

УДК 551.482.6: 551.459 (571.54)

МОРФОГЕНЕЗ САРМИНСКОГО И СЕЛЕНГИНСКОГО ПОБЕРЕЖИЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Исследования проводятся при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-05-00286 «Природные процессы в устьевых областях притоков и на прилегающем побережье оз. Байкал в условиях естественных и антропогенных изменений» и гранта РФФИ 17-29-05052 офи_м «Экзоморфолитогенез устьев Байкальских притоков на современном этапе гидроклиматического цикла: моделирование и прогноз».

© Павлов Максим Валерьевич

ведущий инженер,
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН
664033, Россия, Иркутск, Улан-Баторская, 1
E-mail: maksimpravlov_v@mail.ru

© Ильичева Елена Анатольевна

кандидат географических наук, старший научный сотрудник,
Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН
664033, Россия, Иркутск, Улан-Баторская, 1
E-mail: lenail3663@mail.ru

Дана геоморфологическая характеристика побережий озера Байкал на примере устьев и прибрежных акваторий рек Сарма и Селенга. Определены ведущие процессы морфогенеза современного этапа, охватывающего период искусственного уровня режима озера Байкал. Колебания уровня на современном этапе вызвали, затопления значительных площадей, переформирование берегов и гидрографической сети в устьях рек. Проведено геоморфологическое зонирование субаэральной и субаквальной дельты реки Селенги в границах морфоскульптурных элементов Усть-Селенгинской депрессии. Дана характеристика современной поверхности дельты. Выделено пять геоморфологических зон от вершины дельты до подводного склона со специфичными формами рельефа междуканальных пространств и их литологическим составом, типами внутридельтовых озер, типами руслового процесса основных протоков. Показаны общие тенденции рельефоформирования на современном этапе с учетом изменений уровня Байкала и поступления наносов по русловой сети. Выделены типы берегов и донных отложений залива Провал и Хужир-Нуга. Для Сарминского побережья представлены новые данные о строении конуса выноса реки, гидрологического режима и произведено сравнение его формирования с дельтой реки Селенги на современном этапе.

Ключевые слова: конус выноса, дельта, субаэральная поверхность, берега, аккумуляция, эрозия, абразия, Байкал, Селенга, Сарма.

Введение

По последним данным на побережье Байкала насчитывается 470 устьев, из них 230 постоянных водотоков, 30 % составляют временные водотоки, около 20% эпизодические пади и распадки, работающие только при экстремальном увлажнении. Каждое устье это уникальная открытая геосистема. На наш взгляд, наиболее выразительны по своему геоморфологическому строению побережья и устья рек Сарма и Селенга, обладающие как специфическими, так схожими чер-

тами, и расположенные на противоположных берегах озера Байкал. В целом, устья рек западного берега озера Байкал представлены делювиально-пролювиальными конусами выноса. К ним относятся устья рек Голоустная, Бугульдейка, Сарма, Риты и др. Верхняя Ангара на северной оконечности озера Байкал создает дельту выполнения. На восточном берегу Байкала в основном развиты эстуарии, за исключением многолопостной дельты выдвигания реки Селенги. На южном побережье, также как и на западном, развиты конусы выноса рек Снежная, Хара-Мурин, Солзан, Утулик.

В данном исследовании, к современному этапу мы относим период формирования побережий Байкала при искусственном регулировании уровня. К августу 1962 г. уровень достиг отметки «нормального подпорного горизонта» — 266 см над нулем графика [10] и составил 453,27 м в не переуровненной Балтийской системе высот, что соответствует 453,82 м в Балтийской системе высот (БС), применяемой на топографических картах или 454,34 в Тихоокеанской системе. Позднее, к 1980 году, в результате регулирования уровень снизился на 1,2 метра, а в период 1985-95 гг. поднялся приблизительно на 1 метр [5]. Далее происходят незначительные колебания в пределах 0,30 м, в целом отмечается постепенное снижение уровня. По реконструкциям, предложенным А.Н. Афанасьевым [1] и дополненным последующими исследованиями. Период с 1959 по 1972 г. представляет собой максимальную фазу третьего векового уровня цикла, начавшегося в начале XX века. В этот период отмечались наивысшие уровни Байкала за последние 270 лет. Во многом этот подъем обусловлен техногенным вмешательством в естественный режим при строительстве и заполнении водохранилища Иркутской ГЭС. Маловодный период, продолжающийся с начала 2000 годов, мог бы ознаменовать окончание третьего уровня цикла Байкала по А.Н. Афанасьеву.

Уровень принимающего водоема представляет собой один из важнейших факторов морфогенеза побережий Байкала наряду с гидрологическими условиями и геолого-тектоническими предпосылками.

Материалы и методы

В работе применен ретроспективный анализ топографических карт масштаба 1:100000 (1956, 1986 и 1998 гг. издания), лоций и Атласа озера Байкал, составленным по материалам гидрографической экспедиции А.Ф. Дриженко, (1897-98гг.) [2, 16], космического снимка осени 2011 года (разрешение 1 метр) на участках исследования. Картографический материал приведен в единую проекцию, систему координат для сравнения плановых очертаний береговых линий, положения русел и их устьев. В работе используется Балтийская система высот, уровень Байкала рассчитывается по посту Бабушкин («ноль графика» — 453,82).

