–95.

Сукачев В.Н. Материалы к изучению болот и торфяников степной области Южной России. 1. Зоринские болота Курской губернии // Изв. Лесного ин-та. 1906. Т. XIV. С. 167–188.

Торфяные месторождения Свердловской области. М., 1976. 500 с.

Третьякова А.С., Груданов Н.Ю., Сенатор С.А., Дробинская Е.Г., Филиппов Д.А. Материалы к флоре озёр и болот Красноуфимского района Свердловской области (Россия) // Полевой журн. биолога. 2024. Т. 6, № 4. С. 301–313. doi: 10.52575/2712-9047-2024-6-4-301-313

Тюремнов С.Н., Виноградова Е.А. Геоморфологическая классификация торфяных месторождений // Тр. Моск. торфяного ин-та. Вып. II. М.–Л.: Гос. энергет. изд-во, 1953. С. 3–51.

Урал и Приуралье / Ред. И.В. Комар, А.Г. Чикишев. М.: Наука, 1968. 461 с.

Филиппов Д.А. Лимногенное болотообразование на юго-западе Западной Сибири // Биология внутр. вод. 2025. Т. 18, № 3. С. 403–408. doi: 10.31857/S0320965225030011

Филиппов Д.А., Прокин А.А., Пржиборо А.А. Методы и методики гидробиологического исследования болот. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2017. 207 с.

Bánki O., Roskov Y., Döring M., et al. Catalogue of Life (Annual Checklist 2024). Catalogue of Life. Amsterdam, Netherlands. 2024. URL: <https://doi.org/10.48580/dg9ld> (дата обращения: 20.03.2025).

Ben B. Pollen diagrams in R using rioja – Part 1. 2018. URL: <https://www.benjaminbell.co.uk/2018/02/pollen-diagrams-in-r-using-rioja-part-1.html> (дата обращения: 20.03.2025).

Gaudig G., Couwenberg J., Joosten H. Peat accumulation in kettle holes: bottom up or top down? // Mires and Peat. 2006. Vol. 1. Art. 6.

Kutenkov S.A., Philippov D.A. The structure and dynamics of the vegetation of Gladkoe Mire in the upper reaches of the sinking Uzhla River (Vologda Region) // Ecosystem transformation. 2019. Vol. 2, no. 3. P. 32–46. doi: 10.23859/estr-190418

Lapshina E.D., Zarov E.A. Stratigraphy of peat deposits and mire development in the south and middle taiga zones of Westerns Siberia in Holocene // Environmental Dynamics and Global Climate Change. 2023. Vol. 14, no. 2. P. 70–101. doi: 10.18822/edgcc568688

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. doi: 10.1016/j.quaint.2015.10.035

POWO: Plants of the World Online. Kew: Facilitated by the Royal Botanic Gardens. 2025. URL: <https://powo.science.kew.org/> (дата обращения: 20.03.2025).

Preis Yu.I., Maltsev A.E., Leonova G.A. Assessment of Holocene climate influence on hydrothermal regime of paleoecotopes within Ryams of the Baraba forest-steppe (southern Western Siberia) // Limnology and Freshwater Biology. 2024. №4 (SI: Paleo2024). P. 580–587. doi: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-580

References

Antipina T.G. Osobennosti bolotoobrazovatel'nogo protsessa v srednetaezhnoy podzone Zaural'ya [Features of the bog formation process in the Northern Trans-Urals] // Vestnik Permskogo un-ta. Ser. Biologiya [Bull. of Perm University. Biology. 2025. Is. 1. P. 5–13. (in Russian). doi: 10.17072/1994-9952-2025-1-5-13

Volkova E.M. Bolota Srednerusskoi vozvyshennosti: genezis, strukturno-funktsional'nye osobennosti i prirodookhrannoe znachenie [Mires of Middle-Russian Upland: genesis, structural and functional features, environmental significance]: DSc (Dr. of Biol.) thesis. Saint Petersburg,

2018. 453 p. (in Russian).

Gorchakovskiy P.L. Krasnoufimskaya lesostep' – botanicheskii fenomen Predural'ya [The forest-steppe in the region of Krasnoufimsk as a unique botanical phenomenon of the Cis-Uralian Area] // Bot. Zhurn. 1967. Vol. 52, no. 11. P. 1574–1592. (in Russian).

GOST 28245-89. Torf. Metody opredeleniya botanicheskogo sostava i stepeni razlozheniya [GOST 28245-89. Peat. Methods for determining botanical composition and degree of decomposition]. Moscow: Standartinform, 2006. 7 p. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024272> (accessed: 25.03.2025).

