

ЭТИ ИЗМЕНЧИВЫЕ РЕЧНЫЕ ДЕЛЬТЫ

В.Н. Михайлов

Вадим Николаевич Михайлов, доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, лауреат премий им. Ю.М. Шокальского (1974, 1982), Д.Н. Анучина (1998), В.Г. Глушкова и В.А. Урываева (2000). Руководитель проекта 99-05-64780.

Дельты, формирующиеся в местах впадения рек в океаны, моря и озера, занимают очень небольшую часть поверхности Земли — чуть больше 3% суши, а на долю дельтовых берегов приходится всего 9% длины береговой линии океана. Однако благодаря своему географическому положению и богатым природным ресурсам — земельным, водным, биологическим — дельты рек играют особую роль среди других географических объектов и имеют важнейшее экологическое и экономическое значение. Речные дельты — это обилие воды, рыбы, птиц, зверей, настоящее царство растительности (причем в любых климатических зонах). Дельты издавна используют для сельского и рыбного хозяйства, водного транспорта, в них могут содержаться залежи нефти, газа.

Вместе с тем речные дельты поддаются хозяйственному освоению с трудом. Это происходит, во-первых, из-за очень сложного водного режима самой реки (с ее половодьями, паводками) и моря (с его приливами, нагонами, волнением), во-вторых, из-за сильной изменчивости самой дельты и ее гидрографической сети, в-третьих, из-за большой экологической уязвимости этих переходных от реки к морю природных объектов.

Российская наука обладает определенным приоритетом в их исследовании [1, 2, 3, 4]. Хорошо изучены природные ресурсы, водный режим и изменения дельт многих рек — Волги, Терека, Сулака, Кубани, Дона, Невы, Северной Двины, Печоры, Оби, Енисея, Лены, Яны и др. Но закономерности формирования дельт разного типа, их реакция на естественные и особенно антропогенные изменения стока рек и уровня морей, глобальная роль самих дельт в трансформации речного стока оставались до недавнего времени недостаточно ясными.

Что такое дельта с научной точки зрения?

Термин «дельта» впервые применил древнегреческий историк, географ и путешественник Геродот приблизительно в 450 г. до н.э. Он назвал так аллювиальную сушу более или менее треугольной формы, заключенную между расходящимися рукавами Нила и морем и на-

поминающую заглавную букву греческого алфавита Δ (дельта). Впоследствии понятие дельта было распространено и на другие сходные по строению устья рек.

С позиций комплексного физико-географического подхода, дельта — это надводная низменная часть конуса реки в месте ее впадения в море или озеро со сложнейшей и изменчивой сетью водотоков и водоемов и специфическим ландшафтом. Дельта не единственный элемент устьевой области реки, которая, кроме того, включает открытое или полузакрытое устьевое взморье, где морская вода смешивается с речной (рис.1, 2 на цветной вклейке).

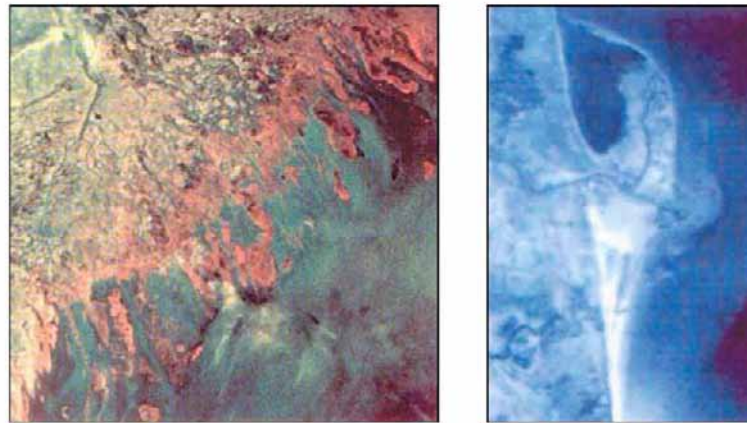


Рис. 1. Космический снимок дельты Волги (слева) и аэрофотоснимок дельты Сулака

Выделяют два основных типа дельт. Первый — дельты заполнения — формируется в морских заливах, эстуариях, лагунах, лиманах. Эти, чаще всего мелко водные, акватории ограничены берегами, и воздействие морских факторов, например волнений, в них ослаблено. Для второго типа — дельт выдвигания, образующихся на открытом морском побережье, — характерны отсутствие бокового ограничения, большие глубины и соответственно более сильное воздействие морских факторов.