С 2003 года сотрудниками ИГ СО РАН проводятся ежегодные гидролого-морфологические полевые работы в дельте реки Селенги и заливе Провал. Установлены 13 постоянных мониторинговых гидрометрических постов на основных протоках, ведутся измерения глубинной и боковой эрозии. В полевые сезоны 2011 и 2012 гг. проведено эхолотирование акваторий с точностью 0,1 м и отбор проб донных отложений (128 поверхностных донных отложений; 5 кернов, мощностью до 1,3 м), 11 седиментационных ловушек. С 2013 г. исследования расширены на Сарминское побережье, где установлено 4 гидрометрических створа на

основных рукавах р. Сармы, отобрано 68 проб донных отложений из акватории. По полученным материалам составлены описания побережий, береговых разрезов, датирование проб, батиметрические схемы, схемы донных отложений заливов Провал и Хужир-Нуга.

Результаты и обсуждения

Река Сарма прорезает селевый конус выноса, сложенный валунами и глыбами с гравийно-песчаным наполнителем, сток реки рассредоточен по трем рукавам в устье. Поверхность конуса слабо полого выпуклая, осложненная веерами блуждания палеорусел, с глубинами тальвега до 1 метра. Поверхность имеет бугристо-грядовый микрорельеф, что может говорить о водо-грязекаменном характере селя, создавшего конус в раннем голоцене [7]. Также имеют место наледные проявления: современная наледь речных и надмерзлотных вод, а также наледные поляны более древних событий, приуроченные к главному узлу бифуркации. На поверхности конуса четко выделяются техногенные формы рельефа, представленные каналом, глубиной 3-4 метра и валами (дамбами), высотой до 2 метров сооруженные во второй половине XX века для работы ныне несуществующего рыбоперерабатывающего завода. Площадь конуса составляет около 15 км², среднее превышение вершины конуса над урезом озера Байкал — 15 м (472,6 м БС). Конус прорезан тремя современными слабомеандрирующими рукавами р. Сарма. Руслу рукавов ящикообразные, берега приглубые, террасы не выработаны. В левом рукаве в среднем течении развиваются побочни и осередки. Глубина русел достигает 1,5 м в узле бифуркации, но в среднем не превышает 0,3-0,8 м. Руслоформирующие наносы представлены хорошо и среднеокатанным глыбово-валунным материалом и гальками различной размерности. Руслу впадают в залив Хужир-Нуга (рис. 1).

В гидрологическом режиме выделяются половодье и паводки. Зимняя межень характеризуется крайне низким стоком или полным его отсутствием в феврале–начале марта. Во время обследования (июнь 2013-14 гг.) метки уровня высоких вод достигали 1 и более метра над бровками русел и в междуручьях пространствах.

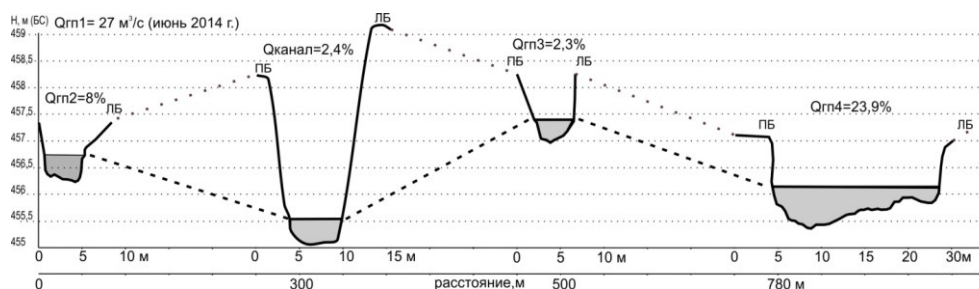


Рис. 1. Поперечные профили рукавов и распределение стока в устье р. Сарма

На устьевом участке, в 1 км от современной береговой линии Байкала, создан искусственный канал, дренирующий подземные воды конуса, который можно рассматривать как еще одно русло реки. Уровень грунтовых вод располагается на незначительных глубинах, что является причиной обводнения междуручьях пространств. Исследования распределения стока показывают, что более 50%

объема поступает в Байкал подрусловым стоком, что согласуется с более ранними работами по оценке притока подземных вод в озеро Байкал [11].

Сарминский конус выноса прослеживается в акватории залива Хужир-Нуга до глубин 2 м, и в основном перекрыт современными озерными осадками (рис. 2). Длина залива от мыса Улирба на юге до галечных кос на севере 6,3 км, ширина — 2,4 км, максимальные глубины в районе острова Малый Тойнак достигают 7–7,5 м, площадь залива — 6,7 км². Залив отчленен от озера Байкал галечными косами, островами Хунук и коренными скальными островами Большой и Малый Тойнак. На побережье развиваются различные типы берегов: абразионные, аккумулятивные, абразионно-аккумулятивные и фитогенно-дельтовые.

