

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕЖИМ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 556.54:551.468

НОВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, РАЙОНИРОВАНИЕ И ТИПИЗАЦИЯ УСТЬЕВЫХ
ОБЛАСТЕЙ РЕК И ИХ ЧАСТЕЙ – ЭСТУАРИЕВ¹

© 2012 г. В. Н. Михайлов*, С. Л. Горин**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
119991 Москва ГСП-1, Ленинские горы
E-mail: newdelta@mail.ru

**Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
107140 Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

Поступила в редакцию 08.02.2011 г.

Рассмотрены проблемы изучения устьевых областей рек и их частей – эстуариев и дельт. Предпринята попытка объединить концепцию устьевой области реки и устьевых процессов, развитую в отечественной науке, и концепцию эстуария и эстуарных процессов, широко распространенную в зарубежной научной среде. В связи с этим в статье предложены новые определения устьевой области реки и эстуария, а также новые гидролого-морфологические схемы районирования устьевых областей рек и типизации эстуариев. Типы устьевых областей рек и эстуариев проиллюстрированы на конкретных примерах.

Ключевые слова: река, море, устьевая область, эстуарий, дельта, береговая зона, водные массы, смешение вод.

С середины прошлого века в мировой гидрологической науке начало развиваться учение о районах активного взаимодействия речных и морских вод, которое в России оформилось в концепцию устьевой области реки, а за рубежом – в концепцию эстуария. В целом, эти подходы дополняют друг друга, но в некоторых частных случаях между ними существуют явные противоречия. Цель статьи состоит в совмещении отечественной и зарубежной концепций, что, по мнению авторов, необходимо для дальнейшего развития науки об устьях рек. Для этого в статье предложены изменения в определениях устьевой области реки и эстуария, а также новые схемы районирования и типизации этих объектов.

При работе над статьей авторы опирались на труды крупнейших отечественных и зарубежных ученых [3, 7, 25, 26, 30, 32, 34, 39, 40, 43, 45, 46, 48, 53, 54], а также на собственный опыт в исследовании устьев рек России и зарубежных стран. В статье развивается гидролого-морфологический взгляд на область контакта речных и морских вод, который в течение многих лет разрабатывается одним из авторов статьи [12–17]. В рамках этого подхода основное внимание уделяется изменению свойств взаимодействующих между собой речных и морских водных масс. Вместе с тем, в

науке существуют геологический и геоморфологический взгляды на рассматриваемую проблему. При геологическом подходе во главу угла ставятся либо закономерности формирования осадочных пород в местах впадения рек в приемные водоемы (работы Ч. Лайелла, Дж. Джилберта, Дж. Барелла, Д.В. Наливкина, Л.В. Пустовалова, А.А. Чистякова и др.), либо особенности процессов осаднения терригенного вещества на окраинах материков (работы Д. Мура, П. Скрытона, А.П. Лисицына и др.). При геоморфологическом подходе главное внимание уделяется процессам формирования специфических форм рельефа в береговой зоне моря – речных дельт и их подводных продолжений (работы В.В. Докучаева, Н.Я. Данилевского, Г. Креднера, И.С. Шукина [31], О.К. Леонтьева [7], В.П. Зенковича [3], Дж. Колемана, Л. Райта, Г.И. Рычагова [24], В.Н. Коротаева [8] и др.).

ПРЕЖНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ

По-видимому, впервые словосочетание “устьевая область реки” появилось в начале XX в. в трудах Санкт-петербургского гидролога В.Н. Лебедева. Используя это словосочетание, он хотел подчеркнуть специфичность гидрологических и морфологических условий в устье р. Камчатки, которые, как он справедливо считал, связаны с “совместным действием реки и моря” [6]. В качестве термина, обозначающего особый физико-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 10-05-00061 и 11-05-00199).

географический объект, понятие “устьевая область реки” было введено в науку в середине XX в. И.В. Самойловым, который, хотя и не дал этому термину строгого определения, смог передать его суть: “устьевая область крупной реки состоит из части долины нижнего течения, смежного морского побережья и взморья – в пределах пространства, на котором происходят устьевые процессы” [25] и “устьевая область реки – сложный географический комплекс, имеющий специфические закономерности развития” [25].

В последующие десятилетия в отечественной гидрологической литературе происходило непрерывное усовершенствование дефиниции устьевой области реки, выражавшееся в уточнении ее структуры и границ, а также в определении роли и состава действующих в ней устьевых процессов [19, 21, 22]. Итогом этой работы стало определение, которое было дано в работах одного из авторов настоящей статьи: “устьевая область реки (устье реки) – это особый географический объект, охватывающий район впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро) и имеющий специфический природный комплекс, структура и формирование которого регулируются устьевыми процессами: динамическим взаимодействием и смешением вод реки и приемного водоема, отложением и переотложением речных и частично морских наносов” [16]. Сходное определение было закреплено в нормативном документе Росгидромета [23].

В цитированном определении устьевой области реки (**УОР**) устьевые процессы рассматриваются как системообразующие, пределы действия которых ограничиваются в пространстве. Внешние границы УОР определяются по проявлениям тех современных устьевых процессов – гидрологических или морфологических, которые действуют на большее расстояние от своего источника (реки или приемного водоема).

