

ИССЛЕДОВАНИЯ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

УДК 551.48 + 554.3 + 551.482.6

Л. М. КОРЫТНЫЙ*, Е. А. ИЛЬЧЁВА*, М. В. ПАВЛОВ**, И. Ю. АМОСОВА*

*Институт географии СО РАН, г. Иркутск

**ООО «Геоспектр», г. Санкт-Петербург

ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЙОНИРОВАНИЮ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ

Рассмотрены этапы развития научных представлений об истории формирования дельтовой равнины р. Селенги и прилегающих территорий на основе картографического материала и отечественных исследований за период 1701–2009 гг. Предложено районирование дельты Селенги по гидроморфометрическим признакам эрозионно-аккумулятивных, абразионно-аккумулятивных и неотектонических процессов. Работа основана на сравнении топографических карт, лодий и космоснимков (1898–2009 гг.), а также на авторских экспериментальных данных.

Ключевые слова: сток, эрозия, абразия, аккумуляция, сейсмоструктура, районирование.

We examine the evolutionary stages of scientific views on the formation history of the delta plain of the Selenga river and adjacent territories, based on cartographic material and national investigations spanning the period 1701–2009. We suggest the regionalization of the Selenga river delta from hydromorphometric attributes of erosion-accumulation, abrasion-accumulation and neotectonic processes. The study is based on comparing topographic maps, guides for navigation and space images (1898–2009) as well as on experimental data obtained by the authors.

Keywords: runoff, erosion, abrasion, accumulation, seismotectonics, regionalization.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Из 145 крупнейших рек земного шара около 70 имеют дельтовые устьевые окончания. Размеры наиболее крупных дельт измеряются десятками, а порой сотнями тысяч квадратных километров: 20 тыс. км² — дельта р. Нила, 40 — Нигера, 45 — Лены и 150 тыс. км² — Миссисипи. Формирование речных дельт в современную геологическую эпоху подчиняется стадийности и цикличности [1]. Темпы роста скорости выдвигания береговой линии в сторону моря в среднем составляют метры в год, за исключением примеров, когда скорость выдвигания отдельных рукавов может достигать 10–75 м/год (нарастание дельт рек Амударья, Дон, Миссисипи). Большая часть прибрежных осадков имеет аллювиальное происхождение [2].

Дельта р. Селенги — крупнейшая внутренняя дельта планеты. Важно разобраться в процессах ее формирования и выделить различные по соотношению процессов развития дельты ее морфологические части.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Самым обширным районом распространения аккумулятивных форм берегового рельефа оз. Байкал по праву можно назвать селенгинское побережье. Благодаря своим компактным размерам дельта привлекает исследователей возможностью детально и полно изучить процессы дельтообразования и может рассматриваться как модель развития форм рельефа соответствующих типов.

Внешний край дельты, косы, бары, отделяющие от озера лагуны (соры), представляют собой аккумулятивные формы, созданные флювиальными потоками и процессами аккумуляции в прибрежной морской зоне. Площадь и форма в плане дельты Селенги не постоянны во времени. В настоящее время нет единого подхода к определению границ дельты; по данным различных исследователей, площадь ее субаэральной поверхности составляет от 560 до 1200 км² [3].

Динамика внешнего края дельты обусловлена взаимодействием речных и озерных факторов. Селенга интенсивно выносит осадочный материал с водосбора в виде взвешенных и влекомых наносов и поставляет около 70 % общего терригенного стока в Байкал. По разновременным данным, объемы стока наносов оцениваются от 2,5–3 млн т/год [4, 5] до 3,6 млн т/год [6]. Расчеты, основанные на значениях мутности воды в устьях основных протоков, указывают, что в среднем до 60 % речных наносов аккумулируется в дельте, увеличиваясь до 74 % в многоводные годы [7]. Распределение стока наносов по основным рукавам и протокам дельты согласуются с расходами воды.

Для изучения динамики дельтоформирования нами ежегодно проводятся комплексные полевые исследования в дельте р. Селенги (2003–2011 гг.). Экспериментальные работы на организованной сети гидрологических створов и точек наблюдений включают высотную привязку створов, русловые съемки, гидрометрические измерения, наблюдения за русловой эрозией. Выявлены тенденции развития русловых процессов и динамика распределения стока воды и наносов по сети дельты. В анализ динамики формирования дельты Селенги включены исследования ее фланговых участков. Батиметрическая съемка зал. Провал проведена в летний период 2011 г. Заложены профили для исследований характера распределения донных отложений и динамики формирования рельефа дна. Проведена пробная установка авторских седиментационных ловушек для определения современной скорости осадконакопления в водоеме. В ходе исследований получены морфометрические параметры и тенденции их изменений за более чем вековой период [8–12].