Донные осадки залива в основном представлены песками различной крупности, гальками и валунами. Исключение составляет прибрежная часть, где от береговой линии до глубин 4 м плавно сменяются пески к илам. Залив можно разделить на две области осадконакопления: озерный тип (илы), прибрежно-морской (галечки кос и пески). В районе островов Большой и Малый Тойнак и мыса Улирба донные отложения представлены грубообломочным неокатанным материалом, вплоть до глыб, илистая и песчаная фракции отсутствуют, что вероятно связано с сильными течениями [10].

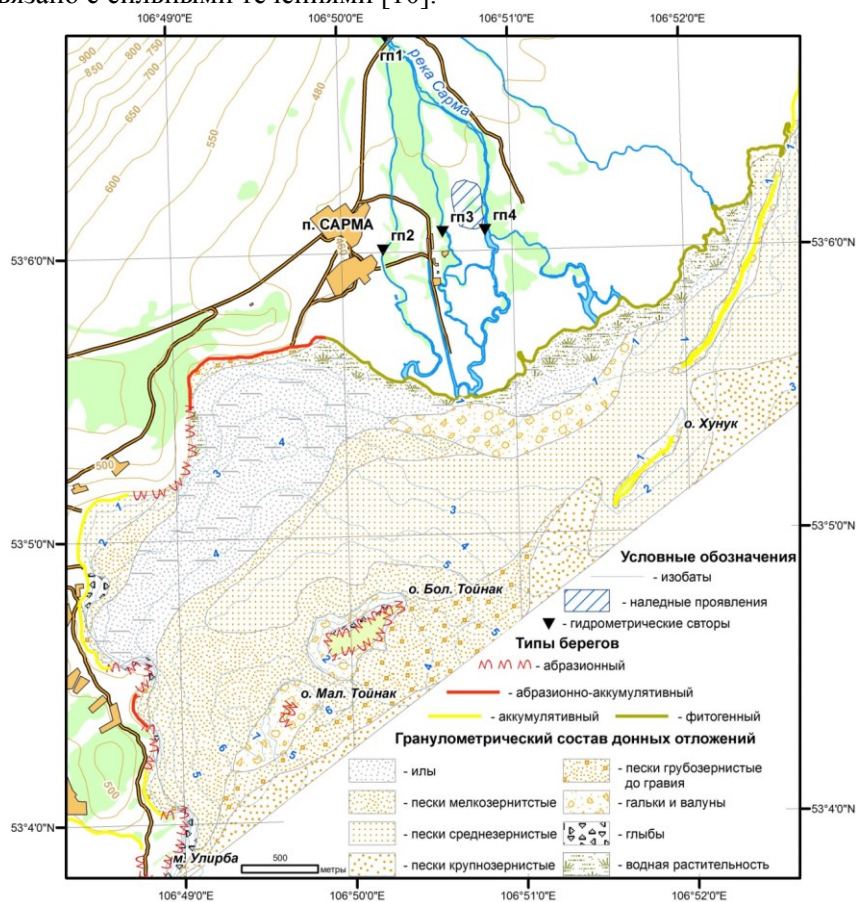


Рис. 2. Карта-схема донных отложений и типов берегов залива Хужир-Нуга

На Сарминском побережье изменения уровня Байкала выразились в подтоплении пляжей и периферийной части конуса выноса за счет подпора. Катастрофических размывов берегов не наблюдалось в связи с широким распространением кристаллических пород и высокими абсолютными отметками берегов.

Устье реки Селенги расположено на восточном берегу озера Байкал и представлено дельтовой равниной, площадью около 600 км² и прилегающими к ней мелководными водоемами Черкалов Сор и залив Провал.

Современная субаэральная поверхность дельты ограничивается с материковой части бровками позднеплейстоценовых террас, расположенными на отметках выше 460 м (БС), главным узлом бифуркации в районе с. Малое Колесово, ниже которого русло разбивается на три основных направления стока (Селенгинское, Среднеустьевское и Лобановское), и современной береговой линией озерного края дельты. Авандельта отделяется от озера цепью песчаных подводных баров, протягивающихся по периферии дельты на расстоянии 1–3 км от залива Черкалов сор на юге до мыса Облом на севере. Подводный склон дельты распространяется на расстояние 5 и более километров в акваторию оз. Байкал. Абсолютные отметки субаэральной поверхности дельты находятся в пределах 455,5–460 метров (БС), причем нижняя отметка зависит от сезонных флуктуаций уровня Байкала. Глубины в руслах составляют в среднем 2–3 м и могут достигать 10–11 м. Максимальные высоты террас (3–5 м) расположены на привершинных участках и по сторонам дельтового прогиба. В геоморфологическом плане субаэральную дельту реки Селенги можно разделить на 5 зон (рис. 3,4).

