

7. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пойменные генерации как объекты геоморфологической дифференциации долин широкопойменных рек (на примере верхней Камы) // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2015. Вып. 3. С. 108–114.

8. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пространственно-временные особенности формирования разновозрастных генераций поймы Верхней Камы // Географический вестник. 2014. №4. С. 4–7.

9. Назаров Н.Н., Черепанов А.В. Аккумулятивные формы и дифференциация состава наносов в береговой зоне Камского водохранилища // Геоморфология. 2014. №4. С. 60–68.

10. Наумова О.Б. Атлас форм рельефа. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. Т. 3. Формы рельефа Прикамья. 316 с.

11. Наумов В.А., Лунев Б.С., Наумова О.Б. Комплексное изучение и использование месторождений песка и гравия Пермского края // Перспективы науки. 2010. №1(3). С. 5–9.

Поступила в редакцию 25.01.2016

### Сведения об авторе

#### Копытов Сергей Владимирович

аспирант кафедры физической географии и ландшафтной экологии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: kopytov@psu.ru

### About the author

#### Sergey V. Kopytov

postgraduate student of Physical Geography and Landscape Ecology Department, Geography Faculty, Perm State University; 15, Bukireva str., Perm, 614990, Russia; e-mail: kopytov@psu.ru

### Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Копытов С.В. Особенности концентрации песка в русловой фации разновозрастных пойменных генераций верхней Камы // Географический вестник. 2016. № 1(36). С. 17–23.

### Please cite this article in English as:

Kopytov S.V. Features of sand concentration in channel facies of different-age floodplain generations of upper Kama // Geographicheskii Vestnik. 2016. № 1(36). P. 17–23.

УДК 551.4:551.7:551.8

С.Б. Кузьмин, О.М. Хлыстов, П.А. Мехоношин, А.Д. Абалаков, С.И. Шаманова

### ИЗУЧЕНИЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОБЕРЕЖЬЯ И АКВАТОРИИ МАЛОГО МОРЯ НА БАЙКАЛЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Рассмотрены результаты изучения осадочных толщ в акватории залива Мухор и вдоль его побережья. Исследования проводились с использованием геолого-геофизических методов, шнекового бурения, отбора аквальных отложений грунтовыми трубками, анализа разрезов терригенных отложений, погребенных и экспонированных почв. Проведена оценка возраста и скорости седиментации верхних слоев донных осадков. Построена палеогеографическая модель трансгрессий и регрессий вод оз. Байкал и колебаний его уровня в районе залива Мухор, восстановлены природно-геодинамические обстановки региона в позднеледниковье и голоцене.

Ключевые слова: палеогеография, изменения природной среды и климата в позднеледниковье и голоцене, рыхлые терригенные и донные отложения, Западное Прибайкалье.

S.B. Kuzmin, O.M. Khlystov, P.A. Mekhonoshin, A.D. Abalakov, S.I. Shamanova

## INVESTIGATION OF SMALL SEA SHORE AND AQUATIC SEDIMENTS ON THE LAKE BAIKAL FOR RESTORATION OF NATURAL-GEODYNAMIC CONDITIONS IN THE LATE GLACIAL AND HOLOCENE

The results of the investigation of the geological structure of sediments in the waters of the Gulf of Mukhor and along its coast had been considered. The studies were conducted using geological and geophysical methods, auger drilling, sampling aquatic sediment coring, and analysis of cuts clastic sediments buried and exposed soil of the coast of Lake Baikal. Paleogeographic model of transgressions and regressions of the Lake Baikal waters and its water level fluctuations in the Gulf Mukhor was constructed. Natural-geodynamic conditions in the region in the Late Glacial and Holocene were restored.

**К е у в о р д:** paleogeography, changes in the environment and climate in the Late Glacial and Holocene, terrigenous and bottom sediments, Western PreBaikal.

### Введение

Изучению палеогеографических событий Прибайкалья уделяется большое внимание в отечественной и зарубежной литературе [3; 4; 8; 9; 16; 18; 20–23]. Это связано, в первую очередь, с географическим положением региона в центре Евразийского континента, где складываются специфические природно-климатические условия для атмосферной циркуляции и распределения солнечной радиации. Данные условия определяют особые механизмы формирования ландшафтов, принципиально отличные от механизмов, функционирующих в приокеанических районах Земли. В настоящее время преимущественно с учетом этих условий строятся глобальная картина палеогеографических событий позднеледникового и голоцена, а также прогнозы на будущее. Прибайкалье в этом смысле является классическим эталонным регионом–полигоном, который дает возможность изучать комплексные изменения природной среды, происходящие во внутриконтинентальных областях Земли.

Для восстановления палеогеодинамических обстановок прибрежных участков крупных водоемов, в частности оз. Байкала, необходимо учитывать не только современные наземные природные комплексы, но и изменения их уровня режима и субаквальные компоненты. На байкальском побережье традиционно выделяется комплекс из 4 озерных террас. Формирование первой террасы, высотой 1,5–3,7 м, относится к раннему – среднему голоцену. Вторая терраса, высотой 6–11,5 м (обычно 8 м), датируется сартаном – началом голоцена. Эти две террасы обуславливаются климатическим опусканием уровня озера до современного и ниже во время формирования прорези Ангарского истока, а не с тектоническими поднятиями берегов. Третья (9,5–24 м) и четвертая (18–35 м) террасы уже подвержены тектоническому влиянию и относятся по возрасту к соответственно каргинскому и зырянскому времени [12]. Исходя из этого часть современного побережья залива Мухор в устьях рек Кучелга и Харга должна была затопляться водами Байкала. Следы этих процессов могут быть отражены в рыхлых отложениях современной суши и осадках озер, сохранившихся в небольших котловинах прибрежной зоны.

В этой связи нами предприняты комплексные исследования аквальных и терригенных рыхлых отложений, погребенных и экспонированных почв на побережье Малого моря в районе залива Мухор (рис. 1).

### Объекты и методы исследований

Объектами исследований выбраны, прежде всего, пойма и низкие террасы рек Кучелга и Харга, впадающих в залив Мухор, для выяснения колебаний уровня оз. Байкал. Для изучения геодинамических обстановок на более высоких террасовых уровнях путем шнекового бурения и геофизических методов было изучено геологическое строение осадочной толщи впадины оз. Харгинское, которое расположено в замкнутой котловине на 20 м выше нынешнего уреза воды в оз. Байкал. В наземных отложениях по побережью на опорных точках заложены и изучены стратифицированные разрезы рыхлых отложений. Опорные разрезы наземных отложений позиционированы в пойменно-долинных («Кучелга», «Безымянный») и подгорно-седловинных («Харга») геоморфологических условиях. В разрезах были исследованы условия залегания и генезис, гранулометрический и химический составы, абсолютный возраст наземных отложений. Аквальные отложения мелководных бухт залива Мухор изучены путем опробования их грунтовыми трубами, неглубоким бурением со льда и плавающей буровой платформы по станциям наблюдения с

последующим физико-механическим, гранулометрическим и геохимическим анализами полученных кернов. Проведены геофизические исследования методами непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) и первых волн (МПВ). Особое внимание уделено выявлению колебаний уровня оз. Байкал, трансгрессиям и регрессиям его вод, которые хорошо отражают изменение палеогеодинамических обстановок.

