

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 551.482.6

В.Н. Коротаев, В.Н. Михайлов, М.В. Михайлова

ДЕЛЬТООБРАЗОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ¹

Устьевые области рек — это специфические географические объекты, характеризующиеся большими гидрографическими, геоморфологическими, гидрологическими, ландшафтными, экологическими особенностями и обладающие богатыми природными ресурсами (водными, земельными, биологическими, минеральными). Природный комплекс этих объектов формируется в результате особых устьевых гидролого-морфологических процессов, под которыми понимаются взаимосвязанные динамическое взаимодействие и смешение вод реки и приемного водоема (океана, моря, озера), а также морфодинамика дельты и дна устьевого взморья, включающая русловые процессы в водотоках дельты и дельтообразование в целом.

Упомянутые процессы подчиняются некоторым внутренним гидравлическим и балансовым закономерностям, физические основы которых универсальны и в целом сходны в разных природных условиях. В то же время устьевые процессы протекают под сильным влиянием внешних факторов — природных условий речных бассейнов и приемных водоемов и их естественных и антропогенных изменений. И если общие внутренние закономерности устьевых процессов довольно хорошо изучены [5, 9, 13, 19–20], то влиянию зональных и азональных природных факторов на эти процессы до сих пор в литературе уделялось недостаточное внимание.

Влияние на устьевые процессы зональных природных условий речных бассейнов. Сток воды и сток наносов рек — главные факторы, определяющие направленность и интенсивность устьевых гидрологоморфологических процессов. Величина и режим стока воды и наносов рек в свою очередь определяются, во-первых, природными условиями в зоне формирования стока (водным балансом территории и характером увлажнения, типом подстилающей поверхности и эрозионной устойчивостью грунтов), подчиняющимися, как правило, законам широтной и высотной зональности, а во-вторых, размерами речных бассейнов.

Существование на земном шаре географических поясов и природных зон (табл. 1) объясняется, во-первых, шарообразностью Земли, что предопределяет неравномерное поступление на земную поверхность солнечной радиации и связанное с этим различие в

термических условиях, а во-вторых, широтными различиями в условиях увлажнения. Так, по М.И. Будыко [2], в пределах территории бывшего СССР зоны тундр и лесотундр приблизительно соответствуют сумма средних суточных температур воздуха $\sum T$ от 0 до 1000°C и индекс сухости <0,45, что отвечает условиям избыточного увлажнения. Заметим, что индекс сухости z_0/x — это отношение зональных годовых величин испаряемости (максимально возможного испарения в данных климатических условиях) и суммы осадков. Зоны тайги (хвойных лесов) приблизительно соответствуют величины $\sum T$ от 1000 до 2200°C и z_0/x от 0,45 до 1,0 (условия достаточного увлажнения). В зонах смешанных и широколиственных лесов и степей $\sum T$ составляет от 2200 до 4400°C и z_0/x от 1 до 3 (условия недостаточного увлажнения). Для зоны полупустынь и пустынь характерны значения $\sum T > 4400^\circ\text{C}$ и $z_0/x > 3$ (сухие области).

Широтная зональность, таким образом, проявляется в закономерном изменении $\sum T$, осадков x , испарения z , испаряемости z_0 и стока y согласно уравнению водного баланса $y=x-z$. Карты изолиний x , y , z и z_0 (все в мм в год) можно найти в [1].

Воспользовавшись данными об элементах водного баланса по природным зонам, приведенными в [7], авторы рассчитали осредненные для каждой природной зоны величины индекса сухости z_0/x и модуля стока воды (M_Q , л/(с · км²)= $y/31,56$) (табл. 1). Модуль стока воды характеризует удельный (на 1 км²) средний за год сток воды в разных природных зонах. Данные табл. 1 свидетельствуют, что наибольшие величины M_Q отмечаются во влажных лесах в пределах субэкваториальных и экваториального географических поясов. Здесь протекают и самые водноносные реки мира. Наименьшие величины M_Q характерны для полупустынь и пустынь.

Процессы денудации и сток наносов рек также связаны с широтной зональностью. Удельный сток взвешенных наносов с единицы площади (подобно M_Q) характеризуется средним годовым модулем стока взвешенных наносов M_R . По данным [3], наибольшие на Земле модули стока взвешенных наносов характерны для субтропических и тропических поясов Северного и Южного полушария; заметно меньший M_R имеет экваториальный пояс; наименьший M_R — в умеренных и субарктическом поясах.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 04–05–64149 и 05–05–65110).