Первая от вершины дельты зона соответствует наиболее древнему геоморфологическому уровню с отметками выше 460 м (БС), представлена слабоволнистыми поверхностями Кударинской и Кабанской террас и их останцами, сложенными аллювиальными отложениями средне-позднеплейстоценового возраста и осложненная прогибами, занимаемые травяными болотами. У села Малое Колесово русло реки представляет собой врезанный в отложения Кабанской террасы меандр, который с 1956 г. (по данным топографической карты) эволюционировал из относительно спрямленного участка реки с развитой островной многорукавностью. Скорость сползания меандра на сегодняшний день составляет 10 метров в год.

На более низких отметках (460–458 м) дельтовая равнина представлена сочетанием русел протоков трех основных направлений стока и междуручьями пространствами с веерами блуждания, старичными озерами и понижениями.

В этом районе наиболее развиты эрозионно-аккумулятивные процессы, плановые смещения русел, преобладает русловая многорукавность. Зона характеризуется сочетанием останцов Кабанской террасы и современных пойменных и надпойменных уровней. Самыми молодыми формами являются осередки, косы и острова, развитые в руслах протоков с высотой бровок до 1 м. Поверхность зоны осложнена глубокими (до 2 м) многочисленными старицами и озерами и русловыми валами палеопотоков.

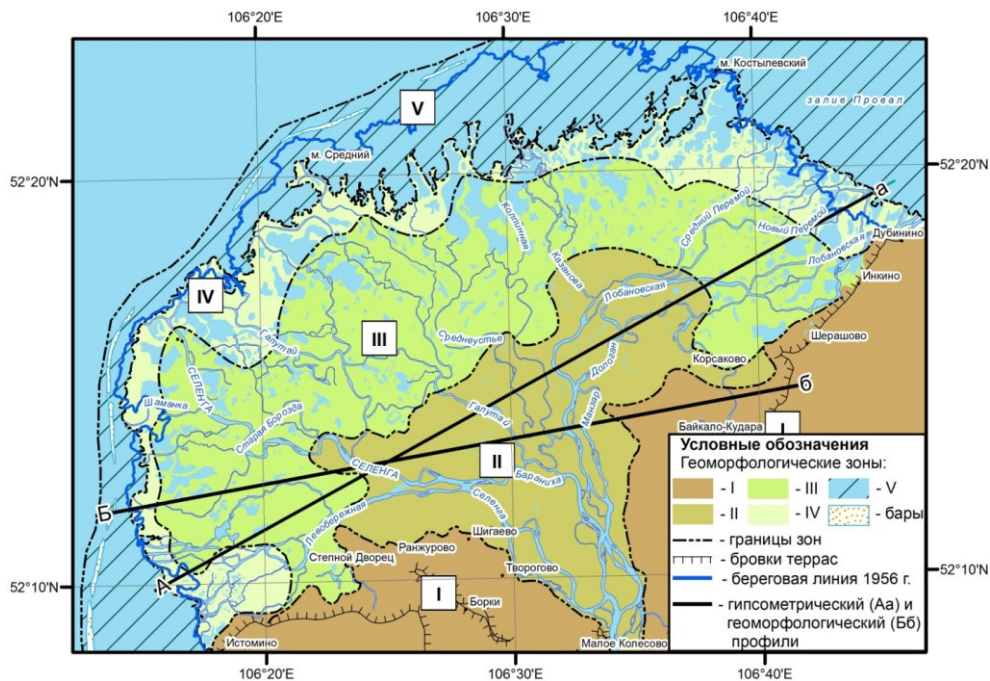


Рис. 3. Геоморфологическое зонирование дельты реки Селенги

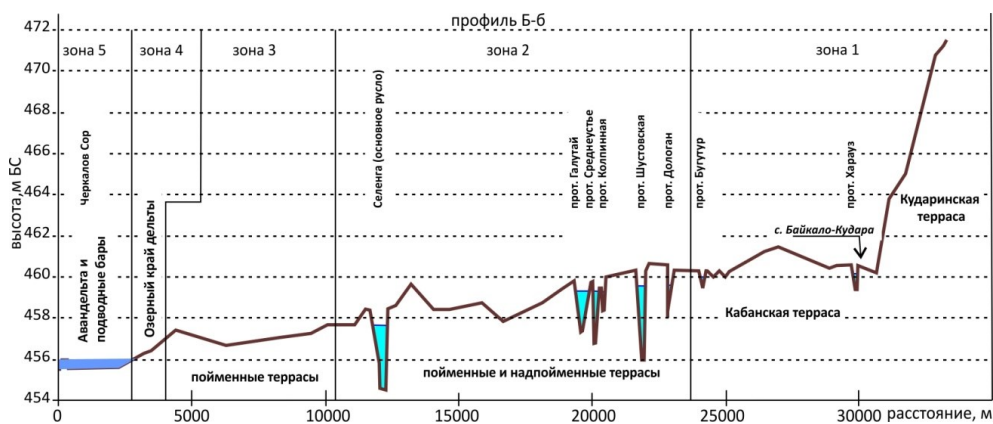


Рис. 4. Геоморфологический профиль

В пределах высот 458–456 м происходит интенсивное рассредоточение стока по мелким протокам, для их русел характерны малые уклоны (0,03 ‰) и подпор со стороны озера Байкал. Это область с избыточным увлажнением и контактом грунтовых и поверхностных вод; здесь распространены озера, заливные луга и болота, вдольрусловые заросли ив, тальников и тростников.