Кроме термина “устьевая область реки”, в отечественной литературе широко используется термин “устье реки”, который в зависимости от контекста понимается в широком или узком смысле. В первом случае этот термин – сокращенный вариант и полный синоним понятия “устьевая область реки”, а во втором – обозначает лишь конкретное место (устьевой створ) впадения реки (или крупного судоходного рукава дельты) в приемный водоем или одной реки в другую.

ПРЕЖНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭСТУАРИЯ

История развития представлений об эстуариях и эстуарных процессах подробно рассмотрена в [12, 49], и поэтому, во избежание повторов, следует остановиться лишь на общей характеристике существующих взглядов на эти объекты. Как

справедливо заметил Дж. Петчик [50], эстуарии представляют собой настолько сложные объекты, что чрезвычайно трудно дать им одно “базовое” определение. Поэтому неудивительно, что в современной науке существует более 40 дефиниций эстуария [49], которые условно можно разделить на три группы.

К первой группе относятся определения, в которых под эстуарием понимается специфическая форма рельефа в устье реки (расширяющееся к морю устье реки [29, 33]; непосредственно примыкающий к морю участок реки, где происходит резкое изменение ширины русла [46]; затопленная речная долина в устье реки [30] или воронкообразный залив, преобразованный воздействием волнового, речного и приливного факторов [24, 32]).

Во вторую группу входят те определения, в которых эстуарий – это приливное устье реки (воронкообразное устье реки, подверженное влиянию приливов [1, 11, 19, 31]; узкий морской залив в устье реки, в котором заметны приливные колебания уровня и приливные течения [35, 43, 44]).

В определениях третьей группы эстуарием считается относительно обособленный от моря водный объект, в котором смешиваются пресные воды суши и соленые или солоноватые воды моря. Среди этих дефиниций наибольшую известность получило определение Д. Притчарда: “эстуарий – это полужамкнутый прибрежный водоем, имеющий свободную связь с открытым морем, и в котором морская вода заметно разбавляется пресной водой, поступающей вследствие дренажа суши” [34, 52–56]. Другие определения этой группы, например, [36, 51] по своей сути – интерпретации определения Д. Притчарда.

В настоящее время наибольшее распространение в научном мире получило определение Д. Притчарда [41]. Этому способствовали два обстоятельства. Во-первых, в 1960-х гг. оно поддержано Американской ассоциацией содействия развитию науки, которая создала специальный комитет для выработки базового определения эстуария [51]. Во-вторых, определение Д. Притчарда объединило в себе целый класс водных объектов береговой зоны, в которых вследствие смешения пресных и соленых (или солоноватых) вод сформировались экосистемы со специфическими сообществами гидробионтов. Поэтому оно было принято крупнейшими зарубежными экологами (например, Ю. Одумом [18]), благодаря которым широко распространилось в научной среде – ведь интерес к экологическим исследованиям особенно крупным у специалистов в различных областях знаний традиционно высок. Определение Д. Притчарда вошло и в отечественную научную литературу [12, 16, 26].

Благодаря большому количеству дефиниций эстуария, а также широкому толкованию боль-

шинства из них, в науке нередко встречаются различные “крайности”. Иногда эстуариями или водоемами эстуарного типа считают внутренние моря, в которых соленость воды меньше, чем в океане (например, Азовское, Белое и Балтийское моря). Заметно реже к эстуариям относят пресноводные водоемы (например, Великие озера); крупные части океана (например, северную часть Тихого океана); лагуны и морские заливы, в которые реки не впадают.

По мнению авторов статьи эстуариями можно назвать лишь те объекты, в которых смешиваются пресные речные водные массы и солоноватые или соленые водные массы приемного водоема (океана, моря, солоноватого или соленого озера).

Необходимо также особо отметить, что определение эстуария, предложенное Д. Притчардом, строго говоря, относится лишь к эстуариям, в которых соленость воды монотонно уменьшается по направлению от моря к реке. Такие эстуарии сам Д. Притчард [54] назвал “положительными” (иногда их называют “нормальными” или “классическими”). Большая часть эстуариев на земном шаре именно такая. В то же время, в устьях некоторых рек Западной Африки и Австралии (особенно в период засухи) создаются аномальные гидрологические условия: из-за дефицита пресного стока и больших потерь воды на испарение в устье реки формируется зона максимальной солености (здесь она может намного превышать соленость морской воды). Структура вод в таком случае получила название “обратный”, “отрицательный” или “гиперсоленый” эстуарий. В своих работах Д. Притчард [54, 56] упомянул о таком необычном типа эстуариев.

СООТНОШЕНИЕ ПОНЯТИЙ “УСТЬЕВАЯ ОБЛАСТЬ РЕКИ” И “ЭСТУАРИЙ”

Концепция устьевой области реки — это генеральный взгляд на районы взаимодействия водных масс рек и приемных водоемов (океанов, морей или озер), в рамках которого учитываются все действующие в этих районах процессы. В этом смысле концепция эстуария в наиболее признанной трактовке Д. Притчарда — это частный взгляд, сосредоточенный лишь на тех объектах, в которых главенствует процесс смешения водных масс. При сравнении УОР и эстуария как географических объектов становится очевидным, что второй целиком и полностью входит в состав первого — речное воздействие в виде опреснения или выноса терригенного материала очень редко ограничивается пределами эстуария, что можно сказать и о действии морских приливов и нагонов, которые могут проникать далеко в реки.

