

ДЕЛЬТООБРАЗОВАНИЕ В УСТЬЯХ РЕК²

На основании анализа геолого-геоморфологических данных по дельтам многих крупных рек Мира, в том числе устьям рек арктического побережья Сибири и юга России, разработаны морфогенетическая классификация, районирование и даны основные терминологические определения устьевых геоморфологических и осадочных систем. Установлена региональная специфика дельтообразующих процессов для основных типов устьевых систем и речных дельт

Введение. Довольно обширный круг специалистов и ученых, занимающихся изучением устьев рек, давно использует такие термины как *устьевая область реки, речная дельта, устьевое взморье*. Исторически так сложилось, что традиционные определения этих терминов давались в основном последователями гидролого-морфологической концепции развития устьев рек [7, 8]. Естественно, что границы, например, устьевой области проводились исключительно по гидрологическим критериям. Под *речной дельтой* понималась лишь верхняя надводная часть устьевых конусов и гидрографическая сеть, сформированная в результате современных процессов дельтообразования. Акватория устьевых взморьев не включалась в границы речной дельты. Такое обособление мелководной субаквальной части устьевой области от наземной дельты проводилось на основе современной гидрологической и русловой ситуации и не связывалось с морфолитодинамическими процессами, имевшими место за всю голоценовую историю формирования дельт.

Исследование строения рельефа и отложений многих дельт Мира, в том числе устьев наиболее крупных рек арктического побережья и юга европейской части России [9-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, лаборатория эрозии почв и русловых процессов им. Н.И.Маккавеева, вед науч. с., докт. геогр. н., e-mail: vlaskor@mail.ru

² Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00193) и гранта Президента РФ по поддержке ведущих научных школ (НШ-79.2012.5)

12], заставили пересмотреть сложившиеся представления о районировании устьевых систем и процессах дельтообразования в устьях.

Постановка проблемы и терминология. С позиций динамической геоморфологии к *речной дельте* следует относить комплекс *субаэральных и субаквальных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских аккумулятивных и эрозионных форм рельефа, слагающие их отложения и систему взаимосвязанных водотоков с общим узлом разветвления (вершиной дельты), сформированных рекой и морем за определенный исторический интервал времени в пределах устьевого конуса выноса реки* [3-5]. С этой точки зрения термин «речная дельта» понимается прежде всего как форма земной поверхности и геологическое тело, сформированное рекой в контактной зоне река-море, а затем уже как система дельтовых водотоков. Только в таком контексте дельта имеет четкие геоморфологические границы и определенное стратиграфическое положение среди прибрежных фаций на границе континентального и шельфового седиментогенеза. В понятие дельты включается район распространения устьевых баров – авандельта, наиболее активная часть дельтового конуса, место интенсивного осадконакопления.

В общем процессе развития устья реки *дельтообразование* занимает особое место, связанное прежде всего с накоплением толщи речных отложений, появлением субаэральных образований и гидрографической сети, продуктом которого становится дельта. Формирование в устье реки дельты придает ему новый классификационный признак, который реализуется в морфогенетическом типе речного устья: эстуарно-дельтовом, лиманно-дельтовом, лагунно-дельтовом и собственно дельтовом. Следует заметить, что дельтообразование – не обязательный признак устьевой системы, а результат определенных условий, возникающих в зоне взаимодействия реки и моря. В тоже время процесс аккумуляции речных и частично морских наносов, свойственный всем речным устьям, может привести к образованию аккумулятивного тела – подводного

конуса выноса. Этот процесс подготавливает появление признаков дельтообразования, продуктом которого становится образование наземной (субаэральной) дельты.

Начальным проявлением процессов дельтообразования служит формирование сложного аккумулятивного тела в устье речного потока в результате отложения речных и частично морских наносов – *устьевого бара*. Устьевые бары характерны практически для всех типов устьев. Физической основой отложения речных наносов на устьевом взморье и формирование подводного конуса выноса, а затем и надводной дельты является снижение транспортирующей способности взвесенесущей речной струи. «Зародышем» дельты становится выходящий на поверхность баровый осередок или устьевые косы. Однако этот процесс для рек с мутностью менее 150 г/м^3 достаточно длительный во времени.