Озерный край дельты изобилует лагунными и лиманными озерами, подтопленными устьями, руслами, выходящими в соры до 2 км, а также молодыми формирующимися устьевыми барами. Высота поверхности от 456 м и ниже, в зависимости от уровня Байкала. Берега индицируются тростниками на подвод-

ных береговых валах, сложенных неуплотненными обводненными илами и мелким песком. По внешнему краю дельты и на поверхности озер повсеместно распространены гидрофиты, способствующие накоплению речных наносов и биомассы, что создает условия для выдвигания дельты.

Авандельта представляет собой соры (мелководные заливы с глубинами 0,4–1 м), лагунные озера, берега которых формируются русловыми валами устьев проток. Авандельта ограничена подводными песчаными барами и косами с отметками ниже уровня Байкала. Внешняя граница зоны нечеткая и изменяется в зависимости от уровня озера, и связанного с этим, положением подводных баров [4].

Рельефообразование Селенгинского побережья на современном этапе достаточно четко прослеживается по гипсометрическим моделям рельефа, составленным на основе топографических карт в различные годы.

На рисунках 3 и 5 показан гипсометрический профиль вариаций высоты поверхности дельты за три временных среза. Профиль 1956 г. (топографическая карта составлена по материалам съемок 1952 г.) характеризует поверхность дельты, сформированной при естественном ходе уровня озера. Точкой отсчета для описания режимов формирования дельты к 1956 году служат материалы Ф.К. Дриженко, однако при сопоставлении данных, возможно провести сравнение лишь положения береговой линии и площади дельты. Несмотря на то, что экспедиция 1898 года проводила съемку берегов при более низких средних годовых уровнях — 454,95 м БС, топографическая карта 1956 г. составлена по отметкам уреза 455,4 м БС, общая площадь дельты увеличивается на 40 км², в основном за счет выдвигания устьев проток Лобановская и Селенга (основное русло). В отдельные годы в этот период отмечаются максимум уровня Байкала 1932 года — 456,35 и минимум 1904 года — 454,41 м БС. Высота поверхности дельты к 1952 г. в среднем составляет 457 м.

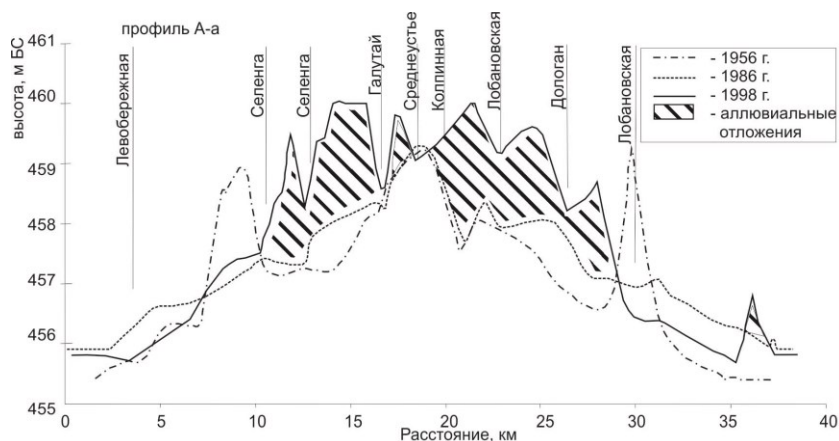


Рис. 5. Гипсометрические профили

Следующий временной срез 1986 года охватывает период значительного повышения уровня озера Байкал. Топографическая карта отображает состояние местности начала 1980-х годов. Нормальный подпорный горизонт, достигнутый в 1962 г. (266 см над нулем графика, соответствует 456,48 м БС), создает новые

современные условия формирования дельтового конуса. На протяжении десяти лет, вплоть до 1972 г., отмечены уровни близкие или превышающие НПП: 1962 г. — 277 см, 1963 г. — 280 см, 1964 г. — 289 см, 1966 г. — 267 см 1971 г. — 278 см [10]. Длительный подпор реки Селенги со стороны Байкала и экстремально большой сток (расходы составляли до 3500 м³/с в отдельные месяцы, при среднем многолетнем — 919 м³/с этого периода создают условия для выхода речных вод из русел на поймы и образования толщ пойменного аллювия, перекрывающего ранее созданные поверхности. В среднем отметки субаэральной поверхности дельты повысились до 457,6 м БС, произошла нивелировка междуканальных пространств, плановая перестройка протока дельты, появление новых (протока Левобережная) и исчезновение некоторых старых рукавов, увеличение площади озерного края дельты и изменения очертаний побережья.

