

Исчезающий остров Байкала

Т.Г.Потемкина

В последние десятилетия на Байкале интенсивно развивается индустрия туризма и отдыха с особенно плотным освоением прибрежной полосы озера и устьевых областей его притоков. Река Верхняя Ангара впадает в Байкал в самой северной его оконечности. Популярными рекреационными объектами стали дельта реки и ее озерный край. Здесь расположен уникальный природный объект — вытянутый практически вдоль всего северного побережья Байкала песчаный остров Ярки. В последние полвека этот район испытывает огромную антропогенную нагрузку. Она связана не только с развитием туризма, но и с техногенным воздействием на природную систему. Самым значительным вмешательством в естественное состояние природы района стало повышение уровня Байкала в среднем на 0,8 м в результате ввода в эксплуатацию Иркутской ГЭС (1959—1962). Это привело к увеличению заболоченности дельты и затоплению большей части о.Ярки.

Сегодня он продолжает интенсивно разрушаться и вскоре может исчезнуть полностью. Однако не только деятельностью человека спровоцировано разрушение этого острова. Его размыву способствуют и необратимые природные процессы, происходящие в устьевой области р.Верхняя Ангара.



Татьяна Гавриловна Потемкина, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Лимнологического института СО РАН (Иркутск). Область научных интересов — оз.Байкал, его береговая зона и устьевые области рек, гидролого-гоморфологические и литодинамические процессы.