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕЛЬТЫ СЕЛЕНГИ И ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Откладывающийся твердый материал в устьях непрерывно меняет конфигурацию береговой линии, с каждым годом наращивая тело дельты и выдвигая ее в озеро. Возраст дельты оценивается в 500 тыс. лет [13]. За время своего существования в процессе осадконакопления влекомых и взвешенных наносов из водных потоков произошел рост фронтальной части дельты, а также в прибрежной полосе образовались песчаные бары. Мощностю озерно-аллювиальных отложений в Усть-Селенгинской впадине достигает, по оценкам различных авторов, от 2 [13] до 8–9 км [3].

На протяжении позднего плейстоцена и голоцена механизм формирования дельты в большей части определялся колебаниями уровня озера и поступлением аллювия. Естественный режим уровня Байкала до августа 1959 г. изменялся в широких пределах — от 39 до 161 см, среднесезонный уровень за период с 1898 г. составлял 127 см над нулем графика [14]. В период зарегулированного стока уровень озера повысился более чем на метр и достиг 266 см над нулем графика, в годы наибольшей водности (1962–1964, 1966 и 1971) продолжительность стояния форсированных уровней достигала 2–4 месяца. Наиболее активные изменения положения береговой линии, ее формы и длины за последние 200 лет происходили при самых высоких отметках уровня.

Изучение Байкала имеет длительную историю. Дельта Селенги занимает особое место в исследованиях взаимосвязи естественных и антропогенно обусловленных процессов, происходящих в Байкальском регионе. Для изучения динамики природных процессов наибольший интерес представляют картографические произведения, отражающие состояние объекта на момент составления карт. В данной работе уделено особое внимание истории исследований селенгинского побережья в картографическом и гидролого-геоморфологическом аспекте.

Первые отображения дельты Селенги представлены на картах «Чертеж Земли Сибирской», составленной П. И. Годуновым (1667 г.), причем русловая сеть представлена двумя рукавами. В «Чертежной книге Сибири», выполненной С. У. Ремезовым (1701 г.), русловая сеть представлена несколькими рукавами (рис. 1). Первую относительно достоверную карту Байкала подготовил в 1773 г. участник экспедиции акад. П. С. Палласа и И. Г. Георги штурман Алексей Пушкарев под названием «Карта плоская специальная Байкала моря с показанием впадающих рек и речек, а также и выпадающей из него Ангары» (м-б 10 верст в дюйме) [15].

В конце XIX в. проведена гидрографическая экспедиция под руководством Ф. К. Дриженко (1898 г.) [16], и в 1902 г. на 31 листе издан «Атлас озера Байкал» (м-б одна верста в дюйме) [17]. Позднее, в 1908 г., выпущена первая лоция оз. Байкал [16]. Лоция Ф. К. Дриженко легла в основу после-

