

ЭСТУАРНО-ДЕЛЬТОВЫЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ Р.ТУМАННАЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Назаров Н.Н.,

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Аннотация. Выявлены и проанализированы особенности эстуарно-дельтового морфолитогенеза в устьевой области р. Туманная. По морфолого-морфометрическим характеристикам русла выделены приустьевой и два устьевых участка реки. Особое внимание в анализе рельефоформирующих процессов уделено эстуарию.

Ключевые слова. *Устьевая область реки, эстуарно-дельтовая система, геодинамика, Приморье, эстуарий, приливо-отливные процессы, русловые процессы, морфолитогенез.*

ESTUARY-DELTA MORPHOLITHOGENESIS OF THE MOUTH AREA OF THE TUMANNAYA RIVER (PRIMORSKY TERRITORY)

Nazarov N. N.,

*Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russia*

Abstract. The features of estuarine-delta morpholithogenesis in the mouth area of the Tumannaya River are revealed and analyzed. According to the morphological and morphometric characteristics of the channel, the near-mouth and two mouth sections of the river are distinguished. Particular attention in the analysis of relief-forming processes is given to the estuary.

Keywords. *River mouth area, estuarine-delta system, geodynamics, Primorye, estuary, tidal processes, channel processes, morpholithogenesis.*

Введение. Выявление особенностей современного морфолитогенеза эстуарно-дельтовой системы р. Туманная, из-за ее расположения в российско-китайско-северокорейском трехграничье, до последнего времени являлось сложной для решения задачей. Основная причина – необходимость проведения различных согласований на разных уровнях, что, безусловно, не могло не сказаться на готовности и возможностях ученых и специалистов преодолеть эти трудности и проводить исследования. При этом актуальность их осуществления очевидна и объясняется повышенной динамикой природных процессов в переходной зоне «суша–океан», не отличающейся экологической и экзодинамической устойчивостью ее геосистем в целом, и эстуарно-дельтовых систем в частности [12]. Повышение уровня океана со скоростью 1,5 мм/год (есть мнение, что выше) при одновременном опускании земной поверхности в южной части Приморья до 2–5 мм/год является веским основанием для начала детального изучения направленности развития геодинамических процессов в устьевой области р. Туманная. По Петренко В.С. [6] горизонтальная скорость перемещения уреза воды на узком шельфе составляет 1,5–1,9 м/год (до 11 м/год в заливе Петра Великого). Очевидно, что и русло реки в эстуарно-дельтовой системе, под действием проникающих в него приливов и нагонов морских вод, также может подвергаться моделировке – размыву берегов и смене своего местоположения в пространстве и времени.

Второй причиной, по которой изучение эстуарно-дельтовой системы Туманной сегодня своевременно и требует внимания, являются реальные перспективы включения нижнего течения реки в Международный туристско-рекреационный кластер круизного туризма «Туманганский путь», а любые сведения о геодинамических процессах в районах расположения причальной инфраструктуры и всего комплекса обслуживания туристов будут

крайне востребованы. Необходимым становится понимание особенностей пространственного формирования участков с тенденцией либо аккумуляции наносов – намыва берега, либо его размыва.

Целью исследования стало получение первичной информации об особенностях геодинамики в эстуарно-дельтовой системе р. Туманная на основе имеющихся материалов ранее проведенных исследований и результатов дешифрирования разновременных спутниковых снимков открытого доступа (Yandex-карты, GoogleMaps).

Объект и методы исследования. Река Туманная впадает в Японское море на западной границе залива Петра Великого. Ее протяженность составляет 549 км, из них последние 17 км расположены по границе России с КНР и КНДР. Площадь водосбора составляет 33 тыс. км², речной сток – 9,05 км³ [1, 4]. Ширина в устьевом створе – около 250 м. По данным гидрографической станции в г. Куанхэ среднегодовой расход реки составляет 215 м³/с [13]. Вследствие муссонного климата расход реки существенно зависит от сезона. Максимальные значения расхода обычно наблюдаются летом в период паводков, когда, согласно разовым наблюдениям ПУГКС в районе г. Хасан, расход может достигать 7570 м³/с (2000 г.), в конце декабря этого же года расход воды составил 24,3 м³/с. Зимой наблюдается устойчивая межень.

Речная граница зоны смешивания речных и морских вод (ЗС), выделенная по изогалине 1‰, зимой может распространяться на 4,5 км выше по течению от приустьевого бара [8]. В соответствии с профилем солености и согласно современной классификации эстуарией р. Туманной относится к русловому типу. Объемы поступления морской воды в эстуарную часть намного меньше объемов поступления речной воды [2]. Минерализация речных вод в меженный период обычно превышает 200 мг/л [11].

