

С.В. Жилич^{1, 3}, С.К. Кривоногов^{2, 3}, Е.В. Пархомчук^{2, 4},
М.Н. Колпакова³, О.С. Наймушина³

¹Институт археологии и этнографии СО РАН

²Новосибирский государственный университет

³Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

⁴Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

E-mail: snezhy@yandex.ru

Реконструкция ландшафтов в районе озера Эбейты (Омская область) по палинологическим данным за последние 28 тысяч лет

Приведены результаты палинологического и радиоуглеродного анализов донных отложений соленого бессточного оз. Эбейты (Омская обл.). В Центре коллективного пользования СО РАН «Геохронология кайнозоя» получено 18 дат. Возраст отложений ок. 28 тыс. лет. По палинологическим данным в максимум оледенения (до 18 тыс. л.н.) в районе озера преобладали холодные засушливые степные ландшафты, климат был сухой и холодный. Во время дегляциации (18–14 тыс. л.н.) распространились береза и сосна, степные ландшафты сменились лесостепными, климат стал теплее и влажнее. До начала голоцена доминировала лесостепь, климат продолжал теплеть. В среднем голоцене (7–3 тыс. л.н.) доминировали злаково-полынные степи, климат был сухим и теплым. После 3 тыс. л.н. степные ландшафты сменились лесостепными, климат стал влажнее.

Ключевые слова: палинологический анализ, радиоуглеродный анализ, озерные отложения, Эбейты, климат.

S.V. Zhilich^{1, 3}, S.K. Krivonogov^{2, 3}, E.V. Parkhomchuk^{2, 4},
M.N. Kolpakova³, O.S. Naymushina³

¹Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS

²Novosibirsk State University

³V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS

⁴Boreskov Institute of Catalysis SB RAS

E-mail: snezhy@yandex.ru

Landscape Reconstructions for the Latest 28 Thousand Years Based on Pollen Data from Lake Ebeyty (Omsk Region)

Results of palynological and radiocarbon analyzes of sediments from saline endorheic Lake Ebeyty (Omsk region) are presented. 18 radiocarbon dates were generated in the “Center of Cenozoic Geochronology” SB RAS. The base of the core is about 28 ka BP. According to the pollen data, cold dry steppe landscapes were dominant during the maximum of the last glaciation up to 18 ka BP. The climate was dry and cold. Then (from 18 to 14 ka BP) forest-steppe landscapes appeared, birch and pine were widely spread. The climate became warmer and wetter. Forest-steppe dominated up to the early Holocene and the climate tended to warming. During the Middle Holocene from 7 to 3 ka BP, grass and wormwood steppes dominated. The climate was dry and warm. Modern forest-steppe landscapes appeared after 3 ka BP. The climate became wetter.

Keywords: palynological analysis, radiocarbon dating, lake sediments, Ebeyty, climate.

Озеро Эбейты расположено в Омской обл. (54°40' с.ш., 71°45' в.д.), его котловина представляет собой глубокое, ок. 50 м, бессточное понижение рельефа, аналогичное крупным озерам Северного

Казахстана. Озеро находится на границе лесостепной и степной ботанико-географической зон [Национальный атлас России, 2008, с. 328–331], в зоне недостаточного увлажнения (осадки до 300 мм/г.)

и избыточной теплообеспеченности (суммарное испарение 600–700 мм/г., среднегодовая температура 0,1–(–0,2) °С), поэтому глубина озера варьирует от 0,6 до 3 м. В зависимости от водообильности года площадь озера меняется и в настоящее время колеблется от 90 до 113 км². Воды по солености сопоставимы с водами Мертвого моря, являются местом обитания рачков артемии, используемых промышленно как корм для рыб, и месторождением минеральных солей и лечебных грязей [Колпакова и др., 2018, с. 112].

Растительные сообщества в самой котловине озера, за счет сильного засоления, представлены видами облигатных галофитов из семейства маревые (Chenopodiaceae). По склонам озерной котловины, на возвышенных, не засоленных уровнях рельефа распространены остепненные злаково-солодковые луга, на отдельных участках сильно закустаренные. Березовые леса распространены за пределами озерной котловины на удалении нескольких километров от озера.