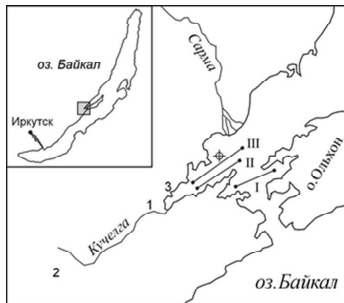


Рис. 1. Схема района и основных объектов исследований.

Разрезы наземных терригенных отложений и почв: 1 – Кучелга, 2 – Безымянный, 3 – Харга; сейсмоакустические профили: I – № 130, II – № 213, III – № 212 (крестиком в кружке указано положение модельной аквальной грунтовой колонки МХ-99-1)

Геологические работы проводились методом колонкового и шнекового бурения установкой УКБ-12/25 (рис. 2–з). Геофизические исследования включали в себя работы методом первых волн – МПВ. В нашем случае длина косы составляла 54 м, через каждые 3 м был заглублен сейсмограф – всего 18 штук (рис. 2–а). Поочередно в трех точках на профиле (в начале, конце и посередине) происходило возбуждение сейсмической волны в восьми повторах (рис. 2–б). Сигнал принимался на переносной сеймостанции, где шла его дальнейшая обработка (рис. 2–в).

Вокруг оз. Харгинское в его котловине по периметру было сделано 4 сеймопрофиля общей длиной 216 м, которые полностью перекрыли осадочную толщу голоцена. Геолого-геофизические исследования, шнековое бурение и закладка шурфов, кроме оз. Харгинское, дополнительно проводились еще в 2 опорных точках, близких к современному уровню оз. Байкал, которые также должны были подтвердить трансгрессию озера в среднем голоцене.

Опробование донных осадков залива Мухор проведено грунтовыми трубками по сети профилей вкрест простирания залива (рис. 3). Расстояния между профилями составляло от 250 до 750 м, а между точками отбора керна – от 100 до 400 м. Стратиграфические колонки дают возможность судить об изменении условий осадконакопления во времени и соответствующих этим условиям природно-геодинамических обстановках. Пробоотборник представляет собой шест длиной 4–6 м (в зависимости от глубины залива), на одном конце которого закреплена специальная прозрачная прочная плексигласовая полая трубка с диаметром внутреннего отверстия 6,5 см, составленная в продольном сечении из двух половин. Она механическим путем заглубляется в донный грунт и позволяет отбирать керны глубиной до 70 см, в редких случаях – до 1 м. Заглубление проводится в легнее время с плавсредств, в зимнее – со льда. В дальнейшем половины трубки разъединяются, керн стратифицируется, производится его визуальное описание, берутся пробы для проведения аналитических работ. Объем проб в таких кернах небольшой, поэтому вынимаются дополнительные колонки, а на самих профилях количество колонок (точек опробования) достаточно большое.



Рис. 2. Геофизическое и буровое оборудование для изучения стратиграфии приповерхностных рыхлых отложений: а – кося с сейсмографами (пункты приема); б – источник возбуждения волны ударного типа; в – регистрация сейсмосигнала; г – буровая установка УКБ-12/25

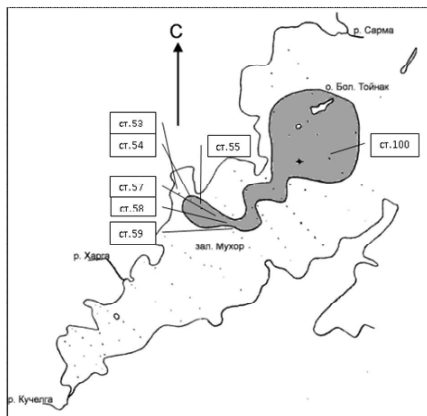


Рис. 3. Схема профилей через залив Мухор, на которых проводилось опробование донных отложений грунтовыми трубками (точки); крестиком показана опорная колонка МХ-99-1; темно-серый цвет – площадь распространения глинистых отложений

Для разрезов терригенных отложений использовались стандартные стратиграфические методы их описания. При камеральном исследовании применялись лабораторные методы изучения гранулометрического и механического составов отложений, геохимические и палинологические методы, радиоуглеродное датирование.  $^{14}\text{C}$  возраст отложений переводился в календарный on-line на специальных сайтах <http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib/calib.html> и <http://www.calpal-online.de>, как это принято во всех отечественных и зарубежных исследованиях.

### Результаты и их обсуждение

Для отложений палеоБайкала проведены шурфование и шнековое бурение в долинах рек Кучелга, Харга и на побережье оз. Харгинское. Несмотря на то, что последнее расположено на высоте около 20 м от современного уреза Байкала, т.е. выше уровня второй террасы, его осадки могут содержать информацию о более высоких байкальских уровнях (третья или четвертая террасы), которая позволит определить тектонические колебания этого участка.

Благодаря засушливой погоде удалось провести уникальные геолого-геофизические работы в котловине оз. Харгинское, воды которого имели аномально низкое стояние. Глубина озера в этот период составила всего 1,5 м, площадь водного зеркала не превышала 170 м<sup>2</sup>, что позволило осуществить геолого-геофизические работы с суши, но в контурах прежних размеров озера, когда его глубина достигала 3–3,5 м и все дно котловины было заполнено водой.

Сейсмопрофилирование позволило выделить две границы в сейсмограммах, вычислить скорости пробега сейсмических волн на границах и внутри слоев. СВК1 – это песчано-илистые отложения озера мощностью до 2 м, а СВК2, исходя из средней и граничной скоростей сеймоволн, является корой выветривания мощностью 10–16 м (рис. 4).