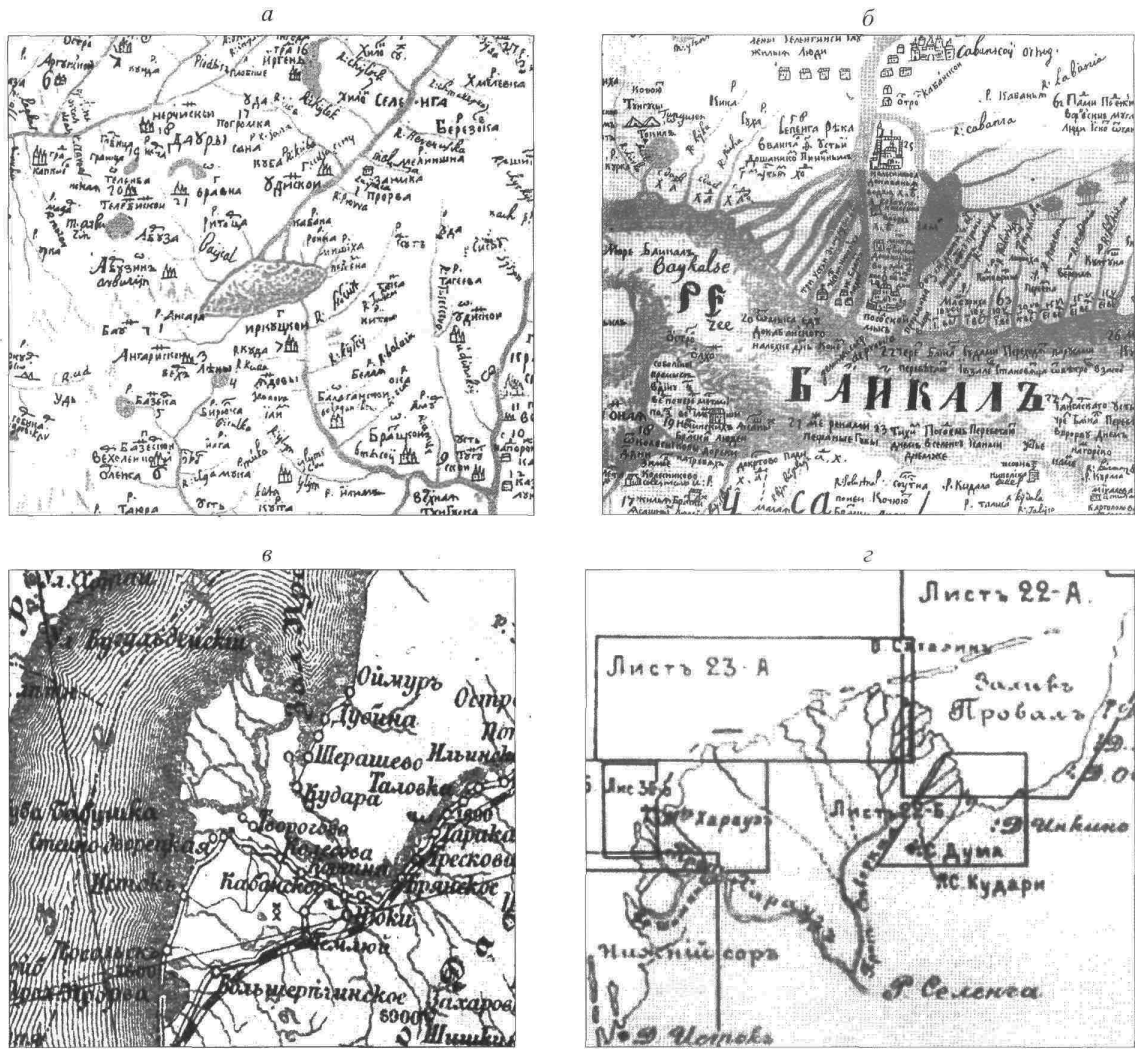


Рис. 1. Изображение дельты Селенги.

а — 1667 г., П. И. Годунов; б — 1701 г., С. У. Ремезов; в — 1893 г., А. П. Богословский;
г — 1898 г., Ф. К. Дриженко.

дующих построений лоций [18] без дополнений по глубинам, изменения коснулись лишь контуров береговой линии. Научные описания и картографирование опирались на исследования военных гидрографов Ф. И. Соймонова, А. Пушкарева, Ф. К. Дриженко. Созданные ими карты, атласы, лоция оз. Байкал не утратили своей ценности и поныне.

Следующий этап изучения дельты (с конца 1950-х по 1990-е гг.) включает систематизацию материалов по физической географии и сейсмичности Байкальского региона с применением картографических и аэрокартографических источников и натурных данных. Большое внимание в работах этого периода уделено морфологии и динамике селенгинского побережья и озерного края дельты, были проведены геолого-геоморфологические работы (создание геологической карты м-ба 1:200 000), а также детальные сейсмологические исследования [19]. Большое внимание уделялось изучению последствий создания Иркутской ГЭС: исследовалась динамика берегов, выявлялись возможные нарушения физико-географических процессов и прогнозировалось развитие дельты. Проводились гидрологические и общегеографические работы по изучению стока воды, наносов, растворенного вещества и др.

Значительный вклад в понимание гидролого-геоморфологических процессов внесли Б. А. Богоявленский, А. А. Рогозин, Л. К. Власова, Л. В. Зорин, Т. Г. Потемкина, М. М. Айнбунд, В. Н. Синюкович, В. Н. Коротаев и многие другие исследователи [4, 5, 7, 13, 14, 19–24].

