



Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2022. № 4 (77). С. 132–146.
The Bulletin of Ryazan State University named for S. A. Yesenin. 2022; 4 (77): 132–146.

Научная статья

УДК (551.4+551.583.7)(282.256.3)(571.51)

DOI 10.37724/RSU.2022.77.4.014

Ландшафты и климат голоцена Красноярской лесостепи в долине реки Кача

Галина Юрьевна Ямских¹, Дарья Евгеньевна Макарчук², Наталья Юрьевна Жаринова³

^{1, 2, 3} Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

¹ yamskikh@mail.ru

² bolkunova91@mail.ru

³ nata_1986@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований среднего и позднего голоцена Красноярской лесостепи в долине реки Кача на основе изучения разреза торфяных отложений Сухая-1 с помощью спорово-пыльцевого, ботанического анализов и радиоуглеродного датирования. Торфяник низинного типа расположен в междуречье рек Кача и Сухая, в непосредственной близости от деревни Крутая. Комплексное изучение торфяных отложений болотного массива Сухая позволило реконструировать палеоклиматические и палеоландшафтные условия в голоцене в долине реки Кача. На основе данных спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования установлено, что процесс торфонакопления на этой территории начался с оптимума голоцена. Базальные горизонты суглинка, содержащего растительные остатки, сформировались более 6 тыс. л. н. Основными типами ландшафтов на протяжении всего времени накопления осадков были лесные и лесостепные, как и ландшафты возвышенностей, окружающих данную территорию.

Ключевые слова: ландшафты, климат, голоцен, спорово-пыльцевой анализ, ботанический анализ, радиоуглеродное датирование, Красноярская лесостепь.

Для цитирования: Ямских Г. Ю., Макарчук Д. Е., Жаринова Н. Ю. Ландшафты и климат голоцена Красноярской лесостепи в долине реки Кача // Вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина. 2022. № 4 (77). С. 132–146. DOI: [10.37724/RSU.2022.77.4.014](https://doi.org/10.37724/RSU.2022.77.4.014).

Holocene Landscapes and Climate in the Krasnoyarsk Forest Steppe in the Valley of the Kacha River

Galina Yu. Yamskikh¹, Darya E. Makarchuk², Natalya Yu. Zharinova³

^{1,2,3} Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

¹ yamskikh@mail.ru

² bolkunova91@mail.ru

³ nata_1986@bk.ru

Abstract. The article explores the dynamics of the mid- and late Holocene in the Krasnoyarsk forest steppe in the valley of the Kacha river. It investigates the "Sukhaya-1" peat deposits and employs such methods as spore-pollen analysis, botanical analysis, and radiocarbon dating. A low-lying peat bog is located in the interfluvial areas of the Kacha and Sukhaya rivers, in the immediate vicinity of the village of Krutaya. A comprehensive study of peat deposits of the Sukhaya swamp massif made it possible to reconstruct paleoclimatic and paleolandscape conditions in the Holocene in the valley of the Kacha river. Based on the data of spore-pollen analysis and radiocarbon dating, it was established that the process of peat accumulation in this area had begun in the Holocene. The basal horizons of loam containing plant remains formed more than 6,000 years ago. The main types of landscapes during the entire period of sediment accumulation were forest and forest steppe, as well as uplands surrounding this territory.

Keywords: landscapes, climate, Holocene, spore-pollen analysis, botanical analysis, radiocarbon dating, Krasnoyarsk forest-steppe.

For citation: Yamskikh G. Yu., Makarchuk D. E., Zharinova N. Yu. Holocene Landscapes and Climate in the Krasnoyarsk Forest Steppe in the Valley of the Kacha River. *The Bulletin of Ryazan State University named for S. A. Yesenin*. 2022; 4 (77):132–146. (In Russ.). DOI: [10.37724/RSU.2022.77.4.014](https://doi.org/10.37724/RSU.2022.77.4.014).

Введение

В условиях возрастающего воздействия человека на природную среду естественный растительный покров Красноярской лесостепи существенно изменяется. В перспективе следует ожидать более интенсивных преобразований окружающей среды, в связи с чем велико значение палеоботанических исследований, позволяющих не только воссоздать ход развития природы в прошлом, но и спрогнозировать ее изменение в будущем.

Район нашего исследования расположен в границах Красноярской котловины, занятой лесостепными ландшафтами, на стыке Восточного Саяна, Западно-Сибирской равнины и Среднесибирского плоскогорья. Сочленение разнородных и разновозрастных тектонических структур докембрийской Сибирской платформы, Западно-Сибирской молодой плиты и Алтайско-Саянской палеозойской складчатой области обуславливают сложный характер рельефа района исследования [Пармузин, 1964 ; Ямских, 1993, 2006]. Важнейшей особенностью геоморфологии района исследования является ярусность рельефа, которая связана с террасовыми уровнями Енисея и междуречными пространствами. В пределах Красноярской котловины А. Ф. Ямских было выделено девять террас, объединенных по особенностям строения и морфологии в три комплекса: высокий — 120–135- (150), 90–120- и 60–80-метровые, средневысотный — 35–55-метровые, и низкий — 24–30-, 15–18-, 10–14-, 7–10-метровые уровни. Начало формирования поймы датировано от 6 до 4 тыс. л. н. [Ямских, 1992, 1993]. Террасы и пойма сложены преимущественно аллювием, состоящим из глин, гравия и галечника. Климат территории резко континентальный с холодной продолжительной зимой, коротким жарким летом, быстрой сменой сезонов года и значительными амплитудами температур [Швер, Герасимова, 1982]. Согласно данным наблюдений метеостанций Красноярской лесостепи за период 1984–2021 года, средние температуры июля составляют 18,9–19 °С, температуры января находятся в пределах –18 °С, продолжительность безморозного периода изменяется от 108 до 115 дней при годовой сумме осадков около 400 мм, количество осадков теплого периода — 218 мм. Речная сеть принадлежит бассейну среднего течения реки Енисей. Почвы представлены обыкновенными и выщелоченными черноземами, подзолистыми, серыми лесными и болотными, пойменными, луговыми и лугово-черноземными. Характер растительного покрова территории обусловлен расположением вблизи границ лесостепного и горнотаежного природных комплексов и представлен

лесными, степными, луговыми, кустарниковыми, болотными сообществами [Иванова, 1976 ; Кириллов, 1988 ; Жаринова, 2011 ; Жаринова [и др.], 2016].

Материалы и методы исследований

На территории Красноярской лесостепи изучен разрез торфяных отложений Сухая-1 в долине реки Кача. Торфяник располагается в среднем течении реки (рис. 1) на первой надпойменной террасе на левом берегу в 2,5 км к западу от деревни Крутая, в 40 км к северо-западу от Красноярска.