К первому типу относятся, например, дельты Печоры, Оби, Енисея, Днепра, Днестра, находящиеся в вершинах морских заливов (губ, лагун, лиманов), ко второму — Волги, Лены, Дуная, Риони, Роны, Миссисипи.

Причина формирования дельты в устье реки — отложение речных наносов, вызванное в свою очередь уменьшением скорости потока при его втекании в море или озеро.

Почему же одни реки, впадая в моря или озера, образуют дельты, а другие нет? Например, устья Южного Буга, Святого Лаврентия, Пенжины, Делавэра, большинство фьордов, многие малые реки вообще их не имеют. Очевидно, все дело в соотношении факторов, благоприятствующих или препятствующих их возникновению и развитию [5, 6].

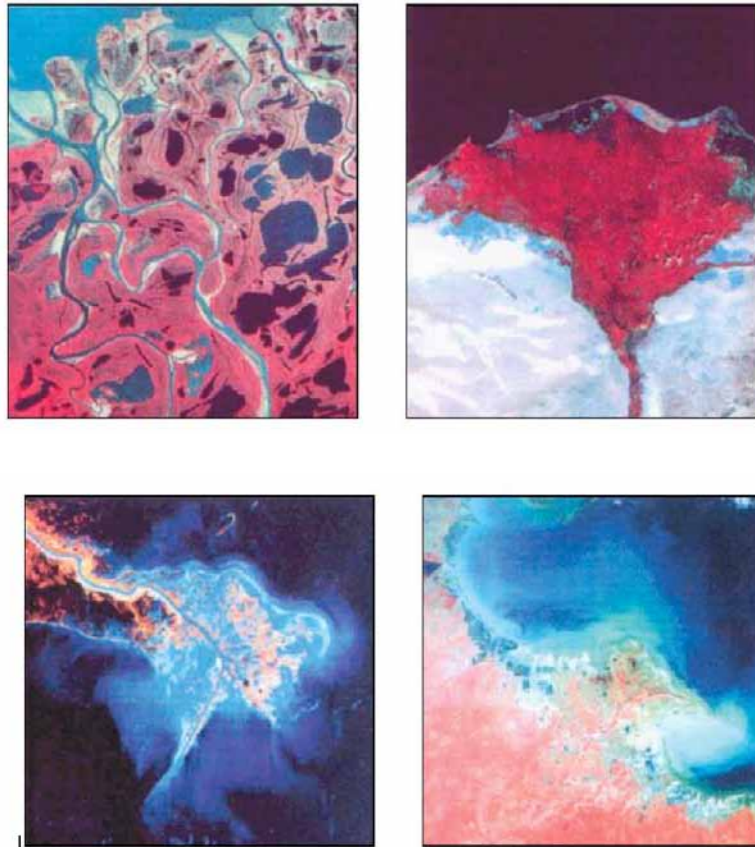


Рис. 2. Космические снимки дельт: сверху – Колвилла на Аляске (слева) и Нила, внизу – Миссисипи

Главный созидательный фактор — величина стока наносов реки. Чем она больше, тем больше, при прочих равных условиях, и объем аллювиального конуса выноса реки и площадь дельты. Способствуют образованию дельты и мелководность залива или прибрежной зоны моря, вертикальные движения земной коры с положительным знаком (тектоническое поднятие), понижение уровня водоема, в который река впадает.

Главный фактор, препятствующий образованию и развитию дельты, — разрушающее воздействие морского волнения. Формированию дельты не способствуют также большие глубины залива или прибрежной зоны моря, сильные приливные течения, тектоническое опускание или просадка грунта, повышение уровня приемного водоема.

Во время постледникового повышения уровня Мирового океана (18—6 тыс. лет назад) многие устья рек оказались затопленными и превратились в морские заливы (губы, лиманы, лагуны, эстуарии). После относительной стабилизации уровня (6—5 тыс. лет назад) отложение речных наносов в вершинах морских заливов привело к возникновению небольших дельт, которые при ограниченных размерах заливов и их мелководности, а также при слабом воздействии морских факторов быстро выдвигались вперед (рис.3). Этот период получил название стадии формирования дельты заполнения. Постепенно заполняя заливы наносами, реки выхо-

дили за береговую линию и начинали формировать дельты уже в море. Другими словами, наступила стадия формирования дельты выдвигения.