Исследования гидрометеорологических условий формирования дельты и ее русловой сети послужили основой для первых схем районирования. К настоящему времени существует несколько вариантов деления дельты на сектора по разным критериям [13, 15, 21–24]. Первые результаты районирования приведены в 1964 г. в диссертации Б. А. Богоявленского [25]. В своих исследованиях он представил комплексное районирование дельты, рассмотрев отдельные элементы природных условий. По косвенным дешифровочным признакам (индикационные свойства растительности) дельта по географическому положению дифференцируется им на три сектора: северный, южный, центральный [15].

По гидроморфологическим признакам русловой сети Т. Г. Потемкина подразделяет дельту на три аналогичных сектора [21]. На основе двулученного принципа районирования выделены составные части и определены границы современной устьевой области, которая состоит из устьевое участка (с дельтой) и устьевого взморья (селенгинского мелководья). Речная граница совпадает с вершиной дельты и верхней границей устьевое участка, озерная — с внешней границей устьевое взморья, находящейся в 5–7 км от озерного края дельты (в 3–4 км на северо-востоке). Устьевое взморье и дельта Селенги разделяются береговой линией при среднем уровне озера.

По принадлежности к основным рукавам многими исследователями дельта поделена на два сектора: Красноярский и Твороговский [13, 20, 22]. Одну из последних схем районирования разработал в 2007 г. В. Н. Коротаев, основав ее на динамике границ дельты и изменении крупных дельтовых озер. Участки озерного края дельты разделены на четыре сектора (юго-западный, западный, северо-восточный, северный) [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для решения поставленных задач проведен анализ разновременного картографического материала. В работе использованы топографические карты м-ба 1:100 000 1956, 1986 и 1998 гг. и современные космоснимки 2009 г., а также атласы и лоции оз. Байкал м-ба 1:50 000 1898, 1959 и 2001 гг. [16–18]. Начальный временной срез для изучения динамики дельты сделан по лоции Ф. К. Дриженко [16], представляющей собой первое наиболее точное и объективное произведение с возможностью картографической привязки, выделения динамических областей и сравнения с более поздними и современными данными. Данные 1898 г. приняты нами как основа для исследования береговой линии, положения устьев основных проток и морфометрии зал. Провал.

Обработка материалов производилась с использованием ГИС-технологий. Картографические данные обрабатывались в единой системе координат и проекций.

Для временных срезов проведены объективные границы пространственных рубежей дельты. Тыловая граница дельты за исследуемый период не претерпела каких-либо видимых изменений и проведена по бровке второй надпойменной террасы, датированной поздним плейстоценом [26].

Произведено выделение основных гидроморфоструктурных элементов: положения внешней границы (береговой линии) и баров, русловой сети и озера субаэральной части дельты. Все представленные элементы в полной мере фиксируются на топографических картах и отражают состояние территории на момент съемки. Их изменения демонстрируют эволюцию и формирование дельты, показывают современные тенденции, направленность и скорости морфогенеза. Значения исследуемых параметров приведены на графиках (рис. 2).

Выделение гидроморфодинамических областей с характерными чертами развития позволило подойти к районированию дельты.

Наиболее показательны пространственное положение и метрические параметры внешней границы субаэральной дельты и подводных баров. Длина береговой линии последние 100 лет имеет общую тенденцию к увеличению с максимумом в 1998 г. Изменяется положение береговой линии в плане, отмечены области выдвигания и затопления. Величины плановых флуктуаций в отдельных частях дельты варьируют от 2 до 6,5 км за рассматриваемый период. Наблюдается смещение баров в сторону суши на 1,5 км в зал. Провал, а также их затопление. На лоции Ф. К. Дриженко показаны островные бары, которые в настоящее время погружены на 1,2 м под воду [16]. Изменение длины и положения береговой линии дельты во времени происходит неравномерно в различных частях. Это наблюдение дает основание предположить своеобразие процессов ее формирования и разделить дельту на три сектора по гидроморфологическим признакам (рис. 3).

