

УДК 551.8

НОВЫЕ ФАКТЫ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОЗЕРА БАЙКАЛ (ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ “МИР”)

© 2011 г. Член-корреспондент РАН А. К. Тулохонов

Поступило 23.12.2010 г.

Важнейшей проблемой в изучении геологической истории Байкальской впадины является определение основных этапов рельефообразования. По мнению большинства исследователей, с момента возникновения водной толщи озера прошло не более 20–25 млн лет. Естественно предположить, что за этот период его уровень существенно менялся в соответствии с глобальными климатическими изменениями. Традиционно к наиболее древним этапам развития Байкальской впадины относят высокие террасы с отметками на 100–150 м выше современного уровня озера.

Проведенные исследования подводных склонов оз. Байкал выполнены с помощью глубоководных обитаемых аппаратов “Мир” (рис. 1). Они подтверждают существование подводных террас и древних пляжей, меняющих представление о геологической эволюции.

Как известно, современный уровень водного зеркала оз. Байкал – самого древнего и глубокого озера планеты – расположен на отметке около 456 м над уровнем океана и колеблется в небольших пределах из-за сезонных изменений климата и деятельности Иркутской ГЭС. Однако на протяжении более чем 20 млн лет со времени своего возникновения и геологической эволюции объем водной толщи озера менялся в значительно более крупных масштабах.

На берегах озерной котловины последствия более высокого стояния озерных вод зафиксированы аккумулятивными песчано-галечными террасами на высотах до 100–120 м и более. Такие уровни отмечаются в разных местах Байкальской впадины в районе южной котловины – от станции Танхой до пос. Выдрино, на Ушканьих о-вах, от губы Фролиха до мыса Хакусы. Многие исследователи считают, что 2–0.6 млн лет назад, в эоплейстоцене, когда уровень озера был значи-

тельно выше, байкальские воды служили истоком р. Лена в районе Манзурской перемычки [5, 6].

Более низкие (20–30-метровые) террасы известны в устье р. Тья, на мысе Фролова, в пос. Оймур, в низовьях рек Мантуриха, Осиновка, Мишиха. Самые молодые, 5–10-метровые, озерные уровни формируют аккумулятивные берега вдоль всего восточного побережья озера.

Датировки этих, особенно высоких, террасовых уровней достаточно условны и определяются преимущественно на основе палинологических спектров и палеонтологических остатков, найденных в рыхлом аллювии. Без особых доказательств утверждается, что более высокие террасовые уровни являются и более древними. В.Д. Мац и др. [8] относят к максимальному самаровскому оледенению раннего и среднего плейстоцена ледниковые отложения, абрадированные на уровне 150-метровой байкальской террасы.

В Северном Прибайкалье установлены разновозрастные ледниковые морены в районе губ Фролиха и Аяя, вдоль западного склона Байкальского хребта в долинах рек Кунерма, Улькан, Окунайка и др. Этим моренным комплексам соответствуют четыре уровня ледниковых каров в гольцовом поясе Баргузинского хребта [11].

Более поздние ледниковые отложения и террасовые уровни относятся к тазовскому, зырянскому и сартанскому гляциалам [3, 4]. Это древние ледниковые цирки и кары Баргузинского хребта и моренные комплексы в долине р. Киренга.

Указанные выше исследователи утверждают, что на протяжении всего антропогена (около 1 млн лет) уровень озера был значительно выше и только в голоцене (около 10 тыс. лет назад) сформировался в современных контурах береговой линии. Судя по сохранности разновозрастных террас, можно утверждать, что крупных пульсаций водного режима на этом отрезке геологического времени не происходило и вектор гидрологической эволюции был ориентирован на последовательное понижение уровня озера. В ином случае более низкие террасы были бы размывы при повышении уровня озерных вод.

