

**О. М. ХЛЫСТОВ\***, **Е. Е. КОНОНОВ\***, \*\*, **Х. МИНАМИ\*\*\***, **А. В. КАЗАКОВ\***, \*\*, **А. В. ХАБУЕВ\***,  
**Н. А. ГУБИН\*\*\*\***, **Д. А. ЧЕНСКИЙ\*\*\*\***, **А. Г. ЧЕНСКИЙ\*\*\*\***, **А. Н. СУТУРИН\***

\*Лимнологический институт СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия,  
oleg@lin.irk.ru, ekon@7395.ru, kazakov.gis@gmail.com, shock@lin.irk.ru, san@lin.irk.ru

\*\*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия,  
ekon@7395.ru, kazakov.gis@gmail.com

\*\*\*Технологический институт г. Китами (Япония), 165 Koen-cho Китами, 090-8507 Хоккайдо,  
Япония, minamih@mail.kitami-it.ac.jp

\*\*\*\*Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Иркутск,  
ул. Лермонтова, 83, Россия, gubin.1@yandex.ru, dimpson05@yandex.ru, chens-01@yandex.ru

### РЕЛЬЕФ И ГЕНЕЗИС ПОДВОДНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ МУРИНСКАЯ БАНКА (ЮЖНЫЙ БАЙКАЛ)

*Представлены новые материалы по морфологии Муринской банки (Южный Байкал), полученные во время специализированных экспедиционных исследований с применением высокоразрешающего многолучевого эхолота и системы акустического профилографа. После первичной обработки массива батиметрических данных в программном комплексе ArcGISforDesktop построена цифровая модель рельефа посредством модуля 3D-Analyst методом TIN-интерполяции, основанном на триангуляции Делоне. Методом сглаживания MeshDenoise, разработанным специально для обработки объемных топографических данных, устранены все ошибки, выявленные в модели после ее анализа. Впервые для этой возвышенности наряду с данными многолучевого эхолота получены и проанализированы сейсмоакустические данные. Оценены возрастные границы эпох в истории формирования Муринской банки, в том числе на основе палинологического анализа образцов, отобранных с помощью глубоководного обитаемого аппарата «Мир». Впервые построена детальная батиметрическая карта подводной возвышенности, выявлены несогласия и разрывные нарушения в ее внутреннем строении, установлен осадочный генезис ее тела. При изучении особенностей морфологии банки и прилегающей территории прибрежной суши установлено, что образование подводной возвышенности связано с опусканием прибрежной равнины и древней дельты рек Хара-Мурин и Лангатауй под урез озерных вод. Это событие могло произойти во время поздней подстадии необайкальской стадии, начавшейся около 0,15 млн л. н. В настоящее время происходит поднятие самой банки и побережья, о чем свидетельствуют интенсивные врезы рек, впадающих в озеро, и каньонов.*

Ключевые слова: тектоника, осадконакопление, стратиграфия, геоморфология, картирование, палеорекострукции.

**O. M. KHLYSTOV\***, **E. E. KONONOV\***, \*\*, **H. MINAMI\*\*\***, **A. V. KAZAKOV\***, \*\*, **A. V. KHABUEV\***,  
**N. A. GUBIN\*\*\*\***, **D. A. CHENSKII\*\*\*\***, **A. G. CHENSKII\*\*\*\***, **AND A. N. SUTURIN\***

\*Limnological Institute SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 3, Russia,  
oleg@lin.irk.ru, ekon@7395.ru, kazakov.gis@gmail.com, shock@lin.irk.ru, san@lin.irk.ru

\*\*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1, Russia,  
ekon@7395.ru, kazakov.gis@gmail.com

\*\*\*Kitami Institute of Technology, 165 Koen-cho Kitami, Hokkaido 090-8507, Japan,  
minamih@mail.kitami-it.ac.jp

\*\*\*\*National Research Irkutsk State Technical University, 664074, Irkutsk, Lermontova str., 83, Russia,  
gubin.1@yandex.ru, dimpson05@yandex.ru, chens-01@yandex.ru