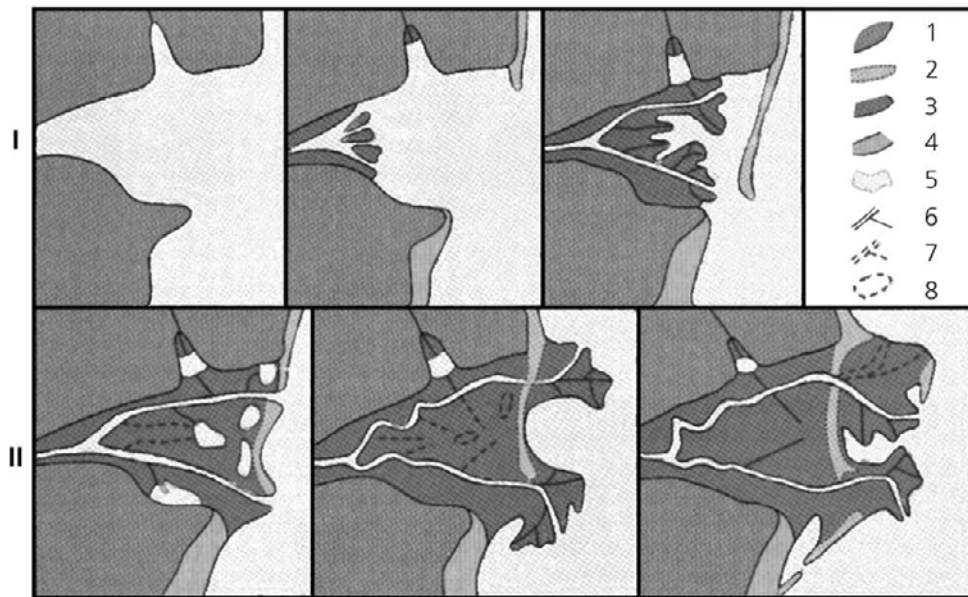


Рис.3. Схема формирования дельты заполнения морского залива (I) и дельты выдвигения на открытом морском побережье (II). 1 — прилегающая к дельте суша (берег залива), 2 — морские песчаные косы, 3 — низменные дельтовые острова, 4 — приморская аккумулятивная равнина, 5 — водоемы дельты, 6 — действующие рукава и протоки, 7 — отмершие рукава и протоки, 8 — обсохшие котловины дельтовых водоемов.

Скорость перехода от одной стадии к другой зависела от соотношения стока наносов реки, с одной стороны, ширины и глубины залива и противодействия морских факторов — с другой.

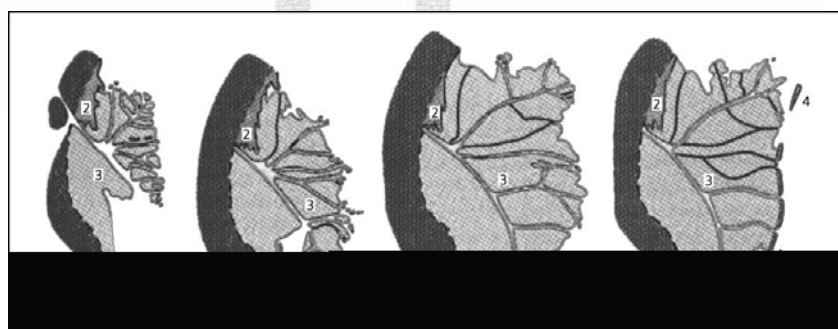


Рис.4. Схема развития дельты Килийского рукава в устье Дуная. 1 — береговая линия Черного моря до начала формирования рассматриваемой дельты (середина XVIII в.), 2 — морская коса, сложенная песком и битой ракушей, 3 — низкие, заросшие тростником острова дельты, 4 — песчаный морской берег дельты.

Во многих дельтах мира уже завершилась первая и началась вторая стадия развития, соответственно изменился их тип. В других (в основном у рек с небольшим или умеренным стоком) такой переход не состоялся, и они остались дельтами заполнения.