В дальнейшем начальная стадия дельтообразования в виде устьевых баров и устьевого удлинения русла водотока трансформируется в формирование *гидрографической сети*, под которой подразумевается вся совокупность водотоков и водоемов дельты. Новые транзитные водотоки дельты образуются при делении водотоков на устьевом баре или при прорывах, что обычно свойственно активным дельтам с повышенным стоком наносов (Амударья, Терек, Или, Миссисипи). С момента появления гидрографической сети начинается новый этап в процессе дельтообразования, связанный со *стадийным развитием* и переформированием русловой сети и морского края дельт [6].

Согласно геоморфологической концепции формирования речных дельт [4] вводится понятие *устевой природной геоморфологической и осадочной системы* (УПГОС), под которой понимается *комплекс осадочных и геоморфологических субаэральных и субаквальных форм, образованных рекой в зоне контакта река–море за определенный геологический интервал времени*. Введение понятия УПГОС допускает объединение субаэральной дельтовой равнины (активную и отмершие её части), субаквальной мелководной платформы и морского края продельты (подводного склона устьевого конуса выноса), где процессы формирования дельтовых фаций сменяются

шельфовым седиментогенезом. То-есть, в одном определении собраны взаимосвязанные в масштабе геологического времени и по ведущему рельефообразующему фактору, но различные по возрасту и литологии части единой природной устьевой геосистемы. Генетически – это устьевой конус выноса. Устьевая область, дельта и устьевое взморье – составные и неотъемлемые части устьевой системы. В пределах УПГОС выделяются следующие участки: придельтовый и дельтовый, который подразделяется на собственно дельтовый (субаэральная дельта с общей узловой точкой для водотоков – вершиной дельты) и авандельтовый (субаквальная часть конуса выноса с устьевыми барами, нижняя граница которого располагается в районе свала глубин и в области развития морского барообразования, где происходит смена формирования дельтовых фаций шельфовым седиментогенезом) (рис. 1).

Традиционное гидрологическое определение границ устьевой области может не совпадать с границами природного устьевого объекта геолого-геоморфологических исследований. В качестве наиболее ярких конкретных примеров различия понятий «устьевая область реки» и «устьевая геоморфологическая система» используем данные современных исследований по Нижней Волге и Нижнему Енисею. Так, верхняя граница устьевой области Волги совпадает с вершиной современной дельты, а нижней границей служит внешний край устьевого взморья, оконтуренный 5-метровой изобатой. Голоценовая устьевая геоморфологическая система Волги включает в себя придельтовый участок долины Волги и часть шельфа Северного Каспия, где кроме современной дельты сохранились волжские палео-дельты. Аккумулятивными аналогами позднехвалынских и новокаспийских палео-дельт в низовье Волги являются остатки древних пойм в пределах Волго-Ахтубинской долины Волги (ахтубинская, туралинская и уллучайская), сформированные за последние 12–14 тыс. лет. Древние плейстоценовые дельты обнаружены на внешнем крае шельфа Северного Каспия на глубине 25–50 м.

Наоборот, на Нижнем Енисее верхняя и нижняя границы устьевой области выходит далеко за пределы геоморфологической устьевой системы, следуя за дальностью распространения ветровых нагонов и приливов и распространением речных вод до Карского моря. Верхняя граница УПГОС Енисея совпадает с вершиной позднеголоценового залива, а нижняя – с морским краем внешнего устьевого бара, сформированного в Енисейском заливе ниже траверза мысов Сопочная Корга и Ошмарина.

Морфогенетическая классификация речных дельт и устьевых систем. На примере изучения устьев многих крупных рек Мира установлено, что наиболее распространенным морфогенетическим типом устьевых геоморфологических систем на побережьях океана и окраинных морей являются дельты выполнения долинных заливов (эстуариев, риас, лиманов) и дельты выполнения устьевых лагун (*bay-head deltas*), или *эстуарно-дельтовые, лиманно-дельтовые и лагунно-дельтовые устьевые системы*. Это следствие как характера колебаний уровня на позднеголоценовом отрезке послеледниковой трансгрессии, когда уровень мог неоднократно превышать современный на 1–3 м, а также результат того, что большинство речных долин унаследованно закладывалось по депрессионным структурным зонам в течение всего плейстоцена.