Таким образом, представления об устьевой области реки и эстуарии не только не противоречат,

но, наоборот, дополняют друг друга. Но для совмещения обеих концепций требуется внести некоторые изменения в определения этих объектов, их классификацию и районирование.

НОВОЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ

Для уточнения приведенного выше определения УОР [16], прежде всего, следует внести ясность в проблему состава этого объекта. С конца 1960-х гг. устьевую область реки стали подразделять на две части: устьевой участок реки и устьевое взморье [4, 12–17, 19–23]. При этом полагали, что в первой из них преобладает речной гидрологический режим, но активно влияют морские факторы, а во второй — доминирует морской гидрологический режим, но активно воздействует речной сток. Найти место эстуарии в такой схеме районирования УОР очень сложно, поскольку в большинстве случаев его нельзя отождествить ни с устьевым участком реки (как это сделано в [10]), ни с устьевым взморьем (даже полузамкнутым, как было предложено в [4, 13, 14, 20–23]). Так, эстуарий в виде устьевой лагуны или лимана вряд ли можно считать входящей в УОР частью реки или моря. Кроме того, при делении УОР на две упомянутые части не очень понятно и место дельты — устьевым взморьем она не является по определению, а устьевым участком реки не может считаться так как помимо водотоков в состав дельты часто входят не связанные с рекой водоемы и иногда очень обширные пространства суши (дельтовая равнина или дельтовая пойма). В связи с этим авторы статьи предлагают пересмотреть двучленную схему деления УОР и выделять между устьевым участком реки и устьевым взморьем промежуточные устьевые объекты — эстуарий, дельту или их комплекс. Таким образом, по новой схеме районирования УОР в нее может входить до четырех основных частей: устьевой участок реки, дельта, эстуарий и устьевая зона приемного водоема (аналог ранее использовавшегося термина “устьевое взморье”, пояснения ниже) (рис. 1).

Обобщая существующие представления об устьевой области реки и учитывая изложенные выше соображения, авторы статьи предлагают для нее новое определение: “устьевая область реки (сокращенно УОР, синоним — устье реки) — это особый географический объект, охватывающий район впадения реки в приемный водоем (океан, море, озеро), сформировавшийся, существующий и развивающийся благодаря устьевым процессам: динамическому взаимодействию, смешению и внутримассовой трансформации водных масс реки и приемного водоема, отложению и переотложению речных и морских (озерных) наносов. Устьевая область реки может включать в себя до четырех частей: устьевой участок