Формирование дельт обоих типов может идти двумя путями [7]. Первый — медленный, эволюционный — характерен для рек с небольшой или средней величиной нагрузки потока наносами (мутность воды менее 1 кг/м^3). Примером может служить развитие дельты Килийского рукава в устье Дуная (рис.4). Второй путь — с прорывами русла, быстрый, скачкообразный — характерен для рек с большой мутностью (более 1 кг/м^3); каждый цикл развития начинается с прорыва потока в новом направлении. Таковы дельты Миссисипи и Сулака (рис.5). Именно в дельтах рек с большим стоком наносов зафиксирована максимальная скорость выдвигания в море: у Амударьи — 4 км/год , у Хуанхэ — до 10 км/год (в 1976—1985 гг. суша нарастала здесь на 42 км^2 в год).

Речной сток и дельты

Поскольку сток наносов реки — главный фактор формирования дельт, его естественные и антропогенные изменения (как увеличение, так и уменьшение) быстро отражаются на интенсивности смены стадий дельтообразования, ускорении или замедлении выдвигания дельты в море. При значительном уменьшении стока наносов может начаться ее размыв.

Большинство дельт мира всегда чутко реагировали на колебания стока реки, вызванные изменением климата. В холодные и влажные периоды они быстро выдвигались в море, в теплые и сухие замедляли этот процесс или даже частично размывались.

На протяжении последних 2000—2500 лет (пожалуй, кроме XX в.) дельты, как правило, активно выдвигались в море, о чем свидетельствуют многочисленные исторические, археологические и картографические материалы. Так, в дельте Дона на большом расстоянии от морского берега обнаружены развалины древнегреческого поселения Танаис и генуэзского — Тана (на месте нынешнего г. Азова), когда-то находившихся на самом берегу. В устье Риони в 134 г. римским императором Адрианом была построена крепость Фасис. В XIX в. ее остатки оказались уже на расстоянии 5 км от выдвинувшегося морского берега. Село Липованское (ныне г. Вилково) возникло вблизи берега Черного моря, в устье Дуная, в середине XVIII в. К началу XX в. берег дельты выдвинулся в море на 18—20 км. В устье р. По 2500 лет назад этрусками был основан г. Спина. Следы этого города были недавно обнаружены археологами в 10 км от моря. Остатки гаваней, сооруженных на морском берегу дельты Тибра римскими императорами Клавдием и Траяном в I в., находятся сейчас внутри дельты, на расстоянии 5 км от современного берега.

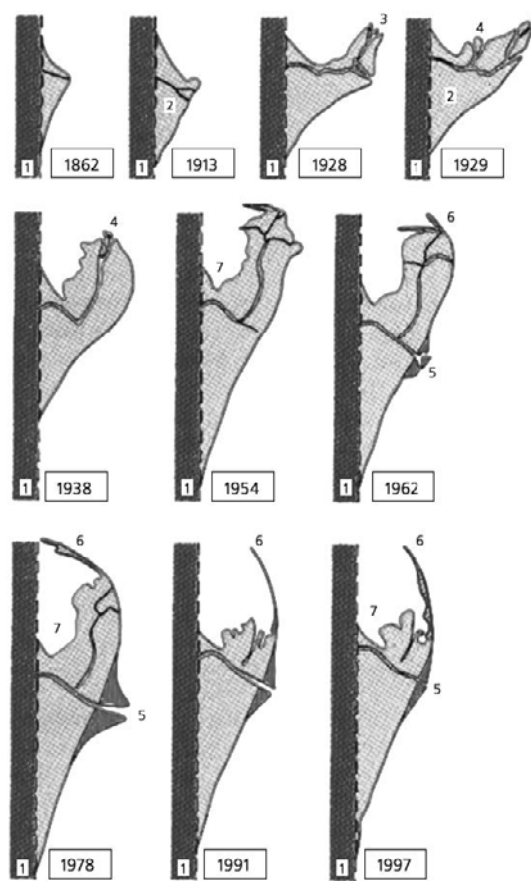


Рис.5. Схема развития дельты Сулака. 1 — берег Каспийского моря до прорыва Сулака на открытое побережье (конец XVIII в.) и начала формирования дельты выдвигения (ранее дельта Сулака находилась в Аграханском заливе), 2 — основная часть дельты (первая, «пионерная» дельтовая лопасть), 3 — вторая дельтовая лопасть, сформировавшаяся после естественного прорыва русла в северо-восточном направлении предположительно в 1920 г., 4 — третья дельтовая лопасть, сформировавшаяся в северном направлении после прорыва левой косы в 1929 г., 5 — четвертая дельтовая лопасть, сформировавшаяся после искусственного вывода реки в море в юго-восточном направлении и перекрытия старого русла в 1957 г., 6 — Сулакская коса, сформировавшаяся из продуктов разрушения дельты волнением (при подъеме уровня моря в 1978—1995 гг. коса была частично размыта), 7 — Сулакская бухта.