Морфогенетические модификации речных дельт внутри группы дельт выполнения чрезвычайно разнообразны и зависят от сочетания природных факторов, влияющих на дельтообразование (речной сток, волновая активность, высота приливов, морфологические особенности шельфа и новейшая тектоника). В группу дельт выполнения входят приливные дельты эстуариев. Среди них следует различать малорукавные с первичной надводной или подводной дельтой ограниченной протяженности (не более нескольких километров) в виде узких островов и осередков, вытянутых вдоль русла, с динамичным грядовым рельефом в пределах огромных

устьевых баров, выдвинутых за пределы эстуария, испытывающих сильное воздействие реверсивных приливных течений (типичные эстуарии рек Онеги, Мезени, Кулоя, Хатанги, Анабара, Гижиги, Пенжины, Жиронды, Луары, Сены, Гудзона, Делавера и др. с высотой прилива от 2 до 7 м.).

Весьма своеобразен режим взвесей в устьях рек, впадающих в полузакрытые ингрессионные заливы (Обская, Тазовская и Енисейская губы, Амурский эстуарий) на малоприливных участках побережий Мирового океана. Здесь, практически в течение всего года, сохраняется речной режим не только в дельтовых рукавах, но и на акватории заливов, где скорости стоковых течений соизмеримы со скоростями течений в реке, а величина приливов составляет не более 1 м. Транзитная часть стока взвешенных наносов выносится за пределы дельты и аккумулируется на дне заливов в виде «внешних устьевых баров» на расстоянии от нескольких десятков до сотен километров от морского края дельты. В подобных устьевых областях, обладающих значительным водным стоком (от 100 до 600 км³/год) и небольшой мутностью речных вод (от 15 до 70 г/м³), преобладает транзитно-аккумулятивный процесс транспорта речных наносов, создающий условия для накопления в дельте от 30 до 50% и на устьевом взморье от 50 до 90% наносов, поступающих к верхней границе устьевой системы. Мы относим устья этой группы рек к *эстуарно-дельтовым системам*.

К дельтам выполнения относятся также и огромные многорукавные крупноостровные и лопастные дельты частичного или полного выполнения долинных неприливных заливов. Длина аллювиально-дельтовых образований от вершины дельты до морского края надводной дельты составляет от десятков до 100–300 км (Юж. Буг, Днестр, Днепр, Дон и др.). Эта группа рек, заполняющая долинныя заливы, формирует *лиманно-дельтовые системы* (рис. 2-А).

Другой тип заполнения представляют приустьевые акватории, отчлененные морской косой на участках с ярко выраженным вдольбереговым перемещением наносов

(Печора, Камчатка, Висла, Преголя, Неман, Даугава, Сенегал, Магдалена, Муррей и др.). Этот тип дельт полностью соответствует понятию «дельты заполнения», введенному Г. Креднером (1878), когда рост дельты лимитируется наличием блокирующей косы или пересыпи. К этим модификациям дельт относятся также дельты выполнения долинных заливов, находящиеся в стадии лиманного развития (по Н.Я. Данилевскому, 1869), где речные дельты формируются в вершинах заливов, отгороженных от акватории открытого моря пересыпями или косами (Печора, Днепр, Днестр и др.). Развитие такой дельты зависит исключительно от изменчивости речного стока, фито- и биогенных процессов.

Особую разновидность дельт выполнения образуют реки, чьи отложения заполняют устьевые лагуны, возникшие в результате отчленения морскими барьерными террасами обширных и относительно мелководных акваторий. Механизм отчленения устьевых лагун по большей части связан с процессами морского баро- или косообразования (Яна, Индигирка, Дунай, Кубань, Нил, Рона, По и др.). Эта группа рек, заполняющая своими наносами устьевые лагуны, образует *лагунно-дельтовые устьевые системы* (рис. 2-Б).

