

Е.Г. ПЕРЯЗЕВА, А.М. ПЛЮСНИН, А.В. УКРАИНЦЕВ

Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а, Россия,
peryazeva75@mail.ru, plusnin@ginst.ru, ukraintsev87@bk.ru

ТРАНСФОРМАЦИЯ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА В РАЙОНЕ ДЕЛЬТЫ СЕЛЕНГИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Представлено обоснование преобразования селенгинского побережья оз. Байкал под воздействием абразионных и аккумулятивных процессов, связанных с подъемом уровня Байкала при строительстве Иркутской ГЭС. Показано, что в первые годы после зарегулирования стока происходил интенсивный размыв всего побережья. На основании обработки и сравнения картографического материала разных лет показано, что произошло существенное уменьшение протяженности и площадей островов, полуостровов, песчаных баров в заливах Сор, сор Черкалова, в дельте р. Селенги. В настоящее время в период осенних штормов продолжают разрушение песчаных островов в устьях рек и перенос песчаного материала вдоль берега. Показано, что уменьшение поверхности дельты р. Селенги связано с изменениями условий осадконакопления. Крупная фракция твердого стока стала аккумулироваться в средней дельте, в озерную поступает только тонко взвешенный материал.

Ключевые слова: абразионные и аккумулятивные процессы, подъем уровня оз. Байкал, песчаные образования, осадконакопление, береговая эрозия.

E.G. PERYAZEVA, A.M. PLYUSNIN, A.V. UKRAINTSEV

Dobretsov Geological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
670047, Ulan-Ude, ul. Sakhyanovoi, 6a, Russia
peryazeva75@mail.ru, plusnin@ginst.ru, ukraintsev87@bk.ru

TRANSFORMATION OF ACCUMULATIVE LANDFORMS IN THE AREA OF THE SELENGA RIVER DELTA UNDER THE INFLUENCE OF CHANGES IN BAIKAL LEVEL

This article provides a substantiation for the transformation of the Lake Baikal coast in the area of the Selenga river under the effect of abrasion and accumulation processes associated with the Lake Baikal level rise during the construction of the Irkutsk hydroelectric power plant. It is shown that in the first years after the runoff regulation, an intense erosion of the entire coast occurred. On the basis of processing and comparing cartographic material from different years it was found that there occurred a significant decrease in the length and area of islands, peninsulas and sand bars in the Sor and Cherkalova Sor bays and in the Selenga delta. At present, destruction of sandy islands in the mouths of the rivers and the transport of sandy material along the coast continue during the autumn storms. It is shown that the decrease of the Selenga delta surface is associated with changes in sedimentation conditions. Coarse fraction of the solid runoff began to accumulate in the middle delta, and only fine suspended material enters the lake delta.

Keywords: abrasion and accumulation processes, Lake Baikal level rise, sand formations, sedimentation, bank erosion.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее интенсивному разрушению после подъема уровня оз. Байкал подверглись песчаные бары, которые сформировались в местах впадения в озеро крупных рек, приносящих взвешенный материал. Эти песчаные образования выполняют важную экологическую функцию, защищая от воздействия волн часть акватории озера, в которой происходит воспроизводство рыбных ресурсов. Подъем уровня озера привел к тому, что песчаные образования стали подвергаться более интенсивному волновому воздействию, что вызвало усиление процессов размыва. В результате волновой деятельности за короткий промежуток времени произошли значительные изменения в конфигурации баров, островов. Также после подъема уровня Байкала изменились условия осадконакопления в устьях рек, связанные с взаимодействием в системе река – озеро.

В настоящей работе приведены количественные данные изменения песчаных образований баров в Посольском соре и островов в дельте р. Селенги за последние годы; рассмотрены процессы, определяющие эти изменения, и предложены методы их защиты от разрушения.

МЕТОДИКА

Исследования включали в себя камеральные и полевые работы. В камеральный период на основе топографических карт были проанализированы площади и геоморфологические особенности песчаных образований. Использовались карты, созданные на основе топографических съемок до и после подъема уровня Байкала плотиной Иркутской ГЭС. При рассмотрении песчаных образований Посольского сора (другое название — залив Сор) для сравнения были взяты топографические карты м-ба 1:50 000 выпуска 1942 г. [1] и 2011 г. [2]. Для оценки произошедших изменений в форме песчаных кос и островов подобранные карты сканировались и накладывались друг на друга в графическом редакторе Corel Draw X4. С целью точного сопоставления изображений они приводились к единому масштабу и привязывались по нескольким неизменным объектам, расположенным на побережье. Для сравнения площади песчаных кос и островов на карты и космоснимки из информационной системы сервиса Google Earth Pro в соответствии с координатной привязкой накладывалась километровая сетка. Затем выделялась интересующая нас площадь, и с помощью графического редактора рассчитывалось отношение площади выделенной сложной фигуры к квадрату 1×1 км.

