

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЛИТОЛОГИЯ ДЕЛЬТЫ ЧЖУЦЗЯН (КИТАЙ)¹

Дельтовые берега, составляя незначительную часть (до 9%) общей протяженности побережий Мирового океана, благодаря своему географическому положению и богатым природным ресурсам играют особую роль среди других природных объектов и имеют важнейшее экологическое и экономическое значение. Из 18 наиболее крупных дельт мира с площадью дельтовой равнины более 10 тыс. км² десять таких дельт расположены в береговой зоне Азии [1]. За последнее десятилетие в дельтах стал проявляться довольно ощутимый ущерб от вторжения морских вод, подтопления и эрозии их морского края вследствие увеличения высоты высоких приливов и частоты тропических циклонов на фоне глобального потепления и поднятия уровня океана [2]. При оценке уязвимости речных дельт от влияния климатических факторов и человеческой деятельности важным показателем становится степень изученности гидролого-морфологических и геоморфологических процессов в устьевых областях рек. Среди публикаций в российских научных журналах по крупным рекам Китая [3, 4] практически нет сведений о третьей по величине после устьевых областей рек Янцзы и Хуанхэ – дельте реки Чжуцзян (Пёрл, Жемчужная).

Эстуарно-дельтовая система реки Чжуцзян образуется при впадении в Южно-Китайское море трех рек: Сицзян, Бэйцзян и Дунцзян. Дельта начинается в 140 км от устьевого взморья и занимает площадь по разным оценкам от 10 до 26 тыс. км² [5, 6]. Годовой сток воды во второй половине XX в. в устьевой области Чжуцзян колебался от 139 (1963 г.) до 404 км³/год (1973 г.); сток наносов составлял 72.5 млн. т/год [7]. Современный сток воды и наносов в устье Чжуцзян оценивается в 332 км³/год и 83.36 млн. т/год соответственно. Большая часть речного стока приходится на период муссонных паводков (апрель–июнь). Сток воды и наносов через устья рукавов в размере 179.26 км³/год и 30.63 млн. т/год поступает в эстуарий Линдинян. Остальная часть стока воды и наносов попадает либо в открытую часть взморья, либо в эстуарий Хуанмаохай.

В прибрежной зоне моря средняя величина полусуточных приливов 1.1–1.2 м в квадратуру и 1.8 м в сизигию. Дельта Чжуцзян подвержена заметному воздействию приливов: в устьях основных дельтовых рукавов средняя величина прилива составляет 0.8–1.5 м, а дальность распространения приливных колебаний уровня колеблется от 280 км в межень до 28 км при паводках [8].

Средняя высота ветровых волн на морской границе взморья составляет 1.6–1.9 м; максимальные высоты волн достигают здесь 4.0–4.5 м. Однако непосредственное воздействие волн на морской край дельты Чжуцзян ослаблено островами и отмелями.

Морфология и литология дельтовой равнины

В дельте Чжуцзян отчетливо выделяются следующие геоморфологические элементы. Равнины: 1) холмистая – коренные останцы (монаднок), 2) аллювиальная, 3) дельтовая (а – старая приливно-дельтовая, б – молодая аллювиально-дельтовая); 4) подводный склон современной дельты (продельта) (рис. 1) [9, 10].

По всей территории дельты рассеяно более 160 так называемых “монаднок” – холмистых останцов мезо-кайнозойского возраста, занимающих около 20% общей площади современной дельты. Наиболее крупные из них – Хуанионша и Вугуиша. Подобные останцы в виде скалистых островков Хумэнь, Цзиаомэнь, Хунцили, Хэнмэнь, Цзити-

¹ Работа выполнена в рамках совместных исследований Географического факультета МГУ и Лаборатории морской геологии Шанхайского университета по проектам РФФИ и ГФЕН Китая (1999–2002 гг.).

