

УДК 551.8

ОПТИМУМ ГОЛОЦЕНА ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ НА ПРИМЕРЕ ОТЛОЖЕНИЙ ВЫСОКОГОРНОГО ТАРХАТИНСКОГО ОЗЕРА

Г.Г. Русанов

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, г. Бийск

E-mail: rusgennadij@mail.ru

В голоцене, во время межстадиальных потеплений, климат высокогорной Тархатинской котловины был существенно теплее, что приводило к смещению ландшафтных поясов. Очевидно, в эти периоды Тархатинское озеро становилось бессточным, и повышалась общая минерализация вод. Во время стадийных похолоданий и увлажнений климата уровень озера повышался, оно становилось проточным, и происходило опреснение его вод.

Ключевые слова: Юго-Восточный Алтай, голоцен, Тархатинское озеро, оледенение.

На юго-востоке Горного Алтая находится высокогорная Тархатинская котловина, разделяющая хребты Сайлюгем и Южно-Чуйский. Во время последнего оледенения она представляла собой ледоем, заполненный льдом мощностью не менее 200 м до абсолютной высоты не ниже 2500 м. После его деградации в самом конце позднего неоплейстоцена в центре котловины образовалось одноименное моренно-подпрудное субширотно ориентированное озеро. В настоящее время его длина 1,25 км, ширина 0,5 км, глубина – 18 м, а уровень воды находится на абсолютной отметке 2326 м. С востока оно ограничено широким моренным валом, его высота – 24 м над урезом воды в озере. Этот вал прорезает долина ручья, вытекающего из озера. Ее плоское днище завалено скоплением перлювиальных валунов и глыб, вымытых из морены. Крутой проксимальный склон этого вала, обращенный к Тархатинскому озеру, осложняет слабо выраженная абразионная терраса с очень пологой (2-3°) площадкой (ширина до 5 м) и не четкой бровкой.

Эта терраса, отражающая максимальный уровень озера (был выше со-

временного на 12 м), переходит на южный пологий склон озерной котловины. Здесь на нее сверху надвинуты солифлюкционные образования. Ниже до уреза озера осушенное днище сложено сильно переувлажненными озерными отложениями, заболоченными с поверхности и осложненными криогенным микрорельефом: полигональными грунтами, пятнами-медальонами и торфяными буграми. Радиоуглеродный возраст торфа в основании такого бугра на глубине 1 м определен Л.А. Орловой в 435 ± 35 лет (СОАН-7410).

При максимальном уровне озера 2338 м площадь его была почти в три раза больше современной, а сток из него происходил к северу от дороги Кош-Агач – Джазатор, где до сих пор сохранилось реликтовое озерко, из которого в восток-северо-восточном направлении к реке Тархата идет четко выраженная ложбина стока, врезанная в морену.

У западной оконечности Тархатинского озера с юга в него впадает ручей, образуя дельту, которая наложена на озерные отложения, а сам ручей врезан в нее на глубину до 1,5 м. В основании этого разреза вскрыты аллювиальные серые промытые рыхлые плохо окатан-

ные гравийные галечники с разнозернистым песком в заполнителе видимой мощностью до 1,1 м. Они перекрыты аллювиально-озерной пачкой мощностью до 0,7 м, состоящей из тонкого (0,5...3 см) горизонтального переслаивания илов, тонкозернистых песков и грубозернистых мелкогравийных песков. Слойки илов и тонкозернистых песков в больших количествах содержат мелкие обрывки травянистых растений. Цвет слоек серый, темно-серый и желтый. Вся верхняя пачка криотурбирована и смята в складки. В ее основании залегает черно-коричневая гиттия мощностью до 5 см, радиоуглеродный возраст которой определен Л.А. Орловой в 320 ± 40 лет (СОАН-7409). Формирование этой дельты и торфяников на осушенном днище озерной котловины относится к позднеголоценовой стадии похолодания Актру (XVI-XIX вв.).

По южному берегу в восточном направлении эта дельта постепенно выклинивается и из-под нее на дневную поверхность выходят отмеченные выше озерные отложения. Обнажений нет, проходка шурфов из-за сильного переувлажнения невозможна. Берег пологий, заболоченный, медленно оползает к воде, разбит морозобойными трещинами, осложнен торфяными буграми и пятнами-медальонами диаметром 2-3 м. Два таких пятна находятся на его южном берегу в 0,5 км западнее моренной подпруды на высоте 2 м над современным урезом воды и расположены на 0,3 м одно над другим.