В полевой период проводились маршрутное обследование местности, измерение размеров геологических образований, определение физико-химических показателей вод, отбирались образцы пород и вод для лабораторных исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Песчаный бар отделяет заливы Посольский сор и Малый сор от Байкала. Он сформировался за счет песчаного материала, принесенного реками Култушная, Абрамиха, Толбазиха, Большая Речка. Считается, что это произошло 500–600 л. н. после опускания части суши [3]. Накопленный в устьях рек рыхлый материал стал перемещаться волнами к берегу. На границе опустившегося блока пород вначале образовалась цепочка островов, впоследствии объединившихся в два полуострова, которые протягиваются в северо-восточном направлении на расстояние 13,5 км (рис. 1, а).

Нам представляется, что эта гипотеза образования бара логически обоснована и подкрепляется имеющимся фактическим материалом. Фациальный состав осадочных отложений, слагающих косы, меняется от песчаного до гравийно-галечно-валунного. Вблизи предполагаемых устьев рек в отложениях баров преобладает галечно-валунный материал. Особенно крупные фракции осадочных отложений, размер частиц которых достигает 100–200 мм, располагаются в северной части п-ова Карга, отделяющего залив Малый сор от Байкала. Это место, вероятно, находится в пределах древнего русла р. Большая Речка. Еще одним аргументом в пользу этой гипотезы является присутствие в северной части п-ова Карга плосковершинного холма, возвышающегося над поверхностью косы на 6–7 м. Размеры этого образования составляют 163×45 м, он сложен осадочными отложениями различного генезиса, поверхность ровная, сверху залегают почвы с гумусовым горизонтом 15–20 см. В разрезе на глубине 40–50 см выделяется горизонт погребенных почв. Его геологическое строение не соответствует песчаным образованиям косы; вероятно, он представляет собой останец берега, который здесь был до погружения блока пород при формировании залива. На противоположном берегу пролива, соединяющего Малый сор с заливом Посольский сор, на удалении 550 м располагается мыс, сложенный аналогичными породами.

На рис. 1, а представлена карта залива Посольский сор с двумя полуостровами, которые разделены проливом Прорва на южную и северную части. Ширина пролива ранее не превышала 100 м. Южная часть полуострова имела протяженность 7,25 км, северная — 6,15 км. Наибольшая ширина южной части полуострова достигала 380 м, северной — 270 м. Максимальные отметки высот находились в северной части полуострова и достигали 463 м в Балтийской общесоюзной системе высот (БС). В средней части полуострова абсолютные отметки понижались до 455,7 м БС, к югу — возрастали до отметок 457,9; 458,1; 459 м БС.

После подъема уровня озера полуостров подвергся интенсивному размыву. На рис. 1, а видно, что изменилась протяженность южной и северной частей бара. В средней части бара сформировался пролив шириной 1,1 км. Его образование произошло не на месте существовавшего ранее пролива