Таблица 1

О средненныи величины коэффициента стока (y/x), индекса сухости (z_0/x) и модуля стока воды (M_Q , л/(с · км²)), по [7]

Природные (ландшафтные) зоны	y/x	z_0/x	Географические (климатические) широтные пояса, M_Q				
			арктический и субарктический	умеренные	субтропические и тропические	субэкваториальные	экваториальный
Тундра и лесотундра	0,55	0,5	7,0	—	—	—	—
Тайга	0,43	0,8	—	9,5	—	—	—
Смешанные и широколиственные леса	0,34	1,0	—	11,1	—	—	—
Постоянно влажные вечнозеленые леса	0,40—0,55	0,5—0,9	—	—	20,6	38,0	38,0
Приокеанские сезонновлажные леса	0,30—0,45	0,7—1,2	—	—	11,1	23,8	—
Саванные леса, лесостепи, прерии	0,20—0,30	1,2—1,7	—	—	6,3	9,5	—
Сухие саванны и степи	0,08—0,12	2,4—3,0	—	1,9	1,6	2,2	—
Полупустыни и пустыни	<0,03	>4,0	—	0,3	0,2	—	—

Примечание: прочерк — зона отсутствует.

Сток воды и наносов рек в их устьях зависит от величин M_Q и M_R в речных бассейнах и площади этих бассейнов F . Большинство крупных рек *полизональны*; это означает, что они протекают по различным природным зонам и сток воды и наносов в их устьях интегрально отражает вклад каждой зоны. Полный сток воды и наносов полизональной реки зависит от площадей тех частей всего бассейна, которые относятся к разным природным зонам, и от модулей стока воды и наносов для каждой зоны.

Как правило, сток воды и наносов у полизональных рек по направлению к их устьям увеличивается по мере впадения притоков. Однако нередко встречаются и исключения, когда река в низовьях беспри точна, протекает по засушливой территории и теряет часть своих вод, расходуемых на испарение, инфильтрацию и водозабор на хозяйствственные нужды, а часть наносов — в процессе аккумуляции. Таковы, например, реки Нил, Амударья, Сырдарья, Или, Инд.

Распределение стока воды и взвешенных наносов по частям света представлено в табл. 2. Данные этой таблицы свидетельствуют, что наибольший сток воды и наносов дают реки Азии и Южной Америки.

Интересно отметить, что в Тихий, Атлантический и Индийский океаны реки выносят 32, 44 и 13% стока воды и 34, 26 и 38% стока наносов всех рек мира [7] соответственно. На побережьях этих океанов находятся и самые крупные дельты.

В табл. 3 в качестве примера представлены результаты расчета средних модулей стока воды и наносов для ряда рек, имеющих наиболее крупные дельты (с площадью >20 тыс. км²). Расчет проводился по формулам

$$M_Q = W_Q \cdot 10^6 / 31,56 F \quad M_R = W_R / F,$$

где W_Q — объем стока воды, км³/год; W_R — сток наносов, т/год; F — площадь бассейна, км².

В целом проявляется очевидная закономерность: чем больше сток воды и наносов реки, тем больше площадь дельты. По данным о 50 дельтах мира авторы получили следующие приближенные эмпирические зависимости: $F_D \sim 20 W_Q$ и $F_D \sim 60 W_R$, где F_D в км², W_Q в км³/год, W_R в млн т/год. Связь имеет довольно высокие значения коэффициента корреляции: 0,73 и 0,88 соответственно. Более тесная связь F_D с W_R , чем с W_Q , подтверждает вывод о том, что сток наносов оказывает большее влияние на размер дельты, чем сток воды.

Поскольку крупные реки Азии и Южной Америки — самые водоносные и несут наибольшее количество наносов, в их устьях находятся и самые большие дельты. Из всех учтенных дельт мира на долю азиатских дельт приходится 309,5 тыс. км² (54%), а южноамериканских — 132,4 тыс. км² (23%). Общая площадь всех 50 учтенных дельт (575,7 тыс. км²) составляет около 48% площади всех дельт на Земле, равной, по [7], 1,2 млн км² (<1% поверхности суши).