Среди дельт выполнения устьевых лагун можно выделить следующие модификации: 1) многорукавные крупноостровные, ветвящиеся дельты частичного заполнения, отчлененные сплошной или прерывистой полосой морских береговых баров (Амгуема, Копер, Камчатка); 2) малорукавные с веером крупных рукавов, врезанных в стародельтовую равнину; полного заполнения, в фазе выдвижения устьевых баров или субдельт на открытом взморье (Сев. Двина, Яна, Индигирка, Дунай, Кубань, По, Рона); 3) с одним рукавом, полного или частичного заполнения с блокированным устьем на открытом морским побережье (Преголя, Неман, Зап. Двина, Камчатка, Сенегал, Веби-Шебели). Перечисленные модификации дельт выполнения представляют собой высокоэффективные ловушки для наносов, которые имеют высокую сохранность внутри палео-

долин и рассматриваются как фациальные модели прибрежной седиментации в эстуариях, долинных заливах и устьевых лагунах [13, 16-17].

Вторая группа речных дельт, связанная с формированием аллювиального устьевого конуса выноса на открытом морском или океаническом побережье, относится к так называемым дельтам выдвижения (*protruding deltas*), или *дельтовым устьевым системам* (рис. 2-В). Эта немногочисленная группа дельт обязана своим происхождением особенностям структурно-геологического строения прибрежной равнины, когда реки при выходе к морю пересекали горные сооружения. Их суженные участки (долины прорыва) переходили непосредственно в приустьевые расширения русла на открытом побережье, а сами дельты, начиная свой эволюционный путь как дельты заполнения, в дальнейшем развивались как выдвигающиеся дельты (Лена, Оленёк, Селенга, Терек, Эбро, Колумбия, Тибр, Сан-Франсиску и др.). Морфологическое строение морского края и размеры дельт выдвижения служат надежным индикатором реального соотношения речных и морских факторов в устьевой области реки. Об этом свидетельствует многообразие морфогенетических типов выдвинутых дельт: от устьевого однорукавного аллювиального выступа на открытом и приглубом берегу (Эбро, Бзыбь, Кодори и др.) до многорукавной дугообразной или крупнолопастной пальцевидной дельты, окаймленной морскими барами (Лена, Селенга, Миссисипи, Ориноко, Нигер).

Аллювиально-дельтовые равнины, сформированные в период от 7–5 до 2,5–1,5 тыс. лет назад в устьях крупных рек на океанических побережьях и на берегах окраинных морей, как правило, перекрывают позднеплейстоценовые дельтовые тела с абсолютным возрастом отложений более 10 тыс. лет. Субаэральная часть таких дельт обычно представлена несколькими региональными субдельтами, связанными с пространственными перемещениями зон активного дельтообразования.

Очевидно, следует пояснить, что под *лиманами* понимается подтопленная морем часть речной долины, как это трактуется во всех современных географических словарях:

Словарь-справочник по физической географии (Барков, 1958) – «лиманы, мелководные морские заливы, характерные для побережий, где происходило опускание суши; представляют собой затопленные морскими водами расширенные устья рек и балок...». Энциклопедический словарь географических терминов (под ред. С.В. Калесника, 1968) – «Затопленное водами моря, не подвергающиеся действию прилива и отлива, расширенное устье реки, превратившееся в мелководный залив. Образование лимана происходит при опускании береговой полосы...». Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии (под редакцией А.И. Спиридонова; составитель И.С. Щукин, 1980) – «вытянутый залив с извилистыми в плане, невысокими берегами бесприливных морей. Образуются при затоплении морем устьевых участков равнинных рек или прибрежных понижений суши. Лиманы бывают открытые в сторону моря (губы) и закрытые, отделенные от моря косой, пересыпью». Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины (под ред. А.Ф. Трешникова, 1988) – повторяет предыдущее определение.

Под *эстуариями* понимаются однорукавные устья рек в виде воронкообразно расширенных и сужающихся к вершинам заливов, образующихся в результате подтопления низовьев речной долины и промываемых от наносов приливами и отливами (Барков, 1958; Энциклопедический словарь, 1968; Четырехязычный энциклопедический словарь, 1980; Географический энциклопедический словарь, 1988).

Под *лагунами* понимаются мелководные части океана (моря), отделенные от него баром, косой и соединяющиеся с ним сравнительно узким проливом (или проливами), которые имеют иную, чем в море соленость и специфические лагунные отложения (Барков, 1958; Энциклопедический словарь, 1968; Четырехязычный энциклопедический словарь, 1980; Географический энциклопедический словарь, 1988). Из всего разнообразия лагунных побережий, мы рассматриваем случай отчленения подтопленных мелководных

устьевых участков рек, которые формируют внутри лагуны дельты и постепенно заполняют её речными наносами.

