

УДК 551.89

НОВЫЕ ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ, ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ФОРМИРОВАНИИ ЛЕДНИКОВО-ПОДПРУДНЫХ ОЗЁР В КУРАЙСКОЙ ВПАДИНЕ (ЮГО-ВОСТОК РУССКОГО АЛТАЯ) В КОНЦЕ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА

А. Р. Агатова^{1,2,*}, Р. К. Непоп^{1,2}, Л. Б. Хазин^{3,4}, А. Н. Жданова¹,
О. Н. Успенская⁵, И. Ю. Овчинников¹, П. Моска⁶

Представлено академиком РАН В.М. Котляковым 02.06.2018 г.

Поступило 14.06.2018 г.

Одним из остро дискуссионных вопросов палеогеографии плейстоцена Алтай является масштаб и время существования последних ледниково-подпрудных озёр. Впервые полученные палеонтологические, минералогические характеристики и новые данные по оптико-стимулированной люминесценции (OSL-даты) озёрных отложений подтвердили существование в Курайской впадине ледниково-подпрудного озера глубиной не менее 170 м во 2-й морской изотопной стадии (МИС-2) по стандартной морской изотопно-кислородной шкале SPECMAR (16–19 тыс. л.н.) и дали информацию об экологии и динамике сартанского водоёма. Последствия его спуска были менее катастрофичны по сравнению с предыдущими гляциальными паводками, однако озеро лимитировало заселение котловины человеком в позднем палеолите. Осушение водоёма определило становление современной речной сети, в том числе сток Чуи в каньон между устьями Маашея и Бельгебаша. Новые данные свидетельствуют о значительных отличиях в развитии Курайско-Чуйской и Уймонской впадин в конце позднего плейстоцена.

Ключевые слова: Русский Алтай, ледниково-подпрудные озёра, поздний плейстоцен, OSL-датирование.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652488319-322>

Хронология плейстоценовых оледенений, ледниково-подпрудных озёр и катастрофических паводков в горах Алтая, определивших формирование современных ландшафтов в бассейне верхней Оби, является предметом дискуссий. Мнения о масштабах и времени существования последних ледниково-подпрудных озёр также противоречивы:

1) в верховьях Чуи последние и наименее глубокие за 45 тыс. лет обособленные озёра в Курайской и Чуйской впадинах существовали в конце 2-й морской изотопной стадии (МИС-2) по стандартной морской изотопно-кислородной шкале SPECMAR (около 14–12 тыс. л.н.), гидрологические катастрофы с их осушением не связаны [1];

2) единое озеро в Курайско-Чуйской системе впадин, катастрофический спуск которого 15–16 тыс. л.н. по [2] и 18 тыс. л.н. по [3] привёл к формированию гигантской ряби течения на их днищах и специфических отложений в долинах Чуи и Катуня, существовало в МИС-2 и было максимальным по размерам;

3) подпруживание и катастрофический спуск озера в Уймонской впадине в верховьях Катуня произошли в холодные подстадии МИС-5 (90–100 тыс. л.н.), Чуйская впадина была осушена в МИС-4, в МИС-2 в Уймонской, Курайской и Чуйской впадинах ледниково-подпрудные озёра уже не формировались, и менее полноводные паводки возникали в результате прорывов лишь моренно-подпрудных и завально-подпрудных озёр [4].

Проведённые нами комплексные исследования отложений низких озёрных террас в Курайской впадине позволили утвердительно ответить на вопрос о существовании ледниково-подпрудных озёр на Алтае в МИС-2 и впервые дали информацию об экологии и динамике сартанского озёрного бассейна в этой впадине. Полученные результаты важны в палеогеографическом и палеоклиматическом аспектах, а также для реконструкции освоения Алтая палеолитическим человеком.

¹Институт геологии и минералогии
Сибирского отделения Российской Академии наук
им. В.С. Соболева, Новосибирск

²Уральский федеральный университет
им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

³Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука, Новосибирск

⁴Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет

⁵Всероссийский научно-исследовательский институт
овощеводства Российской академии
сельскохозяйственных наук, Москва