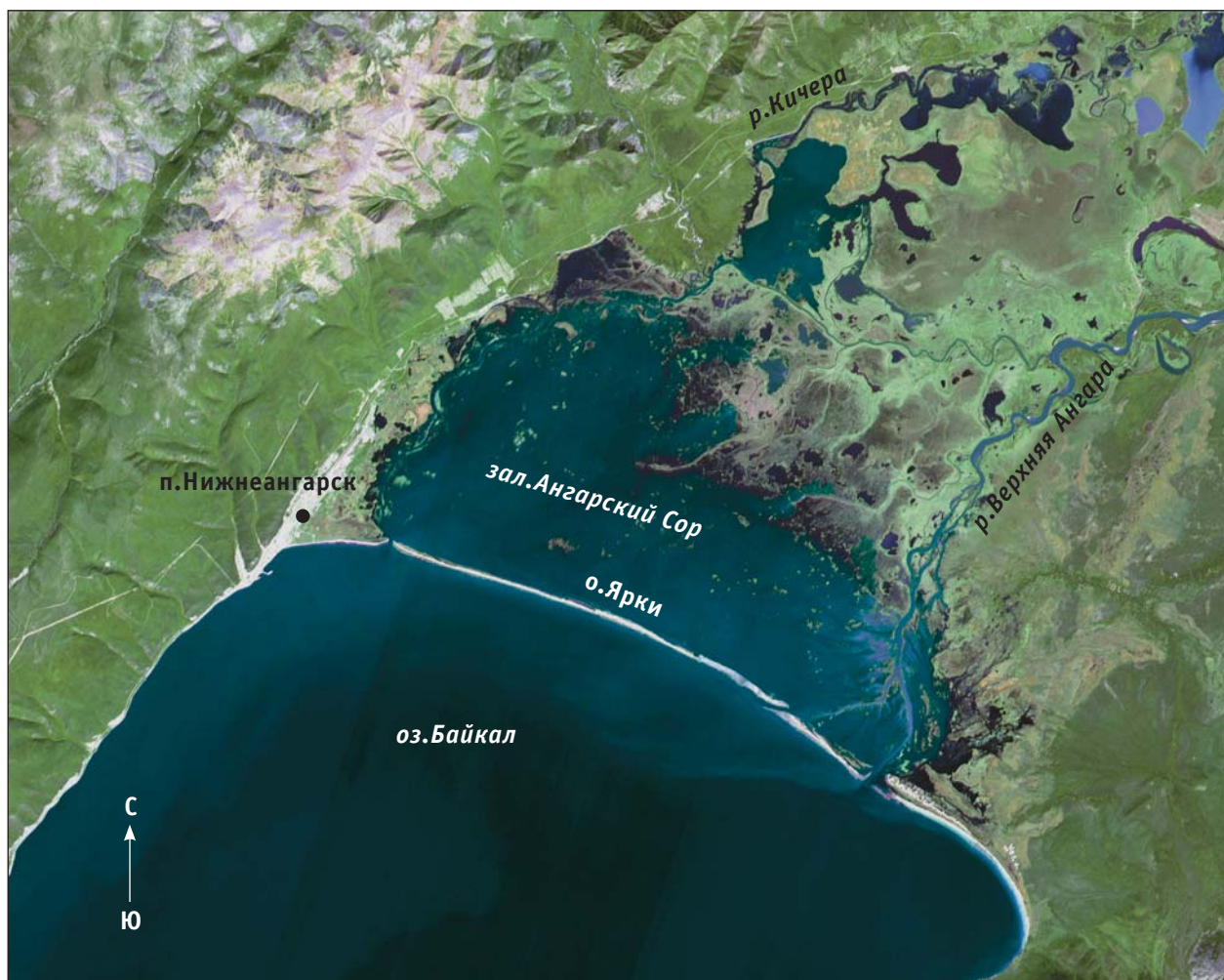
Верхняя Ангара и ее устье

Река Верхняя Ангара — второй по водоносности приток Байкала — берет начало на Делюн-Уранском хребте (2300—2600 м). При впадении в озеро она образует обширную сильно заболоченную дельту — общую с р.Кичерой — с многочисленными протоками, озерами и старицами. Протяженность дельтовой равнины около 50 км, максимальная ширина — 24 км [1]. На расстоянии 18 км к северу от устья Верхняя Ангара соединяется с Кичерой протокой Ангаракан. На южной границе дельты находится залив Ангарский Сор, отделенный от акватории озера островом Ярки. К устьям Кичеры (с запада) и Верхней Ангары (с востока) примыкают устьевые косы, которые вместе с о.Ярки образуют озерный край дельты протяженностью около 26 км [2]. Основной сток Верхней Ангары осуществляется через два крупных рукава в восточной части дельты — Среднее устье

(Власиху) и Дагарское устье (собственно Верхнюю Ангару). Между протоками расположен о.Миллионный. В среднем р.Верхняя Ангара поставляет в Байкал 8,3 км³ воды и 274 тыс. т взвешенных наносов в год. Часть ее стока уходит в мелкие протоки дельты и залив Ангарский Сор. Наносы Верхней Ангары и Кичеры, частично осаждаются в дельте, выносятся в прибрежную зону озера, представляющую собой песчаную отмель. Ширина этого мелководья, протянувшегося вдоль о.Ярки, составляет 1,5—2 км [3].

Происхождение и эволюция острова Ярки

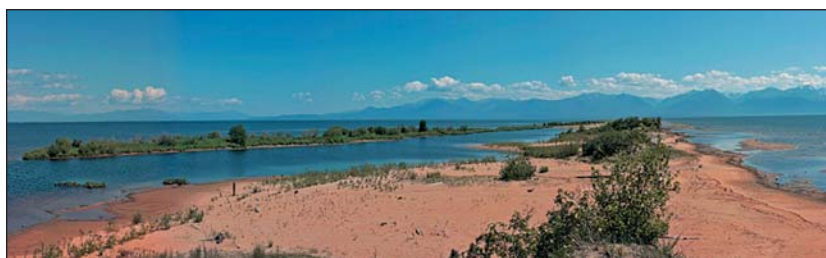
Остров Ярки — это аккумулятивный береговой бар, отделяющий от Байкала дельтовую лагуну Ангарский Сор. Образование бара традиционно связывается с развитием дельт Верхней Ангары и Кичеры. Из их наносов и вдольберегового переноса



Космический снимок северной оконечности оз. Байкал.



Северная оконечность оз. Байкал.
Фото Н. Кулева



Песчаные дюны о.Ярки.
Здесь и далее фото В.Петухина

Самая узкая средняя часть о.Ярки.

донных осадков озера была сформирована серия подводных валов, послужившая основой для формирования бара [4]. Есть и другая гипотеза, согласно которой песчаное мелководье и о.Ярки сформировались не из речных наносов, а за счет абразии древних песчаных осадков Верхнеангарской впадины [3].