Нижнее пятно-медальон, вскрытое на глубину 0,3 м, сложено озерными темно-серыми глинами (33,39 %) с примесью песка (19,94 %) и очень высоким содержанием карбоната кальция (46,67 %), насыщенными мелким плохо окатанным гравием. Эти глины имеют следующий химический состав (%): $\text{SiO}_2 - 42,89$, $\text{TiO}_2 - 0,66$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 15,20$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 3,96$, $\text{FeO} - 3,38$, $\text{MnO} - 0,13$, $\text{MgO} - 3,66$, $\text{CaO} - 10,24$, $\text{Na}_2\text{O} - 0,93$, $\text{K}_2\text{O} - 2,55$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,24$, $\text{CO}_2 - 7,07$, $S_{\text{общ.}} - 0,53$,

ппп – 15,12. В них отмечается накопление подвижных окислов, что очевидно, говорит о бессточности озера во время их накопления. Глины химически незрелые и характеризуются низким значением отношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} = 16,3$. Коэффициент Мидлтона ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$) равный 0,22 отражает их гидрослюдистый состав. Повышенное значение отношения $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ указывает на осадконакопление в восстановительной среде в условиях относительно теплого климата, о чем говорит повышенное значение отношения CaO/MgO [1], равные в нашем случае, соответственно: 0,85 и 2,8.

Верхнее пятно-медальон, также частично вскрытое на глубину 0,25 м, представлено желтовато-белым рыхлым озерным мергелем, в котором содержания карбоната кальция составляют 88,89 %, с незначительной примесью глины (9,72 %) и песчано-алевритовой фракции (1,38 %). Желтоватый цвет мергелю придает аутигенный лимонит, содержание которого 5 %.

По химическому составу (%): $\text{SiO}_2 - 5,68$, $\text{TiO}_2 - 0,05$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,27$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,66$, $\text{FeO} - 0,50$, $\text{MnO} - 0,09$, $\text{MgO} - 1,69$, $\text{CaO} - 47,03$, $\text{Na}_2\text{O} - 0,10$, $\text{K}_2\text{O} - 0,25$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,05$, $\text{CO}_2 - 34,41$, $S_{\text{общ.}} - 0,15$, ппп – 42,39 мергель резко отличается от глин очень высокими содержаниями CaO , CO_2 и потерями при прокаливании, а также очень низкими содержаниями всех остальных породообразующих окислов. Однако и в нем отмечается накопление подвижных окислов, а высокие значения отношений $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,79$ и $\text{CaO}/\text{MgO} = 27,7$ указывают на восстановительную среду осадконакопления в условиях довольно теплого климата.

Карбонатонакопление в бессточных озерах умеренного пояса происходит в условиях достаточно сухого и теплого климата со среднеиюльскими температурами не ниже $+20^\circ\text{C}$ [2], т.к. в сухом климате катионы кальция менее подвижны и накапливаются в результате

повышенного испарения [3], а кроме того, при повышении температуры ускоряются химические реакции и скорость выпадения в осадок углекислого кальция прогрессивно возрастает [4]. Наличие в мергеле аутигенного лимонита, скорее всего, свидетельствует о сильных колебаниях уровня водоема, в результате чего восстановительные условия периодически могли сменяться окислительными.

По нашим сборам из серых песчаных карбонатных глин, Е.А. Пономарева выделила карпологический комплекс: *Chara* sp. (>100 оогоний), *Nitella* sp. (5 оогоний), *Potamogeton filiformis* Pers (10 эндокарп.), *Potamogeton* cf. *perfoliatus* L. (5 эндокарп.), *Potamogeton pusillus* L. (>50 эндокарп.), *Potamogeton* sp. (>30 обломков эндокарп.), *Carex* ex gr. В (3 орешка), *Batrachium* sp. (1 орешек), cf. *Apiaceae* gen. indet. (1 тегм).

По-видимому, эти глины накапливались в самом конце бореального периода голоцена при переходе к его климатическому оптимуму (атлантическому периоду). Рдесты представлены эвритермными солоноватоводными видами, способными обитать в водоемах с соленостью воды не ниже 6 ‰ [5]. Очевидно, к этому времени сток в озеро сильно сократился, его уровень значительно понизился, сток из озера через моренную подпрудку прекратился. В результате оно стало бессточным, хорошо прогреваемым на мелководье, началось его осолонение и карбонатонакопление. Этому не противоречат и данные химического анализа.