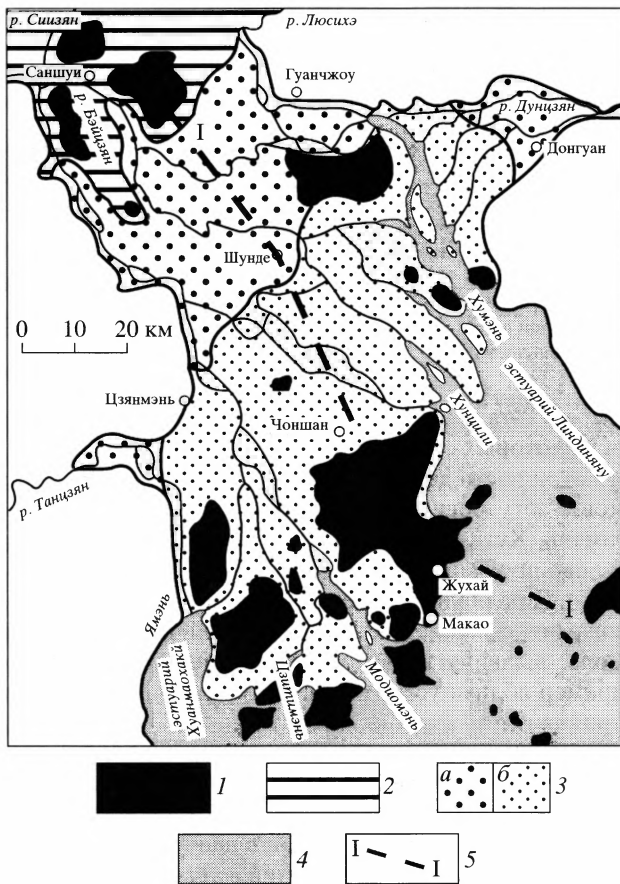


Рис. 1. Схема геоморфологического районирования устьевой области Чжуцзян [10]

Равнины: 1 – холмистая – коренные останцы (монадники), 2 – аллювиальная, 3 – дельтовая (а – старая приливо-дельтовая, б – молодая аллювиально-дельтовая); 4 – подводный склон современной дельты (продельта); 5 – положение геологического разреза.

мень, Хутяюмень, Ямень, Модаюмень и др. окаймляют дельтовую равнину со стороны моря и защищают ее от активного волнового воздействия.

Аллювиальная равнина в устьевой области Чжуцзян представлена I надпойменной террасой на придельтовых участках долин рек Сицзян, Бэйцзян и Люсикхэ в районе Саншуй, расположенной выше верхнего предела распространения голоценовой трансгрессии.

Дельтовая равнина

Старая приливо-дельтовая равнина, сформированная на ранней стадии заполнения древнего эстуария 6–2.5 тыс. л.н., занимает северную часть дельты реки Чжуцзян и низовья рек Танцзян, Дунцзян и Люсикхэ. Главная особенность этих частей дельтовой равнины Чжуцзян – широкое распространение глинистых и алевролитистых отложений с включением солонатоводной ископаемой фауны. Из других особенностей следует отметить большое количество извилистых и меандрирующих русел дельтовых водотоков, известных под местным названием “цзяо”.

Молодая аллювиально-дельтовая равнина распространена главным образом в центральных и южных частях дельты Чжуцзян. Эта территория дельты сформировалась

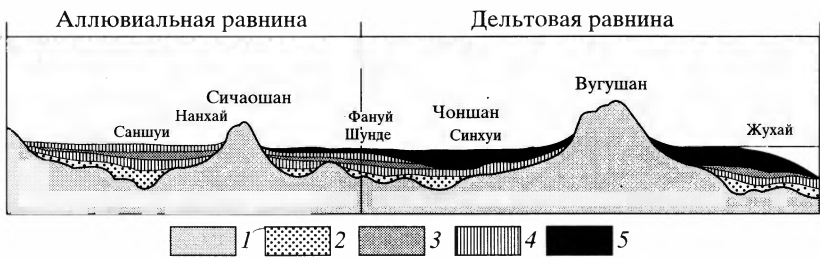


Рис. 2. Геологический разрез (I–I) через устьевую область Чжуцзян [8]

1 – коренной фундамент с корой выветривания; пески: 2 – гравелистые, 3 – тонкие; 4 – алевриты; 5 – илы с остатками древесной растительности.

после 2.5 тыс. л.н. в результате относительно быстрого выдвижения в море дельтовых рукавов, главными из которых считаются продолжения рек Сицзян и Бэйцзян. Характерная особенность этой части дельты – густая сеть в основном относительно прямолинейных водотоков, с эстуаровидными расширенными устьями (Хумэнь, Цзяомэнь, Модаомэнь, Цзитимэнь, Хутяомэнь, Ямэнь). Внутри глинистых отложений дельтовой равнины отчетливо прослеживаются лопастные и пальцевидные погребенные песчаные тела, развитые параллельно берегам современных водотоков. На поверхности недавно сформировавшейся аллювиально-дельтовой равнины наблюдается гривистый рельеф. Наиболее выдвинутые в море и не защищенные барьерными островами части дельты, например вблизи устья рукава Модаомэнь, подвержены сильному воздействию волн и приливов.