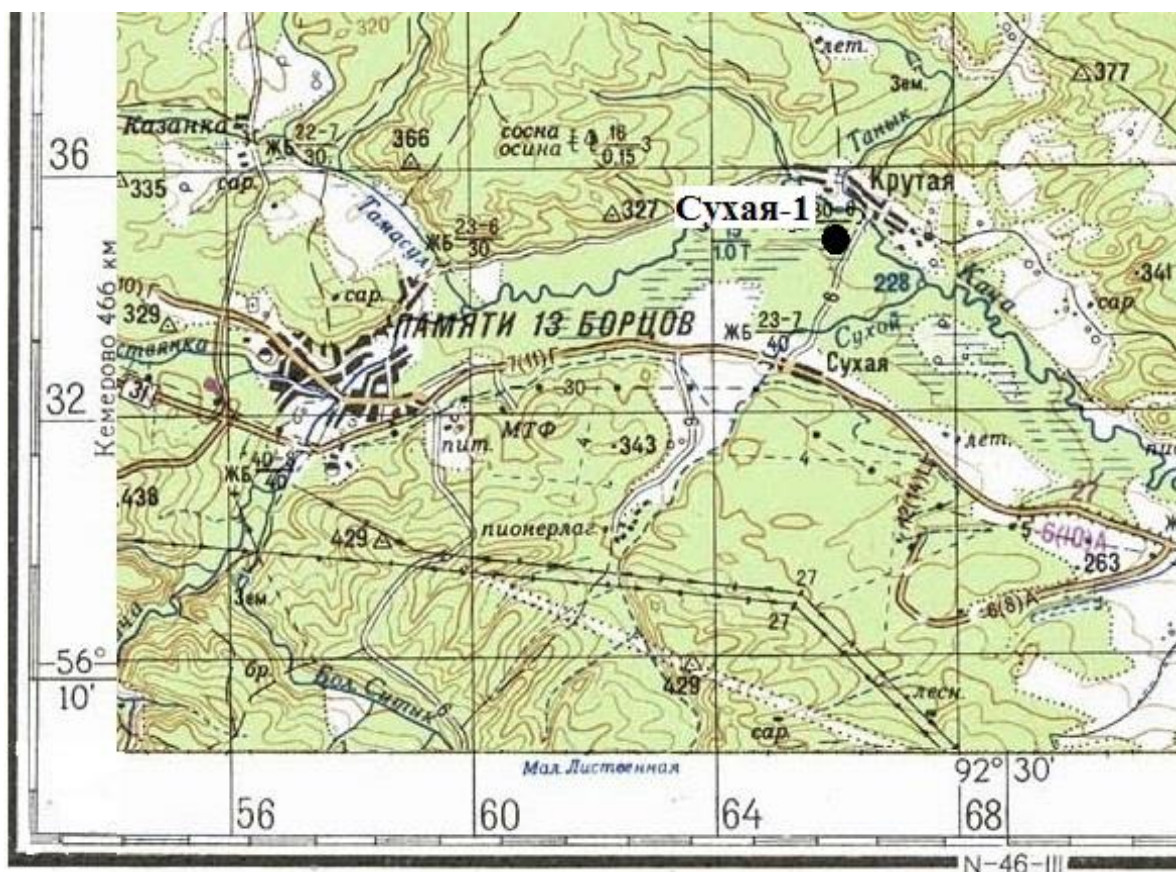


Рис. 1. Фрагмент топографической карты О-46-XXXIII

Примечание: ● — местоположение разреза Сухая-1.

Современный растительный покров массива образован елово-лиственнично-сосново-березовым разнотравно-осоково-зеленомошным фитоценозом (рис. 2). Древесный ярус состоит из *Betula sect. Albae* (высота в среднем 2,5–4 м), сосны (от 1–3 до 10 м), отмечены единичные взрослые деревья лиственницы и ели высотой до 20 м.

Определение абсолютного возраста образцов торфа произведено в Институте геологии и минералогии Сибирского отделения Российской академии наук (лабораторный номер СОАН).



Рис. 2. Елово-лиственнично-сосново-березовый разнотравно-осоково-зеленомошный болотный фитоценоз в долине реки Кача

Обработка образцов для палинологического анализа и анализа ботанического состава торфа выполнялась по стандартным методикам [ГОСТ 28245-89 ; Гричук, Заклинская, 1948 ; Пьявченко, 1963 ; Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И., 1977 ; Васильев, 1985, 1986]. Количественное выражение результатов спорово-пыльцевого анализа, реконструкция элементов палеоклимата и палеоландшафтов были выполнены на основе расчетных уравнений регрессии (табл.) [Букеева, Зубарева, 1987 ; Ямских, 2006].

Температура июля = $17,32 + 0,004DR + 0,04TR - 0,01Alies + 0,02Psyl + 0,004Bet - 0,02Umb + 0,002Polyp - 0,005ABSO$.

$R = 0,85; \sigma = 0,9^{\circ}; Q = 3,0 \%; N = 9$,

где R — коэффициент множественной корреляции, σ — среднее квадратическое отклонение (в единицах измерения), Q — средняя ошибка, %.

Температура января = $-30,68 + 0,1DR + 0,1TR + 0,07SP - 0,2Iar - 0,18Alnas + 0,2Cyp + 0,01Chen - 0,08Umb + 0,01Razn + 0,01Brya + 0,02ABSO$.

$R = 0,44; \sigma = 1,8^{\circ}; Q = 6,3 \%; N = 11$.

Продолжительность безморозного периода = $59,79 + 0,29DR + 0,61TR + 0,04SP + 0,14Psyl - 0,02Bet + 0,25Cyp - 0,57Cic - 0,51Sparg - 0,005ABSO$.

$R = 0,63; \sigma = 11,8^{\circ}; Q = 9,0 \%; N = 9$.

Годовая сумма активных температур более 10° = $1404,68 + 7,6TR - 0,83SP + 6,11Abies + 5,66Psyl + 2,7Bet - 2,74Chen - 5,26Umb + 0,3Polyp - 0,764ABCO$.

$R = 0,81; \sigma = 198,0^{\circ}; Q = 8,2 \%; N = 9$.

Абсолютная влажность воздуха = $16,45 + 0,02DR + 0,009SP + 0,003Bet + 0,001Polyp - 0,19GS - 2,0015ABS0$.

$R = 0,72; \sigma = 0,36^\circ; Q = 4,1 \%; N = 6$.

Относительная влажность воздуха = $67,23 + 0,03DR + 0,11SP + 0,01Cic + 0,02Polyp + 0,001ABS0$.

$R = 0,46; \sigma = 2,2^\circ; Q = 2,2 \%; N = 9$.

Показатель сухости = $1,08 + 0,005DR + 0,02TR + 0,006Psyl - 0,004Poa - 0,01Cic - 0,04Legum - 0,05Rubia - 0,01Equis - 0,014ABS0$.

$R = 0,81; \sigma = 0,3^\circ; Q = 17,9 \%; N = 9$.