В целом история оз. Эбейты практически не изучена, а его отложения исследовались только с целью использования минерального сырья (мирабилит). Летом 2016 г. в 1 км от южного берега на глубине 0,55 см с помощью поршневого пробоотборника получены керны (Эбейты 2016 02 и 03) донных отложений длиной 300 см. Мы исследовали образцы кернов комплексом методов: седиментологическим, радиоуглеродным, палинологическим, биомаркерным и т.д. В данной статье представлены первые результаты палинологического и радиоуглеродного анализов с количественной реконструкцией растительности методом биомизации по палинологическим данным.

Проведен радиоуглеродный анализ двух серий образцов из дублирующих кернов 02 и 03; материалом для датирования послужило мелкодисперсное органическое вещество осадков (total organic carbon, TOC). В первой серии были отобраны образцы керна 02; во второй – керна 03 с различных глубин (см. таблицу). Пробоподготовка образцов выполнена в Лаборатории радиоуглеродных методов анализа (ЛРМА) в Новосибирском государственном университете, датирование – в Центре коллективного пользования СО РАН «Геохронология кайнозоя» на ускорительном масс-спектрометре (УМС/AMS), построенном ИЯФ СО РАН.

Предварительно построена возрастная модель по 18 полученным датам УМС. Даты достаточно хорошо ложатся на экспоненциальную линию тренда с коэффициентом аппроксимации 0,977 (рис. 1). Нижняя граница озерных отложений на глубине 260 см имеет возраст ок. 20 тыс. ¹⁴С лет. Нижняя граница голоцена (10,5 ¹⁴С лет) проходит между

датированными уровнями 240 и 250 см. Для реконструкций использованы возрасты глубин, определенные по возрастной модели.

Для палинологического анализа из керна 03 оз. Эбейты отобрано 150 образцов (с шагом 2 см, по 2 г и с увеличением размера навески ниже 250 см до 5 г). Химическая обработка проб проводилась по стандартной методике для озерных отложений [Faegri, Iversen, 1989], включая обработку 10%-м раствором соляной кислоты для растворения карбонатов, 10%-м раствором гидроксида калия для удаления гуминовых кислот и концентрированной плавиковой кислотой для удаления силикатов. Для подсчета концентрации добавлялась одна таблетка спор *Lycopodium*. Готовый палинологический препарат изучался под микроскопом с увеличением в 400 раз, в каждом препарате насчитывалось 300–500 пыльцевых зерен. Определение пыльцы до семейств и родов проводилось с использованием эталонной коллекции ИАЭТ СО РАН и атласов. На диаграмме отражено процентное содержание пыльцы и спор относительно глубин разреза; за 100 % бралась сумма пыльцы древесных и травянистых растений (рис. 2).

Сохранность пыльцы в образцах хорошая, а концентрация пыльцы значительно снижается к основанию колонки. На спорово-пыльцевой диаграмме выделено 7 палинозон (рис. 2). По данным палинологического анализа реконструированы типы доминирующей растительности (биомы) с помощью количественного подхода, известного как метод биомизации [Prentice et al., 1996]. Метод основан на концепции функциональных типов растений, крупных группировок, объединенных общностью различных параметров, в т.ч. и климатических, которые определяют критические пределы роста и воспроизводства растений. На основе данных радиоуглеродного и палинологического анализов и биомизации проведены реконструкции изменений растительного покрова и климата в районе оз. Эбейты. Выделены следующие палинозоны (PZ):

PZ I (300–260 см; 28–18 тыс. л.н., максимум последнего оледенения). Нижняя палинозона характеризуется доминированием аридных степных ассоциаций (Chenopodiaceae, Plumbaginaceae), очень низкими концентрациями пыльцы и плохой сохранностью пыльцевых зерен. Климат был холодным и сухим.