Первоначально на всем своем протяжении бар имел одинаковую высоту [4]. Заселение людьми и нарушение растительного покрова привело к его расчленению на отдельные холмы или их группы (ярки). Ширина самой узкой средней части острова составляла около 200 м,

а на устьевых участках она увеличивалась до 400–600 м. Со стороны озера бар окаймлял широкий (15–20 м) песчаный пляж. Относительно высокие (3–12 м), покрытые древесно-травянистой растительностью песчаные дюны острова чередовались с низкими участками высотой 1–1.5 м. Интенсивный размыв и резкое сокращение площади бара начались в 1959 г., после сооружения Иркутской ГЭС и поднятия уровня воды в озере. Береговая линия отступила в среднем на 100–150 м, а на устьевых участках — до 350 м и более. В 1990-х годах ширина бара в средней части уже сос-

тавляла приблизительно 100 м, в наши дни — всего около 30 м, а местами и меньше. По нашим подсчетам площадь бара с 1959 г. уменьшилась в среднем в 3.5 раза. В последние десятилетия она сократилась с 2.2 до 0.4 км² (при высоком уровне воды в озере) и с 3.6 до 1.9 км² (при низком уровне) [5].

К настоящему времени сплошная полоса бара оказалась разделенной промоинами (прорывами) на три крупных фрагмента. По данным топо- и батиметрической съемки, выполненной Н.А.Ярославцевым и В.А.Петровым в 2005–2006 гг. (НИЦ «Морские берега», г.Сочи), самый



Образовавшиеся в «теле» о.Ярки промоины (красные стрелки).

протяженный фрагмент бара (до 7 км) начинается от устья р.Кичеры. Далее на восток второй крупный фрагмент длиной 4.7 км отделен от первого промоиной, ширина которой около 0.1 км. Третий фрагмент длиной всего около 0.58 км. Между ним и вторым фрагментом острова находится наибольшая промоина протяженностью 2.3 км [2]. Размытом расширено место впадения в озеро протоки Среднее устье. Воды Байкала теперь свободно проникают в Ангарский Сор. Ширина устья р.Кичеры на начало 1900-х годов составляла 140 м [6], а в наши дни — уже около 180 м [2].

Ранее значительные размывы бара Ярки происходили во время экстремальных повышений уровня воды в озере. Наиболее выдающимся был сентябрь 1932 г., когда уровень Байкала достиг отметок, которые случаются один раз в 100 лет. В этот год была безвозвратно размыта часть острова. Началось разрушение пос.Чечевки, расположенного в то время по обе стороны устья р.Кичеры. В наши дни этого поселка уже не существует, а рельеф оставшихся фрагментов о.Ярки преобразуется волновыми и эоловыми процессами.

Возможные причины размыва бара Ярки

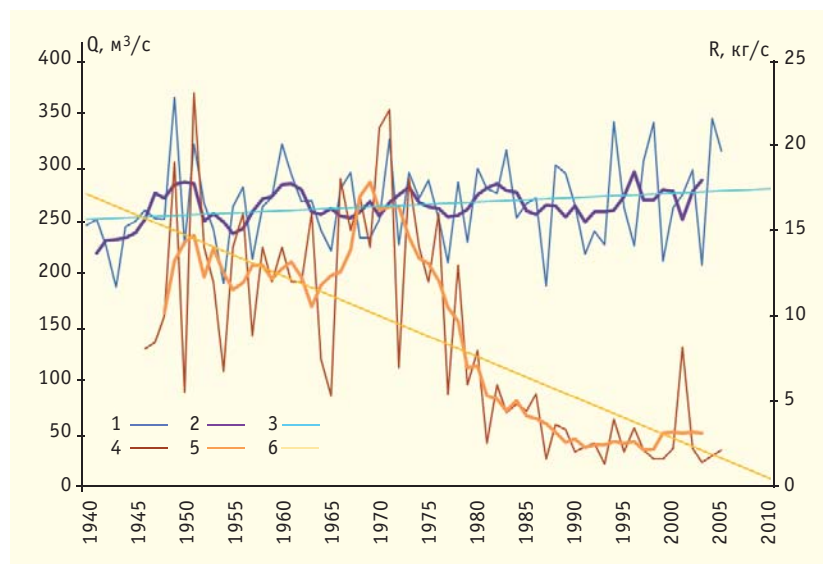
Тектонические процессы. Большое влияние на формирование рельефа устьевой области Кичеры и Верхней Ангары оказывает тектоника региона. Байкальский рифт развивается в условиях растяжения, которое