Таблица

Компоненты спорово-пыльцевых спектров в информативных системах

Обозначение	Расшифровка	Обозначение	Расшифровка
TR	содержание пыльцы травянистых и кустарничковых пород	DR	содержание пыльцы древесных и кустарниковых пород
SP	содержание спор	Umb	Umbelliferae
Psyl	<i>Pinus sylvestris</i>	Сyp	Cyperaceae
Bet	<i>Betula sect. Albae</i>	Lilia	Liliaceae
Lar	<i>Larix sibirica</i>	Sparg	Sparganiaceae
Abies	<i>Abies sibirica</i>	Cary	Caryophyllaceae
Alnus	<i>Alnus</i>	Razn	разнотравье и неопределенная пыльца
Picea	<i>Picea obovata</i>	Polyp	Polypodiaceae
Alnas	<i>Alnaster fruticosa</i>	Equis	Equisetum
Poa	Poaceae	Lalp	<i>Lycopodium alpinum</i>
Chen	Chenopodiaceae	Brya	Bryales
Cic	Cichoriaceae	Fili	Filicales
Legum	Leguminosae	ABS0	абсолютная отметка высот
Rubia	Rubiaceae	GS	географическая широта

Для осадков с помощью методики количественной оценки элементов палеоклимата по информативным системам компонентов спектра не удалось на имеющемся материале получить расчетные уравнения с хорошими статистическими показателями. В указанных целях была применена вторая методика, реализующая построение расчетных уравнений с помощью метода пошагового регрессионного анализа.

Годовая сумма осадков = $1019,1 - 3,17TR + SP - 5,1Abies - 16,68A \ln us + 2,31Poa - 1,62Chen + 3,57Cic - 3,7Cary + 15,37Legum + 17,76Lilia + 15,88Rubia + 1,14Polyp + 13,5Lalp + 4,73Equis + 7,7Fili - 13,72ABS0$.

$R = 0,81; \sigma = 123^\circ; Q = 18 \%; N = 16$.

Сумма осадков за теплый период года (IV–X месяцы) = $158,76 - 1,13DR - 3,31TR + 21,67Lar - 3,72Abies - 10,48A \ln us + 1,26Poa - 1,26Chen + 9,86Legum + 6,74Rubia + 0,73Polyp + 9,75Lalp + 2,97Equis - 22,43GS + 0,352ABS0$.

$R = 0,83; \sigma = 77,7^\circ; Q = 14,6 \%; N = 14$.

Сумма осадков за май, июнь, июль месяцы = $848,4 - 0,73TR + 8,01Lar + 0,69Poa - 0,6Chen + 5,1Legum + 3,38Rubia + 0,41Polyp + 0,63Lalp + 1,43Equis - 13,37GS + 1,57ABS0$.

$R = 0,84; \sigma = 33,6^\circ; Q = 12,4 \%; N = 11$.

В связи с тем, что для осадков холодного периода года не удалось установить приемлемую линейную зависимость и применение нелинейной зависимости к существенному улучшению результатов не привело, сумма осадков за холодный период года рассчитывалась как разность между годовой суммой осадков и количеством их за теплый период года.

Результаты и их обсуждение

Палеогеографические реконструкции голоцена в долине реки Кача были произведены на основе комплексного изучения торфяных отложений разреза Сухая-1, базальные горизонты которых датированы атлантическим временем (6435±40 лет, СОАН — 4644).

Мощность торфа в шурфе Сухая-1 составила 2,30 м, торфяная залежь (рис. 3) имеет следующее строение (сверху вниз):

1. Торф гипновый (зеленые мхи рода *Drepanocladus* — 75 % и *Aulacomnium* — ед., сфагновый мох — ед., вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey. et Schreb.) — 5–10 %, шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris* L.) — 5 %, пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.) — ед., осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa* Ehrh) и двудомная (*C. dioica* L.) — ед., клюква мелкоплодная — до 5 %, кора ели — ед.); цвет — темно-бурый; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 39,2 %; мощность — 0,10 м.

2. Торф травяной (вейник незамечаемый — 15 %, вейник седеющий — 5 % (*Calamagrostis canescens* (Web.) Roth.), шейхцерия болотная — 15 %, вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.) — 10 %, осока волосистоплодная и двудомная — 40 %, зеленые мхи *Drepanocladus* — 15 % и *Aulacomnium* — ед., сфагновый мох — ед.); цвет — темно-бурый; структура — волокнистая; степень разложения — 30,7 %; мощность — 0,05 м.

3. Торф сфагновый (сфагновые мхи: *Sphagnum teres* (Schimp.) Aongstr. — 50 %, *S. balticum* (Russ.) Russ. Ex C. Jens — 10 %, *S. magellanicum* Brid. — 5–10 %, *S. centrale* C. Jens. — 10 %, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. — ед., зеленые мхи рода *Drepanocladus* и *Aulacomnium* — 5 %, осока волосистоплодная, двудомная, дернистая (*C. cespitosa* L.), топяная (*C. limosa* L.), скрытоплодная (*C. cryptedocarpa* C. A. M.) и омская (*C. omskiana* Meinsh.) — 15 %, шейхцерия болотная — 5 %, вахта трехлистная, вейник — ед., хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.) — ед., кора и древесина ели — ед., кора березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и березы карликовой (*Betula nana* L.) — до 5 %); цвет — светло-бурый с рыжим оттенком; структура — плейчатая; степень разложения — 26 %. На глубине 0,25–0,30 м абсолютный возраст торфа составляет 375±45 (СОАН — 4641); мощность — 0,25 м.

4. Торф древесно-травяной (кора и древесина ели и сосны обыкновенной — ед., березы пушистой — 10 %, вейник седеющий — 50 %, осока скрытоплодная, топяная и двудомная — 35 %, шейхцерия — 5 %, сфагновый мох — ед., телиптерис болотный (*Thelypteris palustris* Schott.) — ед.); цвет — темно-бурый; структура — волокнистая; степень разложения — 28,6 %; мощность — 0,05 м.

5. Торф древесно-осоковый (кора и древесина березы пушистой — 15 %, сосны и ели — ед., вейник — 30 %, шейхцерия — 5 %, осока скрытоплодная, омская, дернистая, двудомная — 50 %, телиптерис болотный — ед., сфагновый мох — ед.); цвет — темно-бурый; структура — войлочная; степень разложения — 32,7 %; мощность — 0,05 м.

6. Торф травяной (вейник — 20 %, шейхцерия — 15 %, осока скрытоплодная, двудомная, волосистоплодная, дернистая, омская — до 55 %, *Sphagnum centrale* — 5 %, зеленый мох — 5–10 %, телиптерис болотный — ед., кора и древесина ели — ед., березы пушистой и карликовой — до 5 %); цвет — темно-бурый; структура — слоистая войлочно-волокнистая; степень разложения 32 %; мощность — 0,10 м.