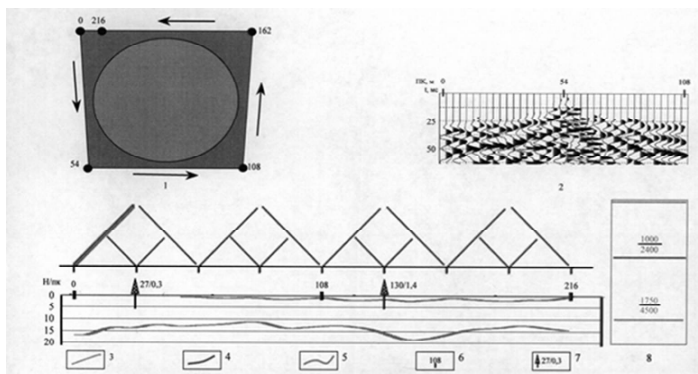


Рис. 4. Малоглубинная сеймостратиграфия рыхлых отложений оз. Харгинское:

- 1 – план расположения профиля; 2 – исходная сейсмограмма ОПВ; 3 – уровень приведения; 4 – нижняя граница СВК1 (песчано-илистые отложения); 5 – нижняя граница СВК2 (выветрелые породы скального основания – кора выветривания); 6 – пикеты профиля; 7 – буровые скважины (в числителе – пикет профиля, в знаменателе – мощность СВК1); 8 – скоростная колонка (в числителе – средняя скорость, в знаменателе – граничная)

Максимальные мощности слоев СВК1 и СВК2 пространственно совпадают и расположены в северо-восточной части котловины, тогда как максимальные глубины воды в оз. Харгинское в настоящий момент смещены к западной стороне котловины. Асимметрия котловины не связана с максимальными погружениями в кристаллическом фундаменте, что свидетельствует об активных позднеголоценовых тектонических движениях. Они были достаточно быстрыми, что не позволило процессам осадкообразования приспособиться под новый тектонический режим. Перекос в котловине оз. Харгинское совпадает с перекосами в более крупных котловинах, расположенными юго-западнее на Приольхонском плато [15; 16], и их общая геолого-геофизическая структура также совпадает. Поэтому у нас есть основания предположить, что котловина оз. Харгинское в последние 3–4 тыс. лет развивается как пулл-аппарт структура в условиях косога сдвига: 1) главные разломы – сдвиги оперяют котловину с северо-запада и юго-востока; 2) второстепенные – сбросы с юго-запада и северо-востока. Перекос всей котловины западный, следовательно, погружение по юго-западному сбросу происходит активнее, чем по северо-восточному, а это говорит о том, что общий сдвиг по главным разломам – левый. По сейсмопрофилю через пункты ПК27–ПК130 проведено шнековое бурение осадочного чехла на берегу и опробованы донные отложения в самом озере. Получено 4 керна глубиной от 30 до 80 см, а шнековое бурение проведено до глубины 140 см. Дальнейшее бурение было приостановлено вследствие грубообломочных пород вниз по разрезу. Верхняя часть разреза до глубин 40–45 см представлена почвенно-торфянистым материалом на суше

и торфом в акватории озера. Вниз по разрезу до глубины 2 м (контакт с корой выветривания) следовали несколько отличающиеся друг от друга слои крупно-среднезернистого песка в целом темно-оливкового цвета с отдельными обломками и тонкими прослоями дресвы. На границе торфа с песчанистой толщей встречен маломощный слой (до 2–4 см) грубообломочных пород с отдельными обломками щебня.

Верхний слой является индикатором спокойного геодинамического режима, который пришелся на весь средний голоцен. Наличие щебнистого тонкого слоя свидетельствует о кратковременной эпохе активных вертикальных тектонических движений на границе раннего и среднего голоцена. Наличие нижней части разреза толщиной около 1,5 м – о переменном тектоническом режиме, когда проявлялись резкие кратковременные горизонтальные тектонические подвижки (тонкие прослои дресвы), чередующиеся с затуханием геодинамической активности на продолжительное время (значительно более мощные слои песка с отдельными включениями мелкой дресвы). Этот этап осадконакопления можно отождествить с позднеледниковым и ранним голоценом. Поскольку бурением на глубине 140 см определен слой грубообломочного материала, то можно говорить, что в это время имел место, по крайней мере, еще один этап высокой геодинамической активности. Его можно отождествить с началом позднеледниковья, когда поступление грубообломочного материала в дополнение к тектонике происходило за счет общей активизации денудационных процессов в связи с изменениями климата на границе холодной сартанской эпохи и резкого потепления позднеледниковья.

В долине р. Кучелга на предполагаемой границе палеоМухора в конце среднего голоцена в районе опорного разреза «Кучелга» было проведено шнековое бурение до глубины 3,7 м. Получен разрез, который состоит из двух главных типов отложений: 1) сверху слоя торфа толщиной около 42–45 см; 2) ниже из относительно однородной щебнисто-дресвяно-песчанистой толщи, мощностью более 3 м. Важно отметить, что ствол пробуренной скважины мог проходить через три горизонта мерзлоты: 1) сезонной на границе торфа и щебнисто-дресвяно-песчанистой толщи; 2) на глубине 185–195 см; 3) на самом забое 370 см.

Щебнисто-дресвяно-песчанистая толща в верхней части неоднородна: 1) до глубин 120–130 см представлена светло-серыми крупно- и среднепесчанистыми отложениями с редкими включениями дресвы; 2) до глубин 180–185 см сменяется более грубыми темно-серыми песчанисто-дресвянистыми отложениями; 3) на глубинах 185–195 см залегает грубообломочный щебнисто-дресвяно-песчанистый слой сильно промороженный. В средней части (195–355 см) щебнисто-дресвяно-песчанистой толщи вскрыты глинистые пески оливково-серого цвета сильно обводненные. Нижняя часть толщи (355–370 см) сложена смерзшимися алеврито-песчаными осадками темно-серого цвета. Песок в них не окатан, плохо сортирован и относится к делювиально-пролювиальным отложениям.

Такой характер осадочной толщи позволяет предположить, что верхний торфянистый горизонт накапливался в течение субатлантического периода голоцена в относительно спокойных геодинамических условиях. Геодинамический режим накопления слоя 45–130 см был более интенсивным и выражался в тектоническом опускании территории; характер осадков говорит о том, что они могли накапливаться в прибрежной зоне либо рядом с базисом эрозии. Этот этап осадконакопления можно отождествить с суббореальным периодом голоцена. Относительно тонкий слой грубообломочного смерзшегося материала на глубине 185–195 см свидетельствует об активных вертикальных движениях в холодный бореальный период голоцена. Это было началом тектонического погружения. Мощный слой глинистых песков на глубинах 195–355 см является отражением спокойного геодинамического режима относительно теплого предбореального периода голоцена и почти всего потепления позднеледниковья. Самая нижняя сильно смерзшаяся часть всего разреза бурового керна в долине р. Кучелга на глубинах 355–370 см хорошо коррелирует с природно-геодинамическими условиями позднего сартана – начала позднеледниковья. В этот еще достаточно холодный период только что начавшиеся резкие кратковременные потепления климата приводили к массовому таянию ледников и снежников, последовавшему за ним выносу, отложению и переотложению алеврито-песчанистого материала исключительно временными водотоками, так как реки функционировали еще недостаточно эффективно для того, чтобы формировать осадочные толщи.