Заключение. Геологическая история низовьев реки и шельфа, гидрологический режим реки, климатические особенности речного бассейна, форма сопряжения реки с приемным водоемом и гидродинамика устьевого взморья, – все это влияет на конкретные проявления руслоформирующих процессов и определяет направленность и специфику процессов дельтообразования. В широких пределах варьируют площади субэкральных дельтовых равнин, занимающие от 1/10 до 1/1000 общей площади речного бассейна; различны форма и объемы дельтовых тел.

Анализ геолого-геоморфологических данных по устьям многих рек Мира свидетельствует, что большинство крупных рек на побережьях России за последние 30 тыс. лет испытали многократные миграции их устьев в связи с глобальными изменениями объема Мирового океана. Наиболее типичными для всех побережий (кроме побережий внутренних морей) признаются следующие события: 1) уровень океана 30 тыс. лет назад был близок к современному; большинство речных долин было подтоплено и дельты формировались в эстуарных условиях; 2) падение уровня океана более чем на 100 м (висконсинская, или гримальдийская регрессия) к рубежу 20 тыс. лет назад, осушение континентального шельфа и врезание рек, следовавших за отступающим уровнем; 3) послеледниковый подъем уровня около 16 тыс. лет назад (фландрская трансгрессия) со средней скоростью 10 мм в год, перестройка гидрографической сети, миграция дельт в сторону побережья, формирование древних береговых линий и серии береговых баров в период временной стабилизации уровня; 4) замедление темпа подъема уровня к 7–5 тыс. лет назад, формирование морских барьерных террас в устьях рек, начало образования современной береговой зоны и субэкральных дельт; 5) приближение уровня океана к

современным отметкам 4–3,5 тыс. лет назад и превышение его на 2–3 м на рубеже 3,0 и 1,5 тыс. лет назад; речные дельты приобретают современный облик [1-2, 14-15].

Наиболее значительным последствием послеледниковой трансгрессии явилось затопление осушенной части континентального шельфа, прибрежных равнин и проникновение морских вод во все депрессии береговой линии, в том числе и в речные долины, нижние части которых превратились в ингрессионные заливы или приустьевые бухты. Таким образом, 5–6 тыс. лет назад большинство крупных рек впадало в долинные заливы (эстуарии, риасы, лагуны, лиманы), где дальность проникновения морских вод, ширина фронта и объемы аккумуляции в устьях рек зависели от речного стока, формы и размеров заливов и структурно-тектонических особенностей шельфа. В устьях рек, расположенных в зонах устойчивого и длительного прогибания (например, северная часть Западно-Сибирской низменности), с небольшими уклонами водной поверхности в низовьях ($1,5\text{--}5,5 \cdot 10^{-3}$) образовались далеко вдающиеся в сушу заливы – губы. В максимум фландрской трансгрессии они имели длину от 200 до 1000 км (Колымская, Енисейская, Обская, Печорская) и ширину в коренных берегах от 10 до 75 км. В современном рельефе таким участкам побережья соответствуют хорошо разработанные, террасированные долины рек, ингрессионные заливы и продолжающие их до глубин 100–200 м подводные долины, заканчивающиеся на океанических побережьях глубоководными конусами выноса. Преобладающим морфогенетическим типом на таких побережьях стали долинные заливы и дельты выполнения.

Иной облик имели устья рек, располагавшиеся в областях развития молодых складчатых сооружений, где побережье испытывало дифференцированные тектонические движения, а в низовьях рек уклоны водной поверхности составляли $1,5\text{--}9,0 \cdot 10^{-3}$. Морские трансгрессии здесь в позднем плейстоцене имели ограниченное распространение: длина долинных заливов не превышала 100 км (Северная Двина, Яна, Индигирка). В редких случаях, когда реки при выходе к морю пересекали горные сооружения, суженные участки

долин прорыва переходили непосредственно в приустьевые эстуаровидные расширения русла на открытом морском побережье (Оленек. Лена). Крупные реки сформировали в своих низовьях либо дельты выполнения устьевых лагун, или различные модификации дельт выдвижения.