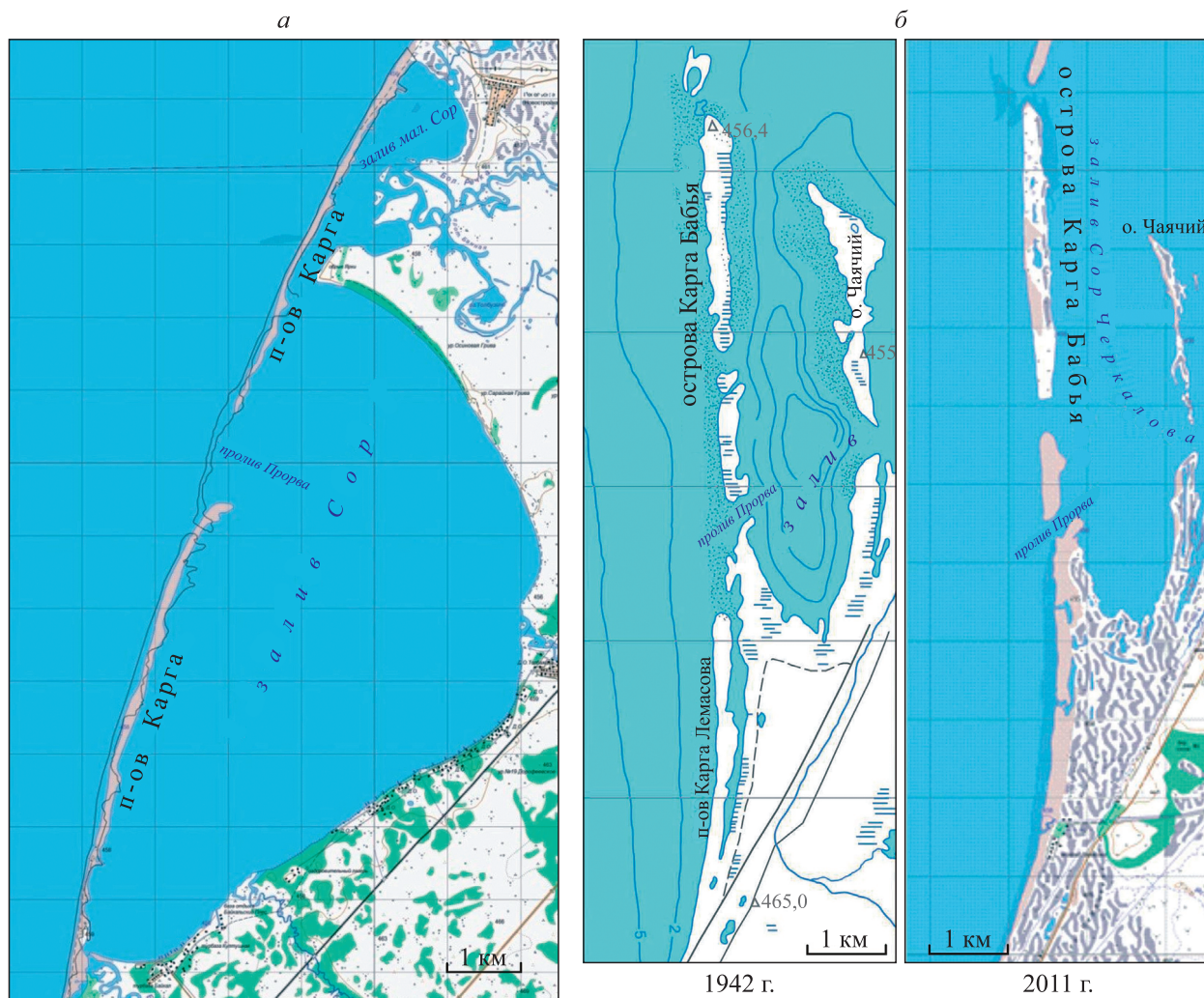


Рис. 1. Карта района залива Посольский сор, составленная по материалам съемки 2011 г. (а), и карты побережья оз. Байкал в районе с. Исток (б) за 1942 г. [1] и 2011 г. [2].

Черной линией показан контур п-ова Карга с топографической карты 1942 г.

Прорва, а севернее, за счет размыва песков бара. Таким образом, северная часть полуострова стала короче, его длина — 5 км. Южная часть бара удлинилась: на период проведения геодезической съемки в 2011 г. ее длина составила 7,4 км. Наибольшая ширина полуостровов не превышает 160 м. Общая площадь этого песчаного бара сократилась на 0,408 км², площадь южного полуострова — на 0,078 км², северного — на 0,33 км². В результате подъема уровня озера изменилась конфигурация бара, исчезли выступы и мелкие заливы на стороне, обращенной к заливу Посольский сор. Поверхность бара стала ровной, без бугров и впадин. Под воздействием волн западного направления песчаные отложения, слагающие бар, сместились в сторону Посольского сора, особенно это хорошо видно в его южной части. Повышение уровня озера активизировало размыв берегов повсеместно [4], в результате чего усилился вдольбереговой поток наносов. В настоящее время основной поток наносов формируется волнением северо- и юго-западных румбов [5]. Процесс перестроения песчаных отложений не прекратился, полуостров продолжает интенсивно размываться, особенно в период осенних штормов.

Вследствие подъема уровня озера и активизации абразионных процессов произошла коренная перестройка конфигурации побережья в районе залива сор Черкалова. Этот когда-то живописный берег был местом отдыха населения. С карт исчез п-ов Карга Лемасова, площадь которого составляла 0,646 км² (см. рис. 1, б). В результате волновой деятельности пески, слагающие этот полуостров, передвинуты к берегу. Соответственно, исчез и залив, который отделял этот полуостров от берега.

Южный остров Карга Бабья уменьшился в размерах: его площадь до подъема уровня Байкала достигала 0,412 км², а в 2011 г. составляла всего 0,254 км². Существенно сократилась площадь о. Чайный — от 0,978 до 0,275 км².

Значительные изменения произошли в дельте р. Селенги. Основными природными факторами, оказывающими влияние на дельту реки, являются колебания уровня Байкала, гидрологический режим Селенги и ландшафтные характеристики островов [6]. Конфигурация и морфометрические параметры русел и островов быстро варьируют в пространстве и времени. Происходит изменение фарватера реки, размыв островов и образование осередков [7]. Считается, что динамичность субэкральной поверхности дельты, обусловленная современными эрозионно-аккумулятивными процессами, в наибольшей степени проявляется в периоды повышенной водности. В 1986 г. площадь дельты составляла 602 км², 1998 г. — 535, 2007 г. — 558, 2011 г. — 543 км² [8]. Причина уменьшения связывается с затоплением поверхности; возможно, происходит уплотнение дельтовых отложений.