сопровождается интенсивным погружением, проседанием блоков ложа и бортов Верхнеангарской тектонической впадины, южную окраину которой занимает дельта [7, 8]. Темпы погружения составляют в среднем 0.3—0.5 мм/год [7]. В зоне Байкальской рифтовой впадины нередки землетрясения, провоцирующие скачкообразность тектонических опусканий и увеличивающие их скорость. В условиях заполненной водой Байкальской котловины при погружениях происходит подтопление окружающих участков суши. Это приводит к усилению размыва озерного края дельты Верхней Ангары и способствует постепенному процессу деградации бара Ярки.

Речной сток. Ведущую роль в характере и интенсивности устьевых процессов, как правило, играет величина стока наносов реки. Сток наносов определяет и тип развития дельты, и динамику ее морского края [9].

Замыкающий гидроствор р.Верхняя Ангара — с.Верхняя Заимка расположен на расстоянии 31 км от устья в так называемой вершине дельты. В этом створе с 1946 по 2005 г. изучалась изменчивость годовых расходов воды и взвешенных наносов Верхней Ангары. Выявлено, что в период 1946—1976 гг. колебания стока наносов были в основном синхронны колебаниям стока воды. Это подтверждается коэффициентом корреляции — 0.68. За период с 1977 по 2005 г. наблюдается значительное снижение стока наносов на фоне повышенной водности реки. Коэффициент корреляции — 0.11, что свиде-

тельствует об отсутствии связи между расходами воды и взвешенных наносов. Сток взвешенных наносов реки за второй период сократился на 71%, а водность при этом возросла на 4.3%. Снижение стока наносов связано не с гидроклиматическими факторами, а главным образом с активным антропогенным воздействием на ландшафты района с середины 1970-х годов: строительством Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМ), сооружением мостовых переходов, насыпей на поймах, дамб различного назначения, строительством рабочих поселков. Для создания объектов БАМ добывался аллювий из русловых карьеров Кичеры и Верхней Ангары. Это привело к уменьшению потока речных наносов в оз.Байкал и к сокращению поступления их к о.Ярки [1]. В прибрежной зоне сложились условия «дефицита наносов». Кроме того, изменению режима стока наносов на Верхней Ангаре способствовали и природные процессы. Для большинства дельт рек мира характерна естественная просадка грунта, обусловленная как тектоническим прогибом (к ним тяготеют многие дельты), так и уплотнением дельтовых отложений [10 и др.]. В результате этих процессов изменяются уклоны поверхности и скорости течений, медленно повышается уровень воды, подтапливаются участки дельты, расширяются приморские эстуарии и нарушается режим стока наносов. Это наблюдается и в дельте Верхней Ангары. Известно, что 100 лет назад вся низменность от протоки Ангаракан до сора была



Изменчивость годовых расходов воды (Q) и взвешенных наносов (R) р.Верхней Ангары. 1, 4 — среднегодовые значения; 2, 5 — текущие значения, сглаженные по пятилетиям; 3, 6 — линейный тренд.

занята исключительно под сенокосы [11]. В настоящее время эта территория представляет собой непроходимые и труднопроходимые болота. Подтопление болотистых и торфяных берегов дельтовых проток способствует расширению площади акватории Ангарского Сора. В конце 1940-х годов площадь залива составляла 23 км² [12], а к настоящему времени она увеличилась приблизительно в пять раз и составила около 100 км². Акватории сора и болота стали естественными ловушками речных наносов, что привело к уменьшению объема их выноса в озеро.

Таким образом, в результате сочетания природных процессов и антропогенного воздействия на ландшафты в бассейне р.Верхней Ангары со второй половины 1970-х годов установился фактически другой режим стока наносов.

Изменение уровня Байкала. Уровненный режим Байкала менялся в три этапа. Первый (1901–1958) связан с его естественным уровнем, второй (1962–2000) — со строительством Иркутской ГЭС и зарегулированностью озерного стока, третий — с принятием в марте

2001 г. Постановления Правительства РФ, согласно которому колебания уровня Байкала ограничиваются метровым диапазоном. Это исключает как форсировку уровня, так и его сработку до уровня моря, предусмотренные проектом Иркутской ГЭС. В условиях естественного режима средняя высота уровня над нулем графика водомерного поста в порту «Байкал» составляла 127 см, а за 1962–2000 гг. она возросла до 207 см — уровень озера повысился на 0,8 м. Анализ уровенного режима Байкала показал, что после зарегулирования стока трансформация уровня состоит в основном лишь в «перемещении» его колебаний на более высокие отметки [13].