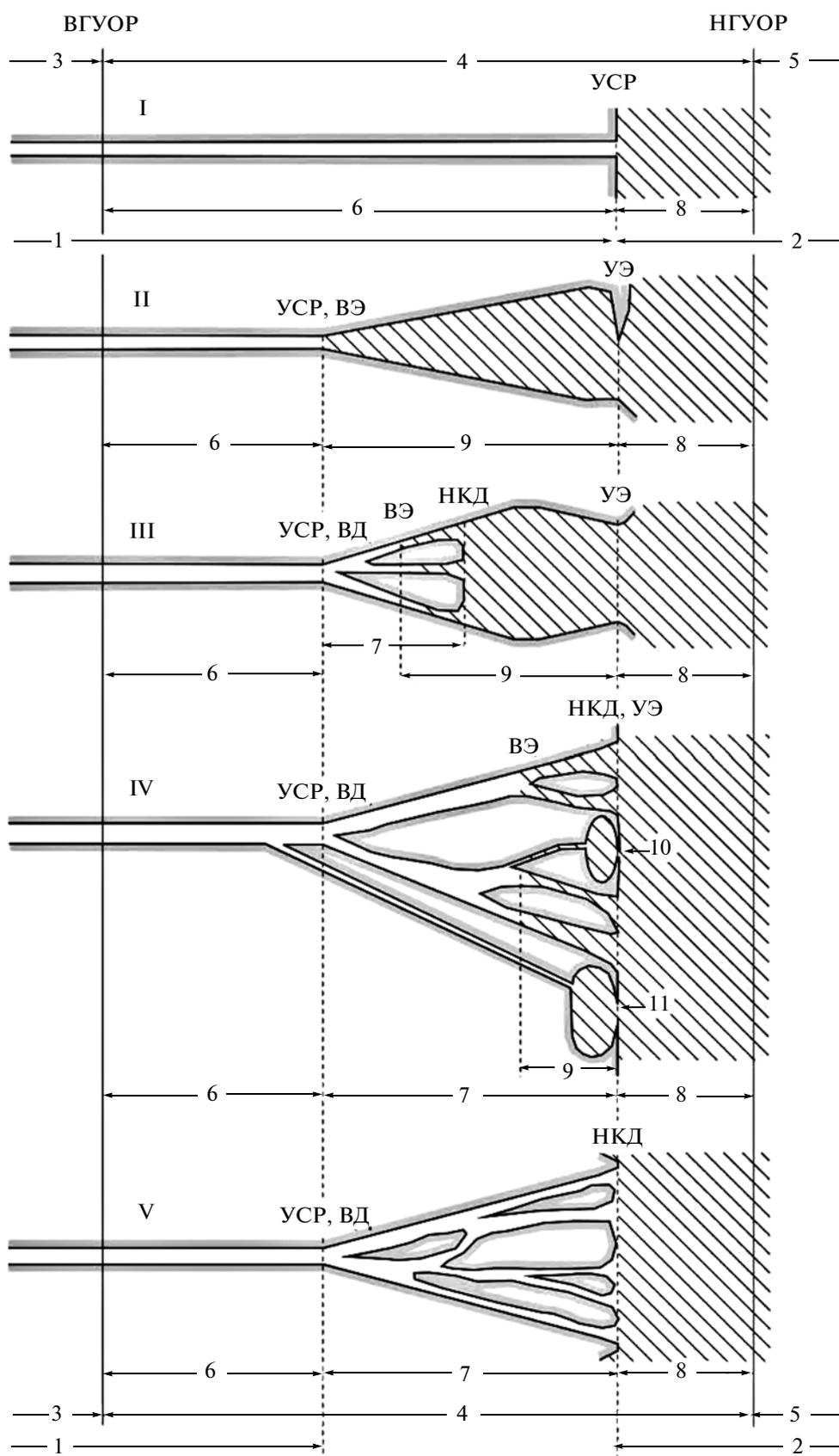


Рис. 1. Схема типизации и районирования устьевых областей рек (УОР). Типы УОР: I – простая (П); II – эстуарная (Э); III – эстуарно-дельтовая (с дельтой выполнения) (ЭД); IV – дельтово-эстуарная (с дельтой выдвигания) (ДЭ); V – дельтовая (Д); 1 – река; 2 – приемный водоем (океан, море, озеро); 3 – приустьевой участок реки; 4 – устьевая область реки (УОР); 5 – предустьевое пространство приемного водоема (океана, моря, озера); 6 – устьевой участок реки (УУР); 7 – дельта реки (ДР); 8 – устьевая зона приемного водоема (океана, моря, озера) (УЗПВ); 9 – эстуарий реки (ЭР); 10 – устьевая лагуна (дельтовая); 11 – устьевая лагуна (придельтовая); ВГУОР – верхняя граница УОР; НГУОР – нижняя граница УОР; ВД – вершина дельты; НКД – нижний край дельты; ВЭ – вершина эстуария; УЭ – устье эстуария; УСР – устьевой створ реки. Штриховкой выделена зона смешения водных масс реки и приемного водоема (океана, моря, озера).

реки (нижний отрезок реки, подверженный воздействию приливов и/или нагонов), эстуарий, дельту, а также устьевую зону приемного водоема (часть приемного водоема, в пределах которой существенно влияние речного стока). УОР характеризуется специфичностью морфологического строения, гидрологического режима, и, как следствие, состава и трофической структуры населяющих ее сообществ живых организмов. УОР представляет собой гидрологический, морфологический, седиментологический, геохимический и биологический барьер между рекой и приемным водоемом”.

НОВОЕ В ОПРЕДЕЛЕНИИ “ЭСТУАРИЙ”

По мнению авторов статьи, для интеграции понятия “эстуарий” в отечественное учение об УОР определение Д. Притчарда (само по себе удачное) нуждается в следующих уточнениях: в нем необходимо прямо указать на принадлежность эстуария к УОР и исключить слово “прибрежный”, которое в этом случае становится лишним; заменить слово “водоем” на слова “система водных объектов”, поскольку в состав эстуария может входить несколько водоемов, связанных между собой водотоками; принять предложение Дж. Дая [36] и отметить возможность периодической – в противовес постоянной или “открытой” – связи эстуария с морем, что характерно для засушливых районов Земли [51] и побережий с очень сильным морским волнением (например, на Камчатке); наряду с морем, упомянуть другие типы приемных водоемов – океан, озеро; использовать термин “водные массы”, который вносит в определение эстуария строгость и ясность; вместо генетического определения “морская” и “речная” вода использовать определение качественного характера – “пресная” и “солонатовая (или соленая)” водная масса. Таким образом, под новое определение эстуария подпадают устьевые объекты Африки и Австралии, в которых речные и морские воды друг с другом не контактируют, а смешиваются с гиперсолеными водными массами эстуарного происхождения [36, 51].

Главная проблема состоит в том, что ни в одном из ныне существующих определений эстуария нет количественной характеристики степени

смешения речных и морских вод. Слова “разбавление ... до некоторой степени” [45], “заметное разбавление ...” [34, 54], “заметное изменение солености воды” [36] и т.п. – слишком неопределенные критерии для того, чтобы решить, является ли данный объект эстуарием или нет. Эту очевидную мысль хорошо иллюстрируют встречающиеся в литературе предложения об отнесении Балтийского, Белого морей и северной части Тихого океана к числу эстуариев. По мнению авторов статьи, этот недостаток можно устранить, если принять в расчет следующие обстоятельства.