Дельта Чжуцзян расположена в мезо-кайнозойском депрессионном бассейне, заполненном меловыми и третичными красноцветными отложениями, перекрытыми постгляциальными осадками. Позднечетвертичные отложения, датированные по C^{14} более 20 тыс. л., имеются только на периферии и в наиболее погруженных частях дельты. Мощность собственно дельтовых отложений в устье Чжуцзян небольшая и значительно отличается от мощности отложений в устьях таких больших рек, как Хуанхэ и Янцзы. По данным более 1200 буровых скважин [8, 9], средняя мощность отложений в устье Чжуцзян составляет 25.1 м (максимальная 63.6 м). Области, где мощность дельтовых осадков не превышает 30 м, занимают 74.8%, а с мощностями более 40 м – около 8.6% общей площади дельты. Осадки широко представлены песками, алевритами и глинами, перекрывающими на глубинах 10–30 м ниже уровня моря песчаные, глинистые или гравелистые позднеплейстоценовые отложения, фиксирующие древний базис эрозии. Постгляциальные слои заполняют главным образом древние долины и лежат с резким несогласием на поверхности мезо-кайнозойских красноцветных отложений или поверх коры выветривания. Контакт между ними весьма отчетливый благодаря различию в литологии. Наблюдаются также литологические отличия между осадками аллювиальной равнины и дельтовыми отложениями.

В пределах аллювиальной равнины (часть которой занимают отложения старой приливно-дельтовой равнины) постгляциальная толща имеет двучленное седиментационное строение. Нижний слой состоит из гравия и гравелистого песка. В петрографическом составе гравийных частиц преобладают кварц, песчаники и сланцы; пески представлены обычно кварцем и полевым шпатом. Минерализация грунтовых вод в песках и гравийниках не превышает 0.2–0.5‰, т.е. это практически пресная вода. Встречаются линзы илов с остатками растительности и торфа мощностью до 10 м. Поверх гравийно-песчаной толщи лежат глины с ожелезненными конкрециями мощностью 1–5 м и маршевые илы и торфа с полуразложившимися стволами деревьев. Все эти напластования перекрываются илесто-алевритовыми отложениями речных половодий (рис. 2).

Постгляциальные слои в дельте Чжуцзян также могут быть разделены на две толщи: нижнюю – более грубого литологического состава и верхнюю – более тонкую. Нижнее напластование мало чем отличается от подобных отложений в пределах аллювиальной равнины – в основном это гравелистые пески. Правда, минерализация грунтовых вод здесь гораздо выше: обычно 7–13‰ (максимально до 21‰), состав вод – хлоридно-карбонатный. Верхняя толща дельтовых отложений в ее основании сложена илами и илистыми алевритами, содержащими хорошо сохранившиеся остатки раковин моллюсков (*Ostrea sp.*, *Aleidis*, *Treperzium japonicain Pilsbry*, *Arca sp.*, *Amonia sp.*, *Natica macalasa Lamark*, *Mita ambigns Swainson* и др.), возможно занесенных приливными течениями из прибрежного мелководья. Верхняя илисто-алевритовая часть толщи включает линзы песчаных тел мощностью 9–11 м. Эти песчаные тела, очевидно, представляют собой погребенные устьевые бары пальцевидной формы. Толщина этого слоя прогрессивно увеличивается в южном направлении от 3–5 м в районе Шундэ до 13–20 м у Вугуиша (максимально до 17–25 м вблизи Байтен). Дельтовые напластования с поверхности перекрываются мелкоалевритовыми илами, содержащими торф и остатки раковин моллюсков.

В пределах континентального шельфа на глубинах от 50 до 120 м располагается обширная область, занятая затопленными *реликтовыми дельтами* Чжуцзян (рис. 3, 4). Плейстоценовые дельты перекрыты более поздними илистыми морскими отложениями, на поверхности которых прослеживаются погребенные речные русла, эрозийные врезы, локальные ареалы песчаного дна и песчаные дюны. Ниже до глубин 200 м идет склон континентального шельфа, осложненный серией подводных песчаных волн, переходящий затем в пологий континентальный склон на глубинах 400–1000 м [11].