Азональность речных дельт. Проблема азональности дельт, несмотря на свою актуальность, пока изучена недостаточно. Очевидно, что все без исключения дельты наряду с природными комплексами других частей речных долин и переувлажненных междуречий обладают *интразональностью* — одним из видов азональности. Согласно [17, с. 525], “явление интразональности объясняет происхождение природных комплексов, не имеющих строгой зональной и региональной приуроченности, ведущими факторами развития которых служат геоморфологические, литологические и гидрологические особенности земной поверхности”. Именно эти три фактора и придают речным дельтам свойства интразональности. Дельты обладают низменным плоским рельефом, сложены толщей в основном речных отложений (при этом верхний их слой, как правило, содержит плодородный ил). Благодаря этим двум факторам дельты

Таблица 2
Годовой сток воды и взвешенных наносов в океан, по [7]

Часть света	Площадь, млн км ²	Сток воды		Сток взвешенных наносов		
		W_Q , км ³	M_Q , л/(с · км ²)	W_R , млн т	s , г/м ³	M_R , т/км ²
Азия	31,2	13560	13,8	10500	774	336
Южная Америка	16,4	11700	22,6	2440	208	149
Северная Америка	23,4	7840	10,6	1100	140	47
Африка	20,5	4110	6,4	988	240	48
Европа	8,3	2850	10,9	439	154	53
Австралия и Океания	5,0	2370	15,0	197	83	39
Всего	104,8	42430	12,8*	15660	369*	149*

Примечания: W_Q — средний многолетний годовой сток воды; M_Q — модуль стока воды; W_R — сток взвешенных наносов; s — мутность воды; M_R — модуль стока взвешенных наносов; * средние значения для всего земного шара.

по рельефу и литологии обычно сильно отличаются от сопредельных территорий. Но главный фактор интразональности дельт — их повышенная увлажненность, в основном обусловленная обводняющей ролью реки и наличием сложной гидрографической сети самой дельты (сети водотоков, водоемов, плавней и др.).

Важно отметить, что в большинстве случаев именно речной сток, а не атмосферные осадки (их в дельтах, расположенных в засушливых зонах, может быть очень мало) является причиной повышенной увлажненности дельт. А обилие влаги (помимо важной роли достаточно высокой температуры воздуха и плодородных почв) является причиной формирования характерного “дельтового ландшафта” и прежде всего буйной и разнообразной растительности. В зонах с недостаточным увлажнением (z_0/x от 1 до 3) и тем более в сухих ($z_0/x > 3$) дельты (так же, как и прирусловые и пойменные леса) становятся своеобразными “оазисами” на фоне смежных ландшафтов степей, полупустынь и пустынь.

Особенности рельефа, литологии, гидрологического режима и ландшафта многих дельт мира достаточно хорошо отражены в ряде обобщающих работ [5, 6, 8, 13, 19], а также в монографических публикациях, посвященных конкретным дельтам [14–16, 20].

Степень интразональности речных дельт может быть установлена путем сравнения характера увлажнения самих дельт и окружающих зональных ландшафтов. Поскольку, как было сказано выше, главная причина увлажненности дельт — водный сток рек, то для характеристики увлажненности дельт величину атмосферных осадков использовать нельзя. Для упомянутого сравнения можно применить отношение годовой величины испарения с поверхности дельты z_d к аналогичной величине испарения с поверхности окружающих дельту территорий z . Первая из величин характеризует увлажнение дельты, вторая — зональный фон увлажнения территорий.

Таблица 3
Сведения о среднем многолетнем стоке воды и наносов рек, имеющих самые крупные дельты

Река	Площадь, тыс. км ²		Сток в устье		Средний модуль стока	
	дельты, F_d	бассейна, F	воды, W_Q , км ³ /год	наносов, W_R , млн т/год	воды, M_Q , л/(с · км ²)	наносов, M_R , т/(км ² · год)
Ганг и Брахмапутра	105,6	1560	1220	1060	24,8	67,9
Амазонка	100	6300	6300	1200	31,7	190
Хуанхэ	36,3	745	45,9	1185	1,9	1591
Инд	29,5	970	240	59,0	7,8	60,8
Меконг	28,5	810	438	94,5	17,1	117
Миссисипи	26,2	3300	490	400	4,7	121
Ориноко	24,5	990	1100	210	35,2	212
Иравади	20,6	430	430	260	31,7	605
Лена	20,0	2490	533	20,7	6,8	8,3

Как показали недавние исследования [10], величина испарения с поверхности дельты z_d в среднем для ряда дельт, находящихся в разных природных зонах, численно близка к величинам испаряемости z_0 .