Согласно [28, 57], узкий диапазон солености воды 5–8‰ образует естественную границу, при переходе которой сменяется видовой состав животных, водорослей, бактерий и грибов. По сути, на этом рубеже между собой соприкасаются речная и морская формы жизни. По данным [8, 9] в зоне контакта реки и моря в интервале солености воды 1–7‰ формируется “маргинальный фильтр”, задерживающий подавляющую часть терригенного материала, выносимого рекой в море как во взвешенном, так и в растворенном виде. И, наконец, в зоне смешения в интервале солености воды 1–2‰ солевой состав, присущий речной воде (как правило, гидрокарбонатно-кальциевый), переходит в солевой состав, характерный для морской воды (хлоридно-натриевый) [22, 27]. При этом некоторое преобразование ионного состава вод продолжается до 5–6‰ [2]. Таким образом, диапазон солености воды от 1 до 8‰ образует биологический, седиментологический и геохимический барьер между рекой и приемным водоемом, который авторы статьи считают возможным называть “эстуарным барьером”.

Принимая во внимание приведенные выше соображения, авторы предлагают уточненную редакцию определения Д. Притчарда: “эстуарий – это полузамкнутая система водотоков и водоемов в пределах устьевой области реки, которая хотя бы периодически сообщается с открытым морем (океаном, морем, озером) и внутри которой в результате смешения пресных и солонатовых (или соленых) водных масс не менее одного сезона в году существует барьерная зона (“эстуарный барьер”) с изменением солености воды от 1 до 8‰”.

В новом определении введена оговорка о том, что барьерная зона в эстуариях может существовать не весь год, а лишь некоторую его часть. Это

сделано с учетом особенностей ряда эстуариев Африки и Австралии, в которые речная вода поступает лишь в сезон дождей [36, 51].

Очень важен вопрос о границах эстуария. В большинстве случаев нижнюю (обращенную к морю, океану, озеру) границу эстуария определить несложно: в зависимости от морфологического строения конкретного объекта она проходит либо по концам береговых аккумулятивных форм (береговых баров, кос, пересыпей, барьерных островов и т.п.), отделяющих эстуарий от приемного водоема, либо по внешнему краю эстуарного расширения, либо в самом узком месте пролива, соединяющего эстуарий с приемным водоемом. Верхняя (речная) граница эстуария чаще всего проходит по устьевому створу впадающей в него реки или по вершине эстуарного расширения. Но в тех случаях, когда эстуарий и зона смешения вод реки и приемного водоема находятся в русле реки или дельтового рукава, определить его верхнюю границу по морфологическим признакам бывает сложно (как, например, в эстуариях Жиронды, Сены, Колумбии). Для решения этой проблемы в различных публикациях предлагаются три разных подхода: определять верхнюю границу эстуария по максимальной дальности проникновения в реку осолоненных вод [52–54]; по наибольшей дальности распространения приливных колебаний уровня [37, 38, 49]; по пределу действия того из видов морского влияния, который ощущается на большем удалении от моря [47]. Если опираться на концепцию УОР, то подход Д. Притчарда [52–54] становится наиболее оправданным. Однако пока еще нет единого мнения, какая именно изогалина (2, 1 или 0.5‰) должна служить верхней границей зоны смешения и при каких гидрологических условиях она должна определяться. По мнению авторов статьи, в качестве репрезентативной целесообразно принять изогалину 1‰ (переход от пресной к солоноватой воде и олигогалинной среде) и определять ее положение у дна в межень (например, при минимальном межennem расходе воды реки 90%-ной обеспеченности) в приливную фазу сизигийного прилива (или при нагоне 10%-ной обеспеченности).

НОВОЕ В РАЙОНИРОВАНИИ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК

О целесообразности выделения в составе УОР четырех частей (в противовес применявшемуся ранее двучленному делению) говорилось выше. В этом разделе будут рассмотрены только общие вопросы районирования УОР.

Устьевой участок реки (УУР) — это часть нижнего течения реки, подверженная систематическому воздействию приливных и/или нагонных колебаний уровня воды, проникающих в него из

приемного водоема. Но если эти колебания не распространяются выше вершины дельты или вершины эстуария, устьевой участок реки в данной УОР отсутствует (рис. 1). Верхнюю границу УУР (которая совпадает с верхней границей всей УОР) предлагается устанавливать по пределу проникновения в реку больших (сизигийных) приливов или нагонов 10%-ной обеспеченности в период минимального речного стока (при меженных расходах воды 90%-ной обеспеченности). Нижняя граница УУР легко выделяется по морфологическим признакам: она совпадает либо с вершиной эстуария, либо с вершиной дельты. В случае отсутствия дельты и эстуария нижняя граница УУР соответствует месту втекания реки в приемный водоем, т.е. устьевому створу реки (рис. 1).