Необходимо отметить, что 1986 г. характеризуется как многоводный. Этот многоводный период начался в 1984 г. и продолжался четыре года. Затем был один год маловодный и вновь наступил многоводный период, продолжавшийся до 1995 г. В это время произошло сокращение поверхности дельты на 67 км². Потом начался длительный период маловодных лет, который продолжался до 2020 г. Средний уровень воды в озере держался на отметке 456,4 м, что на 0,8 м выше среднего уровня до перекрытия Ангары. По литературным данным, площадь дельты вначале возросла на 23 км², а затем сократилась на 15 км² [6]. Зафиксированные изменения в площади дельты достигают более 10 %. В первый период (с 1986 по 1998 г.) дельта сократилась на 11 %, затем (с 1998 по 2007 г.) возросла на 4,3 %, и наконец, с 2007 по 2011 г. вновь уменьшилась — на 2,7 %. Разброс измеренных значений существенен. Чтобы убедиться в правильности тенденции изменения площади, в дополнение к имеющимся литературным данным нами произведено измерение площади дельты по топографической карте 1982 г. [9] и космоснимку 2020 г. Для расчета площади использовались исторически сложившиеся границы от главного узла бифуркации в с. Малое Колесово до с. Дубинино на северо-востоке и с. Истомино на юго-западе. Внешняя граница проведена по выделяющимся участкам суши. Расчеты показали, что в 1982 г. площадь дельты составляла 568 км², в 2020 г. — 517 км².

Из графика (рис. 2) видно, что с 1982 по 2020 г. произошло существенное сокращение площади дельты. Это может быть связано с затоплением островов водами Байкала, процессами уплотнения и проседания осадочных отложений, вертикальными тектоническими движениями на этой территории, изменением условий осадконакопления и др.

Для выяснения роли процессов, под воздействием которых произошло уменьшение площади, нами по отдельности подсчитаны площади, ограниченные во внешней части дельты устьями протоков Лобановская — Средний Перемой, Средний Перемой — Галутай, Галутай — Шумиха (табл. 1). Обоснование и деление площади дельты на эти участки впервые произведено в работе [10], в которой они названы Лобановским, Среднеустьевским и Селенгинским секторами соответственно. Эти участки дельты характеризуются значительными различиями в условиях формирования твердого стока. Из данных, представленных в табл. 1, видно, что площади секторов за 19 лет претерпели изменения в разной степени. Наибольшее уменьшение площади произошло в средней части дельты, заключенной между протоками Средний Перемой — Галутай. Здесь изменения составляют более 50 % от всех произошедших в дельте за этот период. Второе место по значимости изменений занимает северный сектор, расположенный между протоками Лобановская — Средний Перемой. Меньше всего подвергся изменениям участок дельты между протоками Галутай — Шумиха.

Бары, отчленяющие заливы Посольский сор, сор Черкалова от Байкала, и отложения дельты р. Селенги находятся в различных гидродинамических условиях. Песчаные бары подвергаются сильному воздействию волн, которые обрушиваются на эти песчаные образо-

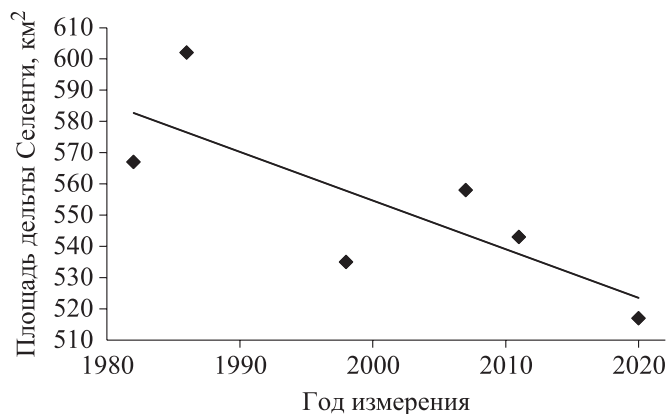


Рис. 2. Площадь дельты р. Селенги в период с 1982 по 2020 г.

Таблица 1

Площадь дельты р. Селенги (по данным измерения 1982 и 2020 гг.)

Объект	Площадь, км ² (%)		Изменение площади, км ² (%)
	Топографическая карта 1982 г. [9]	Космоснимок 2020 г.	
Лобановский сектор (протока Лобановская – Средний Перемой)	118,9 (21)	104,6 (20,2)	14,3 (28,7)
Среднеустьевский сектор (протока Средний Перемой – Галутай)	262,3 (46,2)	236,6 (45,7)	25,7 (51,3)
Селенгинский сектор (протока Галутай – Шумиха)	186,2 (32,8)	176,1 (34,1)	10,1 (20)
Общая площадь	567,4 (100)	517,3 (100)	50,1 (100)