PZ II (260–240 см; 18–14,4 тыс. л.н., стадия дегляциации). В этой зоне происходят резкие изменения спорово-пыльцевых спектров, в больших количествах появляется пыльца березы (до 35 %) снижается доля пыльцы растений степных ассоциаций, практически исчезает пыльца свинчатковых

Результаты радиоуглеродного датирования образцов кернов 02 и 03 из оз. Эбейты

Керн Эбейты 2016	Глубина, см	Шифр в ЛРМА (LRMA)	Возраст образца, лет (усредненное по трем измерениям)	Среднеквадратичное отклонение среднего, лет
03	40	CNN34, CNN35	1 123	58
	80	CNN47, CNN48	2 491	42
		CNN36, CNN37		
	120	CNN38, CNN39	3 635	59
	160	CNN42, CNN43	5 333	64
	250	CN1157, CN1158	16 689	148
	260	CN1159, CN1160	19 882	239
	266	CN1161, CN1162	20 705	207
272	CN1163, CN1164,	26 543	154	
	CNN10, CNN11			
02	10	CN634, CN635	1 009	53
	20	CN636, CN637	1 263	56
	30	CN641, CN642,	1 533	37
		CN669		
	50	CN643, CN644,	2 251	40
		CN670		
	100	CN647, CN648,	3 073	41
		CN671		
	150	CN649, CN650	4 586	51
	200	CN653, CN654	7 656	68
	240	CN655, CN656	9 659	82
270	CN657, CN663	23 520	173	
295	CN661, CN662	23 865	191	

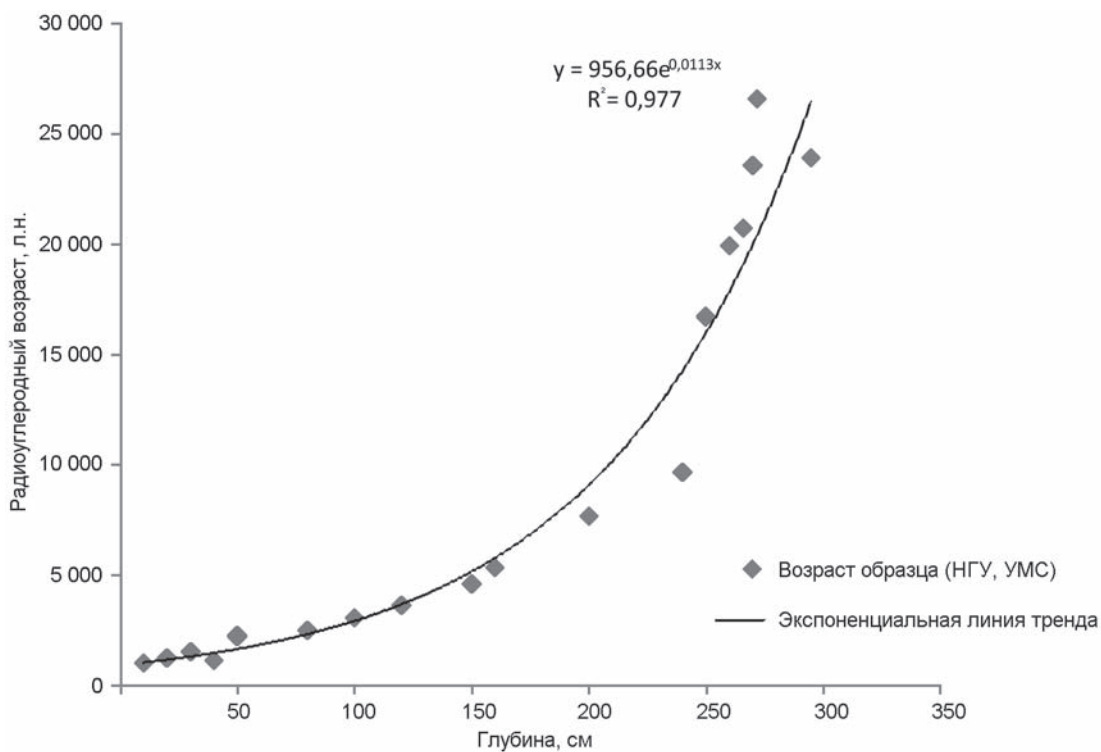


Рис. 1. Возрастная модель озера Эбейты.