Геофизические работы в районе оз. Харгинское осуществлялись для малой тектонической формы с небольшой мощностью осадочного чехла. Для их контроля проведены сейсмоакустические работы для более мощных осадочных толщ на трех сейсмопрофилях: № 130 – в проливе Ольхонские Ворота, № 212 и 213 – в заливе Мухор (рис. 1). Развернутые сейсмоакустические записи двух последних

профилей оказались нечеткими вследствие повторных отражений дна и реверберации акустического сигнала. По сейсмопрофилю № 130 выделены граница фундамента и ее неровности, которые сnivelированы осадками. Внутренняя структура осадков не прослеживается, что говорит об их однородности и непрерывном накоплении. Верхи разреза, вскрытые грунтовыми трубками, подтверждают развитие песчаных толщ на бортах впадины и глинистых отложений – в центральной части, где на сейсмопрофилях отмечаются максимальные мощности осадков.

Полученные материалы и результаты проведенных ранее исследований [17] говорят о том, что в верхней части осадочного чехла существует ряд несогласий. Самое верхнее из них отмечает эрозионный врез и является репером низкого стояния оз. Байкал. На сейсмоакустических профилях в месте выхода пролива к Большому Байкалу несогласие фиксирует палеоделту в виде клиноформы длиной 1 км и мощностью осадков более 20 м. Граница между палеоделтой и перекрывающими ее осадками расположена на отметке 45 м ниже современного уровня оз. Байкал. Несогласие встречается по всему проливу, но отсутствует в осадках между современной р. Сарма и о. Огой, а также в центральной части залива Мухор. Оно срезает слои осадков на бортах пролива, а в средней части образует канал, который прослеживается на глубинах сейсмопрофиля около 30 м, но перекрыт современными отложениями, мощность которых в проливе колеблется от 8 до 12 м. Изучение материала из донных грунтовых трубок показало, что с поверхности этот слой состоит преимущественно из песчаной фракции и образован в результате переработки течением береговых и склоновых отложений.

Выявленное несогласие отражает последний эпизод низкого стояния оз. Байкал в максимум сартанского оледенения около 18000 лет назад\*, накануне позднеледниковья. Стояние озера в это время было на 45 м ниже современного уровня, поэтому большая часть пролива Ольхонские ворота и залива Мухор были сушей. Между современной р. Сарма и о. Огой существовало озеро глубиной до 20 м, которое соединялось протоками с Большим Байкалом; в него впадала р. Сарма. В северо-восточной, наиболее глубокой части залива Мухор также существовало изолированное бессточное озеро. Низкое стояние Байкала было достаточно длительным, чтобы сформировались эрозионные врезы и прибрежный галечник. В конце сартана началась активизация вертикальных тектонических движений, а в позднеледниковье происходило активное таяние горно-долинных ледников, повышение влажности климата и водности рек, что привело к росту уровня озера.

Со льда в заливе Мухор в районе островов Большой и Малый Тойнак, где предполагалось существование бессточного озера в позднем сартане, грунтовыми трубками были получены образцы алевроитовой глины сартанского возраста. Выяснение их мощности и условий залегания на кристаллическом фундаменте или более древних рыхлых отложениях позволило ответить на вопрос о колебаниях уровня озера, связанных с изменением климата и тектоникой. В основном донные отложения залива Мухор здесь представлены смешанным песчано-алеврито-пелитовым составом, с преобладанием песчаной фракции в юго-восточной части залива и алевроитовой в северо-западной части. В устьевой части залива были вскрыты глинистые осадки под песчано-гравийным слоем.

Анализ колонок позволил оконтурить границы распространения глин и выявить особенности стратиграфии осадков. В колонке ст. 53, в прибрежной зоне бухты Шида, вскрыта плохо отсортированная песчано-гравийная смесь. Колонки ст. 54, 55 и 57 показывают одинаковую последовательность типов осадков: 1) в верхней части – песчано-гравийный слой с укрупнением зерен с глубиной колонки; мощность от 5 см на ст. 54, до 7 см на ст. 55 и 8 см на ст. 57; 2) ниже – размыв, выраженный резкой сменой величины частиц при переходе песчано-гравийной смеси в глину; зерна гравия, иногда до 1 см в диаметре, плохо окатанные, часто давлены в глинистую толщу; 3) ниже глина имеет серовато-оливковый цвет, мылкая на ощупь и содержит примесь только алевроита; отмечаются небольшие линзы мелкозернистого песка; нижняя граница глин не вскрыта. Колонки ст. 58 и 59 представлены сходными песчано-алевритовыми отложениями, причем в колонке ст. 58 наблюдается укрупнение величины зерна с глубины 20 см и ниже, доходящее до крупнозернистого песка и гравия. Похожий разрез вскрыт в колонке ст. 100, отобранной в 1 км к югу от острова Большой Тойнак, в устьевой части залива Мухор (см. рис. 3). Мощность песчано-гравийного слоя на ст. 100 – 12 см, глинистый слой серовато-оливкового цвета содержит примесь алевроита. Для корреляции разрезов, определения источника привноса терригенного материала и геохимических характеристик определен химический состав донных осадков.

\* Здесь и далее по тексту будет указан календарный возраст, если он не оговорен специально.

Рентгено-флюоресцентным методом проанализировано 100 проб, отобранных с интервалом 1 см на ст. 53, 54, 55, 57, 58, 59, и 4 пробы из глинистого слоя с глубины 13, 17, 22 и 26 см на ст. 100. Для вычисления скорости осадконакопления важен момент появления  $^{137}\text{Cs}$  в колонке донных осадков. Он зафиксирован в третьем сантиметре песчано-гравийного слоя, т.е. все, что выше, накопилось за последние 70 лет. Средняя скорость составила 0.5 мм/год, что на порядок выше, чем в центральных частях основных котловин оз. Байкал, и сопоставима со скоростью осадконакопления в районе дельты р. Селенги [19]. Скорость накопления песчано-гравийного слоя была близка к постоянной за время, равное:  $50 \text{ мм}/0,6 \text{ мм/год} = 83 \text{ года}$  (при максимальной скорости осадконакопления) и  $50 \text{ мм}/0,4 \text{ мм/год} = 125 \text{ лет}$  (при минимальной). Правильнее придерживаться минимальной скорости. Значит, более века назад глинистые отложения оказались ниже уровня воды и стали перекрываться крупнозернистым осадочным материалом. Наличие разрыва между слоями указывает на перерыв в осадконакоплении. Длительность, возраст и скорость осадконакопления глин определены методом уран-ториевого равновесия. Выбраны две точки ядра MX-99-1 (рис. 5) с глубины 15–16 и 39–40 см с максимальным содержанием биогенного кремнезема.