7. Торф гипновый (зеленые мхи рода *Drepanocladus* и *Aulacomnium* — 60 %, осока двудомная, волосистоплодная, скрытоплодная — до 40 %, вейник — до 5 %, шейхцерия — до 10 %, вахта трехлистная и пушица влагалищная — ед., кора и древесина березы пушистой и карликовой — до 5 %); цвет — светло-бурый; структура — чешуйчато-слоистый; степень разложения — 31,1 %; мощность — 0,15 м.

8. Торф — травяно-гипновый (зеленые мхи — 35 %, осоки волосистоплодная и двудомная — 20 %, пушица влагалищная — 15 %, вейник — 20 %, шейхцерия — 10 %); цвет — светло-бурый; структура — чешуйчато-слоистый; степень разложения — 19 %; мощность — 0,05 м.

9. Торф гипновый (зеленые мхи — до 70 %, осока волосистоплодная, дернистая, двудомная и просяная (*C. panicea* L.) — 15 %, вейник — до 5 %, шейхцерия — до 10 %, пушица влагалищная

— 5–10 %, вахта — ед., хвощ болотный и телиптерис болотный — ед., кора и древесина березы пушистой — до 5 %); цвет — светло-бурый; структура — чешуйчато-слоистая, степень разложения — 32,5 %. Абсолютный возраст торфа на глубине 0,90–0,95 м — 3200 ± 55 лет (СОАН — 5958); мощность — 0,20 м.

10. Торф древесно-гипновый (кора и древесина березы пушистой, тощей и карликовой — 25 %, сосны обыкновенной — ед., зеленые мхи — 35 %, осоки дернистая и просяная — по 5 %, шейхцерия — 10 %, пушица влагилищная и вахта трехлистная — по 5 %, камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.) — ед.); цвет — светло-бурый с серым оттенком; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 29 %; мощность — 0,05 м.

11. Торф древесно-травяной (кора и древесина березы пушистой и тощей — 15 %, березы карликовой — до 25 %, осока дернистая, двудомная, просяная — 25 %, шейхцерия — 15 %, пушица влагилищная — 10 %, вейник — до 10 %, вахта трехлистная — до 5 %, зеленые мхи — 10 %, хвощ болотный — ед.); цвет — бурый с серым оттенком; структура — мелко-комковатая; степень разложения — 31,8 %; мощность — 0,10 м.

12. Торф травяной (осока двудомная, дернистая, топяная, просяная и волосистоплодная — до 40 %, вейник — до 25 %, шейхцерия — 10–15 %, зеленые мхи — до 20 %); цвет — темно-бурый; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 36 %; мощность — 0,10 м.

13. Торф осоковый (осока двудомная, дернистая, волосистоплодная, скрытоплодная и омская — до 65 %, вейник — 20 %, шейхцерия — 5 %, зеленый мох — 5 %, *Sphagnum teres* — ед., кора и древесина березы и ели — до 5 %); цвет — темно-бурый; структура — войлочная; степень разложения — 36,5 %; мощность — 0,10 м.

14. Торф травяной (осока двудомная, дернистая, двутычинковая (*C. diandra* Schrank.), скрытоплодная, просяная, волосистоплодная и шнурокорневая (*C. chordorrhiza* Ehrh.) — до 45 %, вейник — 15 %, шейхцерия — 10 %, очеретник белый (*Rhynchospora alba* (L.) Vahl.) — 10 %, вахта и пушица — ед., хвощ — 10 %, телиптерис — ед., *Drepanocladus* — 5 %, кора и древесина березы и ели — ед.); цвет — темно-бурый со светло-бурыми прослоями; структура — войлочная; степень разложения — 44 %; мощность — 0,20 м.

15. Торф осоково-гипновый (зеленые мхи — 30 %, осока двудомная и шнурокорневая — 10 %, очеретник и шейхцерия — по 10 %, пушица — 5 %, хвощ — 25 %); цвет — темно-бурый; структура — чешуйчато-войлочная; степень разложения — 33 %; мощность — 0,05 м.

16. Торф гипновый (зеленые мхи — 45 %, осока шнурокорневая, двудомная, волосистоплодная — 30 %, шейхцерия — 10 %, очеретник — 5 %, хвощ — 10 %); цвет — светло-бурый; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 32 %; мощность — 0,05 м.

17. Торф древесно-гипновый (кора и древесина березы пушистой — 10 %, сосны обыкновенной — ед., зеленые мхи рода *Drepanocladus* — 50–55 %, *Calliergon* — 10 %, осока двудомная — 5 %, очеретник белый — 5 %, шейхцерия — 5–10 %, вахта — до 5 %, пушица — ед., хвощ — 5–10 %); цвет — светло-бурый с серым оттенком; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 32 %. Возраст торфа в интервале глубин 1,70–1,75 м составил 3700 ± 60 лет (СОАН — 4642); мощность — 0,10 м.

18. Торф гипновый (зеленые мхи рода *Drepanocladus* — 55–60 %, *Calliergon* — ед., осока двудомная, волосистоплодная — 15 %, пушица — 10 %, очеретник и шейхцерия — по 5 %, хвощ и телиптерис — ед., кора березы пушистой — ед.); цвет — светло-бурый; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 34 %; мощность — 0,15 м.

19. Торф осоково-гипновый (зеленые мхи — 30–35 %, осока двудомная, волосистоплодная — 20 %, пушица — 10–15 %, вейник — 10 %, очеретник — 5–10 %, шейхцерия — до 5 %, хвощ — 5–10 %); цвет — бурый; структура — войлочная; степень разложения — 40 %; мощность — 0,10 м.

20. Торф гипновый (зеленые мхи — 60 %, осока двудомная, волосистоплодная и шнурокорневая — до 15 %, пушица — 10 %, вейник и вахта — ед., очеретник — 5 %, шейхцерия — ед., хвощ — 5 %, кора березы — ед.); цвет — темно-бурый; структура — чешуйчато-слоистая; степень разложения — 33,5 %. Абсолютный возраст торфа на границе с оторфованным суглинком (2,30–2,35 м) — 5560 ± 65 лет (СОАН — 4643); мощность — 0,30 м.

21. Суглинок оторфованный темно-серого цвета содержит остатки тканей хвоща болотного — 30–55 %, вахты 10–20 %, очеретника, рогоза, телиптериса, зеленого мха, коры и древесины березы; мощность — 0,40 м.

22. Суглинок с включением растительного детрита, представленного остатками хвоща болотного и хвоща речного, вахты, очеретника, телиптериса, зеленого мха, осок и коры березы.

Возраст отложений в интервале 2,90–2,95 м равен 6435 ± 40 лет (СОАН — 4644); мощность — 0,25 м.

23. Суглинок гумусированный серый с сизым оттенком; мощность — 0,05 м.