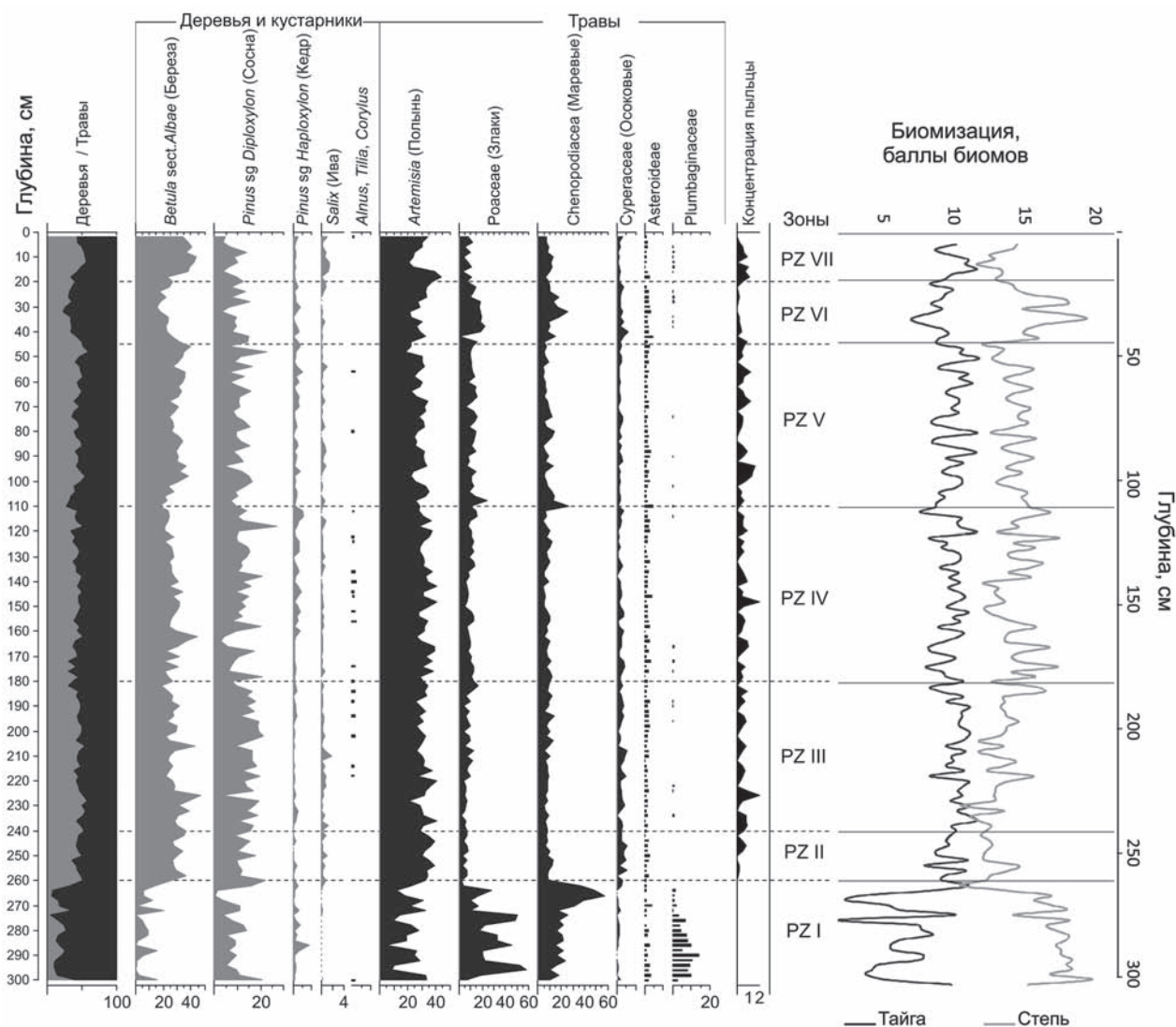


Рис. 2. Упрощенная спорово-пыльцевая диаграмма оз. Эбейты (150 образцов).

