ГИДРОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РАЗНОГО ТИПА (НА ПРИМЕРЕ РЕК КОЛУМБИЯ И ФРЕЙЗЕР)

Михайлова М.В.

Институт водных проблем РАН

e-mail: mv.mikhailova@gmail.com

В докладе представлены принципы классификации устьевых областей рек (УОР) и выделены их типы: простые, эстуарные, эстуарно-дельтовые и дельтовые. Рассмотрены эволюция и динамика УОР разного типа на примере рек Колумбия (США) и Фрейзер (Канада).

УОР Колумбии относится к полузакрытому (эстуарному) бездельтовому приливному типу и подразделяется на три большие части, отличающиеся морфологическими и гидрологическими особенностями: приливный участок реки, эстуарий и открытое устьевое взморье (прибрежная зона Тихого океана). Площадь эстуария р. Колумбии в конце 1980-х гг. составляла 412 км^2. Ведущими факторами водного режима УОР Колумбии являются речной сток и приливы. Среднемноголетний расход воды р. Колумбии на г/п Те-Далс за 1900–2000 гг. по расчетам автора составил 5200 м^3/с (164.1 км^3/год). Оценка боковой приточности ниже г/п Те-Далс затруднена из-за недостатка данных. Результаты расчетов показали, что в зарегулированных условиях режима реки в эстуарий в среднем поступает 214 км3/год. Эстуарий Колумбии относится к мезоприливным.

Приливные колебания уровня, составляющие в районе устьевого створа в среднем 3.5 м (5 м в сизигию и 3 м в квадратуру), распространяются вверх по эстуарию, а затем по реке на довольно значительные расстояния. После сооружения в 1938 г. плотины Бонвилл (235 км от устьевого створа эстуария) приливные колебания уровня выше этого места даже в низкую межень распространяться не могут.

В 1946–1999 гг. в эстуарий Колумбии поступало ~8 млн. т взвешенных наносов. Поступающие в эстуарий речные наносы частично выносятся в океан речными и сильными отливными течениями, а частично отлагаются в самом эстуарии. Мелкие наносы временно накапливаются в характерной для многих приливных эстуариев зоне максимальной мутности. Более крупные наносы отлагаются на отмелях и в небольших заливах. Наносы, отлагающиеся в руслах и судоходном канале, частично взмучиваются во время сизигийных приливов на спаде половодья. Квадратурные приливы способствуют отложению наносов в эстуарии. Часть песчаных наносов, выносимых на взморье, формирует устьевой бар, вовлекается во вдольбереговой поток и образует морские косы и пляжи.

Морфологическое строение эстуария р. Колумбии за последние 130 лет подверглось существенным изменениям, вызванным активной хозяйственной деятельностью и дноуглубительными и русловыправительными работами. После 1870 г. более половины площади мелководий и прилегающих к эстуарию низменных увлажненных земель были утрачены в результате обвалования, отвала дрегированного грунта и уменьшения уровней воды в половодье после зарегулирования режима реки.

Сооружение навигационного канала в эстуарии привело к ряду негативных морфологических, гидрологических и экологических последствий: уменьшению скоростей стоковых и приливных течений, особенно в периферийных частях эстуария и усилению их заиления; уменьшению площади, объема эстуария и величины приливной призмы (на 15 %); ослаблению интрузии осолоненных вод; уменьшению интенсивности водообмена. Отложение песчаных наносов в верхней и средней частях эстуария привело к образованию обширных песчаных островов, отмелей и приливных осушек.

Система островов, находящаяся в верхней и средней частях эстуария, может рассматриваться как зарождающаяся дельта выполнения эстуария (внутренняя дельта). Ее формирование происходит довольно медленно, что объясняется относительно небольшим стоком наносов реки (особенно песчаных) в условиях зарегулированного режима и сильными приливными и отливными течениями.

Наиболее интересной, изменчивой и важной для водного транспорта частью УОР Колумбии является устье эстуария (его выход в океан). Американцы называют это место «входом» (enter) в р. Колумбию. Эта часть устьевой области включает ряд морфологических элементов: узость между противоположными берегами или концами молов (непосредственный выход из эстуария); три подводные дельты (внутреннюю отливную мористее узости; внешнюю отливную далее в сторону океана и приливную дельту в самой нижней части эстуария); правую устьевую косу Лонг-Бич и полосу шельфа перед ней; Южную отмель левее выхода из эстуария; левую косу Клатсоп и полосу шельфа перед ней. Узость в самом устье эстуария, внутреннюю и внешнюю отливные дельты можно назвать устьевым баром р. Колумбии (или баром эстуария Колумбии).

УОР Фрейзер принадлежит к дельтовому типу и состоит из подверженного воздействию приливов устьевого участка реки (включая четырехрукавную дельту длиной 35 км и площадью ~1000 км2, и полузакрытое устьевое взморье (часть пролива Джорджия). На г/п Хоп (165 км от нулевого створа у маяка Сэнд-Хэдс) за 1912–2001 гг. по расчетам автора среднемноголетний расход воды составил 2748 м3/с (86.73 км ^{3}/год). Среднемноголетний сток наносов р. Фрейзер на г/п Хоп равен 17.3 млн. т/год, на г/п Мишн (85 км от нулевого створа) – 18.5 млн. т/год.

В устьях рукавов дельты Фрейзера средняя величина неправильных полусуточных приливов составляет ~3 м, в сизигию достигая 5 м, а в квадратуру уменьшаясь до 2 м. Величина прилива от устьевых створов рукавов уменьшается как в сторону моря, так и вдоль устьевого участка реки. Величина приливов у г. Нью-Уэстминстер в средней части дельты изменяется от 2.3 м в межень до 0.8 м в половодье. При небольших расходах воды дальность распространения приливов составляет ~110 км, а в половодье приливы распространяются лишь до г/п Мишн.

Развитие УОР и дельты Фрейзера в голоцене в целом соответствовали современным представлениям о стадийности формирования речных дельт. УОР Фрейзера в постледниковую эпоху последовательно прошло три стадии развития: полузакрытого бездельтового устья, дельты выполнения полузакрытого залива и дельты выдвижения на морском побережье.

Ведущими факторами развития УОР Фрейзера были постледниковые изменения уровня моря, сток наносов реки и коренной рельеф в районе формирования дельты. В данном случае развитие УОР было усложнено влиянием покровного оледенения и его деградации, а также постледниковым гляциоизостатическим поднятием земной коры. Поэтому в районе УОР Фрейзера относительные изменения уровня океана были в постледниковую эпоху более сложными, чем на других берегах Мирового океана, где уровень в период 18–6 тыс. лет назад постепенно поднялся на 100–120 м.

В настоящее время дельта Фрейзера продолжает выдвигаться на взморье, однако, процессы седиментации сильно изменились с 1800-х гг. Вдоль рукавов были сооружены дамбы, защищающие фермерские земли и хозяйства от катастрофических наводнений и высоких приливов. Углубление рукавов и сооружение молов в их устьях для улучшения судоходных условий уменьшило количество речного песка, попадающего на взморье, канализация рукавов также исключила возможность блуждания их русел среди отмелей.

В пределах современной УОР Фрейзера можно выделить четыре основные морфологически разнородные части, одновременно представляющие собой четыре района

крупномасштабной седиментации: дельтовую равнину; прибрежную отмелую зону устьевого взморья, включая приливные осушки или отмели; крутой морской склон устьевого конуса выноса; пологое подножье устьевого конуса выноса. Наиболее интенсивное отложение наносов происходит на морском склоне.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-05-00406).