Повышение уровня приемного водоема несомненно оказывает влияние на гидрологический режим и морфологическое строение речных дельт. Существуют методы количественного расчета и прогноза затопления дельты и размыва их озерного края при повышении уровня моря [14]. Эти методы применены для количественной оценки реакции дельты Верхней Ангары на повышение уровня Байкала в результате сооружения Иркутской ГЭС. При

этом вводятся понятия: подпорная призма, потенциальная площадь затопления дельты и суммарный сток наносов реки за период повышенного уровня водоема. Чтобы дельта находилась в стабильном состоянии, необходимо, чтобы суммарный сток наносов соответствовал объему подпорной призмы. В результате расчетов получено: объем подпорной призмы для дельты Верхней Ангары составил 119 млн м³, а суммарный сток наносов реки за период техногенного повышения уровня озера (1962–2005) оказался равным всего 3,9 млн м³. Это и предопределило затопление дельты (потенциальная площадь затопления — 297 км²) и перестройку рельефа ее озерного края под воздействием волнения. Реакция дельты Верхней Ангары такова: сток наносов реки мал, подпорная призма речными наносами не заполняется, происходит пассивное затопление поверхности дельты [14]. Наносы в основном транзитом проходят по руслу реки в озеро и частично отлагаются в русле в зоне подпора, дальность распространения которого вверх по реке составляет около 16 км. Если бы суммарный объем стока наносов реки был больше объема подпорной призмы, она заполнялась бы речными наносами, те отлагались бы в русле и, не смотря на повышение уровня водоема, дельта продолжала бы выдвигаться в озеро. Еще более усугубило ситуацию резкое снижение стока наносов р.Верхней Ангары во второй половине 1970-х годов.

Приближенная оценка показывает, что ситуация, в которой суммарный сток наносов был бы равен объему подпорной призмы, и дельта находилась в стабильном состоянии, возможна при повышении уровня оз.Байкал только на 0,1 м. Поэтому принятое Постановлением Правительства РФ в 2001 г. ограничение колебаний уровня Байкала в пределах 1 м не спасет бар Ярки от размыва.



Размыв основания дюн волнами.

Характер морфологических процессов на озерной окраине дельты зависит от соотношения уклонов затопленной поверхности дельты и подводного берегового склона, а также от величин этих уклонов [14]. Повышение уровня приводит к увеличению глубины в прибрежье, активизации волнения и интенсивным процессам перестройки рельефа береговой зоны и отступления берега. Уклоны дельты Верхней Ангары и дна прибрежной зоны составляют 0,07 и 10‰ соответственно. Подъем уровня Байкала в 1959–1962 гг. значительно превысил скорость естественного погружения дельты Верхней Ангары (0,3–0,5 мм/год) и в условиях дефицита речных наносов существенно активизировал процессы размыва и отступления озерного края дельты. Увеличение уровня озера привело к формированию вдольбереговых потоков наносов и образованию кос у бара Ярки, ориентированных в сторону преобладающего волнового переноса, т.е. на запад. Наличие подобных кос, корневая часть которых примкнута к берегу, отчетливо прослеживается на

космических снимках и подтверждено экспедиционными исследованиями. Широкий и относительно высокий пляж бара с подъемом уровня оказался подтопленным, а береговой уступ о.Ярки стал размываться байкальскими волнами. Кроме того, ежегодный максимальный уровень водоема в сентябре–ноябре совпадает с периодом осенних штормов, когда наибольшие высоты волн в северной оконечности озера могут достигать 4–5 м. Это еще больше усугубляет размыв острова.

Размытый материал частично аккумулируется на мелководье, частично поступает на глубину. Как показали исследования Ярославцева и Петрова [15], перемещение наносов вдоль о.Ярки происходит в противоположных направлениях, но преимущественно на запад. Максимальная мощность потока наносов отмечается у о.Миллионный, а по мере продвижения на запад снижается. Преобладание западного направления волнового переноса наносов вдоль бара Ярки подтверждают как ориен-



Северный Байкал.