### TOPOGRAPHY AND GENESIS OF THE MURINSKAYA BANKA UNDERWATER UPLAND (SOUTHERN BAIKAL)

*We present new data on the morphology of Murinskaya Banka (Southern Baikal) obtained during specialized expedition investigations by using the high-resolution multibeam echosounder, and the acoustic profile recorder system. The set of bathymetric data was subjected to a pre-assessment in the ArcGISforDesktop software package to construct the terrain model using the 3D-Analyst Module by the method of TIN interpolation based on a Delaunay triangulation. The MeshDenoise smoothing method, developed specifically for processing volumetric data, was used to eliminate all errors as revealed in the model after its analysis. For the first time for this upland, we obtained and analyzed, along with data from the multibeam echosounder, seismic-acoustic data. We assessed the age boundaries of the epochs in the history of formation of Murinskaya Banka, including on the basis of palynological data on samples obtained by means of Deep Submergence Vehicle Mir. As a result, a detailed bathy-*

*metric map was constructed for the first time for the underwater upland, unconformities and faults in its internal structure were revealed, and the sedimentary genesis of its body was determined. By studying the morphological characteristics of the shoalbank and the adjacent territory of the coastland, it was found that the formation of the underwater upland was associated with the submergence of the coastal plain and the ancient delta of the Khara-Murin and Langatui rivers beneath the lake water line. This event could occur during the lake substage of the Neobaikalian stage that started about 0.15 million years ago. Nowadays there is taking place a rise of the shoalbank itself and of the coast, which is evidenced by intense incisions of the rivers flowing into the lake, and of the canyons.*

Keywords: *tectonics, sedimentation, stratigraphy, geomorphology, mapping, paleoreconstructions.*

Интерес к исследованию Муриной банки — подводного поднятия в районе р. Хара-Мурин (южный берег оз. Байкал) — в последние годы был вызван следующим обстоятельством. Хотя о существовании Муриной банки говорилось еще в конце XIX в. и с тех пор об этом неоднократно упоминалось в статьях, справочниках и монографиях, специальных комплексных глубоководных исследований за все это время не проводилось. В результате имеются лишь скудные сведения о строении поверхности банки, ее внутреннем строении и происхождении.

Международные глубоководные геолого-геофизические исследования последних лет с применением современного геофизического оборудования и глубоководных обитаемых аппаратов (ГОА) «Мир» позволили получить огромный массив данных для детального анализа донного рельефа оз. Байкал и нового понимания динамики его формирования. Муриная банка впервые оказалась объектом таких исследований, и в настоящей статье изложены предварительные итоги анализа полученного материала.

#### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ДНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Батиметрическая история исследований оз. Байкал началась еще в 1798 г., когда горные инженеры Е. Копылов и С. Сметанин выполнили замеры глубины озера в промежутке от р. Ангары до устья р. Селенги [1]. В конце XIX в. Б. Дыбовский составил «Карту оз. Байкал с показанием линий промеров и профилей» [2]. В 1898–1903 гг. под руководством Ф. К. Дриженко были проведены гидрографические исследования [3, 4], во время которых установлены некоторые из подводных возвышенностей, включая Муриную банку в Южном Байкале. В 1925 г. под руководством Г. Ю. Верещагина получены данные, ставшие основой для создания первых карт батиметрии всего оз. Байкал [5]. С 1973 по 1985 г. Главным управлением навигации и океанографии Министерства обороны СССР была осуществлена съемка всего дна озера и опубликована батиметрическая карта Байкала в м-бе 1:200 000 [6]. Примерно в это же время, в 1978 г., Б. Ф. Лутом опубликована структурно-орографическая схема впадин Байкала и Прибайкалья [7]. На всех упомянутых картах батиметрия Муриной банки показана в весьма обобщенном виде. В 1999–2002 гг. на основе имеющихся батиметрических и сейсмоакустических материалов создана новая цифровая батиметрическая карта озера [8], по данным которой удалось провести первые геоморфологические исследования Муриной банки и наметить места для опробования, включая отбор проб с применением ГОА «Мир-1» и «Мир-2» в 2008–2010 гг.

П. П. Шерстянкин с коллегами [9] и А. Б. Иметхенов [10] считают, что для западных и восточных подводных склонов Байкальской впадины характерны многочисленные ступени разных размеров, расположенные на различных глубинах и представляющие собой краевые и промежуточные выступы, аналогичные по своему образованию надводным формам. Примерами таких структур они назвали Муриную банку, возвышающуюся над сопредельными участками дна на 400–500 м, а также систему Танхойских ступеней берегового склона с площадками на глубинах 50–200 и 525–630 м. На Муриной банке отмечены две ступени: первая — на глубине 7 м и вторая — на глубине 12–30 м.