После многоводного периода 1962–1972 гг. отмечается спад уровня Байкала приблизительно на 1 м до минимальных отметок 454,75 м БС в 1982 г. С 1985 по 1995 г. уровень снова поднимается с максимумом 1988 году 456,9 м БС и в дельте происходит новая перестройка и накопление аллювиальных отложений на поверхностях междуканальных пространств. Средняя высота дельты оценивается в 457,8 м БС.

Повышения уровня и накопление аллювиальных отложений фиксируется повсеместно в центральной части дельты. Изученный нами разрез острова Дологан сохранил свидетельства этих флуктуаций. Возраст основания разреза, на глубине 131–156 см от современной поверхности острова, соответствует 420±190 С¹⁴лет. Выше на глубине 80–100 см вскрывается погребенный пойменными отложениями почвенно-растительный слой, который мы относим к поверхности острова, сформированной к 1956 г. Верхние 0–80 см представлены волнисто-горизонтальными алевритово-песчаными отложениями. Венчает разрез современный почвенно-растительный слой.

С начала 2000 годов начинается маловодный период с низкими уровнями Байкала (до 455,34 м БС, 26.04–27.04.2015) и расходами 505 — 890 м³/с (рзд. Мостовой). При таких условиях протоки удлиняются, врезаются в свои же отложения, что сопровождается увеличением мутьевых потоков, поступающих в Байкал, снижаются биофильтрационные свойства дельты, происходит отмирания малых протоков, теряется гидравлическая связь с внутридельтовыми озерами.

Залив Провал, отделен от озера подводными песчаными барами, ограничен периферийной частью дельты реки Селенги и береговой линией залива, выдающейся в Байкал мысом Облом на севере. Своим происхождением залив обязан 10-ти бальному землетрясению 1862 года, когда ранее существовавшая Цаганская степь погрузилась под воду на 3–4 метра [6, 11, 12]. Залив Провал является приемным водоемом для вод реки Селенги, основная масса которых поступает по протоке Лобановская. В залив впадают несколько небольших речек и ручьев.

Современная площадь залива составляет 164 км². Береговая линия залива формируется за счет абразионно-аккумулятивной деятельности волн при сезонных колебаниях уровня Байкала и ветровых воздействий. При сравнении батиметрических данных с ДЗЗ выявляются амплитуды плановых изменений положения подводных форм рельефа. Косы и бары перемещаются на расстояние до 300 м в зависимости от сезонных и годовых изменений уровня озера Байкал.

Неоднородность залегания отложений по дну залива выявила различные типы осадконакопления (рис. 6). Илы и мелкозернистые осадки формируются за счет стока проток дельты и отлагаются в придельтовой акватории. Разнозернистые пески и алевриты приурочены к центральной части залива и распространены вплоть до мыса Облом и подводных баров. В прибрежной материковой части отлагаются грубозернистые осадки от песков разнозернистых до гальки. Основной материал поставляют водные массы протоки Лобановской, так, по данным за период экспериментальных наблюдений, средний объем наносов составил 1,7 млн. т/год за период открытой воды.

Берега залива Провал представлены тремя типами. Фитогенно-дельтовый берег развивается вдоль озерного края дельты р. Селенги, за счет поступления наносов, аккумуляции биогенного материала в мелководных зарастающих заливчиках. Абразионно-аккумулятивный берег простирается от с. Дубинино до с. Оймур и представлен останцами Кударинской и Оймурской террас, а также современным пляжевым комплексом, осложненным заболачиваемыми бухточками. Аккумулятивный берег, в целом, распространен от с. Дулан до Мыса Облом, где формируется современный пляж, между урезом залива и береговым валом.