Донные отложения дельтовых рукавов и устьевого взморья

Современные донные отложения формируются главным образом в результате поступления наносов из рек и в меньшей степени со стороны моря; некоторая часть наносов образуется в результате размыва дна эстуариев приливными течениями. Из рек в дельту Чжуцзян и ее эстуарии поступают в основном тонкие пески в виде влекомых наносов. Например, вблизи Модаомэнь медианный диаметр донных наносов составляет 0.293–0.150 мм; среднее их содержание колеблется в пробах от 78 до 90–95%. Тонкие пески, являющиеся главной составляющей речного стока наносов в период паводков, двигаются вдоль речного ложа к устьевому створу и потом, под влиянием приливов, аккумулируются вследствие уменьшения скорости речного течения в районе клина осолоненных вод. В период паводков граница проникновения морских вод располагается на гребне устьевого бара или на линии барьерных островов. Когда паводки совпадают с сизигийным приливом, клин осолоненных вод продвигается за пределы устьевого бара вверх по течению, как например это происходит в устьях рукавов Хэнмэнь, Цзиаомэнь и Хунцили. В сухой сезон клин осолоненных вод проникает в устья, и тогда происходит заиление тонких песков.

В устье Чжуцзян наносы, крупность которых мельче тонких песков, транспортируются в виде взвеси. Некоторая их часть, проходя через устье Модаомэнь, откладывается на внутреннем склоне устьевого бара; остальная масса взвешенных наносов поступает во вдольбереговой поток и транспортируется течением на запад и там аккумулируется. Сток взвешенных наносов через устья рукавов Хэнмэнь, Цзиаомэнь и Хунцили является главным источником формирования донных отложений в эстуариях.

В устьях рек Хунцили, Цзиаомэнь, Хэнмэнь и Модаомэнь, где преобладает речной фактор, расположены основные области аккумуляции грубозернистого песчаного материала, приходящего из рек. Осадки состоят из хорошо сортированных тонких песков и алевритов (средний диаметр 0.25–0.32 мм). Из них формируются песчаные волны. Однако на отдельных участках (на внешних склонах устьевых баров) встречаются заиленные пески и опесчаненные илы. По данным натурных наблюдений [8], в устье Модаомэнь за период 1954–1974 гг. во время совпадений высоких паводков и сизигий-

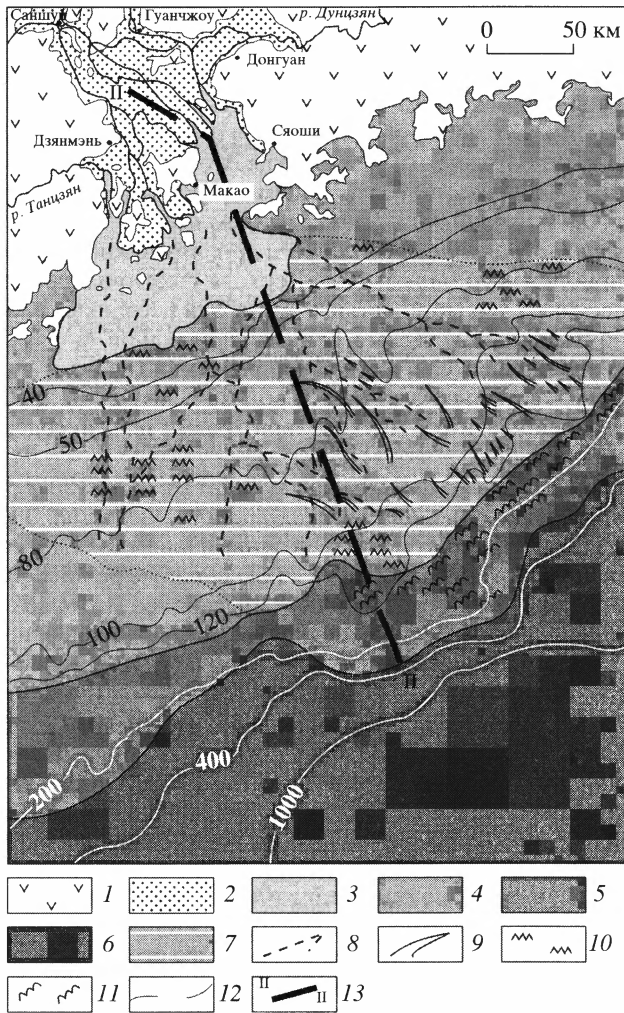


Рис. 3. Схема геоморфологического районирования континентального шельфа в районе устьевой области Чжуцзян [11]

1 – коренная суша, 2 – дельта Чжуцзян, 3 – дно устьевое взморья (продельта), 4 – континентальный шельф, 5 – склон шельфа, 6 – континентальный склон, 7 – подводная пра-дельта Чжуцзян, 8 – погребенные русла, 9 – эрозионные врезы, 10 – песчаные дюны, 11 – песчаные волны, 12 – изобаты, 13 – положение геологического разреза.