*Байкальский институт природопользования
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Улан-Удэ*

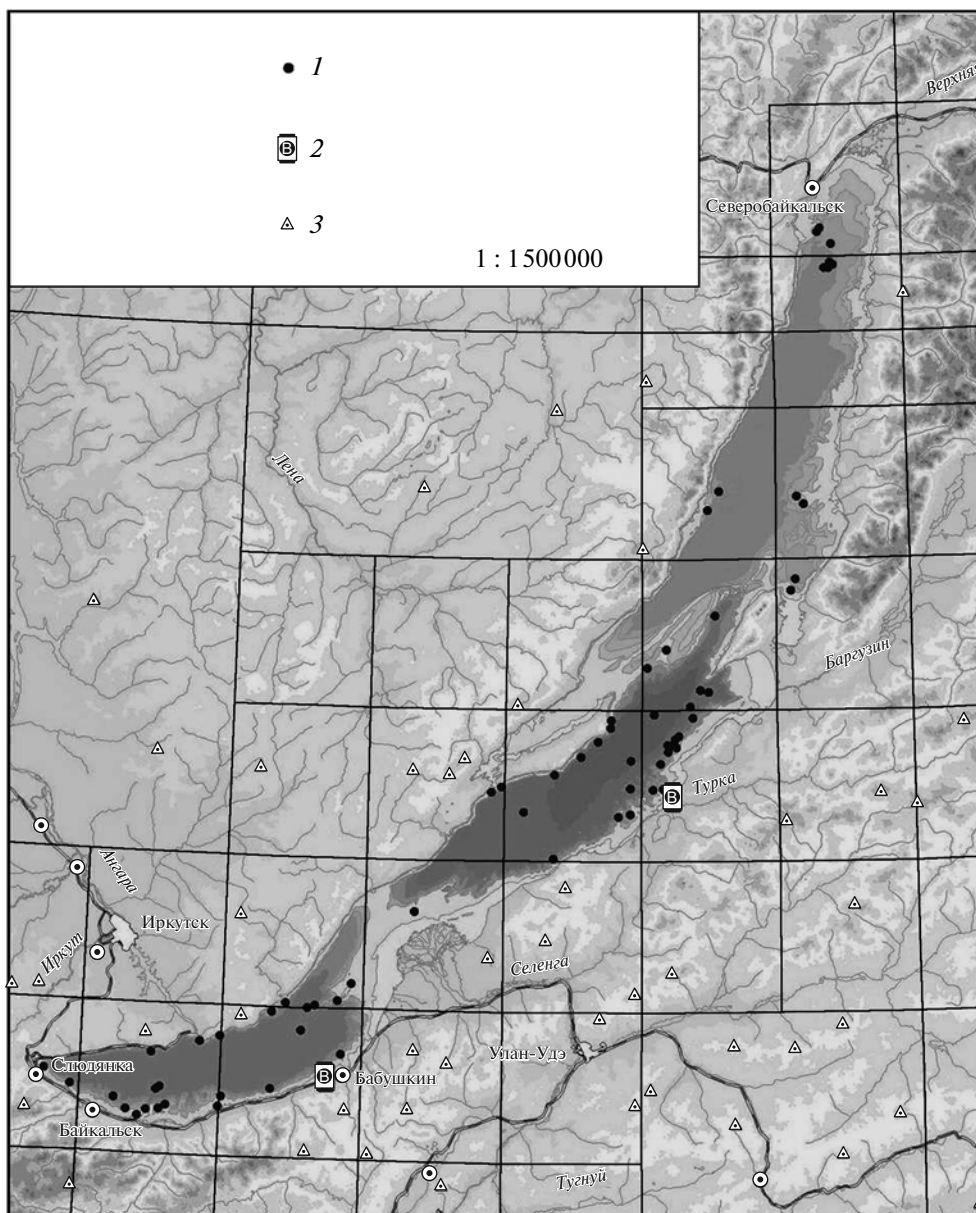


Рис. 1. Карта экспедиций глубоководных обитаемых аппаратов “Мир” на Байкале. 1 – места погружения, 2 – наземные базы, 3 – геодезические пункты.

В равной степени можно предполагать существование террасовых уровней озера ниже его современного уреза. О нахождении моренных гряд, возникших в постмаксимальное оледенение на глубинах от 100 до 200–250 м, упоминается в работах [7, 9]. А.А. Бухаров и В.А. Фиалков [2] во время первых экспедиций аппаратов “Пайсис” обнаружили мореноподобные гряды в Северном Байкале на глубинах до 300 м. О.М. Хлыстов и др. [12] приводят свидетельства о стоянии уровня оз. Байкал во время последнего оледенения на 40–45 м ниже современных отметок.