Величина испаряемости z_0 (максимальное возможное испарение при наличии воды) зависит от радиационного баланса и подчиняется законам широтной зональности. Обычно принимают, что величина z_0 совпадает с испарением с водной поверхности z_b .

Близость величин z_d и z_0 объясняется следующим. У разных ландшафтов в пределах дельты величина удельного испарения, выраженного в мм слоя в год, разная. С водной поверхности дельтовых водотоков и водоемов испаряется столько, сколько обусловлено величиной испаряемости ($z_b \sim z_0$); с суходолов в пределах дельты величина испарения меньше z_0 ; с плавней, где растительность погружена в воду, величина испарения больше z_0 (важную дополнительную роль играет транспирация). В целом же для дельты оказывается справедливым соотношение $z_d \sim z_0$.

Значения испаряемости z_0 и зональных величин количества осадков x и испарения z_0 для каждой дельты можно найти на специальных картах водного баланса континентов [1].

Расчеты, проведенные для 36 крупных дельт, показали, что степень интразональности дельт, выраженная через отношение z_d/z , имеет зональный характер и четко зависит от индекса сухости z_0/x . Получена эмпирическая зависимость $z_d/z = 0,419(z_0/x)^{1,379} + 1$ при достаточно высоком коэффициенте достоверности аппроксимации $r = 0,905$.

Анализ приведенной зависимости показывает следующее:

1) для всех рассматриваемых дельт $z_d/z > 1$. Это и понятно, так как даже в случае предельной увлажненности дельты и окружающих территорий испарение с сопредельной суши не может превышать испаряемость. Поэтому даже в условиях избыточного увлажнения ($z_0/x < 0,45$) дельты, имеющие в своем составе многочисленные открытые водные объекты, оказываются более увлажненными, чем окружающие ландшафты;

2) с увеличением засушливости зонального климата и соответствующего увеличения индекса сухости z_0/x быстро возрастают как величина z_d/z , так и контрастность между увлажненностью дельт и окружающих территорий, а также степень интразональности дельт;

3) в областях с избыточным и достаточным увлажнением при $z_0/x < 1$ величина z_d/z находится в пределах 1+2 (дельты Нигера, Иравади, Ганга и Брахмапутры, Ориноко, Амазонки и др. в экваториальном поясе, а также и дельты Юкон, Макензи, Сев. Двины, Печоры, Оби, Енисея, Лены, Яны и др. в субарктическом поясе). Ландшафт дельт как первой, так и второй групп мало отличается от ландшафта окружающих территорий. Лишь у первой группы дельт это влажные тропические леса, а у второй — тундра и лесотундра. В связи с тем, что в этих областях количество осадков x превышает испарение с поверхности дельт z_d , в пределах этих дельт происходит некоторое добавление речного стока (особенно в экваториальном поясе);

4) в областях с недостаточным увлажнением (z_0/x от 1 до 3) и сухих областях ($z_0/x > 3$) контраст между увлажненностью дельт и окружающих территорий и между соответствующими ландшафтами резко возрастает. Например, лесные и тростниковые ландшафты дельт Дуная, Хуанхэ, Эбро, Терека заметно отличаются от окружающих, в основном степных ландшафтов. Еще больше различия между естественными ландшафтами с богатой растительностью или сельскохозяйственными угодьями в дельтах Волги, Урала, Или, Амудары (до 60—70 гг. XX в.), Инда и Нила и окружающими полупустынями и пустынями. В связи с тем, что у дельт в этих областях $x < z_d$ речной сток в пределах дельт уменьшается, причем тем сильнее, чем больше z_0/x . Это явление называют “потерей стока” в дельтах.