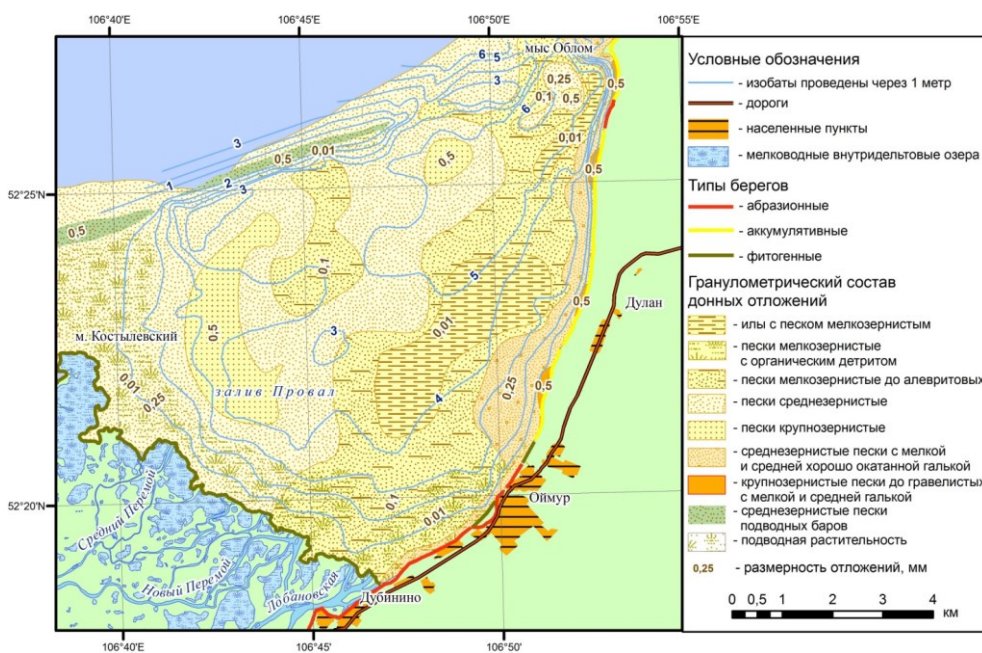


Рис. 6. Карта-схема донных отложений и типов берегов залива Провал

На небольших по протяженности участках отмечается современный абразионный берег, представляющий собой размываемый уступ высотой 0,5–1 метр. К таким участкам приурочены мелководные галечные взморья.

Скоростям осадконакопления в заливе посвящены работы [5, 6, 15, 25] и с некоторыми позициями мы соглашаемся, дополняя их данными бурения донных отложений, береговых разрезов залива и радиоуглеродным датированием маркирующих горизонтов.

Неоднократное колебание уровня отражается в строении разрезов береговых валов. В разрезе берегового вала между с. Дулан и одноименным ручьем отмечен слоистый торфяной слой у уреза залива Провал, видимой мощностью более 1 м. Торф перекрывается монотонными среднезернистыми песками до 0,8 м, выше залегает черный почвенно-растительный горизонт 0,1-0,18 м, захороненный под песчаными отложениями, современного берегового вала. Радиоуглеродный возраст торфяных отложений составляет по данным лаборатории СПбГУ 200 ± 40 лет. Таким образом, обнаруженный горизонт торфа может быть современником отложений ранее существовавшей Цаганской степи. По данным бурения в акватории (2012 г.) под 1-1,2 метровым слоем илов вскрываются уплотненный торф, предположительно того же возраста. Согласно современным скоростям осадконакопления оцененным по седиментационным ловушкам, при существующем режиме водообмена залив Провал достигнет состояния мелководного сора через 200 лет.

Заключение

Главной отличительной особенностью устьев рек Сарма и Селенга и побережий является процесс их формирования. Главенствующим фактором формирования селевого конуса выноса реки Сарма мог стать сеймотектонический, обусловивший катастрофическое схождение селевого материала по долине и создавшего делювиально-пролювиальный конус. В дальнейшем, форма конуса изменялась незначительно, флювиальным, абразионным и фитогенными процессами.

Формирование дельты реки Селенги продолжается по настоящее время и ведущим фактором выступают флювиальный, определяющий сток воды и наносов и изменения уровня Байкала, которые создают современный облик дельтовой равнины.

Развитие Селенгинского и Сарминского побережий в разной степени интенсивности связано с изменениями уровня принимающего водоема, который в первую очередь зависит от поступления вод реки Селенги и регулирования Иркутской ГЭС. Поступление наносов с бассейна р. Селенги играет важнейшую роль в формировании дельты, как замыкающего звена речной системы. Поэтому любые изменения в бассейне реки могут привести к переформированию и исчезновению побережий Байкала. Особо актуальным этот вопрос становится на сегодняшний день в связи с глобальными планами строительства монгольских ГЭС и, одновременно, проходящими программами правительства РФ по защите и развитию Байкальского региона.

Литература

1. Афанасьев А.Н. Водный баланс оз. Байкал // Тр. Байкал. лимнол. станции / Исследования гидрологического режима Байкала. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 18. С. 7-154.
2. Богоявленский Б.А. Моделирование природы озёрного края селенгинской дельты, её динамика и прогноз развития / История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. Сибирь и Дальний Восток. Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 1979. С. 105 –128.
3. Вологина Е.Г., Калугин И.А., Осуховская Ю.Н., Штурм М., Игнатова Н.В., Радзиминович Я.Б., Дарьин А.В., Кузьмин М.И. Осадконакопление в заливе Провал (озеро Байкал) после сейсмогенного опускания участка дельты реки Селенги.

4. Зорин Л.В. Формирование дельты Селенги и образование залива Провал // Уч. зап. МГУ, Сер. Геоморфол., 1956. Вып. 182. С. 193-196.
5. Иванов В.В., Коротаяев В.Н., Лабутина И.А. Морфология и динамика дельты р. Селенги // Вестн. МГУ, 2007. Сер. 5. География, № 4. С. 48-54.
6. Ладохин Н.П. Современные тектонические движения в заливе Провал и методика их изучения // Изв. АН СССР, сер. геогр., 1960, Том 9, № 1-2. С. 59-66.
7. Макаров С.А. Сели Прибайкалья. — Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012. — 111 с.
8. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бережных Т.В., Осипчук Е.Н. Риски маловодных и многоводных периодов для озера Байкал // География и природные ресурсы. — Издательство "ГЕО", 2016. — № 5. С. 29-38.
9. Пинегин А.В., Рогозин А.А., Лещиков Ф.Н., Кулиш Л.Я., Якимов А.А. Динамика берегов озера Байкал при новом уровненом режиме. — М.: Наука, 1976. — 88 с.
10. Писарский Б.И. Закономерности формирования подземного стока в бассейне озера Байкал. — Новосибирск: Наука, 1987. — 157 с.
11. Рогозин А.А. Береговая зона Байкала и Хубсугула. Морфология, динамика и история развития. — Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 1993. — 168 с.
12. Тулохонов А.К., Андреев С.Г., Батоев В.Б., Цыденова О.В., Хлыстов О.М. Природная микролетопись новейших событий в бассейне озера Байкал // Геология и геофизика, 2006, т. 47 (9), С. 1043—1046.