Установлено, что в так называемый малый ледниковый период (XV—XIX вв.) увеличилась повторяемость дождей паводков, возрос сток наносов рек и ускорилось выдвигение в море дельт многих рек Европы (Тибра, По, Эбро и др.), а также дельт некоторых рек Китая.

В XVIII—XIX вв. усилению эрозии в речных бассейнах, увеличению стока наносов рек и ускорению выдвигения многих дельт способствовал антропогенный фактор — вырубка лесов и распашка склонов.

В XX в. (особенно во второй половине) начал действовать другой антропогенный фактор — резкое сокращение стока наносов многих рек в результате сооружения плотин и водо-

хранилищ. Так, у Дуная, Терека, Хуанхэ этот сток уменьшился приблизительно в 1,5 раза, у Волги, Дона, Риони, Куры, Миссисипи — в 2 раза, у Роны — в 3 раза, у Сулака, Кубани, Тибра — почти в 10 раз; сток наносов Нила сократился в 60 раз! (см. таблицу). В результате многие дельты замедлили свое выдвижение, в ряде случаев усилился размыв их морского края.

Наиболее сильный размыв произошел на морском берегу дельты Нила после сооружения плотин на реке в первой половине XX в. и резкого сокращения стока наносов. Если в 1700—1900 гг. устье рукава Розетты выдвинулось в море на 8 км, то лишь за 1900—1995 гг. оно размылось на 6 км. За 1954—1971 гг. выступ («клюв») главного рукава в дельте Роны был размыв волнением и отступил на 400 м. В дельте Эбро морской берег отступает в настоящее время со средней скоростью 2,5 м/год. В дельте Риони после сооружения на реке каскада ГЭС берег отступил на 250 м; в результате была размыва территория г. Потти на площади около 3 км².

К существенным изменениям ландшафта дельт приводит и уменьшение водного стока рек. Если его увеличение в половодье вызывает периодические наводнения, то резкое сокращение из-за изъятия на хозяйственные нужды ведет к обсыханию дельт и необратимым (как в дельтах Амударьи и Или) процессам деградации неповторимого ландшафта.

Характеристика некоторых речных дельт мира*

Река	Площадь дельты, км ²	Длина дельты по главному рукаву, км	Сток воды, км ³ /год	Сток наносов, млн т/год	Прибавление (+), потери (-) стока воды в дельте, км ³ /год
Ганг, Брахмапутра, Мегхна	105600	–	1330	1670	+42
Амазонка	100000	350	6300	1200	+120
Меконг	94000	300	504	120	+28
Лена	32000	175	530	20	+5
Инд	29500	–	240	59	–46
Миссиссипи	26200	300	490	400	–
			–	210	+1.3
Ориноко	24500	200	914	210	–
			–	150	+2.4
Иравади	20600	–	430	260	+27
Нигер	19100	–	200	40	+45
Нил	18900	245	70.0	120	–
			35	2.0	–28
Макензи	12000	274	330	100	+1.2
Волга	11000	150	243	14.0	–7.7
			233	6.0	–5.7
Янцзы	11000	100	888	471	–
Терек	8900	170	8.9	15.1	–2.0
			8.4	11.9	–4.0
Яна	6600	140	32.4	3.0	+0.7
Дунай	5640	115	204	88	–
			204	51	–3.6
Кубань	4190	116	12.6	7.9	–4.0
			9.5	0.84	–3.7

* Числитель — до, знаменатель — после регулирования стока; прочерк — отсутствие данных.

Дельты крупных рек заметно влияют на сток воды в океан и моря, в зависимости от климатической зоны либо уменьшая, либо увеличивая его, что сказывается и на водном балансе океанов и морей.