Рис. 3. Строение торфяной залежи Сухая-1

На спорово-пыльцевой диаграмме выделяется девять палинологических зон, характеризующих изменение растительного покрова на данной территории от среднеатлантического до субатлантического времени (рис. 4).

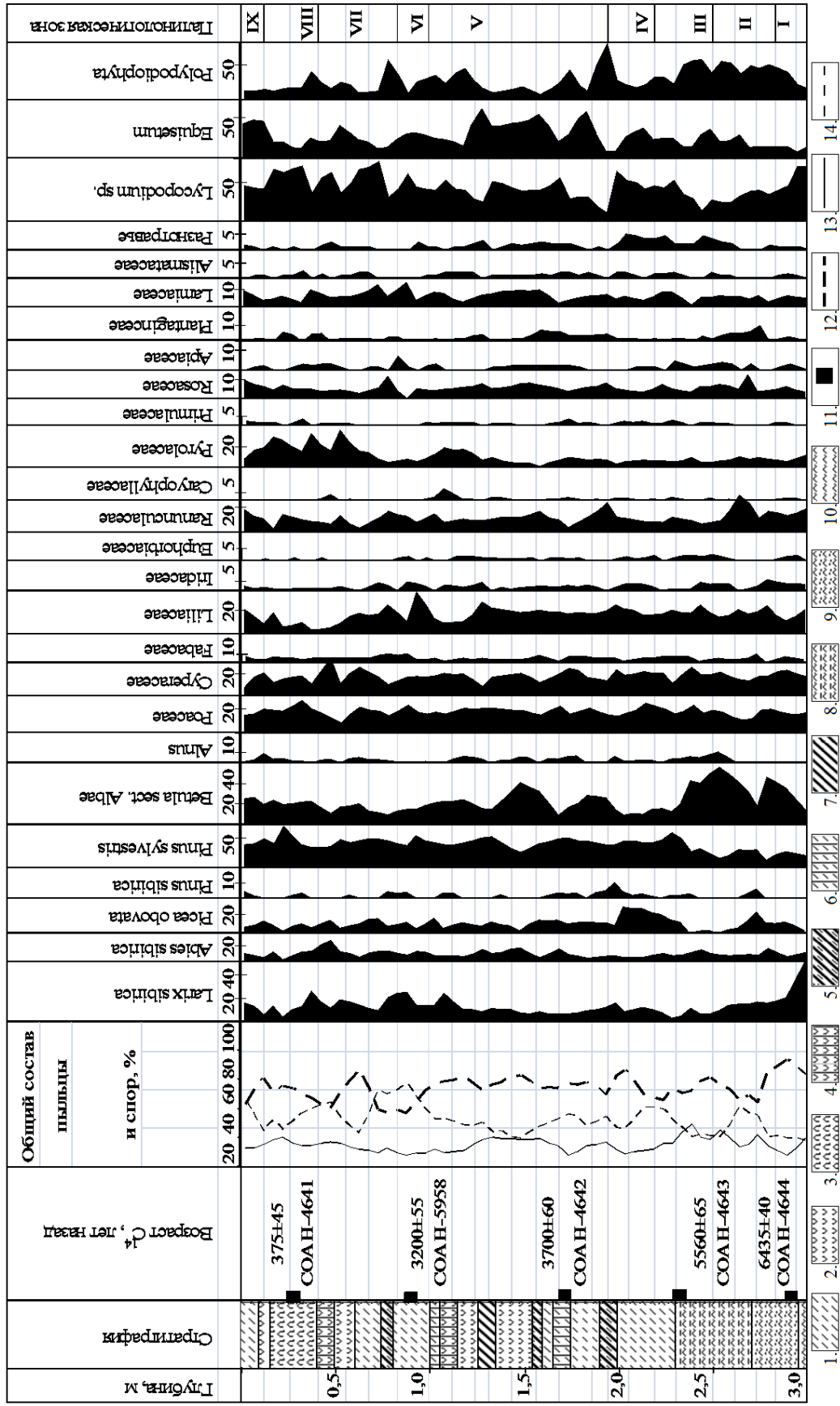
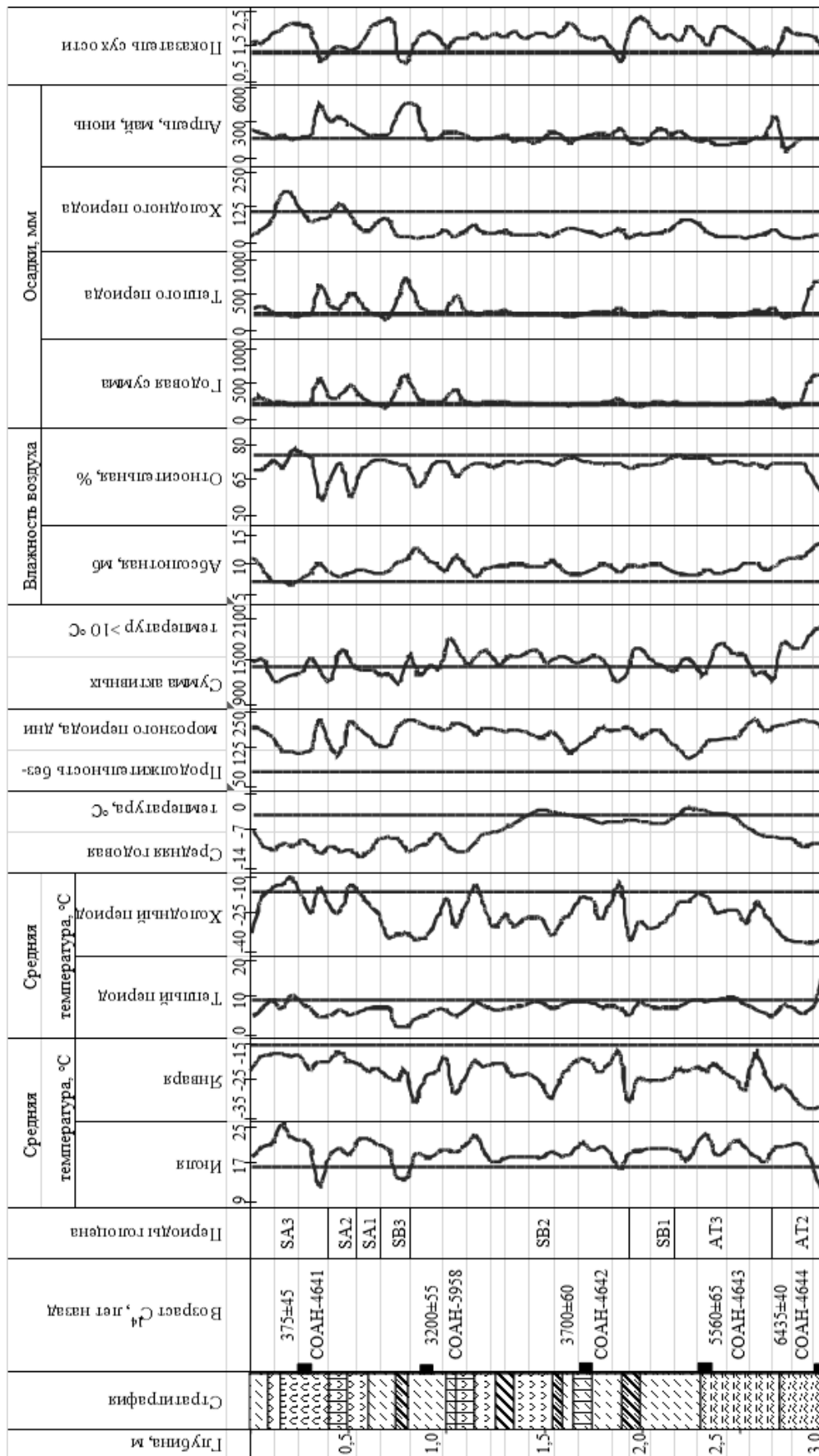