Эти же глины, по заключению И.И. Тетериной, в большом количестве содержат мелкие обломки раковин моллюсков и створки остракод *Candona sarsi* Hartw., *Limnocythere inopinata* (Baird.), *Ilyocypris bradyi* Sars, *Cyclocypris laevis* (Müll.). По численности основу этого комплекса составляют первые два вида, а вторые два представлены единично. Очевидно, в это время

Тархатинское озеро было пресным, на что указывают высокие содержания пресноводного вида *Candona sarsi*, либо (что, скорее всего) его осолонение еще только начиналось, т.к. остальные три вида способны обитать, как в пресных, так и в солоноватых водах. Можно предположить, что температура воды в озере в это время не превышала +15 °С, т.к. при этом остракоды вида *Cyclocypris laevis* уже единичны, а накопление глин происходило в переходный период от стадильного похолодания к потеплению.

Из озерных мергелей Е.А. Пономаревой, по нашим сборам, выделен следующий карпологический комплекс: *Chara* sp. (>500 оогоний), *Potamogeton pectinatus* (1 эндокарп.), *Potamogeton filiformis* Pers (2 эндокарп.), *Potamogeton* sp. (обломки энд.), *Poaceae* gen. indet. (2 тегмена). Его особенностью является обилие водоросли *Chara*, а разнообразие видов рдестов уменьшается и представлены они уже единичными экземплярами. Это указывает на еще более высокую соленость озерных вод: от 10 до 18 ‰ [2]. По мнению Е.А. Пономаревой такая закономерность объясняется изменением химизма воды в сторону еще большего повышения ее жесткости. Харовые водоросли в силу своей экологической приуроченности предпочитают воды с повышенным содержанием кальция. В этих случаях они образуют сплошные заросли, и успешно конкурируя с другими растениями, обедняют состав подводных растительных группировок.

Из этих же мергелей И.И. Тетериной выделена многочисленная и разнообразная фауна умеренно теплолюбивых, эвритермных, солоноватоводных и эвригаллиных остракод *Ilyocypris tuberculata* Brady, *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Candona candida* (Müll.), *Candona sarsi* Hartw., *Candona caudata* Kaufm., *Stenocypris grata*, *Cypridopsis vidua* (Müll.), *Potamocypris variegata* (Br. et Norm.), *Limnocythere inopinata* (Baird.). Встречается масса личиночных

форм всех видов.

Вид *Cyclocypris laevis* образует популяции высокой плотности при температуре воды +20-23°C, а его обилие может свидетельствовать о некоторой неустойчивости гидрологического режима палеоводоёма. *Cypridopsis vidua* – весенне-летний вид, обитающий в хорошо прогреваемых (не ниже +20 °С) богатых растительностью водоёмах с солёностью воды не менее 2 ‰.

Комплекс остракод из озерного мергеля, как и наличие самого мергеля, свидетельствует о том, что во время его накопления Тархатинское озеро было бессточным солоноватым (не менее 2 ‰), с обильной водной растительностью, которое в летнее время на мелководьях (до глубины 2 м) могло прогреваться до температуры не ниже +20 °С.

Кроме того, в этом мергеле И.И. Тертина обнаружила раковины моллюсков *Armiger crista* (Linne) и *Planorbis* sp., также являющихся обитателями богатых растительностью теплых мелководий, непереносящими сезонного пересыхания, и указывающими на повышенную солёность вод. Семенной комплекс, фауна остракод и моллюсков, свидетельствуют о том, что во время накопления мергеля Тархатинское озеро было бессточным солоноватым (не ниже 10 ‰), с обильной водной растительностью. В летнее время на мелководьях (до глубины не менее 2 м) оно могло прогреваться до температуры не ниже +20 °С. По заключению Е.А. Пономаревой карпофлора из серых карбонатных песчаных глин и мергелей Тархатинского озера датируется поздним голоценом и, вероятно, отражает условия климатического оптимума голоцена (атлантического периода).

Фактический материал, изложенный выше, свидетельствует, по нашему мнению, о том, что в голоцене во время межстадиальных потеплений климат высокогорной Тархатинской котловины был существенно теплее и, возможно, суше, чем современный, особенно во время климатического оптимума. Даже, если количество осадков и не уменьша-

лось, то вряд ли оно было выше современного. В результате озерные воды могли прогреваться в летнее время до +20 °С. Для сравнения: в озере Узунколь (долина Буйлюгема, Юго-Восточный Алтай), расположенном на абсолютной высоте 2273 м, в настоящее время температура воды летом в приповерхностном слое не превышает +15 °С, а на глубине +9-11°C [6].