В последние годы сотрудниками лаборатории геологии оз. Байкал Лимнологического института СО РАН, Исследовательского центра окружающей среды и источников энергии Технологического института г. Китами (Япония) и кафедры радиоэлектроники и телекоммуникационных систем Иркутского национального исследовательского технического университета в районе Муриной банки проведены экспедиционные исследования с применением высокоразрешающего многолучевого эхолота Koningsberg EM710S и профилографа «Соник-141» с целью детального изучения рельефа Муриной банки для установления ее генезиса и особенностей развития.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом наших исследований была подводная возвышенность Муриной банки, расположенная у южного берега оз. Байкал в приустьевой части р. Хара-Мурин. Приблизительные очертания

банки хорошо фиксируются на многих батиметрических картах. Она имеет вытянутую с юго-запада на северо-восток форму. Протяженность банки около 6 км, поперечные размеры 2,5–2,7 км, глубина залегания вершинной поверхности 10–20 м.

Как говорилось выше, для исследования поверхности банки использовался многолучевой эхолот Kopengsberg EM710S, который имеет 200 лучей с максимальным углом их развертывания 140°. Минимальная дальность (глубина) обнаружения цели — 3 м от антенны. Максимальная дальность обнаружения цели в гидрохимических и гидрофизических условиях оз. Байкал составляет приблизительно 1650 м. Полоса обзора (расстояние между крайними лучами) соответствует величине, равной  $5,5h$  (где  $h$  — глубина), и может достигать 2300 м. Испускаемый многолучевым эхолотом веерный импульс разделен по частотам на три сектора от 70 до 100 кГц. В пределах каждого импульса три частотных сектора излучаются последовательно. Все лучи стабилизируются по бортовой, килевой и вертикальной качке судна, а также по его горизонтальному смещению при помощи датчика динамических перемещений судна MRU-5, подключаемого к навигационной системе Searpath 330, с точностью определения координат при использовании DGPS/DGLONASS порядка 2 м. Система позволяет обрабатывать отраженный сигнал на грани динамического диапазона 140 дБ и получать значение глубины с разрешением 1 см, а функция динамической фокусировки лучей дает возможность получать для глубин до 1200 м максимальное разрешение в горизонтальной плоскости вплоть до 1 м.

При экспедиционных исследованиях также использовался профилограф «Соник-141» с частотой сигнала 6 кГц, предназначенный для исследования особенностей строения рельефа дна и донных осадков до глубины 300 м с целью изучения их внутреннего строения и выявления возможных несогласий и разрывных нарушений. Глубина проникновения сигнала профилографа составляет 20–30 м ниже поверхности дна, а разрешение — 0,5 м.

Батиметрической съемкой был охвачен участок озерного дна площадью около 275 км<sup>2</sup> в диапазоне глубин от 15 до 1300 м. Для выяснения взаимосвязи с береговыми формами рельефа изучались топографические карты и космоснимки.

По окончании работ получен большой массив батиметрических данных. Информация такого рода априори содержит неточности и погрешности в измерениях и требует проведения детальной обработки. Для первичной оценки данных в программном комплексе ArcGISforDesktop посредством модуля 3D-Analyst методом TIN-интерполяции, основанным на триангуляции Делоне, была построена первичная цифровая модель рельефа (ЦМР), при анализе которой выявлен большой спектр содержащихся в ней ошибок. Единственная эффективная методика для решения возникших проблем представляет собой применение различных алгоритмов адаптивного сглаживания, нацеленных на удаление и фильтрацию ошибок, полученных в результате съемки, а также на улучшение аппроксимации интерполируемой поверхности дна озера в целом. Сглаживание — это эффективный метод снижения шума, но он, как правило, влияет и на важные особенности рельефа (понижение на холмах, повышение во впадинах), стирая мелкие детали. Как наиболее приемлемый для данных условий был выбран метод сглаживания MeshDenoise, разработанный специально для обработки объемных топографических данных [11]. Суть метода заключается в контроле двух параметров, влияющих на фильтр понижения уровня шума: порога  $T$ , контролирующего четкость функций, и показателя  $n$ , задающего число итераций. Оптимальные настройки зависят от характера рельефа и шума, который требуется удалить. Для применения данного алгоритма сглаживания была выбрана аналитическая SAGA-GIS, разработанная в Институте географии Гамбургского университета и представляющая собой программное обеспечение с открытым исходным кодом. На основе этих методов, а также с использованием батиметрических данных и данных радарной топографической съемки SRTM 90 v4.1 создана схема совмещенного рельефа подводной возвышенности Муринская банка и прилегающей к берегу оз. Байкал суши с долинами рек Хара-Мурин, Паньковка, Малые и Большие Мангилы, выполненная способом светотеневой отмычки рельефа (рис. 1).