ных приливов была сформирована мелководная банка Цзяобейша в виде подводных валов и кос общей массой 6–7 млн. тонн на глубинах менее 2 м из хорошо сортированного тонкого песка (средний диаметр 0.15 мм) мощностью около 2 м.

Русла дельтовых рукавов являются важной составной частью дельты Чжуцзян, где распределение отложений аналогично таковым в речных руслах. Во-первых, крупность донных наносов в рукавах дельты постепенно уменьшается от истоков к устью и от зоны наибольших глубин в сторону обоих берегов. Вследствие больших скоростей отливных течений (0.7–0.9 м/с), осадки в русловых ложбинах представлены гравелистыми песками. Глубинная эрозия достигает десятков метров, определяя большие глубины в руслах дельтовых водотоков: 67.5 м в Дасенкао, 66 м в Линянся, 42.5 м в Макао, 46.5 м вблизи Ганжуси и около 20 м выше по течению от Ниванмэнь. Эродируют-

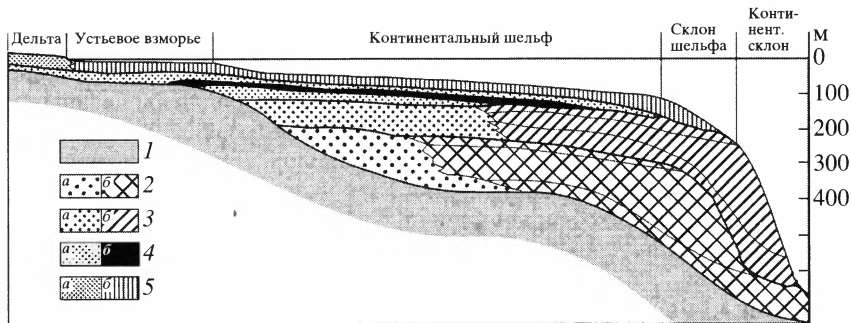


Рис. 4. Геологический разрез (II-II) континентального шельфа в районе устьевой области Чжужуан [11]
 1 – коренной фундамент; отложения (а – аллювиально-дельтовые, б – прибрежно-морские); 2 – раннеплейстоценовые, 3 – среднеплейстоценовые, 4 – позднеплейстоценовые, 5 – современные

ся не только подстилающие морские отложения, но и осадки, заполняющие древние впадины, и даже кора выветривания или коренные породы.

Во-вторых, в руслах дельтовых рукавов формируются осередки и острова. Первые появляются над поверхностью воды в течение сухих сезонов или во время малой воды. Они отличаются уменьшением крупности наносов вверх по разрезу: нижняя часть осередков сложена гравелистыми песками, а верхняя – мелкоалевритовыми илами, где развивается водная растительность. Вниз по течению крупность осадков дельтовых рукавов прогрессивно уменьшается от тонких песков в верхнем течении рукавов до заиленных песков в устьях.

В пределах устьевого взморья дельтовые рукава продолжают в виде подводных переуглублений русла длиной около 20 км и шириной 1–2 км (например, восточный и западный желоба Модаомэнь с максимальными глубинами 8–10 м). Осадки подводных русел – главным образом алевриты и заиленные пески.

В устьях подводных ложбин как продолжения дельтовых рукавов формируются **устьевые бары** с глубинами 3–4 м и длиной 10–20 км, где их русло разветвляется и затем теряется в направлении моря. Уклоны речного склона бара 0.1–0.9‰, морского 0.8–1.0‰. Донные осадки устьевых баров представлены главным образом алевритами и тонкими песками, которые прогрессивно утоньшаются в сторону моря от вершины устьевого бара. На глубинах менее 5 м средний диаметр наносов составляет 0.19–0.10 мм, на глубинах до 10 м содержание алеврита увеличивается до 33–56%. На внутренней (речной) стороне устьевых баров обнаруживаются остатки раковин эвригалийного типа, например *Elphidium nakanokawaense-Ammonia beccarii*. На внешней (морской) стороне баров присутствует большое количество стеногалийных фораминифер (*Brizalina striatula-Ammonia annectens*).