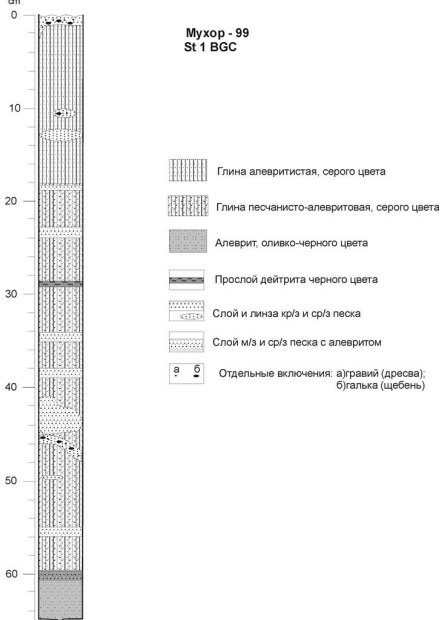


Рис. 5. Стратиграфический разрез колонки MX-99-1

На содержание  $\text{SiO}_{2\text{био}}$  изучено 35 проб, отобранных по керну через 2 см. На базе изохронного метода и измерения относительной тектонической активности проведено датирование донных отложений. Его применение к осадку скв. BDP-96-2 показало хорошее согласование с палеомагнитными возрастными и позволило выявить усредненные параметры гравитационного уплотнения отложений [6; 7]. Скорость осадконакопления в глинистом слое на интервале от 16 до 40 см равна:  $V = (40 \text{ см} - 16 \text{ см}) / (21.75 \text{ тыс. лет} - 14 \text{ т. л.}) = 3.1 \text{ см/тыс. лет}$ . Такая скорость характерна для глубоководных котловин оз. Байкал, а также мелководных участков и небольших озер со спокойным равномерным отложением осадков в ледниковые эпохи при слабой степени выветривания горных пород на площади водосбора. Используя это значение, можно оценить возраст верхней части слоя глинистых отложений под разрывом в колонке осадка:  $T_{\text{верх}} = 14 \text{ тыс. лет} - [(16 \text{ см} - 2 \text{ см}) / 3.1 \text{ см/тыс. лет}] = 9.5 \text{ тыс. лет}$ , т.е. верхний слой глинистых отложений соответствует началу атлантического периода голоцена. Возраст нижних слоев глинистых отложений будет равен:  $T_{\text{низ}} =$



21.75 тыс. лет + [(60 см – 40 см) / 3.1 см/тыс. лет] = 28.2 тыс. лет, что соответствует началу сартанского оледенения.

Слой глин был накоплен в основном в сартанское время, в мелководном озере, при медленном отложении пелитового материала. Смены песчано-гравийного слоя на глины наблюдаются на обширной площади акватории залива Мухор. Глинистые отложения имеют влажность в 3–4 раза меньшую, чем влажность глин из глубинных частей оз. Байкал, поэтому есть основания предположить, что площадь их распространения в акватории залива Мухор длительное время находилась выше уровня воды.

На сейсмопрофиле № 130 нижняя толща накапливалась в период активных вертикальных дифференцированных тектонических движений, верхняя – в спокойных геодинамических условиях. Это позволяет отождествить первую с геодинамической активизацией в каргинскую стадию позднего неоплейстоцена, а вторую – с геодинамической стабилизацией в сартанскую стадию. Согласно анализу глинистых отложений залива Мухор, за точку отсчета начала геодинамической стабилизации следует брать дату 28200 лет назад. Иссушение климата и спокойный геодинамический режим сартана способствовали постепенному снижению уровня Байкала. В заливах и мелких озерах (судя по геофизическим данным) происходило преимущественно пелагическое осадконакопление, но с началом позднеледниковья 15500 лет назад талые воды ледников и снежников стали поставщиком осадочного материала в предгорную часть Приморского хребта.

Природно-геодинамическую обстановку дополняет изучение разрезов наземных отложений. Разрез «Харга» заложен в предгорьях Приморского хребта на горизонтальной поверхности до глубин 132 см. В интервале 53–73 см отмечена субвертикальная сейсмогенная трещина с простиранием 65–70°, заполненная окarbonаченным суглинком и органическими остатками. Возраст органики по <sup>14</sup>C определен нами в 7200 ± 140 лет (СОАН-5776), а календарный возраст составляет 8030 ± 140 лет. Слой 120–132 см накапливался в предгорно-седловинных условиях в результате ритмичного поступления флювио-гляциального осадочного материала от периодически подтаивающих ледников и снежников, что соответствует позднеледниковью 15500–11700 лет назад. Потепление предбореальной стадии голоцена 11700–10800 лет назад [10] отражено в составе отложений слоя 95–120 см, когда привнос осадочного материала стал постоянным, а генезис отложений сменился с флювио-гляциального на делювиально-склоновый с примесью грубообломочного материала, что говорит об активизации геодинамических процессов.

В бореле за счет стаивания ледников и снежников в предбореле активные поверхностного стока со склонов заметно снизился, что отразилось в составе отложений слоя 73–95 см. В конце борела стали накапливаться тонкодисперсные с незначительным включением мелкой дресвы отложения слоя 45–73 см. С началом атлантики 10000–6000 лет назад геодинамическая активность стала снижаться и один из ее последних эпизодов привел к образованию трещины в низах слоя 45–73 см, но условия седиментации в нем до и после этого события оставались идентичными. Слой 12–45 см формировался, очевидно, в оптimum атлантической стадии, так как содержит фрагменты почв. Похолодание и иссушение климата суббореальной стадии 6000–3000 лет назад не объясняют полностью состав отложений слоя 9–12 см. Его формирование связано также с активизацией геодинамических процессов, поскольку нижняя граница слоя размытая, карманообразная, а сам он невыдержанный по простиранию, с включением крупного щебня и глыб. Верхний горизонт отражает процессы субатлантического и современного почвообразования.

Геодинамические условия суббореального и субатлантического периодов голоцена восстановлены на основе изучения разреза «Безымянный». По геоморфологическим условиям это предгорная равнина, на которой действие гравитационных факторов минимально. Мощность разреза составляет 95 см. Радиоуглеродные и калиброванные календарные датировки по разрезу приведены в табл. 1.