⁶Силезский технологический университет, Гливице, Польша
*E-mail: agatr@mail.ru

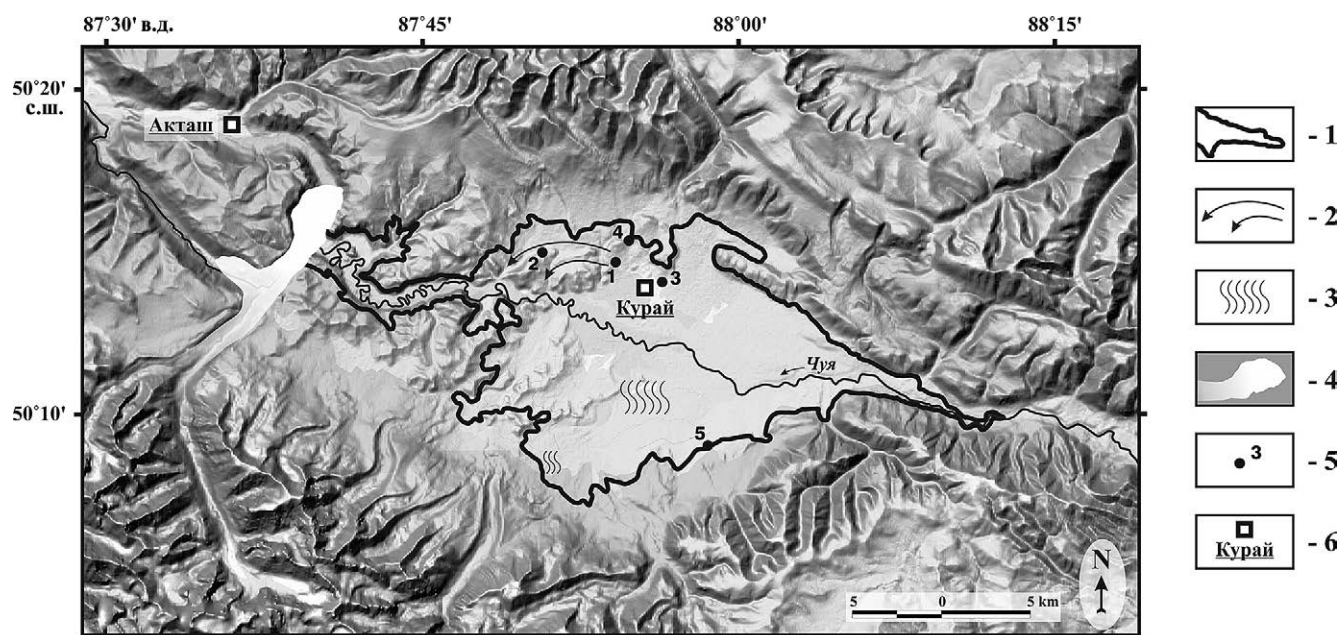


Рис. 1. Реконструкция ледниково-подпрудного озера в Курайской впадине (Юго-Восточный Алтай) на хронологический срез около 18 тыс. л.н. 1 – уровень озера 1650 м н.у.м.; 2 – направление течения при катастрофическом спуске предшествующего ледниково-подпрудного озера; 3 – поля гигантской ряби течения; 4 – ледниковая дамба; 5 – обжимаемые в статье разрезы; 6 – населённые пункты.

Исследования включали геоморфологический, литологический, геохронологический (^{14}C , оптико-стимулированной люминесценции – ОСЛ) и впервые проведённые для плейстоценовых отложений Курайской впадины комплексный биологический, микрофаунистический (остракоды) и минералогический (рентгеновская порошковая дифрактометрия и ИК-спектроскопия) анализы.

На склонах Курайской впадины озёрные террасы выражены в интервале высот 2100–1520 м н.у.м. и образованы в результате как длительного существования, так и быстрого спуска озёр разных генераций. Для реконструкции возраста и экологии последних, относительно крупных озёр нами были изучены отложения низких террас на высотах 1580, 1570 и 1525 м н.у.м. на поверхности и у подножия форбергов Курайского хребта (рис. 1, разрезы 1–3). Озеро, оставившее отложения на отметках 1570–1580 м, было ещё единым в пределах Курайской впадины, разделённой скальными выступами на отдельные понижения, и имело глубину не менее 80–120 м.

Ключевым для исследований послужил разрез озёрных и подстилающих дилювиальных отложений протяжённостью около 80 м и высотой до 4 м, вскрытый дорожной выемкой вдоль Чуйского тракта на высоте 1570 м н.у.м. (рис. 1, разрез 1). Дилювиальные отложения, характеризующие одно катастрофическое событие, представлены двумя толщами гравийников, гравийногалечников, дресвяников, песков