На обширных мелководных пространствах между дельтовыми рукавами в застойных зонах формируются **междурукавные отмели**. Вблизи от устьев рукавов они сложены мелкоалевритовыми илами и заиленными алевритами, содержащими до 40–50% глинистых частиц и менее 5% тонких песков (например, в Денлонша к югу от рукава Модаомэнь). Далеко от устьев рукавов междурукавные отмели сложены еще более тонким материалом, в основном алевритами и глинами, где содержание песка составляет менее 1%, а глин до 50–63%. По мере выдвигания в море подводных продолжений дельтовых рукавов междурукавные отмели на глубинах более 5 м разрушаются. Вдоль береговой зоны на отмелях поселяется растительность, главным образом *Aegiceras Corniculatum*, *Acanthus ilicifolius*, *Kandelia candel*, *Phragmites communis*. Растительность содействует процессам седиментации и убыстряет переход отмелей в надводное состояние. Постепенно междурукавные отмели трансформируются в торфянистые марши.

Особое место в формировании осадочной толщи дельты Чжужуан занимают наносы **приливных проливов и эстуариев**. Здесь под действием “прочистки” дна приливны-

ми течениями формируется специфическая осадочная система, состоящая из донных осадков собственно пролива (эстуария) и “приливно-отливных дельт”. Первые представлены грубозернистым материалом (галька, гравий) и глинами; “приливно-отливные дельты”, имеющие форму радиальных песчаных тел, сложены главным образом хорошо сортированными средними и тонкими песками и гравием. Наиболее характерные “отливные дельты” находятся в районе Шанбанша, Линдинланцзянша, Цзяоша, Гонша и Фаншиша с внешней стороны устья Хумэнь и в устье Ямэнь. Песчаные тела “приливных дельт” распространены в районе Хайсинша, Цзянгоуша, Сидатанша, Даша, Сянуша и Шазаи с внутренней стороны устья Хумэнь.

Осадки **продельты** – это в основном тонкозернистый терригенный материал, принесенный реками и в меньшей степени морем, сильно насыщенный водой, с многочисленными органическими остатками, содержание которых составляет от 6.2 до 12.7%. Содержание тяжелых минералов (главным образом, хорнблендиты, ильменит, циркон, слюда, лимонит и др.) в осадках продельты невысокое – не более 0.5%. Присутствие морских фацций доказывается наличием раковин *Ammonia annectens-Brizalina atratula*.

В области шириной 30–50 км, вне устьевой области Чжуцзян, распространены илистые отложения, которые протягиваются до глубин 20–23 м. Илы на морском склоне дельты содержат песчаные и гравелистые отложения в виде реликтовых погребенных тел. Данные наблюдений показывают, что на внешней границе устьевой области Чжуцзян имеется постоянное вдольбереговое течение, которое переносит большую часть тонких речных наносов до полуострова Лючжоу [8]. Зона тонких осадков постепенно расширяется до 100–130 км и глубин 40–50 м в западном направлении вследствие дополнительного поступления наносов из устьев рек Маоянцзян и Цзянцзян на восточном побережье полуострова Лючжоу.

История развития дельты

Дельта Чжуцзян, как и дельты многих рек мира, развивалась на фоне регрессивно-трансгрессивного цикла колебаний уровня Мирового океана на рубеже позднего плейстоцена и голоцена. Во время последнего оледенения (примерно 18 тыс. л.н.) Чжуцзян впадала в море в том месте, которое сейчас находится на внешней стороне континентального шельфа, когда уровень был на 100–130 м ниже современного. Широкое прибрежное пространство, сейчас покрытое отложениями Чжуцзян, было тогда волнистой сушей с холмами, сложенными мезо-кайнозойскими красноцветными отложениями на коре выветривания. Меандрируя через это пространство, реки Сицзян, Бейцзян, Танцзян, Дунцзян и Люсюхэ врезали свои долины в неконсолидированные отложения постгляциального и предшествующего периодов, формируя древнюю дельту Чжуцзян.

На ранней стадии постгляциального периода, когда уровень моря быстро поднялся, береговая линия перемещалась в сторону суши. Эффект трансгрессии проявлялся прежде всего в речных руслах дельты Чжуцзян в форме подпора со стороны моря и регрессивной аккумуляции наносов, результатом которой явилось поднятие равнины и заполнение наносами долины в нижнем течении Сицзян и в дельте Чжуцзян. Исследования [13–15] показывают, что вершиной древнего эстуария была не просто береговая линия моря, а сложно построенная геоморфологическая зона конца голоценовой трансгрессии. Здесь имеется не только древняя береговая линия, отмеченная волновыми эрозионно-аккумулятивными формами рельефа, но также свидетельства предела распространения интрузии морских вод в виде вогнутой линии, разделяющей морские и аллювиальные отложения. В течение периода голбценовой трансгрессии под влиянием приливов и морского волнения древняя дельта Чжуцзян разрушалась, а береговая линия отступала. На стадии завершения трансгрессии 5–6 тыс. л.н. устьевая область Чжуцзян представляла собой обширный приливный эстуарий с множеством коренных островов-останцов, где формировались барьерно-лагунные системы из продуктов разрушения дельты. Линия, соединяющая Цзянцзян, Цзянмэнь, Даян, Шичао,