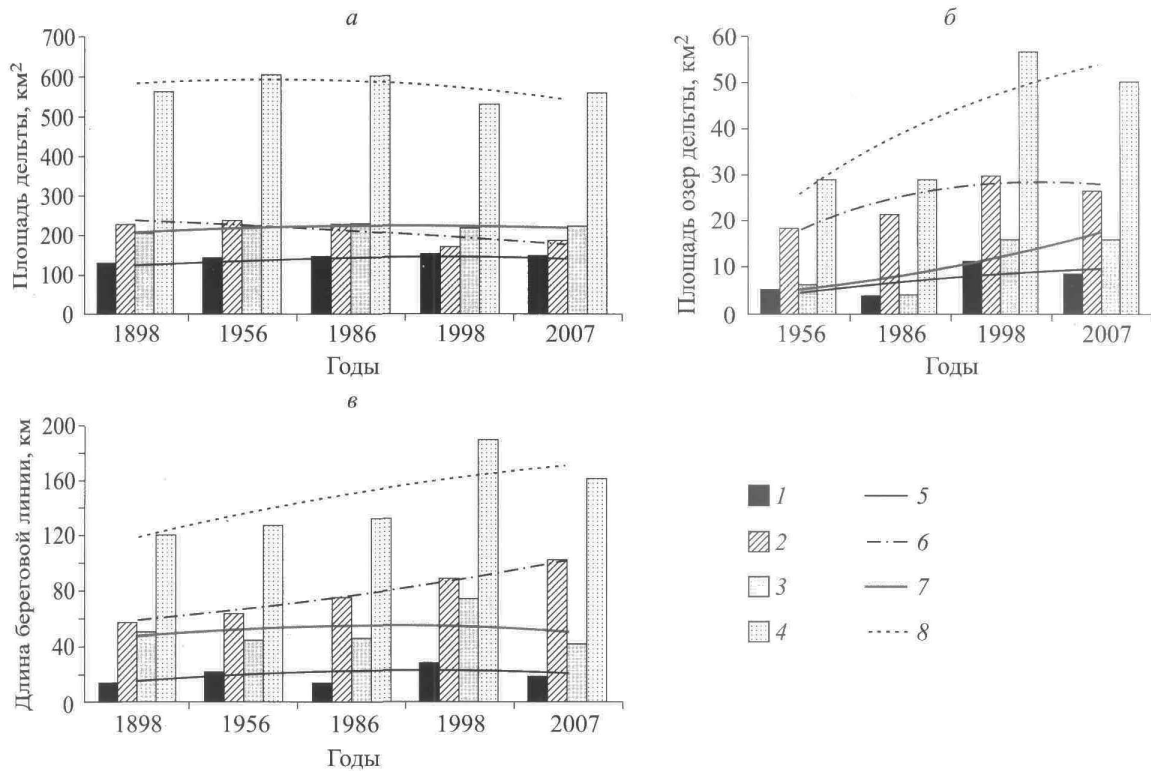


Рис. 2. Динамика гидроморфологических параметров.

a — площадь дельты; *б* — площадь озер; *в* — длина береговой линии. Секторы: 1 — Лобановский, 2 — Среднеустьевский, 3 — Селенгинский, 4 — дельта в целом. Тренды: 5 — Лобановский, 6 — Среднеустьевский, 7 — Селенгинский, 8 — дельта в целом.

Основной фактор формирования тела дельты — поступление наносов из речного стока и их аккумуляция. Выделены три главных направления стока: Лобановское, Среднеустьевское и Селенгинское, названные по крупным протокам дельты. Максимальный сток вещества в настоящее время перераспределяется с Селенгинского сектора к Лобановскому и составляет 35 и 45 % соответственно; до 20 % стока проходит по русловой сети проток Среднеустье и Колпинная.

Лобановский сектор включает в себя зону рельефообразования одноименной протоки. Его граница простирается по обрамлению дельты от материкового побережья у с. Дубинино до устья протоки Средний Перемой. В этом секторе исторически продолжается выдвигание дельты, скорость роста составляет 30–40 м/год от границ естественного положения береговой линии до современных (2009 г.). Проявляется унаследованность развития береговой линии, выражающаяся в плановой спрямленности очертаний, что соответствует положению предполагаемого сейсмогенного сброса. Лобановский сектор приурочен к зоне сеймотектонических опусканий с эпицентрами землетрясений [19]. Длина береговой линии не претерпевает существенных изменений на фоне общего выдвигания. Лимитирующим фактором развития береговой линии по Лобановскому сектору можно считать современные разрывные нарушения. Площадь сектора увеличилась с 127 до 148 км², происходит незначительное приращение площади озер.