Нижний слой 78–95 см накапливался в гидрогеодинамических условиях со стабильным режимом атмосферных осадков, который обеспечивал осаждение песка, а в периоды таяния снега приносил щебень, который окатывался до средних показателей, что говорит о постоянстве течения водотока. Это характерно для конца субатлантической стадии: около 6500–6000 лет назад. Анализ слоя 69–78 см показывает резкое снижение количества осадков; водоток пересох и только при таянии снега или в отдельные годы оживлялся, приносил щебень, окатанность которого низкая. Это может быть следствием повышенной геодинамической активности, которую следует отождествить с началом суббореала. Слой 59–69 см говорит об изменениях климата. Влагообеспеченность возросла, но была распределена неравномерно. При таянии снега и в периоды дождей приносился грубообломочный материал, окатанность которого средняя. Слой 41–59 см указывает на

выравнивание климата, периоды резкого обводнения потока стали не такими сильными, а в промежутках вода в водотоке продолжала течь. Этот слой можно сопоставить с концом суббореала. Отложения в интервале 41–69 см накапливались в условиях, когда снижались объемы и продолжительность паводков. Причем вся толща 41–95 см формировалась в условиях русловой фации аллювия.

Таблица 1

Результаты радиоуглеродного анализа отложений разреза «Безымянный»

Глубина взятия образца, см	Радиоуглеродный возраст по $^{14}C$ , лет	Пересчет на календарный возраст с учетом погрешности	Лабораторный индекс	Скорость седиментации, мм/год
8-10	110±5	152 ± 84	COAH 5941	0,81
20-22	365±30	412 ± 66	COAH 5940	0,47
28-30	885±30	824 ± 61	COAH 5939	0,15
32-34	1040±60	965 ± 68	COAH 5776	0,26
36-38	1360±25	1294 ± 9	COAH 5938	0,15

Самая верхняя почвенно-торфянистая толща стала формироваться в первой половине субатлантики. Скорость торфонакопления в верхней 22-сантиметровой толще составляет 0,21 мм/год. Экстраполируя ее на всю толщу, получаем возраст около 2000 лет. Анализ слоя 36–41 см, представленного оторфованными суглинками, свидетельствует, что на фоне продолжающегося выравнивания режима водотока изменился ландшафтно-гидрологический и седиментационный режимы. Отложения начинают формироваться в условиях пойменной фации в стороне от основного водотока. В моменты особо крупных паводков мог происходить размыв рыхлых толщ с привнесом крупнообломочного материала (слабоокатанные единичные глыбы и щебень), индикатором чего является извилистая граница с нижележащим слоем. Включения древесных углей могут свидетельствовать о распространении пожаров. Радиоуглеродные датировки позволяют отождествить этот горизонт с первой половиной субатлантического периода голоцена.

Во время накопления слоя 30–36 см происходит два заметных изменения природно-геодинамических условий: 1) выровнялся климатический режим, а влагообеспеченность в течение года стала равномерной; 2) изменился гидрологический режим, территория седиментации стала периферийной частью долины. Оба фактора обеспечили аккумуляцию песчано-суглинистых оторфованных отложений, а небольшое количество щебня и дресвы привнеслось уже с прилегающих склонов, о чем свидетельствует их неокатанность. Отложения формируются в условиях фации высокой поймы. Активируется делювиальный снос склоновых отложений. Слой накапливался в начале второй половины субатлантики.

Верхние 30 см разреза «Безымянный» формировались последние 850 лет; скорость осадконакопления возростала, достигнув максимума 150 лет назад.

По скоростям торфонакопления разрез «Безымянный» сопоставим с разрезом «Кучелга» (табл. 2), в котором этот процесс, начавшись около 5200 лет назад, происходил сначала неактивно со скоростью 0,04 мм/год. И только около 2300 лет назад скорость торфонакопления возросла до 0,20 мм/год, что можно считать региональным показателем для Западного Прибайкалья, сопоставимым с современными величинами седиментации торфа [2]. Вероятно, лимитирующим фактором торфонакопления в суббореале являлась геодинамическая активность (погружение), которая привела в начале суббореального периода голоцена к поднятию уровня озера и трансгрессии вод залива Мухор, а в начале субатлантического периода – к тектоническому поднятию территории и опусканию уровня оз. Байкал, что и зафиксировано нами по результатам шнекового бурения, шурфования и геофизическими методами в районе разреза «Кучелга» и оз. Харгинское.

Тектоническая активизация в голоцене началась в виде локальных сбросов Приморского разлома, свидетельство чему – серия рвов и денудированных уступов в районе р. Сармы, которые рассекают предгорную равнину у подножия Приморского хребта. В результате вскрытия рвов канавами удалось восстановить возраст дислокаций [11]. Позднее, 10300–9300 лет назад, активизировались сдвиго-сбросовые структуры на границах грабенов, которые зафиксированы в рыхлых отложениях археологического памятника «Берлога» на южном берегу залива Куркут [1; 5]. На заключительном этапе, 8100–8000 лет назад, согласно данным по разрезу «Харга», активизировались сдвиговые дислокации в предгорной части.

Таблица 2

Результаты радиоуглеродного анализа отложений разреза «Кучелга»

Глубина взятия образца, см	Радиоуглеродный возраст по $^{14}\text{C}$ , лет	Пересчет на календарный возраст с учетом погрешности	Лабораторный индекс	Скорость седиментации, мм/год
1–2	130 ± 55	140 ± 103	СОАН 5425	0,15
8–9	315 ± 90	358 ± 105	СОАН 5426	0,38
14–15	915 ± 45	842 ± 56	СОАН 5427	0,10
20–21	1460 ± 90	1394 ± 85	СОАН 5428	0,11
33–34	2290 ± 90	2314 ± 131	СОАН 5429	0,16
41–42	4525 ± 50	5181 ± 98	СОАН 5430	0,04

Тектоническая активность 11500–8000 лет назад привела к снижению уровня Байкала (от того высокого уровня, который зафиксирован сейсмоакустическими исследованиями в проливе Ольхонские ворота) и формированию эрозионного уступа, отделяющего поздне-неоплейстоценовые террасы от поверхности высокой поймы, на которой рыхлые отложения накапливались в интервале 9500–5000 лет назад [14]. Котловины стали испытывать погружение, что в дальнейшем вызвало поднятие уровня озера Байкал с началом суббореального периода голоцена около 6000 лет назад. Кроме того, этому способствовали общее увлажнение и потепление климата. Геодинамический режим поздней атлантики отличался стабильностью, что наряду с климатом способствовало формированию почвенных горизонтов, остатки которых мы наблюдали в разрезе «Харга».

С резко континентальным холодным климатом суббореала, запечатленным в спорово-пыльцевых комплексах и артефактах многослойной стоянки «Улан-Хада», связаны трансгрессия вод залива Мухор и формирование гидралаколита Мухорский. Согласно нашим данным по разрезу «Харга» и результатам шнекового бурения этому способствовала и тектоническая активизация: стал формироваться абразионный уступ I байкальской террасы [13].