Устьевая зона приемного водоема (УЗПВ) — это часть приемного водоема, подверженная существенному влиянию речного стока, которое в морских устьях рек в основном выражается в опреснении вод (рис. 1). Термин “устьевая зона приемного водоема” предлагается вместо использовавшегося ранее термина “устьевое взморье” для распространения предлагаемых принципов районирования на устья рек, впадающих в пресноводные озера. Верхней границей УЗПВ служит либо нижний край дельты, либо нижний край эстуария (устье эстуария, устьевой створ эстуария) (рис. 1). Нижняя граница УЗПВ и всей УОР определяется по гидрологическим признакам. В том случае, если река впадает в солоноватый или соленый водоем, эта граница совпадает с положением изогалины, соответствующей 90% фоновой (средней) солености поверхностного слоя воды в приемном водоеме в период максимального речного стока (при расходе воды в половодье 10%-ной обеспеченности). В отдельных случаях для выделения нижней границы УЗПВ и всей УОР возможно применение морфологических признаков, поскольку известно, что в устьях крупных рек эта граница близка к бровке сформированного речными наносами устьевого шельфа (как в УОР Ганга—Брахмапутры, Иравади, Меконга, Амазонки). В пресных озерах нижнюю (внешнюю) границу УЗПВ и всей УОР определить значительно сложнее. По-видимому (пока такого опыта нет), в этих случаях в качестве индикаторов степени смешения речных и озерных водных масс вместо солености воды можно использовать концентрации других консервативных веществ, содержание которых в реке и озере различно (например, хлор-иона, изотопов кислорода и т.п.).

В новой схеме районирования УОР дельта и эстуарий, благодаря специфичности своего гидрологического режима, морфологического строения и экологических условий, признаются особыми географическими объектами, которые не являются частями ни устьевого участка реки, ни устьевой зоны приемного водоема соответствен-

Таблица 1. Гидролого-морфологическая типизация устьевых областей рек (1–4 – эстуарии лиманного, руслового, лагунного и морского типов соответственно)

Тип УОР и ее индекс	Основные признаки УОР	Состав УОР	УОР
I. Простая (П)	Отсутствуют как дельта, так и эстуарий	УУР, УЗПВ	Малых рек
II. Эстуарная (Э)	Главный элемент УОР – эстуарий, дельта отсутствует	УУР, ЭР, УЗПВ	Южный Буг, Хатанга, Анабар, Делавэр, Саскуэханна, Потомак (1); Мезень, Кулой, Темза, Северн, Эльба (2); Памлико, Преголя (3); малых рек, впадающих в фьорды и риасы (4); Пенжина, Онега, Амур (2, 4)
III. Эстуарно-дельтовая (ЭД)	Главный элемент УОР – эстуарий, к нему примыкает или в нем находится дельта выполнения	УУР, ДР, ЭР, УЗПВ	Обь, Енисей, Днепр, Днестр (1); Печора, Нямунас, Муррей (3); Нева, Дон (4); Сенегал (2, 3)
IV. Дельтово-эстуарная (ДЭ)	Главный элемент УОР – дельта выдвигания, в некоторые рукава и водоемы которой систематически проникают осолоненные воды	УУР, ДР, ЭР, УЗПВ	Северная Двина, Яна, Индигирка, Колвилл, Меконг, Иравади, Ориноко (2); Сулак, Кура (3); Кубань, Дунай, По, Рона, Нил, Голавари, Миссисипи (2, 3)
V. Дельтовая (Д)	Главный элемент УОР – дельта выдвигания, эстуарий отсутствует	УУР, ДР, УЗПВ	Волга, Урал, Риони, Лена, Хуанхэ

но. Река “заканчивается” либо в вершине дельты, либо в вершине эстуария, а при отсутствии того и другого – в месте втекания реки в приемный водоем (рис. 1).

Необходимо пояснить, что авторы придерживаются гидролого-морфологического подхода к определению дельты, согласно которому под ней понимается часть устьевой области реки, сформировавшаяся в результате современных процессов дельтообразования и состоящая из верхней (подверженной руслоформирующей деятельности водного потока) толщи устьевого конуса выноса и надводной аллювиальной суши, обычно имеющей сложную и динамичную гидрографическую сеть (систему водоемов и водотоков) и специфический ландшафт [13, 14]. При таком подходе вершиной дельты (ВД) считается место разделения речного русла на дельтовые рукава – крупные транзитные водотоки, самостоятельно впадающие в приемный водоем. Нижняя граница дельты проходит по ее внешнему (морскому, озерному или эстуарному) краю. В составе УОР могут находиться дельты двух видов – выполнения (заполнения) и выдвигания (выдвинутые). Первые формируются в эстуариях – полузамкнутых устьевых объектах (в англоязычной литературе – filling, estuarine, bay-head deltas), вторые – на открытом побережье за пределами генеральной береговой линии приемного водоема (в англоязычной литературе – advanced, protruding, prograding deltas). Термины “дельта выполнения” и “дельта выдвигания” были введены в науку еще в 1878 г.

Г. Креднером и широко используются за рубежом и в нашей стране [5, 7, 11, 14, 25, 31, 32].

Выше верхней границы УОР находится приустьевой участок реки, в пределах которого могут наблюдаться лишь нагонные колебания уровня редкой повторяемости. С нижней стороны к УОР примыкает предустьевое пространство приемного водоема, в котором в периоды очень высоких половодий проявляется опресняющее влияние стока реки (рис. 1).