Сток с Лобановского сектора поступает в зал. Провал. Существуют несколько мнений о механизмах опускания большой территории дельты и происхождении залива при землетрясении 1861 г. Одна из гипотез объясняет возникновение Провала вибрационным уплотнением грунтов и «расплющиванием» отложений р. Селенги, а также подводным оползнем, вызванным Цаганским землетрясением, в результате чего увлажненные отложения, заполнявшие устье протоки Лобановской, опустились на 4–5 м [13]. По другой версии залив имеет тектоническое происхождение, обусловленное расширени-

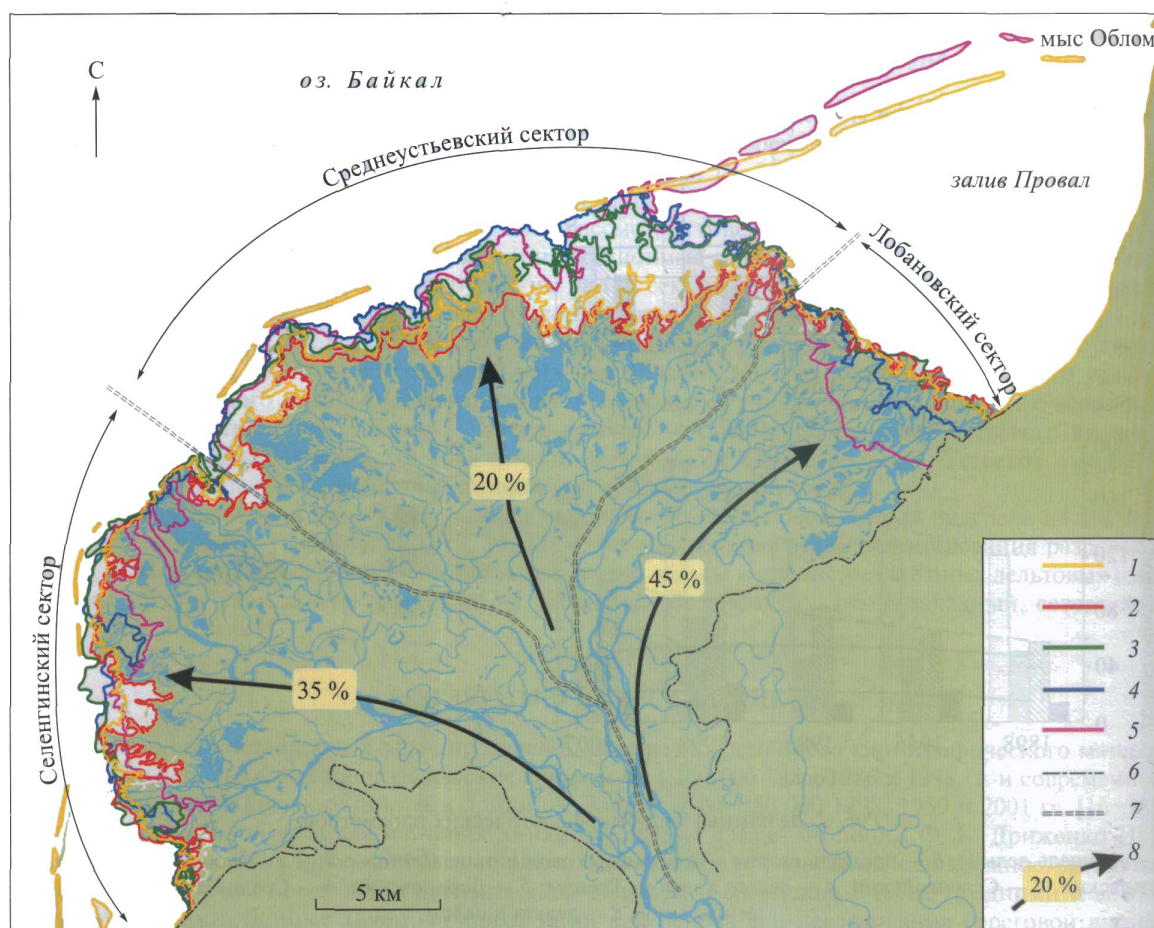


Рис. 3. Схема гидролого-морфологического районирования дельты р. Селенги.

Положение береговой линии по годам: 1 — 1898, 2 — 1956, 3 — 1986, 4 — 1998, 5 — 2009; границы: 6 — дельты, 7 — секторов; 8 — направление и величины стока.

ем Байкальской рифтовой зоны, сопровождающимся оседанием крупных блоков побережья [27]. Площадь и средняя глубина Провала, по разновременным картографическим и экспериментальным данным авторов, уменьшилась за счет перемещения подводных баров в сторону суши, выдвижения фланговой части дельты и осадконакопления в заливе. Полученные материалы подтверждают предположение предшествующих исследователей о постепенном заполнении залива осадками и деградации водоема [13, 15].