вания. Вследствие перехлестывания волн через тело кос, баров, песок перемещается в сторону берега. В этих местах с береговой стороны образуются выпуклости, с морской стороны волны выравнивают очертания песчаных образований. Часть песчаного материала уносится вдольбереговыми течениями в заливах и отлагается в местах, где снижается скорость движения воды. За период, прошедший после подъема уровня Байкала, произошло смещение баров внутрь залива. Оно началось в 1961–1962 гг., когда был многоводный период и бары были затоплены. Над их гребнями установилась глубина, соизмеримая с высотой волн, в результате чего во время штормов возник прибойный поток наибольшей силы. Он «слизывал» гребни баров и перемещал песчаный материал на лагунный берег залива, где подхватывался течениями и отлагался в виде потоков рассеяния. Постепенно за счет выноса мелкой фракции песка в теле баров сформировались ослабленные зоны, по которым стала фильтроваться вода из залива. Фильтрация происходит под воздействием гидростатического давления, возникающего

за счет более высокого уровня воды в соре, который создается вследствие притока рек, впадающих в залив, и перелива волн через бар. Эти процессы усиливаются в многоводные годы, когда увеличивается водообмен в системе река–озеро и вода из залива не может быстро удалиться по существующим проливам.

На рис. 3 представлена южная часть п-ова Карга, где образовалось небольшое озеро за счет фильтрации воды из залива. На северо-восточном берегу озера имеются два источника подземных вод. Представленные в табл. 2 результаты определения физико-химических показателей воды в рассматриваемых водоемах показывают, что минерализация, температура воды в озерке и заливе Посольский сор имеют близкие значения. В озерке находится вода, проникающая из

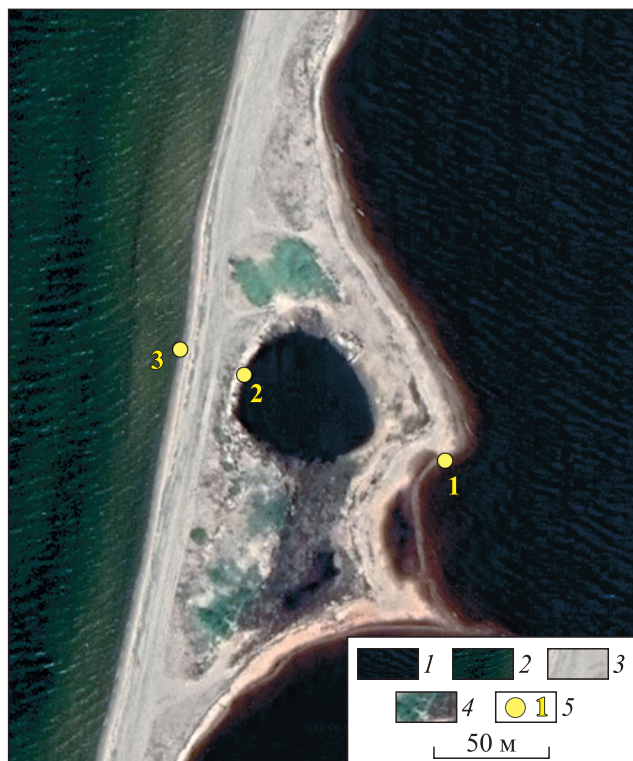


Рис. 3. Космоснимок озерка на южной части п-ова Карга (2022 г.).

1 — залив Посольский сор; 2 — оз. Байкал; 3 — песчаные отложения; 4 — пески, заросшие растительностью; 5 — места измерения физико-химических характеристик вод.

Таблица 2

Температура, величина pH и минерализация воды в водоемах, расположенных в районе южной части п-ова Карга

Номер пробы, водный объект	Температура воды, °С	pH	TDS, мг/л
1. Залив Сор	22,9	8,7	41,4
2. Озерко	23,2	—	44,0
3. Оз. Байкал	18,8	8,2	51,4

Примечание. Номер пробы — см. рис. 3; прочерк — нет данных.

залива, здесь происходит концентрация растворенных веществ в результате испарения. В Байкале значения данных показателей отличаются от таковых в Посольском соре и озерке. Таким образом, можно сделать вывод, что поток подземных вод через песчаный бар направлен из залива в сторону Байкала.

Сформировавшийся поток подземных вод вымывает из песков мелкую фракцию, в результате чего поровое пространство расширяется, скорость движения воды через косу возрастает и увеличивается ее размывающая способность. Таким образом, по нашему мнению, происходит образование проливов в песчаной косе. В 2021 г., когда уровень воды достигал 456,58 м БС, произошло образование нового пролива в северной части п-ова Карга (рис. 4).

Ширина образовавшегося пролива достигает 98 м, ширина косы в месте размыва — всего 16 м. Второе место возможного размыва косы располагается в 176 м к северу от пролива. Здесь уже образовалась лощина глубиной 0,3 м, по которой в шторм перекачиваются волны из Байкала в залив. Ширина косы в этом месте — 36 м, пески не закреплены растительностью.