Тем не менее сделать достоверные выводы о наличии подводных террасовых уровней до последнего времени практически было невозможно без детальных батиметрических и визуальных глубоководных наблюдений. Во-первых, не каждая плоская площадка на подводном склоне может быть образована волноприбойной деятельностью. Во-вторых, даже поднятый со дна пробоотборником валунно-галечный материал мог скатиться вниз по склону с более высокого современного пляжа.

Совершенно новые возможности изучения геоморфологического строения подводного рельефа озерной котловины представились во вре-

мя экспедиционных работ с использованием глубоководных обитаемых аппаратов “Мир” в сезон 2008–2010 гг.

Возможности новых глубоководных аппаратов “Мир” намного превосходят технические параметры своих предшественников. Это одни из немногих в мире автономных плавательных аппаратов, способных погружаться с пилотом и двумя наблюдателями на глубины до 6 км в морских водах. Жизнеобеспечение таких батискафов рассчитано на срок до 3 суток [10]. Они оборудованы двумя манипуляторами, камерами для подводной съемки и набором различных датчиков и аппаратуры для взятия проб.

В сезон 2008 г. основные исследования проводились в южной и средней впадинах Байкала с максимальными отметками соответственно 1423 и 1637 м [1]. Первые наши погружения состоялись на максимальных глубинах озера вблизи о. Ольхон, где бортовой компьютер, рассчитанный на работу в более плотной соленой морской воде, показал глубину 1592 м (в пресной воде эту отметку необходимо увеличить на 30–40 м). В лучах прожекторов перед нами простиралось абсолютно плоское дно, покрытое тонким илом со следами жизнедеятельности различных донных организмов, который при малейшем касании аппарата взмучивался и закрывал видимость из иллюминатора на десятки минут.

Илистые отложения являются местообитанием гаммарусов, голомянок, бычков и представителей другой глубоководной фауны. Обилие планктона характерно для всей водной толщи озера, которая названа нами байкальским “супом”.

Ближе к берегу дно резко переходит в крутой скальный склон, покрытый крупными глыбами, где вертикальные скалы перемежаются с глубокими каньонами, местами с отрицательными углами наклона.

Уже во время первых погружений вблизи о. Ольхон на глубинах около 800 м были подняты отдельные хорошо окатанные валуны и гальки. Однако гидронавты не зафиксировали местонахождение этого материала, поэтому мы предположили, что он появляется на таких глубинах в результате сползания по крутому склону из современных пляжей, расположенных вдоль скал восточного побережья острова.

Процесс сползания крупных глыб по подводному склону мы видели в районе ст. Слюдянка после землетрясения 27 августа 2008 г. Обломки скал в результате сотрясения, как бульдозеры, прорезали илистые отложения вдоль крутого западного уступа Байкальской впадины.

На следующих погружениях автором были визуально зафиксированы слои валунно-галечного материала, образующие древние пляжи озера на глубинах до 820 м вдоль восточного склона

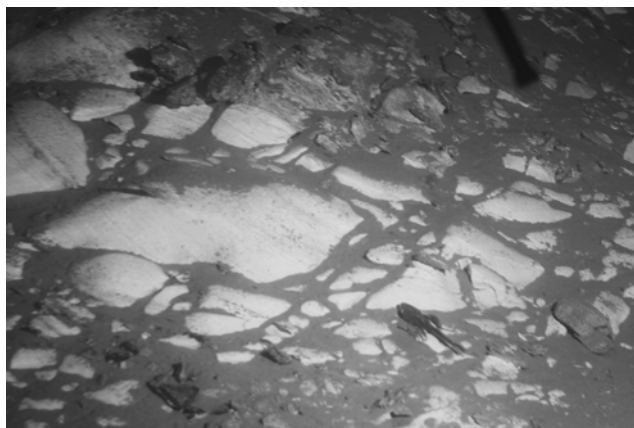


Рис. 2. Абразионная терраса.