Grishutkin O.G. Geomorfologicheskiye zakonomernosti rasprostraneniya bolot v lesostepi yevropeyskoi chasti Rossii [Geomorphological patterns in the distributeon of mires in the forest-steppe of European Russia] // Trudy Karel'skogo nauch. tsentra RAN [Transactions of the Karelian Research Centre of the RAS]. 2023. No. 8. P. 71–74. (in Russian). doi: 10.17076/eco1839

Grishutkin O.G., Schuryakov, D.S. Rastitel'nyi pokrov bolota Indovishche (Orlovskaya oblast') [Vegetation Cover of the Indovishche Mire (Orel Region)] // Polevoy Zh. Biologa [Field Biologist J.]. 2023. Vol. 5, no. 4. P. 367–375. (in Russian). doi: 10.52575/2712-9047-2023-5-4-367-375

Gurievskikh O.Yu., Kapustin V.G., Skok N.V. Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Sverdlovskoi oblasti [Physical and geographical zoning of the Sverdlovsk Region] // Fiziko-geograficheskoe raionirovanie i landshafty Sverdlovskoi oblasti [Physical-geographical zoning and landscapes of the Sverdlovsk Region]. Yekaterinburg: UGPU, 2016. P. 35–127. (in Russian).

Dombrovskaya A.V., Koreneva M.M., Tyuremnov S.N. Atlas rastitel'nykh ostatkov, vstrechaemykh v torfe [Atlas of vegetative remains marked in peat]. Moscow: Gosenergoizdat, 1959. 90 p. + 69 p. (in Russian).

Dyakonov K.N., Mazei N.G., Prokushkin A.S., Shatunov A.E., Zazovskaya E.P., Novenko E. Yu. Deponirovanie ugleroda v karstovom bolote Mordovskogo zapovednika v pozdnem golotsene [Carbon sequestration in a karst mire of the Mordovian Reserve during the Late Holocene] // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5: Geografiya [Moscow Univ. Bull. Ser. 5, Geography]. 2024. Vol. 79, no. 4. P. 30–43. (in Russian). doi: 10.55959/MSU0579-9414.5.79.4.3

Elina G.A., Yurkovskaya T.K. Metody opredeleniya paleogidrologicheskogo rezhima kak osnova objektivizatsii prichin suksessii rastitel'nosti bolot [Methods for paleohydrological regime identification as the base of reasons objectification of mires vegetation succession] // Bot. Zhurn. 1992. Vol. 77, no. 7. P. 120–124. (in Russian).

Katz N.Ya., Katz S.V., Skobeeva E.I. Atlas rastitel'nykh ostatkov v torfakh [Atlas of plant remains in peat]. Moscow: Nedra, 1977. 371 p. (in Russian).

Krasnaya kniga Sverdlovskoi oblasti. Zhivotnye, rasteniya, griby [Red Data Book of the Sverdlovsk Region: animals, plants, fungi]. Yekaterinburg: OOO «Mir», 2018. 450 p. (in Russian).

Kuznetsov O.L. Klassifikatsiya torfyanykh zalezhei Karelii [Classification of peat deposits in Karelia] // Bolotnye ehkosistemy evropeiskogo Severa [Swamp ecosystems of the European North]. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr Rossiiskoi akademii nauk, 1988. P. 143–163.

Kutenkov S.A., Mironov V.L., Osobennosti dinamiki priozernykh bolot u oz. Nizhnee Padozero (Yuzhnaya Kareliya) v golotsene [Features of the dynamics of limnogenous mire near Nizhnee Padozero Lake (South Karelia) in Holocene] // *Izv. Samarskogo nauch. tsentra RAN [Izvestia of Samara Sc. Center of the RAS]*. 2012. Vol. 14, no. 1–5. P. 1300–1303. (in Russian).

Makovskii V.I. Podzonal'nye osobennosti bolotnykh massivov taezhnogo Zaural'ya [Peatlands of the forest zone in the Zauralie] // *Tipy bolot SSSR i printsipy ikh klassifikatsii [Mire types of the USSR and principles their classification]*. Leningrad: Nauka, 1974. P. 154–161. (in Russian).

Martynenko V.B., Baisheva E.Z., Shirokikh P.S., Muldashev A.A. Prostranstvennaya struktura kompleksov rastitel'nosti karstovykh bolot Bashkirskogo Predural'ya [The spatial structure of vegetation complexes in the karst mires of the Bashkir Cis-Urals] // *Izv. Samarskogo nauch. tsentra RAN [Izvestia of Samara Sc. Center of the RAS]*. 2012. Vol. 14, no. 1–4. P. 1065–1068. (in Russian).