Хуанпу, Синтан и Даоцзяо, приблизительно соответствует береговой линии максимальной стадии трансгрессии.

Причиной формирования современной дельты Чжуцзян стала возможность аккумуляции наносов трех главных (Сицзян, Бэйцзян и Дунцзян) и двух малых (Люсихэ и Танцзян) рек, впадавших в древний эстуарий, в период завершения голоценовой трансгрессии и относительной стабилизации уровня океана. От 6000 до 2500 л.н. в истории формирования дельты Чжуцзян наступил своеобразный переходный период от разрушительных регрессивных процессов во время быстрого подъема уровня океана к периоду медленного накопления аллювия. В течение этого переходного периода, под влиянием остаточного эффекта трансгрессии, речные наносы аккумуляровались выше предела проникновения в реки приливных течений. В это время значительного продвижения речных устьев в сторону моря не происходило, и морской край дельты был относительно стабильным.

Постепенное развитие китайской цивилизации и освоение территории Южного Китая во время династий Чин и Хань привело к антропогенному усилению эрозии в бассейне реки Сицзян, увеличению стока наносов и началу продвижения дельты Чжуцзян в южном направлении. После правления династий Тан и Сон интенсивность развития дельты резко увеличилась. Во время династий Мин и Чин среднегодовая скорость выдвигания дельты в море составляла около 10 м. В настоящее время она равняется приблизительно 100 м/год. Таким образом, достаточно отчетливо выделяются две фазы в развитии процессов дельтоформирования в устье Чжуцзян: первая – длительная ранняя фаза медленного развития и вторая – фаза быстрого формирования дельты в последние 2,5 тыс. л. Механизм формирования дельты Чжуцзян складывался из трех процессов: первый – развитие региональных дельтовых конусов выноса в устьях рек, впадавших в древний эстуарий; второй – локальная аккумуляция терригенного материала вокруг коренных останцов и третий – объединение региональных дельт и маринок в сложную полигенетическую аллювиально-дельтовую равнину.

Современные скорости осадконакопления в дельте Чжуцзян высокие: за период наблюдений 1966–1971 гг. в районе Модаомэнь интенсивность осадконакопления в устьях рукавов составила 6,9 см/год, а мористее устьев – 1,1 см/год. Средняя скорость осадконакопления за весь период формирования дельты Чжуцзян равна 0,2–0,3 см/год, что намного меньше современных скоростей накопления наносов в отдельных районах дельты. Интенсивность выдвигания дельтовых рукавов тоже достаточно высокая – 150–160 м/год (максимально 220 м/год в устье Модаомэнь, где в период паводков проходит до 23,8% общего стока воды в дельте). Второстепенные рукава выдвигаются сравнительно медленно: 55,6 м/год за период 1830–1883 гг.; 60,3 м/год за 1883–1936 гг. и 91–92 м/год за 1936–1956 гг. (в среднем по 63,3 м/год) у Ванчинша в окрестностях Цзяоэнь на основе анализа навигационных карт [8]. В будущем следует ожидать продолжение заполнения наносами эстуариев, входящих в состав устьевой области Чжуцзян, и расширение площади отелей. Эти процессы в случае ускорения повышения уровня Мирового океана могут усилиться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Milliman J.D., Rutkowski Ch., Meybeck M. River Discharge to the Sea. A Global River Index (GLORI). LOICZ Reports and studies, 1995, 125 p.
2. Бабич Д.Б., Иванов В.В., Коротаев В.Н. и др. Реакция крупных дельт России и Китая на глобальные изменения природной среды // Эрозия почв и русловые процессы. 2003. Вып. 14. С. 190–200.
3. Михайлова М.В. Гидрологический режим и динамика гидрографической сети устьевой области Хуанхэ // Водн. ресурсы. 1998. Т. 25. № 1. С. 105–117.
4. Михайлов В.Н., Коротаев В.Н., Михайлова М.В. и др. Гидрологический режим и морфодинамика устьевой области р. Янцзы // Водн. ресурсы. 2001. Т. 28. № 4. С. 389–401.
5. Lin Zh., Luo Ch. Strategic relationships between sustaining economic development and utilization and protection of water resources in Pearl River delta // Advances in Hydro-Science and Engineering. Beijing: Tsinghua University Press, 1995. V. II. Part A-B. P. 1080–1086.