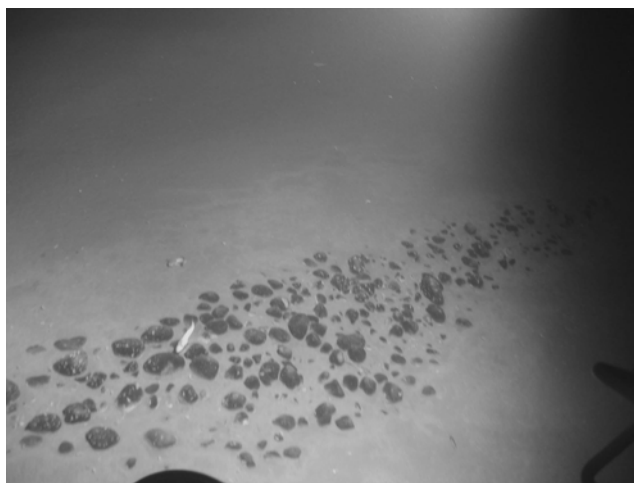


Рис. 3. Линейно расположенные галечные отложения напротив губы Фролиха в северном Байкале.

о. Ольхон, на глубине 640 м вблизи пос. Голоустное, 450 и 220 м – напротив г. Байкальск (рис. 2–4). Следы древней волноприбойной деятельности мы видим в форме как обработанных скал, так и крупной гальки и валунов озерных отложений. Известно, что волноприбойная деятельность, в результате которой образуется валунно-галечный материал и разрушаются (абрадируются) скальные берега, распространяется на глубину не более 5–10 м ниже водного зеркала.

Валунно-галечные слои имеют видимую мощность не более 1–2 м и прерывисто изгибаясь, исчезают из поля зрения прожекторов. В местах выхода скального фундамента древние волны тщательно отполировали и обработали коренной берег (рис. 2).

Эти отложения и волноприбойный выступ соответствуют древней береговой линии на глубине около 400 м. Пляжный материал хорошо окатан и



Рис. 4. Террасы Байкальской впадины. 1 — отметки высот, 2 — озерный аллювий.

состоит в основном из мелких валунов и крупной гальки. Более мелкие фракции отсутствуют либо погребены под толщей песка. Древние пляжи наблюдались на удалении от 3–5 до 10 км от современного берега. По петрографическому составу валунно-галечный материал соответствует выходам гранитных пород на склонах Байкальской впадины.

Как ни странно, все валуны и гальки покрыты только тонким слоем ила толщиной не более 2–3 мм, независимо от глубины их расположения (и, возможно, разного возраста). Это может быть результатом крайне низкой скорости донного осадконакопления. Отдельные валуны взяты манипулятором в вертикальном положении, и половина их была закрыта тонким илом.

В сезон 2009 г. при погружении напротив губы Фролиха в северном Байкале на глубине 460 м зафиксированы линейно расположенные галечные отложения мощностью не более 1 м на сравнительно плоском песчаном днище озера (рис. 3). Размер галечного материала представлен хорошо окатанными фракциями до 3–5 см и редкими окатанными валунами до 30–35 см.

Аппаратом “Мир-2” днем ранее в 600 м севернее подняты крупная галька и мелкий валун овальной формы, покрытые мелкими водорослями и зоопланктоном.

К сожалению, при отсутствии каких-либо датировок затруднительно определить время формирования древних береговых линий. Тем не менее палеогеоморфологический анализ этих отложений позволяет сделать вывод, что на ранних этапах эволюции озера его уровень был более чем на 800 м ниже современного положения водного зеркала (рис. 4).

Далее его уровень последовательно поднимался до отметок, на которых расположены более высокие валунно-галечные отложения. Таких уровней во всех трех котловинах озера обнаружено не менее четырех. Самый древний — на 840 м ниже

современного уреза воды, следующий — на глубинах около 640 м, далее идут отметки 400–450 м и около 200 м. При этом в районе пос. Голоустное и г. Байкальск фиксируются уровни 640 и 450 м.

Каких-либо следов тектонических деформаций дна здесь не обнаружено, поэтому вряд ли правомерно предполагать, что разная высота древних пляжей — результат неотектонической дифференциации береговых морфоструктур.

Скорее всего, наполнение озерной котловины очередной порцией водной массы последовательно происходило в межледниковое время после таяния горных ледников. В периоды же антропогенных похолоданий, когда основная влага концентрировалась в ледниковых полях и наступала стагнация гидрологического режима, формировались обнаруженные озерные палеоуровни.