Дальнейшее развитие устьевых систем определялось морфологическими условиями сопряжения реки и моря, геолого-геоморфологическим строением шельфа, ландшафтно-климатическими особенностями, гидрологическим режимом реки и гидродинамическими характеристиками устьевого взморья. За последние 5–4 тыс. лет произошли существенные изменения в строении большинства устьевых областей. Отчленение некоторых заливов пересыпями или блокирование их косами привело к появлению лиманов и исключению речных наносов из общего баланса береговой зоны моря. Ограниченную протяженность морского края субэзральных дельт имеют реки, частично заполнившие долинны залив (от 10 до 50 км), хотя линейная протяженность многорукавных дельт выполнения составляет от 100 до 300 км (Обь, Енисей, Колыма, Дон). Некоторое увеличение фронта дельтовой аккумуляции наблюдается в устьях рек, заполняющих устьевые лагуны, которые сформировались в результате отчленения морской барьерной террасой обширных и относительно мелководных акваторий на побережьях окраинных арктических морей России. Во время эволюционного развития эстуарно-дельтовых систем происходит закономерное усложнение геоморфологического облика дельт от простого аллювиального выступа до полигенетической аллювиально-дельтовой равнины, расчлененной многочисленными рукавами, и осуществляется потенциальная возможность преобразования дельт выполнения в одну из модификаций дельт выдвижения на открытом взморье.

Таким образом, голоценовые устьевые осадочные и геоморфологические системы, включающие обширные пространства низменных субэзральных аллювиально-дельтовых равнин со сложной гидрографической сетью дельтовых водотоков и мелководные

акватории субаквальных аванделът, сложились на побережьях Мирового океана за последние 7–5 тыс. лет в заключительную фазу послеледниковой трансгрессии океана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каплин П.А.* Новейшая история побережий Мирового океана. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. 265 с.
2. *Каплин П.А., Селиванов А.О.* Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1999. 299 с.
3. *Коротаев В.Н.* Геоморфология речных дельт. М.: Изд-во МГУ, 1991. 224 с.
4. *Коротаев В.Н.* Эстуарно-дельтовые системы // Геоморфология. 2008. № 3.
5. *Коротаев В.Н.* Очерки по геоморфологии устьевых и береговых систем (Избранные труды). М.: Изд-во географического ф-та МГУ, 2012. 540 с.
6. *Коротаев В.Н., Михайлов В.Н.* Дельтообразование в устьях рек: типизация форм и процессов // Эрозионные и русловые процессы. 2000. Вып. 3. С. 223-237.
7. *Михайлов В.Н.* Гидрологические процессы в устьях рек. М.: ГЕОС, 1997. 176 с.
8. *Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А.* Речные дельты (Гидролого-морфологические процессы). Л.: Гидрометеиздат, 1986.
9. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика /Отв. редакторы Г.И. Рычагов, В.Н. Коротаев. М.: ГЕОС, 2002. 242 с.
10. Нижняя Индигирка: устьевые и русловые процессы (Бабич Д.Б., Коротаев В.Н., Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н.). М.: ГЕОС, 2001. 202 с.
11. Нижняя Яна: устьевые и русловые процессы (Отв. ред. В.Н. Коротаев, В.Н. Михайлов, Р.С. Чалов). М.: ГЕОС, 1998. 212 с.
12. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая: гидролого-морфологические процессы, геоморфология и прогноз (Отв. ред. В.Н. Коротаев, В.Н. Михайлов, Д.Б. Бабич). М.: ГЕОС, 2007. 445 с.

13. *Dalrimple R.W., Zaitlin B.A., Boyd R.* Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications // *J. Sedimentary Petrology*, 1992. Vol. 62. N. 6. P.
14. *Clark J.A., Farrell W.E., Peltier W.R.* Global changes in postglacial sea level: A numerical calculation // *J. Quaternary Res.* 1978. Vol. N 3. P. 265-287.
15. *Fairbridge R.W.* Eustatic changes in sea level // *J. Phys. And Chem. Of the Earth*. Vol. 4. N. Y.: Macmillan, 1961. P. 99-185.
16. *Li Congxian.* Deltaic sedimentation // *Modern Sedimentation in Coastal and Nearshore Zone of China*. China Ocean Press Beijing. 1986. P. 230–376.
17. *Walker H.J.* Arctic Deltas // *J. Coastal Research*. 1998. Vol. 14. N. 3. P. 718–738.