крупно- и среднезернистых: нижняя – горизонтально слоистая, верхняя – косослоистая с линзами валунов и глыб в подошве. Направление косой слоистости в верхней толще совпадает с уклоном днища впадины. Наличие в её составе большого количества фрагментов углефицированного органического материала, выветрелых обломков и фрагментов коры выветривания – продуктов ближнего переотложения – говорит о снижении скорости и глубины вдольсклонового течения во время её формирования. Преобладание неокатанных обломков в обеих толщах и характер слоистости не позволяют считать их сформировавшимися в условиях прибрежной волноприбойной деятельности стабильного водоёма. Озёрные отложения в данном разрезе представлены залегающими выше двумя горизонтами коричневых (белёсых в сухом состоянии) глин, сильно опесчаненных в нижней части, общей мощностью 50–80 см. Именно в них было обнаружено большое количество пресноводных остракод и рыба чешуя. Эпизод снижения уровня озера отражён косослоистым дресвяно-песчаным прослоем между горизонтами глин в восточной части разреза и денудационной поверхностью между ними – в западной. Отложения имеют сейсмогенные деформации, свидетельствующие о сильном землетрясении после литификации глин.

ОСЛ-даты песчаных прослоев ниже и выше нижнего горизонта озёрных глин – $19,0 \pm 1,1$ (GdTL-

2590), $16,0 \pm 1,7$ тыс. лет (GdTL-2591) и ^{14}C -дата погребённой почвы выше верхнего — 3640 ± 270 кал. тыс. л.н. (СОАН-9496) указывают на формирование озера в сарганское время. Резкое кратковременное снижение его уровня и отложение песчаного прося, разделяющего горизонты озёрных глин, произошло около 16 тыс. лет назад. ^{14}C -даты многочисленных включений органогенного материала в подстилающей косослоистой толще дилювия “ложатся” в интервал 25–40 тыс. лет. Однако они не отражают ни возраст включений, ни возраст вмещающих отложений: комплексный биоанализ показал, что включения являются переотложенными обломками третичного торфа и бурых углей, выходящих на поверхность в 80 м выше по склону (рис. 1, разрез 4). Конечные радиоуглеродные даты органогенных обломков в дилювии, так же, как и буроугольных прослоев *in situ* обусловлены привнесом “молодого” углерода в древнее органическое вещество [5].

Минералогический анализ подтвердил переотложение третичных озёрно-болотных осадков (разрез 4) в ледниково-подпрудное озеро, а также показал накопление верхнего горизонта озёрных глин в менее глубоком водоёме, о чём свидетельствует увеличение содержания карбонатов и терригенной составляющей. Таким образом, после резкого снижения уровня озера его прежняя глубина не восстановилась. Присутствие хорошо окристаллизованных слюд и хлоритов в составе плейстоценовых озёрных глин указывает на холодный и сухой климат во время их формирования и преобладание физического выветривания пород в области сноса.

Палеонтологический анализ также подтвердил размыв и переотложение третичных осадков ледниково-подпрудным озером в конце позднего плейстоцена. В подошве нижнего озёрного горизонта, где содержание песка максимально, переотложенные раковины остракод *Eucypris* (?) *spp.* и *Candona* *sp.* (бурые, тусклые и обломанные) составляют большинство. Среди автохтонных остракод в отложениях и данного, и двух других изученных разрезов на высотах 1580 и 1525 м н.у.м. (рис. 1, разрезы 2, 3) установлены виды типичной китайской ассоциации Тибетского нагорья — *Leucocythere* *sp.1*, *Leucocythere* *sp.2*, *Leucocythere dorsotuberosa* Huang и *Leucocytherella sinensis* Huang, характерной для холодных и глубоких приледниковых водоёмов горных областей конца позднего плейстоцена — голоцена [6]. Интересно, что на Алтае оба этих пресноводных вида обитали в Курайском палеозере совместно, тогда как в Тибете они обнаружены в разных водоёмах. Особо отметим, что находки этой ассоциации остракод сделаны за

пределами Тибета впервые и значительно расширяют ареал её существования.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что более древние и крупные ледниково-подпрудные озёра (с уровнем до 2100 м н.у.м. и глубиной до 650 м) существовали в Курайско-Чуйской системе впадин ранее 19 тыс. л.н. Однако около 19 тыс. л.н. в Курайской впадине вновь сформировалось относительно глубокое озеро. Аналогичный ОСЛ-возраст ($18,2 \pm 1,1$ тыс. лет) озёрных отложений на высоте 1650 м н.у.м. на противоположном борту Курайской впадины [7] (рис. 1, разрез 5) позволяет утверждать, что в МИС-2 глубина озера составляла не менее 170 м в центре Курайской впадины и 200 м в районе ледниковой дамбы в устье Маашея. На относительно большую глубину и низкую температуру воды в озере указывает и установленная нами ассоциация остракод. Формирование озера привело к частичному размыву третичных отложений. Около 16 тыс. л. н. произошло резкое снижение уровня, и прежней глубины водоём уже не достиг. Осушение котловины, согласно результатам ^{10}Be -датирования дрифтостунов, произошло около 16–15 тыс. л.н. [2]. С окончательным спуском этого озера, возможно, связано формирование гигантской ряби течения на днище Курайской впадины либо, что более вероятно, верхней её генерации (в строении ряби их выделено три [8]). В это же время произошло становление современной речной сети, и сток Чуи был направлен в каньон между устьями Маашея и Бельгебаша. Последствия этого гляциального паводка ниже по долинам Чуи и Катуня были не столь катастрофичны по сравнению с предыдущими. В то же время существование в сарганское время достаточно крупного озера в Курайской впадине и связанная с его спуском перестройка гидросети не позволяют согласиться с выводом о том, что в долинах Чуи и Катуня расселение человека стало комфортным уже около 90 тыс. л.н. [4].