Внешняя граница Среднеустьевского сектора располагается от устья протоки Средний Перемой до устья протоки Галутай (по правому берегу). В тектоническом плане сектор относится к отрицательной морфоструктуре с резкой неотектонической дифференциацией кристаллического фундамента, мощностью кайнозойских отложений до 6 тыс. м [19]. Площадь сектора уменьшается с 228 до 186 км² при увеличении длины береговой линии. Сокращение площади происходит за счет подтопления фронта дельты и образования внутридельтовых озер, площадь которых возросла с 18 до 26 км². По всему обрамлению дельты преобладают отрицательные плановые смещения береговой линии с максимумом 6,5 км.

В работе Б. А. Богоявленского [15] сектор рассматривается как область динамического равновесия, однако по результатам наших исследований выявлена отрицательная динамика гидроморфометрических параметров, связанная с нестабильной сейсмоструктурной обстановкой. Сектор характеризу-

ется максимальной амплитудой абсолютных отметок поверхности дельты в районе бифуркации, где сохранились останцы высокой террасы (460 м над ур. моря) в периферийной части (458 м над ур. моря), и минимальными отметками в устьях протоков и затопленных территорий.

Селенгинский сектор занимает участок дельты, формирующийся за счет аккумуляции отложений, выносимых селенгинской русловой сетью, и ограничен береговой линией от материкового побережья в районе с. Истомино до устья протоки Галутай. Сектор характеризуется положительной динамикой береговой линии практически на всем протяжении. Ее максимальное смещение наблюдается на участке в междуречье проток Левобережной и Основного русла (Харауза), где прирост дельты составил 2 км за 100 лет. Средняя скорость выдвигания достигает 15 м/год. За счет выдвигания береговой линии сектора увеличилась его площадь с 207 км² в 1898 г. до 224 км² по современным данным. Длина береговой линии сокращается за счет заполнения изрезанных участков наносами.

В секторе произошло существенное изменение гидрографической сети: перераспределение стока, возникновение новых озер и увеличение их общей площади. Динамика русловой сети характеризуется уменьшением транзита по судоходной протоке Основное русло и ее обмелением с перехватом стока в новообразованную протоку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование дельты Селенги во многом обусловлено эрозионно-аккумулятивной деятельностью водных потоков основных русел, абразионно-аккумулятивными процессами в береговой зоне дельты и соров и неотектоническими движениями. Совокупность этих процессов определяет конфигурацию дельты и изменение ее параметров. Неравнозначность проявления того или иного процесса придает отдельным частям дельты собственные гидроморфологические черты, анализ динамики которых положен в основу выделения секторов. Представленное районирование делит дельту на три сектора.

Поверхность субаэральной части дельты в целом стремится к равновесному состоянию. Уменьшение площади Среднеустьевского сектора нивелируется приращением дельты в ее фланговых секторах, по которым происходит основной вынос вещества. Гидроморфологические особенности во многом обусловлены неотектоническими движениями. Так, в Лобановском секторе процесс развития дельты ограничен сейсмогенным сбросом, определяющим рисунок и положение береговой линии. Этот сектор дельты поставляет осадочный материал в зал. Провал, заполняя его котловину.

В Среднеустьевском секторе разнонаправленные тектонические движения, ингрессия озера и отсутствие достаточного стока вещества для выдвигания дельты вызвали затопление периферийной области, а в центральной части сектора высокий базис эрозии способствовал сохранению фрагментов плейстоценовых форм рельефа. Основная роль в формировании Селенгинского сектора принадлежит процессу аккумуляции терригенного материала, за счет чего происходит выдвигание дельты, обмеление водоприемных заливов и перестройка русловой сети. Волновая деятельность озера в этой части не оказывает существенного влияния на развитие дельты.

Гидроморфологический подход к районированию учитывает главные факторы развития дельты. Анализ современных параметров дельты и их динамики за 100-летний этап развития дает возможность прогноза изменений дельтоформирующих процессов. Понимание направленности природных процессов и динамики количественных и качественных характеристик может послужить основой для решения вопросов современного природопользования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (11-05-01038-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов В. Н. Эти изменчивые речные дельты // Природа. — 2002. — № 4. — С. 43–49.
2. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. — СПб: Изд-во Семеновская Типолитография, 1892. — Т. 7А (14). — 487 с.
3. Дельта реки Селенги — естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. — 314 с.
4. Агафонов Б. П. Экзодинамика Байкальской рифтовой зоны. — Новосибирск: Наука, 1990. — 176 с.