Таким образом, оказывается, что степень интразональности дельт, т.е. степень отличия их ландшафтов от ландшафтов тех природных зон, где эти дельты находятся, зависит от зональных факторов — величин осадков x , испарения z и испаряемости z_0 .

К числу азональных факторов дельтообразования можно отнести и природные условия прибрежной зоны приемных водоемов. Это прежде всего рельеф ингрессионных заливов или открытого взморья (очертания, глубины), где формируются дельты. Кроме того, на развитие и режим дельт влияют динамические факторы — изменения фонового уровня моря, приливы, нагоны, морское волнение, а также соленость воды.

Особенности процессов дельтообразования в разных природных условиях. При всем многообразии природных факторов, влияющих на процессы дельтообразования (исходный рельеф взморья, тектоника, многолетняя мерзлота, воздействие моря, закрепляющая роль растительности, ледовые явления, гидротехнические мероприятия и др.), ведущую роль в характере и интенсивности процессов дельтообразования играет величина стока наносов реки. Именно она определяет скорость выдвижения русел в море, интенсивность активизации и отмирания дельтовых рукавов, перераспределение стока между ними, динамику гидрографической сети дельты и ее морского края. Чем больше сток наносов реки и ее мутность, тем выше и интенсивность всех дельтоформирующих процессов. Сток наносов определяет и тип развития дельты: медленный, эволюционный или быстрый, скачкообразный, с прорывами русла и полной перестройкой гидрографической сети дельты. Второй тип развития дельты, как правило, характерен для рек с нагрузкой наносов $> 1 \text{ кг}/\text{м}^3$ [9]. Даже число рукавов в дельте зависит от величины стока наносов: чем она больше, тем быстрее возникают новые и отмирают старые дельтовые рукава, а их общее число у рек с большим стоком наносов заметно меньше, чем у других рек.

Поскольку сток наносов рек — фактор зональный (об этом речь шла выше), то и процессы дельтообразования имеют в разных природных зонах существенные особенности.

В дельтах, находящихся в арктическом и субарктическом поясах (зоны тундры и лесотундры), процессы перестройки русловой сети вследствие небольшого стока наносов рек и мерзлого состояния дельтовых отложений протекают довольно медленно [5, 6]. Средняя скорость перемещения крупных русло-вых форм (побочней и осередков) составляет 50—60 м/год, а мелкогрядовый рельеф дна (дюны, рифели) смешается вниз по течению на 20—150 м/год. Переход основного стока из одной системы дельтовых рукавов в другую занимает сотни и даже тысячи лет. Перераспределение стока между протоками в дельтовых рукавах занимает период до 100 лет, а периоды смены активизации и отмирания рукавов составляют не менее 50 лет. Среднее значение коэффициента

стабильности русла (K_c), по Н.И. Маккавееву, для рукавов северных дельт равно 5 (например, для дельтовых рукавов Яны его значения колеблются от 2 до 10, в дельте Индигирки — от 4 до 18). На реках немерзлотной зоны с теми же показателями стабильности русловые переформирования происходят в 2–3 раза быстрее. С другой стороны, более половины объема дельтовых отложений составляют лед и торф. Вне криолитозоны при аналогичном стоке наносов размеры речных дельт были бы в 2–3 раза меньше.

Таким образом, ландшафтно-климатические условия в эстuarно-дельтовых системах арктических побережий, с одной стороны, тормозят литодинамические процессы дельтообразования и скорость внутридельтовой динамики русловых форм, а с другой стороны, увеличивают скорость накопления дельтовых тел вследствие аккумуляции не только транспортируемых рекой наносов, но части водного стока в виде сингенетических ледяных линз, клиньев, а также в результате торфообразования [14–15].

В тропическом, субэкваториальных и экваториальном поясах (в особенности в зонах постоянно и сезонно-влажных лесов) в устьях рек с большим стоком наносов формируются дельты с весьма подвижными русловыми образованиями (отмелями, устьевыми барами). Этому во многих случаях способствуют сильные приливные течения; в устьях рукавов формируются “руслы-раструбы”, расширяющиеся в сторону моря. В дельтах Ганга и Брахмапутры, Иравади, Красной, Меконга, Нигера, Амазонки и др. заметное стабилизирующее влияние на русла оказывает густая тропическая растительность, в том числе мангровая. Мангровые заросли, особенно их разветвленная корневая система, способствуют осаждению взвеси и постепенному повышению дна и выдвижению морских краев дельт.