6. *Li C., Fan D., Deng B., Korotayev V.* The coasts of China and issues of sea level rise // *J. of Coastal Research. Special Issue.* 2004. № 43. P. 36–49.
7. *Wu C.Y., Yang Q.S., Chen T.G.* Coastal water level variability and prediction of the Pearl River Delta and South China Coast // *Int. Workshop "Sea level changes and their consequences for hydrology and water management". A contribution to the UNESCO IHP-IV Project H-2-2. Noordwijkerhout, 1993.* P. 93–104.
8. *Li C.C.* Deltaic sedimentation // *Modern Sedimentation in Coastal and Nearshore Zone of China.* Beijing: China Ocean Press. 1986. P. 230–376.
9. *Li C.C.* Geology structure background and geomorphology of Pearl River delta // *Water and Soil Resources in Pearl River Delta* (ed. Miao H.J.). Guangzhou: Zhongshan University Press. 1988. P. 8–31.
10. *Li Ch., Lei Y., He W., Dai Z.* Land-ocean interaction in modern formation and development: A case study of the Pearl River delta, China // *Science in China (Series B).* 2001. V. 44. P. 63–71.
11. *Huang Z., Zhang W., Chai F.* The submerged Zhujiang Delta // *Acta Geographica Sinica.* 1995. V. 50. № 3. P. 206–214.
12. *Huang Z.G., Li P.R., Zhang Z.Y. et al.* Development and Evolution of the Pearl River Delta // *Guangzhou: Science Promulgation Press.* 1982. P. 1–274.
13. *Li C.C., Yang G.R.* The depositional characteristics and problems in the developmental process of the Pearl River delta // *Collection of Dissertation on Oceanology and Limnology.* Beijing: Science Press. 1981. P. 115–122.
14. *Li P.R. et al.* 10000 Years Evolution of Pearl River Delta // *Beijing: Ocean Press.* 1991. P. 1–154.
15. *Long Y.Z.* Pearl River Delta Sedimentology // *Beijing: Geological Publishing House.* 1997. P. 1–165.
16. *Wang S., Ni J., Wang G., Cheng D., Zhang O.* Hydrological processes of an Anastomosing river system on the Zhujiang River delta, China // *J. of Coastal Research. Special Issue.* 2004. № 43. P. 124–133.

Московский государственный университет
 Географический факультет,
 Институт водных проблем РАН,
 Факультет морской геологии Шанхайского университета

Поступила в редакцию
 20.05.2005

GEOMORPHOLOGY AND LITHOLOGY OF ZHUJIANG RIVER DELTA (CHINA)

V.N. KOROTAYEV, V.N. MIKHAILOV, M.V. MIKHAILOVA, LI CONGXIAN

S u m m a r y

Geomorphology and history of the development of the Zhujiang River delta during the postglacial time are described. Special attention is given to the lithologic structure of deltaic plain and distribution of recent sediments in the deltaic distributaries and at mouth seashore (delta front and prodelta). Two stages of delta formation are revealed: 1 – long period of slow development, 2 – the late 2500 years of rapid development.

УДК 551.4.435.16(470.31)

© 2006 г. А.М. ТАРБЕЕВА

МОРФОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУСЕЛ БАЛОЧНЫХ РУЧЬЕВ (на примере ручьев Чолоховский и Язвицы, бассейн Средней Протвы)

Процессы, происходящие в руслах ручьев, имеющих переходное положение между водотоками овражно-балочной сети и малыми (первых порядков) реками, практически не изучались. Из-за малых площадей водосборов и воздействия множества факторов эти процессы носят прерывистый, неустойчивый характер. При небольших значениях расходов воды, глубины и ширины таких водотоков на их руслоформирующую деятельность оказывают влияние факторы, не имеющие существенного значения для средних и даже сравнительно крупных малых рек. Скорости деформаций русел малых водотоков соответствуют размерам самих форм и измеряются сантиметрами или миллиметрами в год. Поэтому их изучение требует большой точности и не может ограничиваться применением традиционных методов исследования русловых процессов. Ис-