Рис. 4. Спорно-пыльцевая диаграмма, реконструированные элементы палеоклимата и растительные зоны торфяных отложений разреза Сухая-1. Условные обозначения (торф): 1 — гипновый, 2 — травяной, 3 — сфагновый, 4 — древесно-травяной, 5 — осоково-гипновый, 6 — древесно-гипновый, 7 — осоковый, 8 — оторфованный суглинок, 9 — суглинок с включением растительного детрита, 10 — гумусированный суглинок, 11 — радиоуглеродная дата, 12 — древесные, 13 — травянистые, 14 — споры



Зона I (интервал — 3,00–2,85 м) иллюстрирует развитие ландшафтов в среднеатлантическое время. В спорово-пыльцевых спектрах на долю древесных пород приходится 30 %, содержание пыльцы травянистых растений доходит до 60 %, споры составляют 10 %. Основными компонентами древесной части спорово-пыльцевого спектра являются сосна сибирская, береза, пихта, ель. Среди травянистых преобладают злаковые, осоковые, лютиковые, лилейные. Характер спорово-пыльцевых

Продолжение рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма, реконструированные элементы палеоклимата и растительные зоны торфяных отложений разреза Сухая-1. Условные обозначения (торф): 1 — глиноватый, 2 — травяной, 3 — сфагновый, 4 — древесно-травяной, 5 — осоково-глиноватый, 6 — древесно-глиноватый, 7 — осоковый, 8 — оторфованный суглинок, 9 — суглинок с включением растительного детрита, 10 — гумусированный суглинок, 11 — радиоуглеродная дата, 12 — древесные, 13 — травянистые, 14 — споры

спектров отражает развитие сосново-березово-еловых лесов с папоротником и хвощом. Средняя температура января составляла $-16,2$ °С, средняя температура июля $+20,1$ °С. Продолжительность безморозного периода изменялась от 187 до 205 дней, в теплый период осадков выпадало до 280–300 мм, количество осадков холодного периода составляло около 200 мм при годовом количестве до 560 мм.

Зона II (интервал — 2,85–2,50 м) характеризует время формирования древесно-березового торфа и отвечает началу среднеатлантического периода. В спорово-пыльцевых спектрах происходило увеличение доли древесной растительности до 40 % и уменьшение доли травянистых до 50 %. Доля спор колебалась в пределах 20 %. Главная роль среди древесных пород принадлежит березе, ели, возрастает роль сосны обыкновенной. В группе травянистых растений преобладают лилейные, осоковые, розоцветные, лютиковые, злаковые. Среди спор роль папоротников увеличивается до 80 %. В это время развивались сосново-березовые леса с папоротником и разнотравьем. Климатические условия характеризовались следующими показателями: температура января $-19,3$ °С, температура июля $+18,9$ °С, продолжительность безморозного периода достигала 200 дней. Количество осадков теплого периода снизилось до 200 мм, годовое количество — до 400 мм.

Зона III (интервал — 2,50–2,20 м) демонстрирует отложения, сформировавшиеся, согласно радиоуглеродной дате, 5560 ± 65 л. н. (СОАН — 4643) в позднеатлантическое время. Спорово-пыльцевые спектры фиксируют уменьшение в общем составе древесных пород до 30 %, среди них преобладают ель, береза, сосна обыкновенная, доля участия которой в группе составляет около 56 %. Среди пыльцы травянистых растений ведущее положение отводится пыльце злаковых и осоковых с участием лилейных и розоцветных. Среди спор преобладают папоротники. Характер состава спорово-пыльцевого спектра указывает на развитие сосново-березовых лесостепей с участием ели. Среднемесячная температура января составляла $-18,9$ °С, температура июля $+19,0$ °С, продолжительность безморозного периода доходила до 150 дней, годовое количество осадков — около 300 мм, количество осадков теплого периода максимально составляло 216 мм.

Зона IV (интервал — 2,20–1,95 м) характеризует ландшафтные условия времени формирования древесного-травяного торфа с участием березы и отвечает раннему суббореальному времени. В спорово-пыльцевых спектрах на долю древесных пород приходится до 40 %, среди них преобладают ель, пихта, береза, и до 35 % доходит содержание сосны обыкновенной. В травянистой части спектра (55 %) преобладает пыльца злаковых и осоковых с участием лесного разнотравья, представленного гвоздичными, мальвовыми розоцветными, бобовыми, лютиковыми, губоцветными. Среди спор преобладают плауны и хвощи. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием ели. Средняя температура января $-16,8$ °С, средняя температура июля $+19,8$ °С, продолжительность безморозного периода изменялась от 125 до 180 дней. Годовая сумма осадков доходила до 320 мм, количество осадков теплого периода колебалось от 200 до 250 мм.

Зона V (интервал — 1,95–1,00 м) отражает отложения, сформировавшиеся, согласно радиоуглеродной дате, 3700 ± 60 л. н. (СОАН — 4642) в среднесуббореальное время. Спорово-пыльцевые спектры фиксируют уменьшение в общем составе древесных пород до 37 %, среди них преобладают ель, береза, сосна обыкновенная, доля участия которой в группе составляет около 58 %. Среди пыльцы травянистых растений ведущее положение отводится пыльце злаковых и осоковых с участием гвоздичных и розоцветных, лютиковых. Среди спор преобладают плауны и хвощи. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием ели. Среднемесячная температура января составляла $-17,2$ °С, температура июля $+19,5$ °С, продолжительность безморозного периода изменялась от 110 до 180 дней. Годовая сумма осадков колебалась в пределах 280–320 мм при увеличении в конце интервала до 420 мм. Максимальное количество осадков теплого периода составляло до 390 мм.