В условиях умеренного и засушливого климата аналогом “мангрового эффекта” при формировании дельтовых равнин служат маршевые луга в устьях рек Западной Европы и тростниковые заросли на реках юга европейской части России и в Средней Азии.

В субтропических, а также в некоторых районах умеренных поясов (в зонах степей, пустынь и полупустынь) в устьях рек с большим стоком наносов, часто формирующими в горных и предгорных частях бассейнов, образуются дельты с очень изменчивой гидрографической сетью. Руслы рукавов быстро выдвигаются в море (максимальная скорость устьевого удлинения в прошлом была отмечена в дельтах Амудары и Хуанхэ — 4 и 10 км/год соответственно). Одновременно с этим происходит повышение дна и водной поверхности рукавов, возрастают перепады отметок между гребнями прирусловых валов и окружающей дельтовой поймой, что создает предпосылки для прорыва русла. В результате таких прорывов образуются наложенные (возникающие в пониженных внутренних частях старой дельты) и причлененные (формирующиеся на морской периферии старой дельты) частные дельты и их пояса. Такие процессы

были типичны (до значительного антропогенного сокращения стока рек или его зарегулирования, крупномасштабных обвалований или канализации рукавов) для дельт Хуанхэ, Амудары, Терека, Сулака, Или, Миссисипи, Годовари. Прорывы во внутренние части дельты нередко приводили к катастрофическим наводнениям.

Вековые и многолетние изменения природных условий и их влияние на дельты. Зональные природные условия в речных бассейнах, о которых шла речь выше, не остаются неизменными; они подвержены хотя и медленным, но заметным естественным и антропогенным изменениям. При этом на строение и режим дельт, безусловно, наибольшее влияние оказывают вековые и многолетние изменения стока воды и наносов рек.

Палеогеографическими исследованиями доказаны крупномасштабные изменения климата (смена потеплений и похолоданий) в прошлом и сопутствующие им колебания стока воды и наносов. Так, в Европе сток рек увеличивался в холодные и влажные периоды, например, в 1400–1300, 900–300 гг. до н.э., 400–750, 1150–1300, 1550–1850 гг. Последний из упомянутых интервалов времени характеризовался наступлением горных ледников и получил название “малый ледниковый период”. В теплые и сухие периоды, наоборот, сток европейских рек уменьшался. К таким периодам относят, например, 900–1100 годы, называемые “средневековым климатическим оптимумом”.

Упомянутым периодам повышенного и пониженного стока рек (причем как воды, так и наносов) хорошо соответствуют периоды активизации и замедления выдвижения в Средиземное море дельт многих европейских рек [12].

На увеличение стока наносов европейских рек и ускорение выдвижения многих дельт в море сильное влияние оказал антропогенный фактор: сведение лесов и распашка земель в эпохи Римской империи и Возрождения, а также в XVIII — начале XX в. Однако позже (и не только в Европе) начал действовать противоположный антропогенный фактор — резкое сокращение стока наносов рек в результате сооружения водохранилищ. Во второй половине XX в. сток наносов Волги, Дуная, Дона, Куры, Енисея, Миссисипи уменьшился в 1,5–3 раза; Сулака, Тибра, Нила — в 8–10 раз; Эбро — в 250 раз. Отмеченные антропогенные изменения стока наносов рек привели либо к существенному замедлению выдвижения дельт в моря, либо к началу их волнового размыва и деградации [12].

Серьезное воздействие на дельты оказало значительное сокращение стока воды некоторых рек из-за забора воды на орошение. Весьма показательными примерами того, как дельты крупных рек могут (и довольно быстро) утратить свою интразональность и приобрести черты, характерные для данной природной зоны, могут быть дельты Амудары и Или [8]. До 60–70-х гг. XX в. дельта Амудары являлась “оази-

сом" на фоне окружающих ее пустынь. Для дельты были характерны непроходимые тугайные леса, густые заросли тростника высотой до 6 м, обилие птиц, рыб, пушного зверя. До 30-х гг. XX в. здесь обитал даже среднеазиатский тигр. Однако по мере резкого антропогенного сокращения стока Амудары и сопутствующего этому падения уровня Аральского моря дельта перестала обводняться, постепенно утратила свой уникальный природный облик и превратилась в полупустыню. Небольшие "островки жизни" сохранились лишь в немногих местах периодического сброса через дельту небольшого стока и поступления дренажных вод. Сходные процессы произошли в северной и северо-восточной частях дельты Или, куда перестали поступать речные воды. Эта часть старой дельты превратилась в барханную пустыню.