НОВОЕ В ТИПИЗАЦИИ УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ РЕК

И.С. Шукин [31, 32] делил УОР на три типа: простые, дельты и эстуарии. По мнению авторов статьи, такой подход требует уточнений и дополнений. Так, эстуарий и дельта – лишь части УОР и не могут считаться их типами. Поэтому устьевые области рек, в которых есть либо эстуарий, либо дельта, целесообразно называть соответственно эстуарными или дельтовыми. Во многих устьях рек одновременно находятся и дельта и эстуарий, которые образуют сложные комплексы. Свойства этих комплексов в силу принципа функциональной интеграции (при усложнении структуры возникают дополнительные свойства [18]) должны отличаться от свойств образующих их объектов. В связи с этим устьевые области рек, в которых дельта формируется внутри эстуария (т.е. главный морфологический элемент – эстуарий), авторы предлагают называть эстуарно-дельтовыми, а те УОР, в которых эстуариями яв-

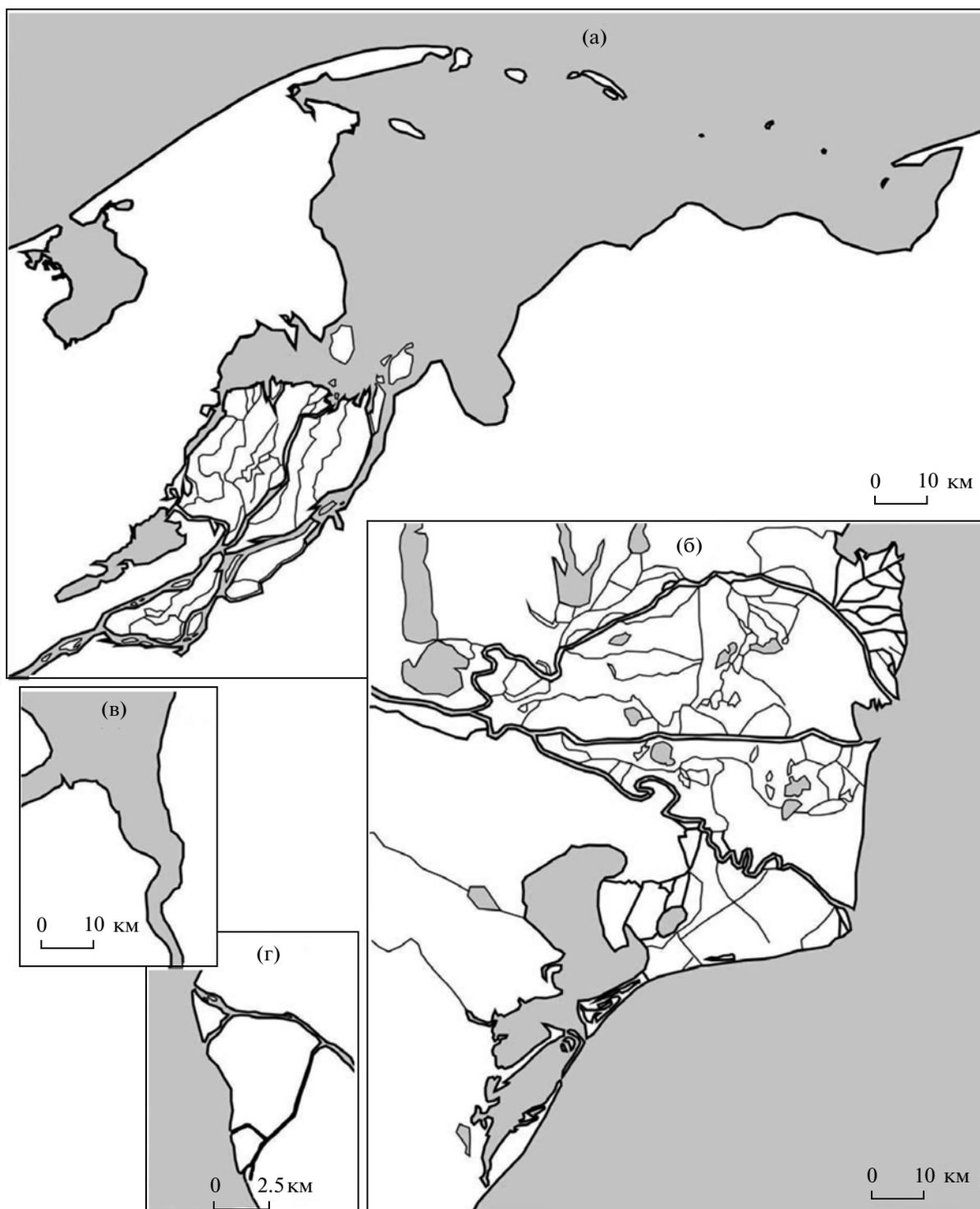


Рис. 2. Примеры УОР различных типов: а – эстуарно-дельтовой (устье р. Печоры), б – дельтово-эстуарной (устье р. Дуная), в – эстуарной (устье р. Мезени), г – дельтовой (устье р. Риони).