Приливные колебания в районе устья реки носят неправильный полусуточный характер. В сизигию колебания уровня достигают 20 см и незначительно меняются от пункта к пункту. Зафиксировано два вида сейш. Первые имеют величину 2–3 см и период от 5 до 13 мин. Второй вид сейш с высотой колебаний уровня до 70 см и периодом до 60 мин формируется при прохождении циклонов [9]. Тропические циклоны, сопровождаемые сильным ветром, резким падением атмосферного давления, выпадением большого количества осадков, часто являются причиной значительного подъема уровня. Среднее количество тайфунов, возникающих в Японском море и с той или иной интенсивностью воздействующих на Южное Приморье, составляет в среднем четыре случая в год, но может меняться от нуля до девяти [7].

Для установления с помощью спутниковых материалов верхней границы устьевой области реки (УОР) и зоны приливных колебаний уровня были использованы дешифрировочные признаки, апробированные в мезо- и макроприливных устьях рек [5]. К ним относятся наличие/отсутствие осушек вдоль бровок русла, темная/светлая окраска берегового уступа как признак периодической обводненности грунтов, а также формирование особых по окраске и структуре изображения растительных сообществ (фаций) в зоне периодического затопления прирусловой полосы берега. Важную роль при фиксации наличия реакции русловых процессов на приливно-отливные и наоборот – приливо-отливных на русловые играло установление сменяемости морфолого-морфометрических характеристик русла с последующим выделением участков УОР с определенным набором морфодинамических типов русла и/или их разновидностей [10].

Результатом выделения и районирования УОР стало установление нижней границы «материкового» участка реки (не входит в УОР) с присутствием в нем явных признаков функционирования *речных* – русловых процессов. Со стороны устьевого створа и вверх по течению рек были определены границы распространения участка с доминированием в нем *морских* процессов. Для него основными морфолого-морфометрическими отличиями от участков, расположенных по течению выше, были большая ширина русла и его относительная прямолинейность. Между «речным» и «морским» участками реки выделен «переходный» участок, в котором присутствуют признаки, как первого, так и второго.

Результаты и обсуждение. Участок р. Туманная (I), располагающийся за пределами УОР (выше по течению), на протяжении первых десятков километров представлен врезанным разветвленно-извилистым руслом, в котором осередковая разветвленность является основной формой проявления руслового морфолитогенеза (рис. 1). Небольшие пойменные острова единичны и недолговечны. Продолжительность существования многих из них, по-видимому, определяются временем между катастрофическими паводками, которые в этой части Приморья случаются часто. Первый и самый верхний из участков реки (II) в составе УОР начинается примерно в 2 км выше моста (район н.п. Хасан) и продолжается вниз по течению до оконечности о. Синджондэ. Здесь врезанное русло становится относительно прямолинейным и характеризуется резким сокращением количества осередков и побочней. Почти сразу ниже острова начинается эстуарный участок (эстуарий) (III), который заканчивается устьевым створом. Представлен этот отрезок врезанным прямолинейным руслом, являющимся типичным эстуарием с формированием ЗС в периоды межени [8].

Развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в эстуарии Туманной происходит при воздействии, как собственно речных (русловых) процессов в период половодья и паводков, так и морских – во время штормовых нагонов. Общим рельефоформирующим процессом для *приустьевого* участка реки (выше верхней границы УОР) и двух *устьевых* участков является оплывание и плоскостная эрозия русловых уступов и склонов долины. Активизация процессов в результате обратной инфильтрации воды из верхних горизонтов грунтов и стока с надбровочных элементов рельефа поймы происходит сразу же за понижением уровня паводковых или нагонных вод.



/- 1; I, II, III - 2.

Рис. 1. Нижнее течение р. Туманная. 1 – границы участков; 2 – номера участков

Роль морских процессов в эрозионно-аккумулятивной моделировке УОР проявляется в динамике аккумулятивных форм в ее эстуарной части и на приустьевом взморье. Экстраординарные скорости ветра (до 70 м/с) и волны, достигающие 10–12 м, периодически приводят к кардинальным перестройкам подводного рельефа как перед устьевым баром и устьевым створом, так и в пределах эстуария. Активное развитие тайфунов, наблюдавшееся в конце 90-х – начале нулевых (до 2005) годов [3], привело к активному размыву подводного склона и, как следствие, наращению высоты приустьевого бара до формирования острова,

который в последующие шесть лет, отмечаемых как период без тайфунов, был размыт «фоновыми» штормами (рис. 2).