Таким образом, впервые полученные палеонтологические, геохимические характеристики и новые OSЛ-даты озёрных отложений подтверждают существование в Курайской впадине ледниково-подпрудного озера глубиной не менее 170 м в МИС-2. Это озеро лимитировало заселение котловины человеком в позднем палеолите. Новые данные указывают на значительные отличия в развитии Уймонской и Курайско-Чуйской системы впадин в конце позднего плейстоцена.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзадания (проект 0330–2016–0015) и при поддержке РФФИ (гранты 16–05–01035, 18–05–00998).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окишев П.А., Бородавко П.С. // *Вопр. географии Сибири*. 2001. Вып. 24. С. 18–27.
2. Reuther A., Herget J., Ivy-Ochs S., Borodavko P., Kubik P.W., Heine K. // *Geology*. 2006. V. 34. P. 913–916.
3. Gribenski N. et al. // *Quaternary Science Rev.* 2016. V. 149. P. 288–305.
4. Зольников И.Д., Деев Е.В., Котлер С.А., Русанов Г.Г., Назаров Д.В. // *Геология и геофизика*. 2016. № 6. С. 1184–1197.
5. Агатова А.Р. и др. // *ДАН*. 2017. №. 5. С. 542–545.
6. Zhang W., Mischke S., Zhang C., Gao D., Fan R. // *Quaternary Internat.* 2013. V. 313–314. P. 38–46.
7. Baryshnikov G., Agatova A., Carling P., Herget J., Panin A., Adamiec G., Nepop R. *Russian Altai in the Late Pleistocene and the Holocene: Geomorphological Catastrophes and Landscape Rebound. Fieldtrip Guide*. Barnaul: Publishing House of Altai State University, 2015. 137 p.
8. Carling P.A., Knaapen M., Borodavko P., Herget J., Koptev I., Huggenberger P., Parnachev S. // *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 2011. V. 354. P. 111–128.

**NEW CHRONOLOGICAL (¹⁴C, OSL), PALEONTOLOGICAL
AND GEOCHEMICAL DATA ON DEVELOPING OF ICE-DAMMED
LAKES IN KURAI BASIN (SOUTH-EASTERN PART
OF THE RUSSIAN ALTAI) DURING THE MIS-2**

**A. R. Agatova^{1,2}, R. K. Nepop^{1,2}, L. B. Khazin^{3,4}, A. N. Zhdanova¹, O. N. Uspenskaya⁵,
I. Yu. Ovchinnikov¹, P. Moska⁶**

¹*Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation*

²*Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation*

³*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russian Federation*

⁴*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation*

⁵*All-Russian Research Institute of Vegetable Crowing, Moscow, Russian Federation*

⁶*Silesian University of Technology, Gliwice, Poland*

Presented by Academician of the RAS V.M. Kotlyakov June 2, 2018

Received June 14, 2018

One of the highly debatable issue of the Altai Pleistocene paleogeography is the chronology and extension of the last ice-dammed lakes. For the first time paleontological, mineralogical characteristics, and optically stimulated luminescence (OSL) ages for lacustrine deposits confirm accumulation of ice-dammed lake with depth at least 170 m in Kurai basin at the end of the Late Pleistocene – 16–19 ka. New data provide information about the ecology and evolution of this Sartan reservoir. Draining of this lake less affected the topography in comparison with earlier cataclysmic glacier-lakes outburst floods. Nevertheless, the lake controlled human settlement of the basin in the Late Paleolithic. Drying of this reservoir defined formation of the modern hydrological network, including flowing of the Chuya River along the steep gorge between the Maashey and Belgibash mouths. New data evidence for significant difference in evolution of the Kurai-Chuya system of intermountain depressions and Uimon basin at the end of the Late Pleistocene.

Keywords: Russian Altai, ice-dammed lakes, the Late Pleistocene, OSL dating.