В эти межстадиальные периоды повышение летних температур в высокогорье Юго-Восточного Алтая на 5-6 °С приводило к смещению ландшафтных поясов на 400-500 м выше современного положения [7-8], а значит тундровые ландшафты Тархатинской котловины сменялись степными.

Очевидно, в эти периоды уровень озера не только понижался, но и испытывал значительные колебания. Тархатинское озеро становилось бессточным, происходило осолонение его вод, повышались их общая минерализация, жесткость и щёлочность. В этих условиях развивалась пышная солоноватоводная растительность. Озеро отличалось ярко выраженной эвтрофностью, богатством воды углекислым кальцием, а также периодическим дефицитом кислорода в воде, что могло приводить к сезонным заморам. На это же, вероятно, указывают и значительные содержания в карбонатных глинах и мергеле личиночных форм остракод. Такие заморы в придонных слоях эвтрофных озер аридных областей наблюдаются летом вследствие полного потребления кислорода [4].

На засушливые условия, очевидно, указывает и хорошая сохранность раковин остракод и моллюсков. В аридной зоне, где из-за недостатка влаги ослаблена водная миграция и где в осадке господствует щелочная или нейтральная среда, кальций всегда в избытке. Растворение раковинного вещества ослаблено или отсутствует. Поэтому в аридных условиях раковины сохраняются чаще и в хорошем состоянии, которое зависит преимущественно от местных условий диагенеза [4].

Во время стадиальных похолоданий

и увлажнений климата уровень озера повышался, температура озерных вод летом могла понижаться до +15 °С и ниже. В эти периоды озеро становилось проточным, происходило опреснение его вод, понижение уровня минерализации, жесткости и щелочности, в результате чего очень резко снижалось карбонатонакопление. При влажном гумидном климате катионы кальция энергично мигрируют в природных водах и больших концентраций не образуют [3].

Таким образом, палеогеографические реконструкции по литолого-геохимическим и палеонтологическим данным не только не противоречат, но и дополняют друг друга, повышая степень надежности таких реконструкций. Это особенно важно в условиях большой континентальности климата и неравномерного выпадения осадков, которые могли существенно тормозить развитие растительности и микрофауны.

Список литературы

1. Лукашев В.К. Геохимия четвертичного литогенеза / В.К. Лукашев. – Минск, 1970. – 296 с.
2. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза / Н.М. Страхов. – М., 1962. – Т. 2. – 574 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М., 1975. – 339 с.
4. Толстикова Н.В. О возможности использования моллюсков для реконструкции палеолимнологических условий в древних озерах аридного и гумидного климата / Н.В. Толстикова // Палеолимнология озер в аридных и гумидных зонах. – Л.: Наука, 1985. – С. 62-85.
5. Буракова А.Т. Распознавание озерной обстановки и окружающего палеоландшафта по остаткам высших растений / А.Т. Буракова // Вестник ЛГУ. Серия 7. – 1986. – Вып. 2. – С. 71-75.
6. Бородавко П.С., Ахматов С.В. К географии озер Юго-Восточного Алтая / П.С. Бородавко, С.В. Ахматов // Вестник Томского гос. ун-та. Серия «Науки о Земле». – 2003. – № 3 (IV). – С. 32-34.
7. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель / В.В. Бутвиловский. – Томск, 1993. – 252 с.
8. Пономарева Е.А. Палеокарпологическая характеристика голоценовых отложений разреза Богдаш в Юго-Восточном Алтае / Е.А. Пономарева // Геологическое строение и полезные ископаемые западной части Алтае-Саянской складчатой области. – Кемерово-Новокузнецк, 1999. – С. 92-94.

HOLOCENE OPTIMUM IN SOUTH-EASTERN ALTAI BY THE EXAMPLE OF DEPOSITS FROM HIGH MOUNTAIN LAKE TARKHATINSKOYE

G.G. Rusanov

«Gorno-Altai expedition», Ltd, V.M. Shukshin Altai State Academy of Education, Biysk
E-mail: rusgennadij@mail.ru

In the course of the Holocene interstadial warming the climate in the highland Tarkhatinsk depression was significantly warmer that brought to the landscape zones' shift. Obviously, Lake Tarkhatinskoye became closed because of the increased total mineralization of the water. During the stadial cooling and humidification, the water level rise and water freshening occurred. The lake turned into a running-water reservoir.

Keywords: South-Eastern Altai, Holocene, Lake Tarkhatinskoye, glaciation.