Рис. 2. Динамика надводных и береговых форм рельефа в эстуарно-дельтовой системе р. Туманная в 2005–2022 гг.

Важную роль в морфолитогенезе самого нижнего участка реки играют прибойные потоки и вдольбереговые течения. Результатом их «работы» по формированию донного рельефа эстуария и берегового контура в районе устьевого створа является образование недолговечных аккумулятивных тел и крючкообразных береговых кос, «заползающих» в русловую часть реки. Обрушение океанских волн на склоне приустьевого бара приводит к концентрации волновой энергии и образованию прибойного потока, поставляющего наносы из морской части УОР (взморья) в эстуарную. Важной составляющей в объеме материала, поступающего в речное русло, являются также наносы, поставляемые вдольбереговыми течениями в район приустьевого створа. В процессе выдвигении косы на устьевом мысе они захватываются прибойным потоком и перенаправляются в эстуарий, формируя при этом аккумулятивные тела разной степени сохранности в пространстве и времени. Теснейшая связь морфолитогенеза нижнего участка УОР с деятельностью морских процессов проявляется и в периодическом перекрытии наносами правой протоки, которая, в свою очередь, регулирует объемы и активность их поступления в основной канал (эстуарий) р. Туманная.

Выводы.

По характеру и активности речных (русловых) и морских процессов в устьевой области р. Туманная выделяется два участка: устьевой участок реки и эстуарий. Основное развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в эстуарии происходит преимущественно при воздействии морских процессов – штормовых нагонов, вдольберегового переноса наносов и прибойных потоков. Их развитию благоприятствуют тайфуны, во время которых в результате концентрации волновой энергии над устьевым баром наносы из субаквальной части дельты и устьевых кос переносятся в эстуарий и формируют временные или постоянные аккумулятивные тела. В устьевом (переходном) участке реки экзогенная моделировка берегов происходит преимущественно по эрозионной модели развития, активизирующейся в периоды возникновения аномальных стоковых (паводковых) и/или реверсивных течений при штормовых нагонах.

Благодарность. Работа выполнена по теме государственного задания «Естественная и антропогенная динамика, трансформация и эволюция разноранговых геосистем и их компонентов в переходной зоне «суша-океан» в условиях возрастания природных и техногенных рисков; разработка методов и геоинформационных технологий их мониторинга и моделирования» (FWMW-2025-0001).

Литература

1. Атлас Приморского края. Владивосток: Дальпресс, 1998. 48 с.
2. Долгополова Е. Н., Исупова М. В. Классификация эстуариев по гидродинамическим процессам // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 3. С. 274–291.
3. Как тайфуны-варвары терроризировали Приморье за последние 65 лет. Вспоминаем главное – PrimaMedia.ru. URL: <https://primamedia.ru/news/457726/> (дата обращения: 25.02.2025).
4. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1986. Т. 1. Вып. 21. 387 с.
5. Назаров Н.Н., Фролова И.В. Влияние приливо-отливных процессов на геосистемы устьевых областей рек // Геосистемы северо-восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры. Владивосток, 2024. С. 159–163. DOI: 10.35735/9785604968338_159
6. Петренко В.С. Формирование и современное состояние берегов Приморья // Береговые исследования В Тихоокеанской России: сборник научных статей. Владивосток: Изд-во ДФУ, 2020. С. 144–155.
7. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности. Владивосток: Дальнаука, 2010. 308 с.
8. Семкин П.Ю. Гипоксия эстуариев залива Петра Великого. Дис. канд. геогр. наук. Владивосток, 2018. 140 с.
9. Супранович Т.И., Якунин Л.П. Гидрология залива Петра Великого/ Труды ДВНИГМИ. Л.: Гидрометеиздат, 1976. Вып. 22. 198 с.
10. Чалов Р.С. Руслведение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
11. Шулькин В.М., Богданова Н.Н., Перепелятников Л.В. Пространственно-временная изменчивость химического состава речных вод юга Дальнего востока // Водные ресурсы. 2009. Т. 36. № 4. С. 428–439.
12. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидролого-морфологические процессы, геоморфология и прогноз развития. М.: ГЕОС, 2007. 455 с.
13. Wei T., Muqing Y., Wang G. Pollution trend in the Tumen River and its influence on regional development // Chi. Geographical Sci. 1999. Vol. 9. № 2. P. 146–150.