Дело в том, что в засушливой зоне или в зоне с недостаточным увлажнением в них испаряется воды больше, чем выпадает в виде осадков — так называемые потери стока. Примерами могут служить дельты Волги, Терека, Инда, Нила (см. таблицу). В зонах с достаточным или избыточным увлажнением осадки на поверхности дельт превышают испарение и наблюдается «прибавление стока» (например в дельтах Амазонки, Ганга, Меконга, Нигера), которое в целом намного превышает потери. Только те дельты, которые упомянуты в таблице, добавляют к стоку рек в океан $270 \text{ км}^3/\text{год}$ воды, что соответствует расходу довольно крупной реки. Дельты также трансформируют сток наносов, растворенных веществ, тепла. Однако оценка этих процессов — задача дальнейших исследований.

Дельты в периоды регрессий и трансгрессий моря

Вековые и многолетние изменения уровня океана, морей и озер — важнейший фактор, влияющий на эволюцию дельт.

Значительное снижение уровня моря (регрессия) вызывает, как правило, эрозионное врезание речного русла, иногда весьма сильное. В эти периоды многие дельтовые водоемы высыхают, а сами дельты быстро выдвигаются в море. При повышении уровня, во время морских трансгрессий, дельты обычно затопляются; узкая речная долина превращается в залив (губу, эстуарий), а широкая — в блокированные пересыпями со стороны моря лиман или лагуну. Место отложения речных наносов смещается в глубь континента. Именно в эти периоды начинается стадийное развитие дельт, о котором говорилось выше.

Происшедшее на нашей памяти, в 1978—1995 гг., заметное повышение уровня Каспийского моря (2,3 м) по-разному сказалось на дельтах впадающих в него рек. Небольшая (новая) дельта в устье главного рукава Терека с большим стоком наносов, несмотря на быстрое и значительное повышение уровня моря, в целом сохранила свое положение, лишь выросла в высоту. Дельта же Сулака в условиях дефицита речных наносов после сооружения Чиркейского водохранилища в 1974 г. была частично затоплена и размыта морским волнением [4]. За 1978—2000 гг. площадь этой дельты уменьшилась с 70,6 до 43,7 км², т.е. на 38%. В устье Волги были затоплены острова на взморье и узкая приморская полоса в самой дельте.

Процессы, сходные с теми, что в последние 20 лет произошли в дельтах рек, впадающих в Каспийское море, могут повториться и в дельтах на побережье Мирового океана в результате ожидаемого повышения его уровня, который в настоящее время поднимается со скоростью 1,5—2 мм/год. Однако глобальное потепление климата, по прогнозам, должно ускорить этот процесс. Предсказывают, что к концу XXI в. уровень океана повысится по сравнению с современным на 66 см (средняя оценка) или даже 110 см (максимальная оценка). Очевидно, это приведет к затоплению земель и разрушению берегов во многих дельтах мира. Уже сейчас на берегах дельты Миссисипи теряется в год до 100 км² земель.

Итак, формирование речных дельт в современную геологическую эпоху подчиняется стадийности и цикличности и может быть описано качественно и количественно с применением балансовых и гидравлических уравнений.

Эти изменчивые природные объекты — арена постоянной борьбы рек и морей. Здесь невозможно существование длительного равновесия. Если преобладает созидательное воздействие реки, дельта выдвигается в море, если влияние моря пересиливает, дельта либо разрушается волнением, либо затопляется при повышении уровня.

В современных условиях, когда сток наносов многих рек уменьшился из-за сооружения водохранилищ, а уровень Мирового океана повышается, выдвигание дельт в моря замедляет-

ся или даже начинается их деградация. Эти процессы наносят существенный ущерб уникальному природному комплексу дельт и требуют разработки мер по его защите.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Самойлов И.В. Устья рек. М., 1952.*
2. *Михайлов В.Н., Rogov M.M., Чистяков А.А. Речные дельты: Гидролого-морфологический процесс. Л., 1986.*
3. *Кортаев В.Н. Геоморфология речных дельт. М., 1991.*
4. *Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М., 1997.*
5. *Дельты — модели для изучения / Под ред. М. Бруссард. Пер. с англ. М., 1979.*
6. *Михайлов В.Н. Гидрологические процессы в устьях рек. М., 1997.*
7. *Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М., 1998.*