С помощью ГОА «Мир» был визуально исследован северный склон Муринской банки и собраны образцы донных отложений с глубины 850 м.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных батиметрических материалов и построенных профилей четко показал, что поверхность Муринской банки обрывается к донным элементам озера крутыми склонами, сильно расчлененными подводно-эрозионными процессами. Эрозионные борозды, пересекающие ее склоны,

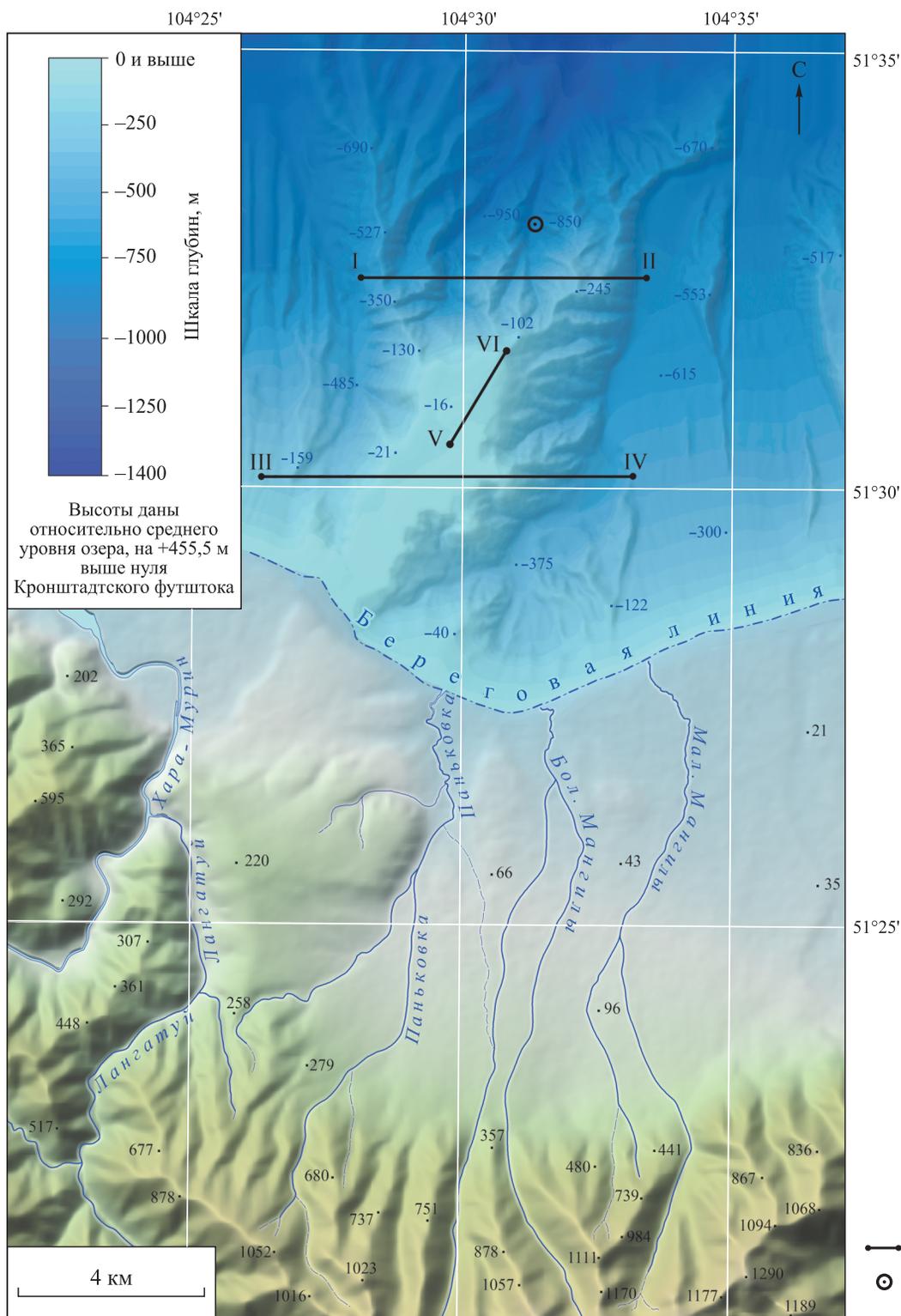


Рис. 1. Совмещенный рельеф подводной возвышенности Мурина и прилегающего берегового участка.

I — линии профилей: I–II, III–IV — поперечные геоморфологические, V–VI — сейсмоакустический. 2 — район отбора проб донных отложений с помощью ГОА «Мир».

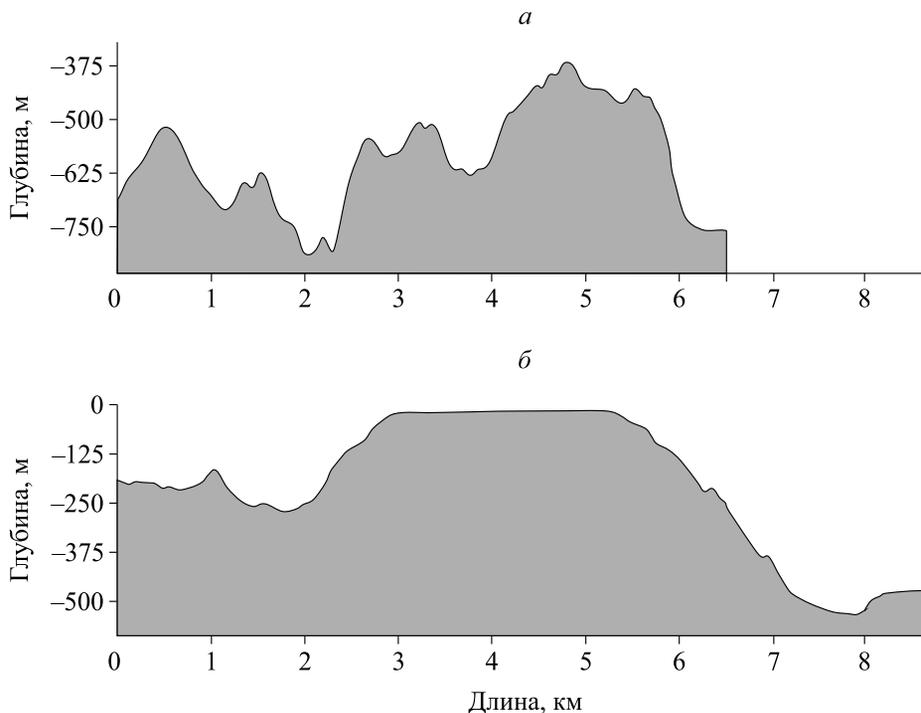


Рис. 2. Поперечные геоморфологические профили подводной возвышенности Муринская банка. Профили: а – I–II, б – III–IV.

в поперечном сечении имеют V-образную форму. Глубина вреза варьирует от 50 до 170 м (рис. 2, а). Максимальное превышение вершинной поверхности над днищем озера в северном окончании банки достигает 950–1100 м. У западного и восточного подножий прекрасно выражены каньонообразные долины. Русла каньонов плотно примыкают к подножию склонов банки, оконтуривая их с востока и запада. Особенно хорошо выделяется долина каньона у восточного склона банки, где ширина русла каньона в верхней его части составляет более 500 м (см. рис. 2, б).

В районе Муринской банки с помощью профилографа были получены временные разрезы на глубину до 60 м. В результате обработки, интерпретации геофизических и геологических данных на Муринской банке выделены эрозионные поверхности выравнивания на глубине 18–20 м. На склоне в ее предвершинной части, начиная с глубины примерно 20 м, отчетливо видны выходы нижележащих отложений, вскрытых подводно-эрозионной деятельностью, а также отмечаются отдельные несогласия внутри осадочного разреза на глубине примерно 42 м от современного уровня озера (рис. 3). Образование эрозионных форм на поверхности банки, ввиду небольших глубин, может быть связано с ветроволновой деятельностью и подводными течениями. Более глубоководные эрозионные следы на склоне и несогласия внутри осадочного разреза свидетельствуют о возможных колебаниях уровня озера в недавнем прошлом, отмеченных ранее на западном берегу Байкала [12].