Зона VI (интервал — 1,00–0,75 м) характеризует ландшафтные условия времени формирования гипнового торфа с участием березы и отвечает концу среднесуббореального времени. В спорово-пыльцевых спектрах на долю древесных пород приходится до 50 %, среди них преобладают ель, пихта, береза, и до 40 % доходит содержание сосны обыкновенной. В травянистой части спектра преобладает пыльца злаковых и осоковых с участием лесного разнотравья, представленного гвоздичными, мальвовыми розоцветными, бобовыми, лютиковыми, губоцветными. Среди спор преобладают плауны. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием ели. Среднемесячная температура января

составляет $-16,5$ °С, температура июля $+19,4$ °С, продолжительность безморозного периода — около 190 дней при изменении годовой суммы осадков от 300 до 480 мм, количество осадков теплого периода доходило до 200 мм.

Зона VII (интервал — 0,75–0,40 м) представляет ландшафтные условия времени формирования гипнового торфа и отвечает интервалу от поздне-суббореального до среднесубатлантического времени. В спорово-пыльцевых спектрах на долю древесных пород приходится до 40 %, среди них преобладают ель, пихта, береза, и до 35 % доходит содержание сосны обыкновенной. В травянистой части спектра (55 %) преобладает пыльца злаковых и осоковых с участием лесного разнотравья, представленного гвоздичными, мальвовыми розоцветными, бобовыми, лютиковыми, губоцветными. Среди спор преобладают плауны и хвощи. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием пихты и ели. Среднемесячная температура января составляет $-16,6$ °С, температура июля $+19,9$ °С, продолжительность безморозного периода доходила до 200 дней. Годовая сумма осадков изменялась от 550 мм в поздне-суббореальное время до 480 мм в начале субатлантического времени и доходила до 400 мм в среднесубатлантическое время. Количество осадков теплого периода достигало 250 мм.

Зона VIII (интервал — 0,40–0,1,5 м) отражает отложения, сформировавшиеся, согласно радиоуглеродной дате, 375 ± 45 л. н. (СОАН — 4641) в поздне-субатлантическое время. Спорово-пыльцевые спектры фиксируют уменьшение в общем составе древесных пород до 37 %, среди них преобладают ель, береза, сосна обыкновенная, доля участия которой в группе составляет около 58 %. Среди пыльцы травянистых растений ведущее положение отводится пыльце злаковых и осоковых с участием розоцветных, лютиковых. Среди спор преобладают плауны. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием ели. Среднемесячная температура января составляет $-16,7$ °С, температура июля $+19,7$ °С, продолжительность безморозного периода достигала 195 дней. Годовая сумма осадков изменялась от 250 до 500 мм, максимальное количество осадков теплого периода составляло 300 мм.

Зона IX (интервал — 0,15–0 м) характеризует ландшафтные условия времени формирования гипнового и сфагнового торфа и отвечает позднему субатлантическому времени. В спорово-пыльцевых спектрах на долю древесных пород приходится до 45 %, среди них преобладают ель, пихта, ольха, береза, и до 45 % доходит содержание сосны обыкновенной. В травянистой части спектра (55 %) преобладает пыльца злаковых и осоковых с участием лесного разнотравья, представленного гвоздичными, мальвовыми розоцветными, бобовыми, лютиковыми, губоцветными. Среди спор преобладают плауны и хвощи. Характер состава спорово-пыльцевых спектров указывает на развитие сосново-березовой лесостепи с участием ели. Средняя температура января $-16,4$ °С, среднемесячная температура июля $+19,4$ °С, продолжительность безморозного периода возрастала от 145 до 180 дней, годовая сумма осадков — около 510 мм, количество осадков теплого периода доходило до 280 мм.

Выводы

По данным радиоуглеродного анализа установлено, что время образования торфяника соответствует оптимуму голоцена. Торфяник является низинным, и процесс торфонакопления связан с формированием гипнового, осоково-гипнового, древесно-гипнового, осоково-гипнового, гипнового, осокового, травяного, древесно-травяного, сфагнового, травяного и гипнового торфа.

Данные спорово-пыльцевого анализа указывают, что на протяжении второй половины голоцена на данной территории преобладали лесостепные ландшафты, а ландшафты возвышенностей, окружающих болотный массив, были лесными с различным сочетанием хвойных и лиственных пород.

Список источников

1. Букреева Г. Ф., Зубарева Г. Ю. Применение объективных (численных) методов обработки палинологических данных (на примере территории Минусинской котловины) // Палеогеография Средней Сибири. — Красноярск, 1987. — С. 49–64.

2. Васильев А. Н., Ямских А. Ф. Некоторые ископаемые мхи из голоценовых отложений южной части бассейна реки Енисей // Эколого-географические исследования флоры Красноярского края. — Красноярск : КГПИ, 1986. — С. 48–51.
3. Васильев А. Н., Ямских А. Ф., Сухина Л. А., Зубарева Г. Ю. Стратиграфия торфяников края и ее сельскохозяйственное значение // Природа и хозяйство Красноярского края. — Красноярск, 1985. — С. 217–221.
4. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. — URL : <http://base.garant.ru/5919934/> (дата обращения: 05.04.2022).
5. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. — М. : ОГИЗ, 1948. — 223 с.
6. Жаринова Н. Ю. Почвы пойм малых рек Красноярской лесостепи : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.13. — Красноярск, 2011. — 18 с.
7. Жаринова Н. Ю., Ямских Г. Ю., Кузнецова О. А., Макачук Д. Е. Характеристика органического вещества пойменных почв малых рек Красноярской лесостепи // Успехи современной науки. — 2016. — Т. 7, № 10. — С. 6–9.
8. Зубарева Г. Ю. Растительность, климат и стратиграфия Голоцена Минусинской котловины : дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.02. — Новосибирск, 1990. — 225 с.
9. Иванова Е. Н. Классификация почв СССР. — М. : Наука, 1976. — 227 с.
10. Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И. Атлас растительных остатков в торфах. — М. : Недра, 1977. — 371 с.
11. Кириллов М. В. Природа Красноярска и его окрестностей. — Красноярск : Кн. изд-во, 1988. — 149 с.
12. Пармузин Ю. П. Средняя Сибирь. — М. : Наука, 1964. — 480 с.
13. Пьявченко Н. И. Степень разложения торфа и методы ее определения. — Красноярск : ИЛИД, 1963. — 55 с.
14. Швер Ц. А., Герасимова А. С. Климат Красноярска. — Л. : Гидрометеиздат, 1982. — 230 с.
15. Ямских А. Ф. Полицикловое террасообразование и стратиграфическое расчленение четвертичных отложений речных долин ледниковой зоны Приенисейской Сибири. — Красноярск : КГПИ, 1992. — 55 с.
16. Ямских А. Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах Южной Сибири. — Красноярск, 1993. — 226 с.
17. Ямских Г. Ю. Растительность и климат голоцена Минусинской котловины. — Красноярск : Изд-во КГУ, 1995. — 180 с.
18. Ямских Г. Ю. Реконструкция растительности и климата голоцена внутриконтинентальных территорий Приенисейской Сибири : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук : 25.00.23 ; 25.00.25. — Барнаул, 2006. — 34 с.