Фото С.Волкова

тированные на запад косы, так и фракционный состав пляжевого песка, медианный диаметр которого уменьшается по мере удаления от устья Верхней Ангары в сторону Кичеры.

Примечательно, что в условиях убывания мощности вдольберегового потока наносов с приближением к р.Кичере самый протяженный и широкий из сохранившихся фрагментов о.Ярки расположен в его западной части именно в районе устья Кичеры. Напротив, наибольшему размыву подвергся восточный участок (у Верхней Ангары), где ширина промоины более 2 км. Кроме того, сток воды и наносов Кичеры значительно меньше, чем Верхней Ангары, а наносы

Верхней Ангары распространяются преимущественно в сторону о.Ярки. Возможно, неравномерности размыва острова способствовали более жесткие ветровые условия в его восточной части (больше число дней с сильным ветром и меньше штилей), а также неравномерное тектоническое проседание ложа впадины.

* * *

Развитие устьевой области Верхней Ангары определяется комплексом природных факторов и процессов, коррективы в которые во второй половине XX в. внесла антропогенная дея-

тельность. Техногенный подъем уровня Байкала на 0.8 м всего за несколько лет во много раз превысил скорость тектонического погружения Верхнеангарской впадины. В естественных условиях потребовалось бы около 1600 лет для того, чтобы поверхность дельты опустилась на 0.8 м. Резкое повышение уровня Байкала привело к необратимым процессам размыва и отступления озерного края дельты Верхней Ангары. Сокращение стока речных наносов во второй половине 1970-х годов значительно усугубило эти процессы. Таким образом, в ближайшем будущем неизбежно исчезнет еще один остров Байкала — песчаный бар Ярки. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 11-05-00140-а.

Литература

1. Вика С., Козырева Е.А., Тржцинский Ю.Б., Шитек Т. Острова Ярки на Байкале — пример современного преобразования ландшафтов. Иркутск- Сосновец, 2006.
2. Петров В.А., Ярославцев Н.А. Динамика бара Ярки на северном Байкале и проблемы его восстановления // Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря: Материалы конф. / Отв. ред. Л.А.Жиндарев, Р.Д.Косьян, Б.В.Дивинский. Краснодар, 2007. С.149—151.
3. Галкин В.И., Карabanов Е.Б., Фиалков В.А. Рельеф дна и динамика наносов // Литодинамика и осадкообразование Северного Байкала. Новосибирск, 1984.
4. Rogozin A.A. Береговая зона Байкала и Хубсугула: морфология, динамика и история развития. Новосибирск, 1993.
5. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2005 году». М., 2006.
6. Атлас волнения и ветра озера Байкал. Л., 1977.
7. Лунина О.В., Gladkov A.C. Активные разломы и напряженное состояние земной коры северо-восточного фланга Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика. 2008. Т.49. №2. С.146—160.
8. San'kov V., Deverchere J., Gaudemer Y., Houdry F., Filippov A. Geometry and rate of faulting in the North Baikal Rift, Siberia // Tectonics. 2000. V.22. №4. P.707—722.
9. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидролого-морфологические процессы, геоморфология и прогноз развития / Под ред. В.Н.Коротаева, В.Н.Михайлова, Д.Б.Бабича, Ли Цзунсяна, Лю Шугуана. М., 2007.
10. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М., 1998.
11. Лоция и физико-географический очерк озера Байкал / Под ред. О.К.Дриженко СПб., 1908.
12. Кожов М.М. Животный мир озера Байкал. Иркутск, 1947.
13. Синюкович В.Н. Реконструкция естественного уровня режима озера Байкал после строительства Иркутской ГЭС // Метеорология и гидрология. 2005. №7. С.70—76.
14. Михайлов В.Н., Михайлова М.В. Закономерности воздействия повышения уровня моря на гидрологический режим и морфологическое строение речных дельт // Водные ресурсы. 2010. Т.37. №1. С.3—16.
15. Потёмкина Т.Г., Ярославцев Н.А., Петров В.А. Современные потоки наносов у острова Ярки (Северный Байкал) // Успехи современного естествознания. 2008. №8. С.113—114.