В настоящее время повышенное внимание начали уделять гидрологическим последствиям глобального потепления климата, которое уже стало доказанным фактом [18]. Увеличение температуры воздуха сопровождается возрастанием в ряде регионов мира количества атмосферных осадков и как следствие увеличением речного стока. Возрос сток рек в тропиках, в средних и высоких широтах Северного полушария. В последние 20–30 лет, например, заметно увеличился водный сток Волги (это и вызвало резкое повышение уровня Каспийского моря с 1978 по 1995 г. на 2,4 м), Дона, Кубани, Терека, Дуная, Оби, Енисея, Лены. В течение XX в. уровень Мирового океана повышался со средней интенсивностью 1,5 мм/год; уровень Средиземного, Черного и Азовского морей поднимался со средней скоростью 1,2, 2,5 и 1,5 мм/год соответственно. На относительное повышение уровня моря вблизи дельт заметно влияла просадка рыхлых дельтовых отложений, скорость которой достигала 2–5 мм/год (дельты Кубани, Дуная, Риони, Эбро, Нила) и даже 10 мм/год (дельта По) [12]. Упомянутые изменения режима рек и морей не могли не сказаться и на речных дельтах. В частности, усилились наводнения в дельтах Кубани и Терека, довольно значительные части дельт Урала, Терека, Сулака и Куры были затоплены Каспийским морем, а их морской край подвергся абразии [11]. Повышение уровня морей в районах дельт (как абсо-

лютое, так и относительное с учетом просадки грунта) способствовало усилению разрушающего воздействия волнения на морской край дельт. Вместе с антропогенным сокращением стока наносов рек это привело к тому, что в середине XX в. многие дельты сменили направление развития: выдвижение дельт в море сменилось их размывом, отступанием и деградацией. Многие дельты изменили также свой тип. Согласно классификации У. Галлоуэя [19], дельты с преобладающим влиянием речных факторов в своем развитии превратились в дельты с преобладанием влияния морского волнения.

Продолжающееся глобальное потепление климата и медленный подъем уровня Мирового океана приведут к замедлению процессов современного дельвообразования, увеличению дальности проникновения морских вод в устья рек, подтоплению приморской зоны и активизации процессов абразии дельтовых берегов. Учитывая ландшафтно-климатические и геокриологические особенности побережий российской Арктики, можно ожидать, что протаивание и деградация многолетнемерзлых пород и жильных льдов на дне устьевых взморьев и в приморской зоне аллювиально-дельтовых равнин будет стимулировать разрушение дельтовых берегов. Эстuarно-дельтовые системы на побережьях внутриконтинентальных водоемов, подверженных резким колебаниям уровня (Каспийское море), весьма уязвимы при трансгрессивном режиме, когда происходит подтопление и засоление территории дельт. Во время длительных периодов снижения уровня более значительный эффект приносит процесс перераспределения стока между дельтовыми рукавами, что приводит к отмиранию одних и активизации других водотоков [4].

Отмеченные изменения дельт могут продолжиться в XXI в. и даже усиливаться. Особую тревогу вызывает возможное ускорение повышения уровня Мирового океана. Согласно прогнозам [18], к 2100 г. его уровень может повыситься по сравнению с уровнем в 1990 г. приблизительно на 50 см (средний сценарий) и 88 см (максимальный сценарий). Речные дельты могут стать самыми уязвимыми географическими объектами в условиях глобальных изменений природных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас мирового водного баланса. Л., 1974.
2. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л., 1980.
3. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань, 1984.
4. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее. М., 1999.
5. Коротаев В.Н. Геоморфология речных дельт. М., 1991.
6. Коротаев В.Н. Региональные особенности морфологии и динамики речных дельт арктического побережья Сибири // Эволюция берегов в условиях поднятия уровня океана. М., 1992.
7. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л., 1974.
8. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М., 1997.
9. Михайлов В.Н. Гидрология устьев рек. М., 1998.
10. Михайлов В.Н. Влияние дельт на среднемноголетний сток рек // Водные ресурсы. 2004. Т. 31. № 4.
11. Михайлов В.Н., Кравцова В.И., Магрицкий Д.В. и др. Дельты каспийских рек и их реакция на изменения уровня моря // Вестник Каспия. 2004. № 6.
12. Михайлов В.Н., Михайлова М.В. Дельты как индикаторы естественных и антропогенных изменений режима рек и морей // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. № 6.

13. Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А. Речные дельты. Гидрологоморфологические процессы. Л., 1986.
14. Нижняя Яна: устьевые и русловые процессы / Ред. В.Н. Коротаев, В.Н. Михайлов, Р.С. Чалов. М., 1998.
15. Нижняя Индигирка: устьевые и русловые процессы. М., 2001.
16. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика / Ред. Г.И. Рычагов, В.Н. Коротаев. М., 2002.
17. Экологический энциклопедический словарь. М., 1999.
18. Climate Change 2001. The scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Summary for Policymakers and Technical Summary. WMO/UNEP, 2001.
19. Deltas — models for exploration. Houston, 1975.
20. Wright L.D. River deltas // Coastal sedimentary environment. N.Y.; Heidelberg; Berlin, 1978.

Научно-исследовательская лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, кафедра гидрологии суши, Институт водных проблем РАН

Поступила в редакцию
23.05.2005

V.N. Korotayev, V.N. Mikhailov, M.V. Mikhailova

DELTAS FORMATION UNDER DIFFERENT LANDSCAPE AND CLIMATIC CONDITIONS

Zonal and azonal natural factors guiding the nature and intensity of river deltas formation are discussed. Among the zonal factors specific water and sediment discharges are the most important ones which depend on the distribution of precipitation and evaporation and specific features of soil and vegetation cover within river basins. The degree of delta intrazonality depends on the ratio between evaporation from the delta surface and the zonal evaporation from adjacent territories. The role of zonal factors in the processes of deltas formation has been shown for deltas of sub-arctic, temperate, subtropical and equatorial geographical belts.

УДК 911:3 (470.311)

А.Г. Махрова

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РЫНКА ЗАГОРОДНОГО ЖИЛЬЯ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

За счет пристоличного статуса и положения рынок жилья в Московской области активно развивается и является одним из наиболее сформировавшихся в стране. Рынок загородной недвижимости в Подмосковье, так же, как и в России в целом, изначально развивался как дачный, когда наиболее состоятельное население выезжало на лето на дачи. В настоящее время наряду с традиционным жильем в сельской местности он представлен домами в дачных и садово-огородных товариществах, коттеджами и таунхаусами, загородным жильем малой и средней этажности, земельными участками под жилищное строительство.

Одним из наиболее динамично развивающихся сегментов загородного жилья Подмосковья является *рынок коттеджей*. В начале 1990-х гг. в основном предлагались отдельные дома в сельской местности и садово-дачных поселках или участки земли под индивидуальное жилищное строительство. Коттеджное строительство стало активно развиваться с середины 1990-х гг., а появление организованных коттеджных поселков относится к 2000—2001 гг. В 2001 г. в области

было около 30 коттеджных поселков, в 2005 г. — уже свыше 500 [7]; только за 2004 г. на рынке вышло 83 новых поселка [8].

Коттеджное строительство стремительно развивается в ближнем и среднем Подмосковье с ярко выраженным сдвигом в западном направлении: запад, юго-запад и северо-запад (рисунок). Западное Подмосковье, прежде всего Рублево-Успенское шоссе, является территорией, уникальной для развития рынка загородной недвижимости, что связано с престижем этого места (здесь традиционно селилась сначала российская, а затем советская и постсоветская элита), транспортной доступностью, наиболее благоприятной экологической ситуацией. Самая дорогая часть западного Подмосковья — между населенными пунктами Красногорск — Павловская Слобода — Жаворонки — Переделкино — обладает монополией на элитное загородное подмосковное жилье. По аналогии с “золотой миляй” в Москве риелторы называют ее “золотым квадратом”.

В течение почти десяти лет Рублево-Успенское направление было лидером спроса у покупателей