В ходе погружения ГОА «Мир» на глубине 850 м был обнаружен выход песчаника с прослоем углей в коренном залегании, из которого были отобраны пробы. Палинологический анализ одного из образцов показал, что в период аккумуляции вмещающих его отложений в бассейне оз. Байкал преобладали смешанные хвойно-широколиственные леса. Такие виды, как ель (*Picea* sp.) и тсуга (*Tsuga* sp.), могли формировать темнохвойные группировки в условиях горного, преимущественно средне- и низкогорного рельефа с высокой суммой атмосферных осадков (уст. сообщ. Е. В. Безруковой, 2016 г.). Относительно высокое обилие пыльцы тсуги в спектре исследуемого образца, сравнимое с таковым из отложений керна ВДР-96, сопровождается высоким относительным обилием пыльцы представителей умеренно-широколиственной флоры, что позволяет с большой долей уверенности отнести время формирования слоя, из которого получен образец, к позднему миоцену.

Континентальным продолжением поверхности Муринской банки, по-видимому, является веерообразная в плане дельтовая поверхность рек Хара-Мурин и Лангатуй. Она имеет устойчивый уклон на север-северо-восток и прослеживается с места выхода р. Лангатуй из горной системы хр. Хамар-

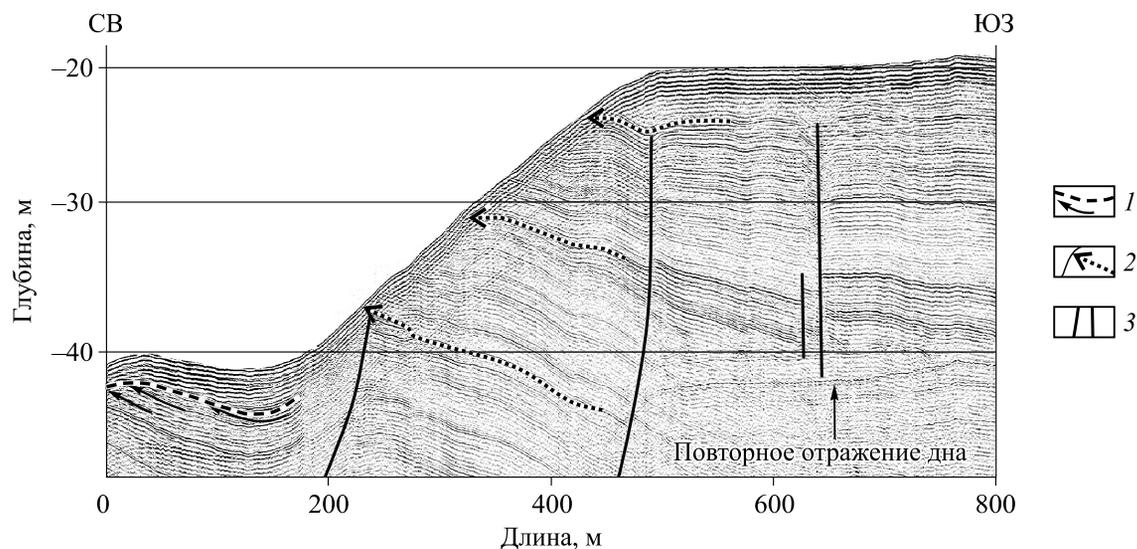


Рис. 3. Сейсмоакустический профиль по линии V–VI.

1 — несогласие; 2 — эрозионный склон с выходами нижележащих слоев на поверхность склона; 3 — разрывные нарушения.

Дабан. При выходе на прибрежную равнину река сбросила большую часть переносимого грубообломочного материала и сформировала довольно широкий конус выноса, который по мере приближения к акватории озера сливается с аналогичными современными конусовидными образованиями рек Паньковка и Хара-Мурин, образуя единую дельтовую поверхность. До ее возникновения на месте современной банки в олигоцен-миоценовое время существовал крупный озерный водоем, южная граница которого доходила до склонов Хамар-Дабана и захватывала всю предгорную равнинную часть побережья Байкала, наблюдаемую в настоящее время. Акватория древнего водоема в настоящее время «обозначена» олигоцен-плиоценовыми отложениями Танхойского поля [13, 14]. Об этом также свидетельствуют позднемиоценовый возраст образца донных отложений с глубины 850 м, поднятого ГОА «Мир». Верхняя же часть разреза Муринской банки может представлять собой фрагмент дельты одной или нескольких рек, заложенных в позднем плейстоцене.