Panova N.K. Istoriya razvitiya lesnoi rastitel'nosti na Urale v golotsene [History of forest vegetation development in the Urals in the Holocene] // *Lesoobrazovatel'nyi protsess na Urale i v Zaural'ye: sb. nauch. tr. [Forest formation process in the Urals and Trans-Urals: article collection]*. Yekaterinburg: UrO RAN. 1996. P. 26–49. (in Russian).

Panova N.K., Makovskii V.I., Erokhin N.G. Golotsenovaya dinamika rastitel'nosti v raione Krasnoufimskoi lesostepi [Holocene dynamics of vegetation in the Krasnoufimskaya Forest-Steppe region] // *Lesoobrazovatel'nyi protsess na Urale i v Zaural'ye: sb. nauch. tr. [Forest formation process in the Urals and Trans-Urals: article collection]*. Yekaterinburg: UrO RAN. 1996. P. 80–93. (in Russian).

Ramenskiy L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodii po rastitel'nomu pokrovu [Ecological assessment of forage lands by vegetation cover]. Moscow: Selkhozgiz, 1956. 472 p. (in Russian).

Smirnova M.A., Galanina O.V. Krupnomasshtabnoe kartografirovanie poimennoi i bolotnoi rastitel'nosti klyuchevykh uchastkov Arkhangel'skoi oblasti dlya prirodookhrannykh tselei [Large-scale mapping of floodplain and mire vegetation from the key areas of Arkhangelsk oblast for environmental purposes] // *Geografiya i prirodnyye resursy [Geography and natural resources]*. 2023. Vol. 44, no. S5. P. 52–61. (in Russian). doi: 10.15372/GIPR20230506

Storozheva M.M. Osobennosti bolotoobrazovatel'nogo protsessa v Severnom Zaural'e [Peculiar properties of the peat-forming process in the Northern Trans-Ural region] // *Zapiski Sverdlovskogo otdeleniya Vsesoyuznogo botanicheskogo obshchestva [Notes of the Sverdlovsk branch of the Botanical Society of USSR]*. Sverdlovsk, 1960. P. 89–95. (in Russian).

Sukachev V.N. Materialy k izucheniyu bolot i torfyanikov stepnoi oblasti Yuzhnoi Rossii. 1. Zorinskie bolota Kurskoi gubernii [Materials for the study of mires and peat bogs of the steppe region of Southern Russia. 1. Zorinskie mires of the Kursk Province] // *Izv. Lesnogo in-ta [Bull. of the Forestry Institute]*. 1906. Vol. XIV. P. 167–188. (in Russian).

Torfyanye mestorozhdeniya Sverdlovskoi oblasti [Peat deposits of the Sverdlovsk Region]. Moscow, 1976. 500 p. (in Russian).

Tretyakova A.S., Grudanov N.Yu., Senator S.A., Drobinskaya E.G., Philippov D.A. Materialy k flore ozer i bolot Krasnoufimskogo raiona Sverdlovskoi oblasti (Rossiya) [Materials on the Flora of Lakes and Mires of the Krasnoufimsky District of the Sverdlovsk Region, Russia] // Polevoy Zh. Biologa [Field Biologist J.]. 2024. Vol. 6, no. 4. P. 301–313. (in Russian). doi: 10.52575/2712-9047-2024-6-4-301-313

Tyuremnov S.N., Vinogradova E.A. Geomorfologicheskaya klassifikatsiya torfyanykh mestorozhdenii [Geomorphological classification of peat bogs] // Tr. Mosk. torfyanogo in-ta [Trudy of the Moscow Peat Institute]. Vol. II. Moscow, Leningrad: Gos. energet. izd-vo, 1953. P. 3–51. (in Russian).

Ural i Priural'e [Urals and the Urals region] / Eds. I.V. Komar, A.G. Chikishev. Moscow: Nauka, 1968. 461 p. (in Russian).

Philippov D.A. Limnogennoe bolotoobrazovanie na yugo-zapade Zapadnoi Sibiri [Limnogenic Mire Formation in the Southwest of Western Siberia] // Biologiya vnutr. vod. 2025. Vol. 18, no. 3. P. 403–408. (in Russian). doi: 10.31857/S0320965225030011

Philippov D.A., Prokin A.A., Przhiboro A.A. Metody i metodiki gidrobiologicheskogo issledovaniya bolot [Methods and methodology of hydrobiological study of mires]. Tyumen: Izd-vo TyumGU, 2017. 207 p. (in Russian).