Такие палеогеоморфологические реконструкции дают основание утверждать, что в развитии Байкальской озерной котловины было не менее четырех периодов последовательного повышения уровня и такое же количество периодов стабилизации и формирования аккумулятивных пляжей. Иное объяснение этих образований, обнаруженных автором из иллюминаторов глубоководных обитаемых аппаратов “Мир” на различных участках дна оз. Байкал, дать невозможно.

Как следствие мы утверждаем, что к наиболее древним элементам рельефа Байкальской впадины относятся остатки самых низких подводных озерных террас на глубинах около 800 м ниже современного уреза воды, фиксирующих начальную стадию развития озера. Далее, на протяжении всего плейстоцена произошло несколько этапов последовательного повышения уровня водного объема озера за счет таяния окружающих ледников.

Эти выводы опровергают классическую стратиграфическую шкалу позднего кайнозоя Байкальской впадины, где наибольший возраст имеют самые высокие озерные террасы [8]. Прежде всего, невозможно объяснить одновременное формиро-

вание самых глубоких подводных террас с галечными отложениями, возникших при самом низком стоянии озерных вод, и наиболее высоких аккумулятивных уровней Байкальской впадины.

Таким образом, мы имеем серию подводных пляжей, которые могли образоваться только в результате длительной волноприбойной деятельности в начальные этапы формирования оз. Байкал. По мере подъема уровня озера в результате таяния окружающих ледников древние берега выключались из сферы деятельности прибоя и более молодые пляжи начинали формироваться на следующем, более высоком уровне.

Следуя этому единственно возможному механизму наполнения озерной впадины, можно признать последовательность формирования терригенных аккумулятивных террас на берегах озера также снизу вверх по склону вплоть до времени прорыва байкальских вод в ленском или енисейском направлении.

Однако в отличие от подводных террас, формирование низких озерных уровней происходило уже после прорыва и стока вод Байкала в субаэральной обстановке позднего плейстоцена. Поэтому не случайно В.Д. Мац и др. [8, с. 187] подчеркивают, что возраст высоких террас не определен и полагают, что к ним чаще всего относят реликты наклонной предгорной аллювиально-пролювиальной равнины.

Можно предположить, что правы и те исследователи, которые считают высокие озерные уровни результатом деятельности древней речной сети. При любых реконструкциях эволюции Байкальской впадины мы обязаны признать древний возраст подводных озерных террас и факт резких геоморфологических изменений после прорыва и стока байкальских вод в постледниковое время.

Принципиально важно отметить, что полученные выводы являются следствием прямых визуальных геоморфологических наблюдений из иллюминаторов глубоководных обитаемых аппаратов "Мир". Только человеческий глаз, ориентирован-

ный на решение определенной задачи, может корректно интерпретировать видимый объект. Как правило, большинство исследователей биологических специальностей, работающих на дне озера, не обращают особого внимания на строение рельефа впадины и только после особой инструкции удалось получить новые данные о подводных озерных террасах и по-новому интерпретировать геологическую эволюцию самого глубокого озера планеты.

Данные исследования выполнены благодаря поддержке Фонда содействия сохранению оз. Байкал и грантов РФФИ № 09–05–01102а, р_Сибирь, № 08–05–98029, № 10–05–10034-к.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Байкала. М., 1993. 159 с.
2. Бухаров А.А., Фиалков В.А. Геологическое строение дна Байкала: взгляд из "Пайсиса". Новосибирск: Наука, 1996. 118 с.
3. Кульчицкий А.А. // Геология и геофизика. 1985. № 2. С. 3–10.
4. Ламакин В.В. Неотектоника Байкальской впадины. М.: Наука, 1968. 247 с.
5. Логачев Н.А. В кн.: Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. С. 16–162.
6. Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М.: Наука, 1964. 196 с.
7. Лут Б.Ф. В кн.: Геоморфология дна Байкала и его берегов. М.: Наука, 1964. С. 5–123.
8. Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 252 с.
9. Пальшин Г.Б. Инженерная геология Прибайкалья. М.: Наука, 1968. 192 с.
10. Сагалевиц А.М. Глубина. М.: Науч. мир, 2002. 320 с.
11. Тулохонов А.К., Будаев Р.Ц. // Геоморфология. 1982. № 2. С. 83–90.
12. Хлыстов О.М., Ханаев И.В., Грачев М.А. // ДАН. 2008. Т. 422. № 2. С. 254–257.