На устойчивость песчаных образований влияет ветровой перенос песка. В маловодный период, когда «слизывание» песка с кос волнами прекращается, песчаный материал, лежащий на поверхности бара, начинает сортироваться и перемещаться ветром. Образуются дюны с характерной для ветрового переноса формой — с пологим западным, обращенным к ветру, и крутым восточным, с заветренной стороны, склонами. На дюнах, сложенных мелким песком, в поровом пространстве начинает задерживаться влага, что создает условия для закрепления растительности. В вертикальном разрезе дюн можно наблюдать полосчатость, которая связана с периодическим перекрыванием растительности эоловыми песками. Закрепленные растительностью песчаные отложения уже не размываются, и в этих местах не образуются проливы.

Деформации, произошедшие в дельте Селенги, связаны с изменившимися условиями осадконакопления. Селенга ежегодно приносит в дельту в среднем около 2 млн т твердых наносов [11]. В многоводные годы расход взвешенных наносов около 4,1 млн т/год, в маловодные он снижается до 378 тыс. т/год. Среднегодовой сток наносов находится в прямой зависимости от расходов воды [12]. Дельтовые отложения представлены в центральной части гравийно-песчаным материалом, а в устьевых частях — мелкозернистыми песками и илами. В результате подпора со стороны Байкала и длительного стояния высокого уровня произошло затопление и подтопление субаэральной части дельты, что, несомненно, сказалось на резком уменьшении ее площади — с 605 км² в 1956 г. до 568 км² в 1982 г.

Песчаные отложения дельты р. Селенги не подвергаются столь интенсивному воздействию волн, как в пределах Посольского сора, поскольку защищены песчаными барами, расположенными в 4–5 км от берега. К тому же пески здесь закреплены растительностью и не размываются. Поэтому фактор эрозионного разрушения островов, расположенных в дельте р. Селенги, ослаблен и не играет заметной роли в установленном уменьшении ее площади. Вероятно, на сокращение площади дельты прежде всего влияет уплотнение осадочных отложений. Известно, что периферийная часть сложена в основном илами и глинами, которые способны со временем уплотняться. При катагенезе происходит выжимание заключенных в них поровых вод и уплотнение осадков. Глинистые илы с прослоями алевритов и песков на глубине 0–10 см имеют пористость 35–65 % и плотность 1,2–1,5 г/см³, а на глубине 10–80 см их пористость составляет уже 30–48 %, а плотность возрастает до 1,4–1,6 г/см³ [13]. Соответственно, уменьшается их объем, и сложенные этими породами острова, расположенные в периферийной части, могут погружаться ниже уровня воды.

Поверхность дельты постоянно меняется, в одних местах размываются острова, в других заиливаются и исчезают протоки. Причинами нарушения устойчивости являются как изменения гидрологических параметров в вершине дельты, так и перераспределение стока по рукавам, протокам и неравномерность устьевого удлинения. Для отдельных протоков дельты, как и для р. Селенги в целом, характерно распределение стока наносов в соответствии с расходами воды. В настоящее время максимальный сток вещества происходит по Лобановскому и Селенгинскому секторам и составляет 45 и 35 % соответственно, и только 20 % стока происходит по русловой сети Среднеустьевского сектора [10]. В то же время площадь этого сектора составляет 45–46 % от общей площади дельты. Сток распределяется по большому количеству мелких протоков. Скорость течения воды в протоках этого сектора значительно меньше, чем в двух соседних секторах. Соответственно, и подъемная сила потока меньше. Поэтому в озерной части дельты этого сектора накапливаются наиболее тонкие фракции ила и глин, которые подвержены максимальному уплотнению. Здесь фиксируется наибольшее уменьшение площади островов за рассматриваемый период (рис. 5).

Рис. 4. Космоснимок северной части п-ова Карга с образовавшимся проливом (2022 г.).
 1 — водная поверхность Байкала и залива Посольский сор; 2 — образовавшийся пролив; 3 — песчаные отложения; 4 — место образования нового пролива. Пунктиром обозначен контур берега в 2016 г.