Bánki O., Roskov Y., Döring M., et al. Catalogue of Life (Annual Checklist 2024). Catalogue of Life. Amsterdam, Netherlands. 2024. URL: <https://doi.org/10.48580/dg9ld> (accessed 20.03.2025).

Ben B. Pollen diagrams in R using rioja – Part 1. 2018. URL: <https://www.benjaminbell.co.uk/2018/02/pollen-diagrams-in-r-using-rioja-part-1.html> (accessed: 20.03.2025).

Gaudig G., Couwenberg J., Joosten H. Peat accumulation in kettle holes: bottom up or top down? // Mires and Peat. 2006. Vol. 1. Art. 6.

Kutenkov S.A., Philippov D.A. The structure and dynamics of the vegetation of Gladkoe Mire in the upper reaches of the sinking Uzhla River (Vologda Region) // Ecosystem transformation. 2019. Vol. 2, no. 3. P. 32–46. doi: 10.23859/estr-190418

Lapshina E.D., Zarov E.A. Stratigraphy of peat deposits and mire development in the south and middle taiga zones of Westerns Siberia in Holocene // Environmental Dynamics and Global Climate Change. 2023. Vol. 14, no. 2. P. 70–101. doi: 10.18822/edgcc568688

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. doi: 10.1016/j.quaint.2015.10.035

POWO: Plants of the World Online. Kew: Facilitated by the Royal Botanic Gardens. 2025. URL: <https://powo.science.kew.org/> (accessed: 20.03.2025).

Preis Yu.I., Maltsev A.E., Leonova G.A. Assessment of Holocene climate influence on hydrothermal regime of paleoecotopes within Ryams of the Baraba forest-steppe (southern Western Siberia) // Limnology and Freshwater Biology. 2024. No. 4 (SI: Paleo2024). P. 580–587. doi: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-580

GENESIS AND DYNAMICS OF KARST MIRE IN KRASNOUFIMSKAYA FOREST-STEPPE (SVERDLOVSK REGION)

E.G. Drobinskaya¹, N.Yu. Grudanov², D.A. Philippov³

¹Ural Federal University, Yekaterinburg,

²Botanical Garden of the UB RAS, Yekaterinburg,

³Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Yaroslavl Region,

E-mail: katia_katia2017@mail.ru, nickolai.grudanoff@yandex.ru, philippov_d@mail.ru

Based on the study of the Holocene deposits of the Taktamyshskoe mire (Sverdlovsk Region), the dynamics of the development of karst mires, widely represented in the Krasnoufimskaya forest-steppe, are presented. These mires have a limnogenic genesis, develop by replacing reed-sedge, woody, hypnum, sedge-sphagnum and sphagnum cenoses, which are at the eutrophic and then at the mesotrophic stages. Due to karst processes, this object is capable of becoming re-paludification by the floating bogs formation. The floating bogs softens the effect of water level fluctuations in the karst depression, which contributes to the development of the mire towards oligotrophy.

Keywords: peat mire; peat deposit; paludification; hydrological regime; floating bog; Middle Urals; Sverdlovsk Region; Krasnoufimskaya forest-steppe.

Received May 6, 2025. Accepted: June 6, 2025

Сведения об авторах

Дробинская Екатерина Георгиевна – студент Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Россия, 620003, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19. ORCID: 0009-0006-6027-4566. E-mail: katia_katia2017@mail.ru.

Груданов Николай Юрьевич – младший научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202 а. ORCID: 0000-0002-0498-2975. E-mail: nickolai.grudanoff@yandex.ru.

Филиппов Дмитрий Андреевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Россия, 152742, Ярославская обл, п. Борок, д. 109. ORCID: 0000-0003-3075-1959. E-mail: philippov_d@mail.ru.

Information about the authors

Drobinskaya Ekaterina Georgievna – student Ural Federal University. 19, Mira St, 620003, Yekaterinburg, Russia. ORCID: 0009-0006-6027-4566. E-mail: katia_katia2017@mail.ru

Grudanov Nikolay Yuryevich – Junior Researcher Botanical Garden of the Ural Branch of the RAS. 202a, 8 Marta St., 620144, Yekaterinburg, Russia. ORCID: 0000-0002-0498-2975. E-mail: nickolai.grudanoff@yandex.ru

Philippov Dmitriy Andreevich – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS. 109, Borok, Yaroslavl Region, 152742, Russia. ORCID: 0000-0003-3075-1959. E-mail: philippov_d@mail.ru