5. Власова Л. К. Речные наносы озера Байкал. — Новосибирск: Наука, 1983. — 132 с.
6. Лопатин Г. В. Наносы рек СССР. — М.: Географгиз, 1952. — 366 с.
7. Потёмкина Т. Г. Распределение стока и наносов в водотоках дельты реки Селенги // География и природ. ресурсы. — 1995. — № 1. — С. 75–78.
8. Ильичёва Е. А. Гидрографическая сеть дельты р. Селенги в период искусственного регулирования уровня озера Байкал // Материалы Третьей Всерос. конференции «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов». — Барнаул: Изд-во АРТ, 2010. — С. 382–387.
9. Ильичёва Е. А., Павлов М. В. Опыт гидролого-геоморфологического районирования дельты р. Селенги // Рельеф и экзогенные процессы гор: Материалы Всерос. науч. конференции. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2011. — С. 87–88.
10. Ильичёва Е. А., Павлов М. В., Чернышов М. С. Морфологические особенности залива Провал // Рельеф и экзогенные процессы гор: Материалы Всерос. науч. конференции. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2011. — С. 109.
11. Ильичёва Е. А., Амосова И. Ю. Эрозионно-аккумулятивные процессы основных русловых потоков дельты р. Селенги // Рельеф и экзогенные процессы гор: Материалы Всерос. науч. конференции. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2011. — С. 85–87.
12. Ильичёва Е. А., Павлов М. В. Унаследованность береговой линии дельты реки Селенги // Материалы XIV Совещания географов Сибири и Дальнего Востока. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 426–428.
13. Зорин Л. В. Формирование дельты Селенги и образование залива Провал // Уч. записки Моск. ун-та. Сер. геоморфол. — М., 1956. — Вып. 182. — С. 193–196.
14. Динамика берегов озера Байкал при новом уровне режиме / А. В. Пинегин, А. А. Рогозин, Ф. Н. Лещиков и др. — М.: Наука, 1976. — 88 с.
15. Богоявленский Б. А. Моделирование природы озерного края селенгинской дельты, ее динамика и прогноз развития // История развития речных долин и проблемы мелиорации земель. — Новосибирск: Наука, 1979. — С. 105–128.
16. Лоция и физико-географический очерк озера Байкал / Под ред. Ф. К. Дриженко. — СПб, 1898. — 443 с.
17. Атлас озера Байкал. Составлен Гидрографической экспедицией под начальством полковника Ф. К. Дриженко. — СПб, 1902. — 31 л.
18. Атлас озера Байкал. Прибрежная часть. — Иркутск: Изд-во Мин. речн. флота; Восточно-Сибирское бассейновое управление пути, 1959. — 45 л.
19. Сейсмогеология и детальное сейсмическое районирование Прибайкалья. — Новосибирск: Наука, 1981. — С. 102–128.
20. Рогозин А. А. Береговая зона Байкала и Хубсугула. Морфология, динамика и история развития. — Новосибирск: Наука, 1993. — 168 с.
21. Потёмкина Т. Г. Гидролого-геоморфологическое районирование устьевой области р. Селенги // Водн. ресурсы. — 2004. — Т. 31, № 1. — С. 15–20.
22. Айнбунд М. М., Давтян Н. А., Судольский А. С., Фиалков В. А. Исследование динамики устьев рек и придельтовых частей водоемов на примере р. Селенги и оз. Байкал // Труды IV Всесоюз. гидрол. съезда. Т. 5: Гидрология озер, водохранилищ и устьевых рек. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — С. 356–365.
23. Иванов В. В., Коротаев В. Н., Лабутина И. А. Морфология и динамика дельты р. Селенги // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 2007. — № 4. — С. 48–54.
24. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Район дельты р. Селенги / Ред. А. К. Черкашин. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2002. — 149 с.
25. Богоявленский Б. А. Полевое географическое редактирование крупномасштабных топографических карт, создаваемых аэрофототопографическим методом (на примере съемок некоторых районов Сибири): Дис. ... канд. геогр. наук. — Иркутск, 1964. — 330 с.
26. Геологическая карта СССР м-ба 1:200 000. Сер. Прибайкальская / Сост. А. С. Кульчинский. — М.: Недра, 1965. — Л. N–48–XXXV.
27. Байкальский ход (научная экскурсия по Байкалу) / Русинек О. Т., Уфимцев Г. Ф., Фиалков В. А. — Новосибирск, 2009. — 187 с.

Поступила в редакцию 18 января 2012 г.