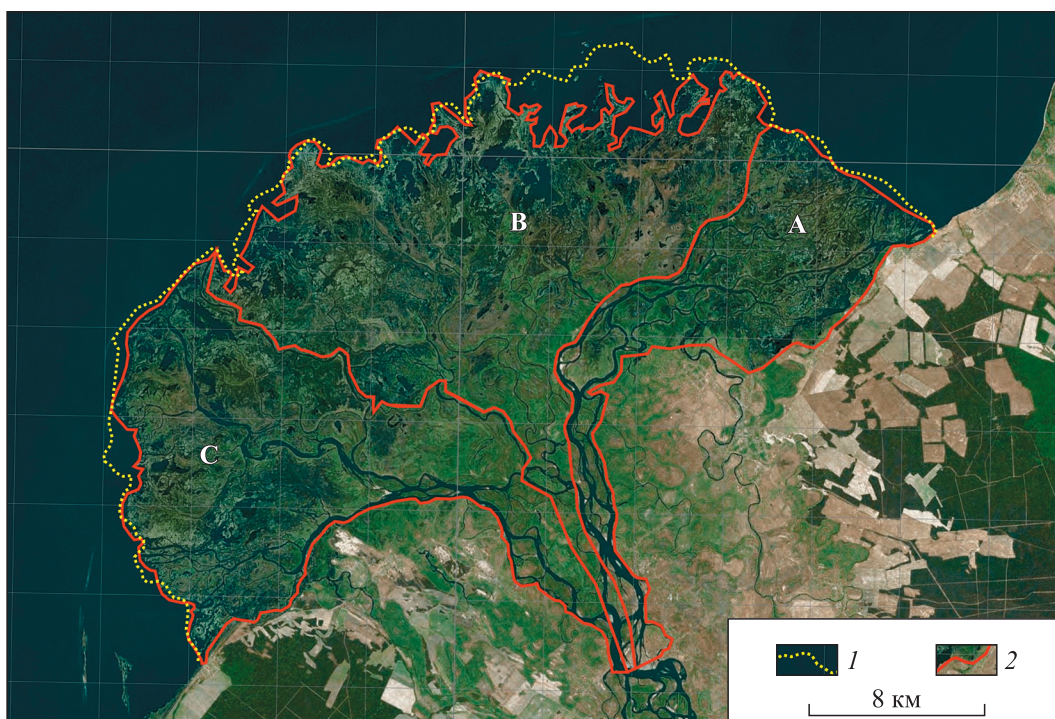
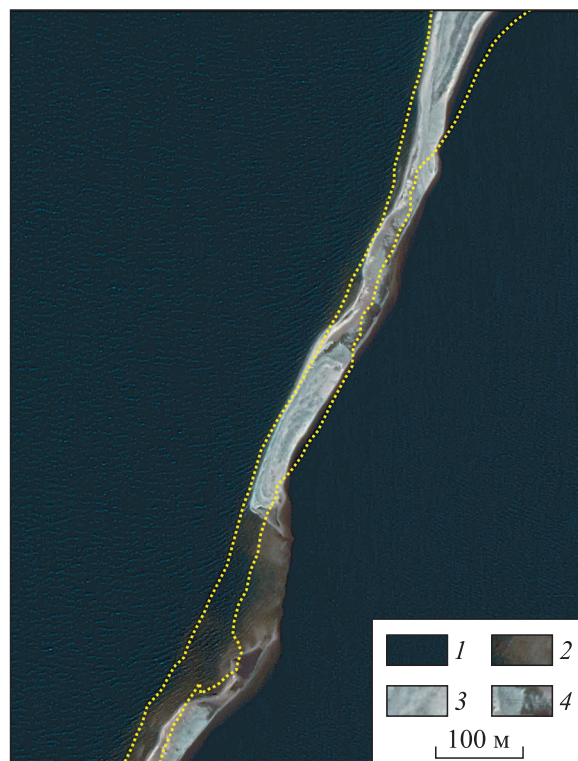


Рис. 5. Схема строения дельты р. Селенги, составленная на основе космоснимка 2020 г. Секторы: А — Лобановский, В — Среднеустьевский, С — Селенгинский [10]. 1 — контур дельты на основе топографической карты 1982 г. [9]; 2 — границы секторов.

Это, как нам представляется, связано с тем, что подъем уровня Байкала в среднем на 0,8 м привел к падению скорости движения воды в Селенге на подступах к дельте (выше с. Малое Колесово). В связи с этим основная масса взвешенных и влекомых наносов стала осаждаться из водного потока в верхней и средней частях дельты. Здесь и обнаруживается наибольшая мощность аллювиальных отложений, за последние годы был накоплен их слой до 2–2,5 м. Абсолютные отметки поверхности в средней части дельты выросли и достигают 458–460 м БС. Исчезли мелкие протоки. Острова в районе с. Малое Колесово, которые считались вершиной дельты, соединились с правым берегом. Выше вершины дельты, в районе с. Жилино, в 2021 г. образовался осередок. Основной рукав реки сместился влево, и в этом месте активизировалась береговая эрозия.

Процесс накопления аллювиальных осадков в верхней и средней частях дельты будет продолжаться и дальше, так как в связи с подъемом уровня озера уменьшился уклон водной поверхности. Если уровень Байкала поднимется до более высоких отметок, то эрозионные процессы сместятся еще выше по течению Селенги. В озерном крае дельты будут аккумулироваться преимущественно тонкие фракции твердого стока, которые будут постепенно уплотняться, площадь дельты продолжит уменьшаться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На трансформацию поверхности и уменьшение площади песчаных кос определяющее влияние оказывают два процесса. Первый связан с воздействием волн, второй — с потоком подземных вод из залива в озеро. Волны, с одной стороны, приносят со дна прибрежной части Байкала песчано-гравийный материал, который отлагается в пределах баров и кос. С другой стороны, в пониженных местах волны перекачиваются через бар и уносят в залив наиболее тонкую фракцию песков. Оставшиеся пески в этих местах представлены относительно крупной фракцией, они становятся более проницаемы для воды. По этим проницаемым зонам начинается фильтрация потоков воды из залива в Байкал. Потоком воды вымываются уже более крупные частицы песка, в результате чего происходит обрушение поверхности баров, кос. На поверхности формируются лощины. В них уже может проникнуть поверхностная вода из залива, потоки которой приводят к окончательному разрушению песчаных отложений, вследствие чего формируется пролив.