В 2002 г. на левобережье р. Паньковка проведены детальные исследования естественных и искусственных разрезов позднекайнозойских осадков [15]. Самым молодым элементом разреза описываемой территории оказались насыщенные древесными остатками торфяные отложения, вскрытые в уступе левого борта Паньковки. По данным [16], возраст торфяников, определенный с помощью радиоуглеродного датирования, изменяется от 4,6 тыс. лет на глубине 1,7 м до 2,9 тыс. лет на глубине 25–30 см. Следует отметить, что под торфяниками залегают серые и оливково-серые глины с примесью песков и алевритов и единичными рассеянными гальками идеально окатанной формы. Более древним, чем торфяники, элементом разреза являются грубообломочные валунно-галечные, галечные и песчаные отложения пятой озерной террасы. Их формирование датируется концом среднего–началом позднего неоплейстоцена [17, 18]. Ниже террасовых отложений с размывом залегают тонкозернистые осадки, представленные преимущественно серыми и оливково-серыми глинами с примесью или отдельными прослоями песков с субгоризонтальной слоистостью. Литологические особенности тонкозернистых осадков позволяют предположить их схожесть с верхами разреза танхойской свиты, сложенной тонкослоистыми песчано-глинисто-алевритовыми отложениями с редкими тонкими (несколько сантиметров) угольными прослоями, в которой также часты текстуры турбидитов и оползней [18].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование уступа пятой байкальской террасы связывается с поднятиями бортов Байкальской впадины и опусканиями ее дна во время поздней подстадии необайкальской (орогенной) стадии [18], начавшейся около 150 тыс. л. н. Возможно, именно в это время могло произойти опускание прибрежной равнины и части дельты рек Хара-Мурин и Лангатуй под урез озерных вод, что привело к

формированию подводной возвышенности Муринская банка. В настоящее время опускания прибрежной равнины сменились поднятиями, о чем говорят морфологические особенности долины р. Паньковка и явно молодой эрозионный врез этой реки. В приустьевой части долины Паньковки русло глубоко врезано, левый борт очень крутой, а высота бровки первой террасы достигает 5–6 м. По мере движения на юг от озера в сторону горной системы Хамар-Дабана высота уступа террасы снижается и недалеко от шоссе (600–700 м от устья) составляет чуть более 1 м. Активной эрозией затронуты не более 500–600 м нижнего участка долины, и поэтому возобновление эрозионных процессов можно связать с новейшими тектоническими событиями этой части береговой зоны озера. Эрозией также частично вскрыты фрагменты разреза байкальской террасы и более древней глинисто-алевритовой толщи.

Наличие эрозионных врезов на подводном склоне Муринской банки и неглубокое несогласие внутри осадочной толщи банки являются свидетельством недавнего кратковременного снижения уровня озера. Учитывая ранее выделенные аналогичные следы снижения уровня озера на западном берегу, в районе пролива Малые Ольхонские ворота и истока р. Ангары [12], можно предположить, что факт снижения уровня озера до 40–45 м в стадию МИС2 подтверждается и на восточном берегу, и это свидетельствует именно о снижении уровня Байкала, а не о тектоническом опускании западного борта.

Инициация создания каньона, моделирующего восточный склон банки, явно связана с тектоническими поднятиями в настоящее время, а также с эрозионной деятельностью р. Паньковка и ряда ручьев западнее, так как их русла под урезом озера непосредственно переходят в верховья формирующегося каньона.