MORPHOGENESIS OF THE SARMA AND SELENGA SHORES OF LAKE BAIKAL

Maksim V. Pavlov

leading engineer, V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
664033, Russia, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1
E-mail: maksimpavlov_v@mail.ru

Elena A. Picheva

Senior Researcher, Candidate of Geographic Sciences,
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
664033, Russia, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 1
E-mail: lenail3663@mail.ru

The paper discusses the issues of landforming of the Baikal Lake shores at the modern stage. The authors consider the modern stage of shores landforming as a time after Irkutsk hydropower dam construction until present. The maximum Baikal level rising was observed in 1962-1972 years which was coincided with high water level period of the last hydro climatic cycle. The rise of water level is fixed 289 cm above "0" benchmark or 456,7 meters above sea level (Baltic system). The level fluctuations were led to flooding of significant areas, restructuring of shores and river networks in its mouths. The types of the Baikal lake shores are shown in the paper. The comparison of the mouths is made on the example of the Selenga River delta and Sarma diluvium fan. The geomorphology map, hypsometric schemes and maps of bottom sediments of Proval bay and Khuzhir-Nuga bay is presented.

Keywords: diluvium fan, delta, subaerial surface, banks, shores, accumulation, erosion, abrasion, Baikal, Selenga, Sarma.

References

1. Afanasiev A.N. Vodnyi balans oz. Baikal / Trudy Baikal. limnol. stancii / Issledovanija gidrologicheskogo rezhima Baikala. M.;L.: Izd-vo AN SSSR, 1960. Tom 18. S.7-154.

2. Bogojavlenskij B.A. Modelirovanie prirody ozjornogo kraja selenginskoj delty, ejo dinamika i prognoz razvitija / Istorija razvitija rechnyh dolin i problemy melioracii zemel'. Sibir' i Dalnij Vostok. — Novosibirsk: Nauka. Sib.otd-nie, 1979. — S.105–128.
3. Vologina E.G., Kalugin I.A., Osuhovskaja Ju.N., Shturm M., Ignatova N.V., Radziminovich Ja.B., Dar'in A.V., Kuz'min M.I. Osadkonakoplenie v zalive Proval (ozero Baikal) posle sejsmogenogo opuskanija uchastka delty reki Selengi. — Geologija i geofizika, 2010, Tom 51, № 12, s. 1640—1651.
4. Zorin L.V. Formirovanie del'ty Selengi i obrazovanie zaliva Proval. —Uch.zap. MGU, Ser. Geomorfol., 1956. — Vyp.182. — S.193-196.
5. Ivanov V.V., Korotaev V.N., Labutina I.A. Morfologija i dinamika delty r. Selengi / Vestn. MGU, 2007, — Ser. 5. Geografija, № 4. — S.48-54.
6. Ladohin N.P. Sovremennye tektonicheskie dvizhenija v zalive Proval i metodika ih izuchenija. — Izv. AN SSSR, ser. geogr., 1960, — Tom 9, № 1-2. — S. 59-66.
7. Makarov S.A. Seli Pribaikalija. — Irkutsk: Izdatel'stvo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2012. — 111 s.
8. Nikitin V.M., Abasov N.V., Bereznyh T.V., Osipchuk E.N. Riski malovodnyh i mnogovodnyh periodov dlja ozera Baikal / Geografija i prirodnye resursy. — Izdatel'stvo "GEO", 2016. — № 5. S. 29-38.
9. Pinegin A.V., Rogozin A.A., Leshhikov F.N., Kulish L.Ja., Jakimov A.A. Dinamika beregovozer Baikal pri novom urovennom rezhime. — M.: Nauka, 1976. — 88 s.
10. Pisarskij B.I. Zakonomernosti formirovanija podzemnogo stoka v bassejne ozera Baikal. — Novosibirsk: Nauka, 1987. — 157 s.
11. Rogozin A.A. Beregovaja zona Bajkala i Hubsugula. Morfologija, dinamika i istorija razvitija. — Novosibirsk: Nauka. Sib.otd-nie, 1993. — 168 s.
12. Tulohonov A.K., Andreev S.G., Batoev V.B., Cydenova O.V., Hlystov O.M. Prirodnaja mikro-letopis novejsih sobytij v bassejne ozera Baikal / Geologija i geofizika, 2006, t. 47 (9), s. 1043—1046.