(Plumbaginaceae). Климат становится более влажным и теплым. В районе озера распространяется лесостепь.

PZ III (240–180 см; 14,4–7,3 тыс. л.н., позднеледниковье, первая половина голоцена). В районе распространена лесостепь, но постепенно возрастает доля степных ассоциаций, климат становится теплее.

PZ IV (180–110 см; 7,3–3,3 тыс. л.н., средний голоцен). Уменьшается доля пыльцы древесных растений и увеличивается доля степных ассоциаций. Климат теплый и становится суше.

PZ V (110–45 см; 3,3–1,6 тыс. л.н., поздний голоцен). Снова увеличивается доля пыльцы древесных (березы) и злаков, уменьшается доля полыни. Вероятно, климат имел тренд на увлажнение и похолодание.

PZ VI (45–20 см; 1,6–1,2 тыс. л.н., поздний голоцен). Резкое увеличение доли степных ассоциаций и уменьшение количества березы. Климат становится суше и холоднее, распространяется степь.

PZ VII (20–0 см; 1,2–0 тыс. л.н., современная эпоха). Пыльца березы доминирует, доля полыни уменьшается. Присутствует пыльца ивы. Климат становится теплее и влажнее, доминирующие растительные сообщества ближе к лесостепным.

Таким образом, по полученным данным реконструированы растительность и климат в районе оз. Эбейты за последние 28 тыс. лет. До 18 тыс. л.н. в районе озера были распространены холодные засушливые степные ландшафты ледникового времени, климат был значительно суше и холоднее современного. После 18 тыс. л.н. и до 14 тыс. л.н. распространились береза и сосна, аридные степные ландшафты сменились лесостепными, климат становился теплее и влажнее. После 14 тыс. л.н. в районе озера доминировала лесостепь, климат продолжал теплеть. В период с 7 до 3 тыс. л.н. доминировали злаково-полынные степи, климат был сухим и теплым. После 3 тыс. л.н. степные ланд-

шафты сменились лесостепными, климат стал влажнее. Около 1,5 тыс. л.н. в районе Эбейты наблюдалось кратковременное потепление и иссушение климата, после этого границы природных зон не претерпевали значительных сдвигов. Лишь в последние 200–500 лет в районе озера увеличилось влияние степных ассоциаций. Это может быть связано с сокращением уровня осадков или с усилившейся антропогенной нагрузкой (вырубка, пастбища).

Благодарности

Палинологические и аналитические исследования выполнены по проекту НИР, радиоуглеродный анализ образцов выполнен по проекту IX.127 комплексной программы фундаментальных исследований СО РАН.

Список литературы

Колпакова М.Н., Гаськова О.Л., Наймушина О.С., Кривоногов С.К. Озеро Эбейты, Россия: химико-органический и минеральный состав воды и донных отложений // Изв. Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 1. – С. 111–123.

Национальный атлас России. – М.: Роскартография, 2008. – Т. 2: Природа и экология. – 495 с.

Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen Analysis. – Caldwell: The Blackburn Press, 1989. – 328 p.

Prentice C.I., Guiot J., Huntley B., Jolly D., Cheddadi R. Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka // *Climate Dynamics*. – 1996. – Vol. 12. – P. 185–193.

References

Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen Analysis. Caldwell: The Blackburn Press, 1989. – 328 p.

Kolpakova M.N., Gaskova O.L., Najmushina O.S., Krivonogov S.K. Ozero Ebejty, Rossija: himiko-organicheskiy i mineral'nyj sostav vody i donnyh otlozhenij. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2018, vol. 329, No. 1, pp. 111–123 (in Russ.).

Natsionalnyj atlas Rossii. Moscow: Roskartografiya, 2008, vol. 2: Priroda i ekologiya, 495 p. (in Russ.).

Prentice C.I., Guiot J., Huntley B., Jolly D., Cheddadi R. Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, 1996, vol. 12, pp. 185–193.