### Заключение

В заключение рассмотрим палеосхему природно-геодинамических обстановок и их смены в районе залива Мухор в позднеледниковье и голоцене.

До позднеледниковья происходила смена природно-геодинамических обстановок от повышенной активности в каргинское межледниковье (вертикальные движения – поднятие) до спокойного геодинамического режима сарганского оледенения. С началом саргана наступает тектоническая стабилизация. Спокойный геодинамический режим просуществовал приблизительно до 18000 лет назад: в это время отмечалось наиболее низкое стояние оз. Байкал, когда в районе залива Мухор была суша с небольшими озерами в районе дельты р. Сармы.

В конце саргана (18000–15500 лет назад) началась активизация вертикальных тектонических движений – погружение, а в начале позднеледниковья (15000–14000 лет назад) происходило активное таяние горно-долинных ледников, что привело к росту уровня Байкала. В этот холодный период только что начавшиеся резкие кратковременные потепления климата приводили к таянию ледников и снежников, выносу, отложению и переотложению алевроитно-песчанистого материала временными водотоками, так как реки функционировали еще недостаточно эффективно для того, чтобы формировать осадочные толщи. Во второй половине позднеледниковья устанавливается спокойный геодинамический режим.

Потепление предбореала отражено в составе отложений разреза «Харга». Привнос осадочного материала стал постоянным, а генезис отложений сменился с флювио-гляциального на делювиально-склоновый с примесью грубообломочного материала, что говорит об активизации геодинамических процессов. Тектоническая активизация после 11500 лет назад проявилась в виде локальных сбросов в зоне Приморского разлома. Позднее, 10300–9300 лет назад, активизировались сдвиго-сбросовые структуры на границах грабенов, которые зафиксированы в рыхлых отложениях археологического памятника «Берлога». На заключительном этапе активизации, около 9300–8000 лет назад, согласно данным по разрезам «Харга» и «Безымянный», проявились сдвиговые дислокации.

Разрез осадочной толщи оз. Харгинское свидетельствует о том, что на протяжении позднеледниковья – раннего голоцена происходит попеременно резкая активизация тектонических движений, сменяющаяся относительно продолжительными эпохами тектонического покоя. Но с началом атлантического периода голоцена и на всем его протяжении (об этом свидетельствуют

буровая колонка в долине р. Кучелга и разрезы грунтовых трубок в акватории зал. Мухор) геодинамический режим постепенно стабилизируется до начала суббореала.

В суббореальный период отмечается новая эпоха тектонической активизации – погружение. Похолодание и иссушение климата суббореальной стадии 6000–3000 лет назад не объясняют полностью состав отложений в разрезе «Харага». Его формирование связано и с активизацией геодинамических процессов, так как нижняя граница слоя размытая, карманообразная, а сам он невыдержанный по простиранию, с включением крупного щебня и глыб. Межгорные котловины стали испытывать активное погружение. Так, очевидная асимметрия котловины оз. Харгинское может свидетельствовать об активных суббореальных тектонических движениях. Погружение в котловине было быстрым, что не позволило процессам осадкообразования приспособиться под новый геодинамический режим.

На протяжении конца суббореала – начала субатлантики вертикальное тектоническое погружение сменилось горизонтальными подвижками, а с 2500–2000 лет назад устанавливается стабильный режим геодинамического покоя.

### Библиографический список

1. *Аржанникова А.В., Гофман Л.Е.* Проявление неотектоники в зоне влияния Приморского разлома // *Геология и геофизика*. 2000. Т. 41. №6. С. 811–818.
2. *Безрукова Е.В., Данько Л.В., Снытко В.А.* и др. Новые данные об изменении растительности западного побережья озера // *Доклады Академии наук*. 2005. Т. 401. №1. С.100–105.
3. *Безрукова Е.В., Тарасов П.Е., Кулагина Н.В.* и др. Палинологические исследования донных отложений оз. Котокель // *Геология и геофизика*. 2011. Т. 52. №4. С. 586–595.
4. *Воробьева Г.А.* Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск: Изд-во Иркут. госун-та, 2010. 205 с.
5. *Воробьева Г.А., Горюнова О.И.* Ранний–средний голоцен Приольхонья // *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 1997. С. 179–183.
6. *Гавшин В.М., Архипов С.А., Бобров В.А.* и др. Распределение естественных радиоактивных элементов в голоцен-плейстоценовых глубоководных отложениях озера Байкал и хронологические построения // *Геология и геофизика*. 1998. Т. 39(8). С. 1045–1058.
7. *Гольдберг Е.Л., Грачев М.А., Эджингтон Д.* и др. Уран-ториевая датировка двух последних межледниковий в осадках озера Байкал // *Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири*. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2002. С. 92–99.
8. *Данько Л.В., Безрукова Е.В., Орлова Л.А.* Реконструкция развития геосистем Приморского хребта во второй половине голоцена // *География и природные ресурсы*. 2009. №3. С. 48–55.
9. *Кузьмин С.Б., Данько Л.В., Снытко В.А.* и др. Новые данные о природных обстановках Прибайкалья в позднем голоцене // *Доклады Академии наук*. 2007. Т. 412. №1. С. 107–111.
10. *Кузьмин С.Б., Белозерцева И.А., Шаманова С.И.* Палеогеографические события Прибайкалья в голоцене // *Успехи современного естествознания*. 2014. №12. С. 62–75.
11. *Макаров С.А.* Геоморфологические процессы Приольхонья в голоцене // *География и природные ресурсы*. 1997. №1. С. 77–84.
12. *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.
13. *Палеолимнологические реконструкции*. Байкальская рифтовая зона. Новосибирск: Наука, 1989. 111 с.
14. *Сизиков А.М.* Долгопериодические изменения гидрологического режима рек Прибайкалья в голоцене // *Моделирование и прогнозирование геофизических процессов*. Новосибирск: Наука, 1987. С. 36–39.
15. *Скляров Е.В., Солотчина Э.П., Вологина Е.Г.* и др. Климатическая история голоцена Западного Прибайкалья в карбонатной осадочной летописи озера Холбо-Нур // *Доклады Академии наук*. 2010. Т. 431. №5. С. 668–674.
16. *Скляров Е.В., Солотчина Э.П., Вологина Е.Г.* и др. Детальная летопись климата голоцена из карбонатного разреза соленого озера Цаган-Тырм (Западное Прибайкалье) // *Геология и геофизика*. 2010. №3. С. 303–328.