Главной причиной формирования проливов в барах является избыточное гидростатическое давление, под которым находятся грунтовые воды песчаных отложений. Через бар всегда происходит движение грунтовых вод в сторону Байкала. В многоводные годы гидростатическое давление повышается, растет и скорость движения грунтовых вод, соответственно, увеличивается их размывающая способность. Наибольшей опасности размыва бара Посольского сора подвержена его северная часть, так как р. Большая Речка — самая многоводная из всех рек, впадающих в залив. В этом месте создается максимальное избыточное гидростатическое давление. Для сохранения уникальных песчаных образований, отделяющих Посольский сор от Байкала, необходимо создать искусственный канал в северной части косы.

На протяжении длительного времени происходит уменьшение площади дельты р. Селенги. Это связано с тем, что в озерной части дельта сложена мелкозернистыми песками и илами, которые подвержены катагенезу. В результате уплотнения эти образования погружаются под поверхность воды.

После техногенного подъема уровня озера произошла коренная перестройка формирования отложений аллювия в дельте. Осаждение приносимого песчаного материала стало происходить в верхней и средней частях дельты Селенги. В результате формирования осередков уменьшился поперечный профиль реки, в этих местах усилилась береговая эрозия. В озерной части дельты в значительной степени аккумулируется материал, поступающий в водный поток в результате эрозионно-аккумулятивных процессов внутри дельты.

При подъеме уровня оз. Байкал в многоводные годы активизируются эрозионные процессы в верхней части дельты р. Селенги, что может привести к выводу из сельскохозяйственного оборота высокопродуктивных земель на правом берегу реки и разрушению инженерных сооружений в населенных пунктах на левом.

Работа выполнена в рамках проекта «Исследование негативных физико-геологических явлений на восточном побережье Байкала» (121112400008–2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Топографическая** карта. М-6 1:50 000 (составлено по материалам съемки 1942 г.). — М.: ГУГК при Совете Министров СССР, 1942. — Л. 1-IX-53.
2. **Топографическая** карта. М-6 1:50 000 / Гос. науч.-внедренч. центр геоинформ. систем и технологий [Электронный ресурс]. — <https://www.maps.ggc.ru> (дата обращения 11.08.2021).
3. **Рогозин А.А.** Береговая зона Байкала и Хубсугула: морфология, динамика и история развития. — Новосибирск: Наука, 1993. — 168 с.
4. **Кулиш Л.Я.** Некоторые особенности абразии и динамики наносов в зоне влияния берегоукрепительных сооружений на юго-восточном побережье Байкала // Сб. работ Иркутской ГМО. — Иркутск, 1966. — Вып. 1. — С. 95–100.
5. **Казенкина Г.А., Ладохин Н.П.** Донные отложения и некоторые особенности геоморфологии Посольского залива на Байкале // Исследования берегов водохранилищ и оз. Байкал. — М., 1964. — С. 92–104.
6. **Ильичёва Е.А., Гагаринова О.В., Павлов М.В.** Гидролого-геоморфологический анализ формирования ландшафтов дельты реки Селенги // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 3. — С. 85–93.
7. **Иметхенов А.Б.** Катастрофические явления в береговой зоне Байкала. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. пед. ин-та, 1994. — 85 с.
8. **Уфимцев Г.Ф.** Загадка залива Провал // Наука России. — 2004. — № 1. — С. 75–79.
9. **Хамар-Дабан:** Альбом карт. М-6 1:200 000 (составлено по материалам съемки 1982 г.). — Иркутск: Картографическая фабрика, 1996. — 34 л.
10. **Ильичёва Е.А., Корытный Л.М., Павлов М.В.** Русловая сеть дельты р. Селенги на современном этапе // Вестн. Томск. ун-та. — 2014. — № 380. — С. 190–194.
11. **Власова Л.К.** Речные наносы озера Байкал. — Новосибирск: Наука, 1983. — 132 с.
12. **Дельта** реки Селенги — естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал / Ред. А.К. Тулоханов, А.М. Плюснин. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. — 314 с.
13. **Логвиненко Н.В., Орлова Л.В.** Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. — Л.: Недра, 1987. — 237 с.

Поступила в редакцию 31.05.2022

После доработки 20.06.2022

Принята к публикации 03.10.2022