Проведенные в последние годы комплексные исследования дна оз. Байкал с использованием высокоточной геофизической аппаратуры дали большой объем информации об особенностях строения дна озера, что во многом изменило наши представления о донном рельефе, позволило реконструировать процессы рельефообразования. В перспективе, после получения достаточного количества образцов осадочного материала, слагающего донные элементы, и проведения его комплексного литолого-фациального анализа, возможна полная временная реконструкция формирования Южной котловины озера и ее осадочного наполнения.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН (0345–2015–0029) и Японского общества содействия науки (JSPS) (проекты КАКЕННИ, 16Н05760), президентского гранта Технологического института Китами.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузо С. Первые исследователи глубин Байкала // Вост.-Сиб. правда [Электронный ресурс]. — <http://www.magicbaikal.ru/history/first-researchers-of-baikal-death.htm> (дата обращения 27.06.2016).
2. Дыбовский Б., Годлевский В. Физико-географические исследования на Байкале в 1869–1876 гг. // Труды Вост.-Сиб. отд. РГО. — 1897. — № 1. — С. 1–62.
3. Лоция и физико-географический очерк озера Байкал / Под ред. Ф. К. Дриженко. — СПб.: Изд-во Гл. гидрогр. управления, 1908. — 443 с.
4. Атлас озера Байкал / Сост. Ф. К. Дриженко. — СПб.: Изд-во Гл. гидрогр. управления, 1902. — 34 с.
5. Верещагин Г. Ю. Байкал: Научно-популярный очерк. — Иркутск: ОГИЗ, 1947. — 170 с.
6. Озеро Байкал. Навигационная карта. М-б 1:200 000. — СПб.: Изд-во Гл. упр. навигации и океанографии М-ва обороны СССР, 1992. — 4 л.
7. Лут Б. Ф. Геоморфология Прибайкалья и впадины озера Байкал. — Новосибирск: Наука, 1978. — 213 с.
8. DeBatist M., Canals M., Sherstyankin P., Alekseev S. A new bathymetric map of Lake Baikal. Sc 1:200 000 [Электронный ресурс]. — <http://www.lin.irk.ru/insta/index.html> (дата обращения 27.07.2016).
9. Шерстянкин П. П., Куимова Л. Н., Лут Б. Ф., Иванов В. Г., Блинов В. В. Батиметрическая электронная карта озера Байкал // Докл. РАН. — 2006. — Т. 408, № 1. — С. 102–107.
10. Иметхенов А. Б. Подводный рельеф // Байкал: природа и люди: Энциклопедический справочник. — Улан-Удэ: ЭКОС; Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2009. — С. 60–65.
11. Stevenson J. A., Sun X., Mitchell N. C. Despeckling SRTM and other topographic data with a denoising algorithm // Geomorphology. — 2010. — N 114 (3). — P. 238–252.
12. Хлыстов О. М., Ханаев И. В., Грачёв М. А. Свидетельства низкого стояния озера Байкал во время последнего оледенения // Докл. РАН. — 2008. — Т. 422, № 2. — С. 254–257.
13. Машук И. М., Акулов Н. И. Олигоценовые отложения Байкальской рифтовой впадины // Геология и геофизика. — 2012. — Т. 53, № 4. — С. 461–475.

14. **Рассказов С. В., Лямина Н. А., Лузина И. В., Черняева Г. П., Чувашова И. С., Усольцева М. В.** Отложения Танхойского третичного поля, Южно-Байкальская впадина: стратиграфия, корреляции и структурные перестройки в Байкальском регионе [Электронный ресурс]. — <http://gt.crust.irk.ru/jour/issue/view/10/showToc> (дата обращения 10.02.2016).
15. **Кононов Е. Е., Хлыстов О. М.** Предварительные результаты исследований кайнозойских осадков в районе р. Паньковки (Южный Байкал) // Изв. Сиб. отд-ния Секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка месторождений рудных полезных ископаемых. — 2005. — Вып. 2 (28). — С. 117–123.
16. **Безрукова Е. В., Мац В. Д., Летунова П. П., Накамура Т., Фуджи Ш.** Голоценовые торфяники Прибайкалья как объект палеогеографических реконструкций // Геология и геофизика. — 1996. — Т. 37, № 12. — С. 78–92.
17. **Базаров Д.-Д.Б.** Кайнозой Прибайкалья и Западного Забайкалья. — Новосибирск: Наука, 1986. — 182 с.
18. **Мац В. Д., Уфимцев Г. Ф., Мандельбаум М. М., Алакшин А. М., Поспеев А. В., Шимараев М. Н., Хлыстов О. М.** Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2001. — 252 с.

*Поступила в редакцию 2 сентября 2016 г.*

---