17. Хлыстов О.М., Ханаев И.В., Грачев М.А. Свидетельства низкого стояния уровня озера Байкал во время последнего оледенения // Доклады Академии наук. 2008. Т. 422. №2. С. 254–257.

18. Bezrukova E.V., Hildebrandt S., Letunova P.P. et al. Vegetation dynamics around Lake Baikal since the middle Holocene reconstructed from the pollen and botanical composition analyses of peat sediments: Implications for paleoclimatic and archeological research // Quaternary International. 2013. Vol. 290–291. P. 35–45.

19. Colman S.M., Peck J.A., Hatton J., Karabanov E.B., King J.W. Biogenic silica records from the BDP93 drill site and adjacent areas of the Selenga Delta, Lake Baikal, Siberia // Journal of Paleolimnology. 1999. Vol. 21. P. 9–17.

20. Ishiwatari R., Fujino N., Brincat D. et al. A 35 kyr record of organic matter composition and  $\delta^{13}C$  of n-alkanes in bog sediments close to Lake Baikal: Implications for paleoenvironmental studies // Organic Geochemistry. 2009. Vol. 40. № 1. P. 51–60.

21. Kostrova S.S., Meyer H., Chaplign B. et al. Holocene oxygen isotope record of diatoms from Lake Kotokel (southern Siberia, Russia) and its palaeoclimatic implications // Quaternary International. 2013. Vol. 290–291. P. 21–34.

22. Mackay A.W., Bezrukova E.V., Boyle J.F. et al. Multiproxy evidence for abrupt climate change impacts on terrestrial and freshwater ecosystems in the Olkhon region of Lake Baikal, central Asia // Quaternary International. 2013. Vol. 290–291. P. 46–56.

23. Shichi K., Takahara H., Hase Y. et al. Vegetation response in the southern Lake Baikal region to abrupt climate events over the past 33calkyr // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. Vol. 375. P. 70–82.

Поступила в редакцию 21.01.2016

#### Сведения об авторах

##### **Кузьмин Сергей Борисович**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;  
Россия, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1;  
e-mail: kuzmin@irigs.irk.ru

##### **Хлыстов Олег Михайлович**

кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геологии Лимнологического института СО РАН  
Россия, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

##### **Мехоношин Петр Алексеевич**

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН;  
Россия, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1А

##### **Абалakov Александр Дмитриевич**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;  
Россия, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

##### **Шаманова Светлана Игоревна**

кандидат биологических наук, научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН;  
Россия, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1

#### About the authors

##### **Sergey B. Kuzmin**

Doctor of Geographical Sciences, Leader Scientist of Institute of Geography mem. V.B. Sotchava SB RAS;  
1, Ulanbaatar Str., Irkutsk, 664033, Russia;  
e-mail: kuzmin@irigs.irk.ru

##### **Oleg M. Khlystov**

Candidate of Geological-Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Geology of Limnological Institute SB RAS;  
3, Ulanbaatar Str., Irkutsk, 664033, Russia

##### **Petr A. Mekhonoshin**

Candidate of Geological-Mineralogical Sciences, Senior Researcher of Institute of Geochemistry mem A.P. Vinogradov SB RAS;  
1A, Favorsky Str., Irkutsk, 664033, Russia

##### **Alexander D. Abalakov**

Doctor of Geographical Sciences, Leader Scientist of Institute of Geography mem. V.B. Sotchava SB RAS;  
1, Ulanbaatar Str., Irkutsk, 664033, Russia

##### **Svetlana I. Shamanova**

Candidate of Biological Sciences, Scientist of Institute of Geography mem. V.B. Sotchava SB RAS;  
1, Ulanbaatar Str., Irkutsk, 664033, Russia

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Кузьмин С.Б., Хлыстов О.М., Мехоношин П.А., Абалаков А.Д., Шаманова С.И.* Изучение рыхлых отложений побережья и акватории Малого моря на Байкале для восстановления природно-геодинамических обстановок в позднеледниковье и голоцене // Географический вестник. 2016. №1(36). С. 23–36.

**Please cite this article in English as:**

*Kuzmin S.B., Khlystov O.M., Mekhonoshin P.A., Abalakov A.D., Shamanova S.I.* Investigation of Small sea shore and aquatic sediments on the Lake Baikal for restoration of natural-geodynamic conditions in the Late Glacial and Holocene // Geographicheskii Vestnik. 2016. №1(36). P. 23–36.

УДК 911.3:796 (470.53)

**И.В. Фролова, Л.В. Якимова**

### **ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ БЕРЕГОВЫХ ГЕОСИСТЕМ ВОДОХРАНИЛИЩ**

Берега Воткинского водохранилища разнообразны по геолого-геоморфологическим, гидроклиматическим и почвенно-биогеографическим характеристикам, рельефообразующим процессам и степени антропогенной освоенности. В настоящее время они все чаще вовлекаются в процесс хозяйственного освоения как территории организованного и неорганизованного рекреационного природопользования. Одним из качеств берегов водоемов является их эстетическая привлекательность. Результаты исследования показали, что определение эстетической привлекательности береговых геосистем водохранилищ с помощью балльной дифференциации достаточно объективно и возможно при наличии результатов картографических ландшафтных исследований. По степени эстетической привлекательности на исследуемом участке выделены привлекательные, малоприtractive и неприtractive урочища.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** береговые геосистемы, урочище, эстетические ресурсы, эстетическая привлекательность, пейзаж, водохранилище, рекреант.

**I.V. Frolova, L.V. Yakimova**

### **ASSESSMENT OF AESTHETIC APPEAL OF RESERVOIRS' COASTAL GEOSYSTEMS**

Shores of the Votkinsk reservoir are various according to geological and geomorphological, hydroclimatic and soil and biogeographical characteristics, relief-forming processes and degree of anthropogenous familiarization. Now all of them are more often involved in process of economic development as territories of organized and unorganized recreational environmental management. One of qualities of water bodies shores is their esthetic appeal. Results of research showed that determination of esthetic appeal of reservoir coastal geosystems via point differentiation rather objectively and possible in the presence of mapping landscape researches results. Attractive, a little attractive and unattractive stows are allocated on the studied area according to degree of aesthetic appeal.

**K e y w o r d s:** coastal geosystems, stow, aesthetic resources, aesthetic appeal, landscape, reservoir, tourist.

Ландшафт как объект рекреационного использования имеет разнообразные свойства, одним из которых является его эстетическая привлекательность. Для рекреационного природопользования наиболее значимыми являются эстетические ресурсы, выступающие важнейшим фактором при определении рекреантами мест отдыха. Известно, что береговые геосистемы равнинных водохранилищ являются экотонными ландшафтными территориями [10], формирующими пейзажное разнообразие как один из наиболее сильных аттрактивных факторов рекреационной