References

1. Bukreeva G. F., Zubareva G. Ju. Using Objective (Numerical) Methods to Process Palynological Data (at the example of the Minusinsk Depression). *Paleogeografija Srednej Sibiri* [Paleogeography of Middle Siberia]. Krasnoyarsk, 1987, pp. 49–64. (In Russian).
2. Vasil'ev A. N., Jamskih A. F. Some Holocene Fossil Mosses of the Southern Yenisei. *Jekologo-geograficheskie issledovanija flory Krasnojarskogo kraja* [Investigating the Flora of the Krasnoyarsk Region: an Ecological and Geographical Research]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University Publ., 1986, pp. 48–51. (In Russian).
3. Vasil'ev A. N., Jamskih A. F., Suhinina L. A., Zubareva G. Ju. Peat Stratigraphy and its Agricultural Significance. *Priroda i hozjajstvo Krasnojarskogo kraja* [The Nature and Agriculture of the Krasnoyarsk Region]. Krasnoyarsk, 1985, pp. 217–221. (In Russian).
4. GOST 28245-89. *Torf. Metody opredelenija botanicheskogo sostava i stepeni razlozhenija* [Peat: Botanic Composition and Degree of Decomposition]. Available at : <http://base.garant.ru/5919934/> (accessed: 05.04.2022). (In Russian).
5. Grichuk V. P., Zaklinskaja E. D. *Analiz iskopaemyh pyl'cy i spor i ego primenenie v paleogeografii* [Fossil Pollen and Spore Analysis and its Palaeographic Use]. Moscow, OGIZ Publ., 1948, 223 p. (In Russian).
6. Zharinova N. Ju. *Pochvy pojm malyh rek Krasnojarskoj lesostepi* [Soils of River Floodplains in Krasnoyarsk Forest Steppe]. Krasnoyarsk, 2011, 18 p. (In Russian).
7. Zharinova N. Ju., Jamskih G. Ju., Kuznecova O. A., Makarchuk D. E. Characteristics of the Organic Composition of Soils of River Floodplains of Krasnoyarsk Forest Steppe. *Uspehi sovremennoj nauki* [Achievements of Modern Science]. 2016, vol. 7, no. 10, pp. 6–9. (In Russian).
8. Zubareva G. Ju. *Rastitel'nost', klimat i stratigrafija Golocena Minusinskoj kotloviny* [Vegetation, Climate and Holocene Stratigraphy of the Minusinsk Depression]. Novosibirsk, 1990, 225 p. (In Russian).

9. Ivanova E. N. *Klassifikacija pochv Sojuza Sovetskikh Socialisticheskikh Respublik* [The Classification of Soils in the Soviet Union]. Moscow, Science Publ., 1976, 227 p. (In Russian).
10. Кас N. Ja., Кас S. V., Skobeeva E. I. *Atlas rastitel'nyh ostatkov v torfah* [The Atlas of the Botanical Composition of Peat Deposits]. Moscow, Depths Publ., 1977, 371 p. (In Russian).
11. Kirillov M. V. *Priroda Krasnojarska i ego okrestnostej* [The Nature of Krasnoyarsk and the Region]. Krasnoyarsk, Book Publishers Publ., 1988, 149 p. (In Russian).
12. Parmuzin Ju. P. *Srednjaja Sibir'* [Middle Siberia]. Moscow, Science Publ., 1964, 480 p. (In Russian).
13. P'javchenko N. I. *Stepen' razlozhenija torfa i metody ee opredelenija* [The Degree of Decomposition of Peat Deposits: Methods of Analysis]. Krasnoyarsk, Ild Publ., 1963, 55 p. (In Russian).
14. Shver C. A., Gerasimova A. S. *Klimat Krasnojarska* [The Climate of Krasnoyarsk]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1982, 230 p. (In Russian).
15. Jamskih A. F. *Policiklovoe terrasobrazovanie i stratigraficheskoe raschlenenie chetvertichnyh otlozhenij rechnyh dolin lednikovoj zony Prienisejskoj Sibiri* [Polycyclic Terrace Formation and Stratigraphic Division of Fluvial Deposits of the Glaciers of Pre-Yenisey Siberia]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Pedagogical University Publ., 1992, 55 p. (In Russian).
16. Jamskih A. F. *Osadkonakoplenie i terrasobrazovanie v rechnyh dolinah Juzhnoj Sibiri* [Sedimentation and Terrace Formation in the Floodplains of Southern Siberia]. Krasnoyarsk, 1993, 226 p. (In Russian).
17. Jamskih G. Ju. *Rastitel'nost' i klimat golocena Minusinskoj kotloviny* [The Vegetation and Climate of the Holocene of the Minusinsk Depression]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State University Publ., 1995, 180 c. (In Russian).
18. Jamskih G. Ju. *Rekonstrukcija rastitel'nosti i klimata golocena vnutrikontinental'nyh territorij Prienisejskoj Sibiri* [The Reconstruction of Holocene Vegetation and Climate in Pre-Yenisey Siberia]. Barnaul, 2006, 34 p. (In Russian).

Информация об авторах

Ямских Галина Юрьевна — доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой географии Сибирского федерального университета.

Сфера научных интересов: палинология, палеогеография, палеоклиматология, палеоландшафтоведение, география почв, экзогенная геоморфология и четвертичная геология.

Макарчук Дарья Евгеньевна — кандидат географических наук, доцент кафедры географии Сибирского федерального университета.

Сфера научных интересов: голоценовая малакофауна, палеогеография, палеоклиматология, палеоландшафтоведение.

Жаринова Наталья Юрьевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры географии Сибирского федерального университета.

Сфера научных интересов: почвоведение, микроморфология, охрана почв.

Information about the authors

Yamskikh Galina Yur'evna — Doctor of Science in Geography, Professor, Head of the Geography Department of the Siberian Federal University.

Research interests: paleontology, paleogeography, paleoclimatology, paleolandscape studies, soil geography, exogenous geomorphology and Quaternary Geology.

Makarchuk Dar'ya Evgen'evna — Candidate of Science in Geography, Associate professor of the Geography Department Siberian Federal University.

Research interests: Holocene malacofauna, paleogeography, paleoclimatology, paleolandscape studies.

Zharinova Natalia Yur'evna — Candidate of Biological Sciences, Associate professor of the Geography Department Siberian Federal University.

Research interests: soil science, micromorphology, soil protection.

Статья поступила в редакцию 19.08.2022; принята к публикации 01.10.2022.

The article was submitted 19.08.2022; accepted for publication 01.10.2022.