ляются дельтовые водотоки или водоемы, куда распространяется зона смешения вод реки и приемного водоема (т.е. главный морфологический элемент – дельта), – дельтово-эстуарными. Те

УОР, в которых есть лишь дельта, а эстуарных водотоков и водоемов нет, следует называть дельтовыми. Что касается устьев рек, в которых нет ни дельты, ни эстуария, то их, вслед за И.С. Щуки-

ным, можно называть простыми. Таким образом, предлагается выделять пять типов УОР (схема с различными типами УОР показана на рис. 1, примеры УОР приведены на рис. 2 и в табл. 1).

НОВАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЭСТУАРИЕВ

В научной литературе существует множество разнообразных классификаций эстуариев, основанных на разных подходах и нередко противоречащих одна другой. Обычно используют пять принципов подразделения эстуариев на классы или типы (обзор классификаций дан в [13, 14, 26, 39, 40, 43, 48]): по морфологическим признакам — по форме и происхождению эстуария, по характеру продольного изменения солености воды, по характеру вертикального распределения солености воды, по величине приливных колебаний уровня, по характеру циркуляции вод. Важно отметить, что все эти классификации отражают какое-либо одно из многих свойств эстуариев, поэтому они мало пригодны для комплексной оценки природных условий в эстуариях, тем более — неизученных. Ниже предлагается новая типизация эстуариев, в которой авторы попытались избавиться от указанных недостатков. Она базируется на сведениях об эстуариях России, но также учитывает мировой опыт в изучении этих объектов (табл. 2).

В основу типизации положено выделение групп эстуариев по нескольким взаимосвязанным признакам или свойствам: морфологическому строению эстуариев и их происхождению; месту эстуариев в УОР; характеру циркуляции, вертикального перемешивания и стратификации вод; величине приливных колебаний уровня воды. По мнению авторов, совокупность сведений об этих признаках дает полное представление об особенностях гидролого-морфологических и гидролого-экологических процессов в конкретном эстуарии и поэтому достаточна для характеристики эстуария как природного объекта. Предлагаемая типизация касается лишь наиболее распространенных на планете “положительных” эстуариев, “обратные” эстуарии в нее не включены.

В предлагаемой новой типизации эстуариев учтена выявленная в [38, 39, 48] зависимость между величиной приливов в устье реки ΔH и характером вертикального перемешивания и стратификации вод. Выделены три разновидности эстуариев по величине ΔH : неприливно-микроприливно-мезоприливно-макроприливно- и соответствующие им три типа вертикального перемешивания и стратификации вод в эстуарии (табл. 2): слабое перемешивание и сильная стратификация (“клин” осолоненных вод у дна или “клин” опресненных вод в поверхностном слое), частичное перемешивание и умеренная стратификация, сильное перемешивание и слабая стратификация.

В соответствии с морфологическими и генетическими признаками все эстуарии подразделены на четыре типа: лиманные, русловые, лагунные и морские. А с учетом особенностей эстуарных гидролого-морфологических процессов в каждом типе выделено несколько подтипов. Примеры эстуариев различных типов приведены в табл. 2 и показаны на рис. 3. В табл. 1 примеры эстуариев различных подтипов упорядочены по типам УОР.

Эстуарии лиманного типа

Происхождение эстуариев этого типа связано со значительным повышением уровня океана в голоцене, приведшим к затоплению приморской части речных долин. Лиманные эстуарии чаще всего сформированы в устьях средних и больших рек, имеют вытянутую вдоль оси речной долины форму и поэтому обычно расположены по нормали к береговой линии приемного водоема (рис. 3д). В предлагаемой типизации в этот тип эстуариев включены два подтипа: лиманные эстуарии с неблокированной приморской частью и лиманные эстуарии с частично блокированной аккумулятивными формами (косами, пересыпями, барьерными островами) приморской частью.

Специфика гидролого-морфологических процессов в лиманных эстуариях (как частично блокированных, так и неблокированных) связана с двумя их особенностями: во-первых, все процессы в них протекают в условиях обширных мелководных водоемов, подверженных ветровому волнению, а во-вторых, в водном режиме таких эстуариев определяющая роль принадлежит речному стоку. Это во многом объясняется тем, что лиманные эстуарии часто формируются в неприливно-микроприливно-мезоприливно-макроприливно-режиме этих эстуариев наибольшее влияние оказывают сгонно-нагонные явления. В лиманных эстуариях соленость воды постепенно увеличивается по направлению от реки к морю. В эстуариях этого типа оседает подавляющая часть приносимых речными водами наносов. В таких эстуариях постепенно формируются дельты выполнения.

Частично блокированные лиманные эстуарии соединяются с открытым морем через узкие проливы, что, во-первых, затрудняет их водообмен с приемным водоемом, а во-вторых, ограничивает воздействие морских факторов на гидролого-морфологические процессы внутри этих эстуариев. По морфологическому строению и особенностям гидролого-морфологических процессов частично блокированные лиманные эстуарии близки к лагунным эстуариям (о них будет сказано ниже). В некотором приближении лиманные эстуарии можно уподобить сильнопроточным долинным водохранилищам.

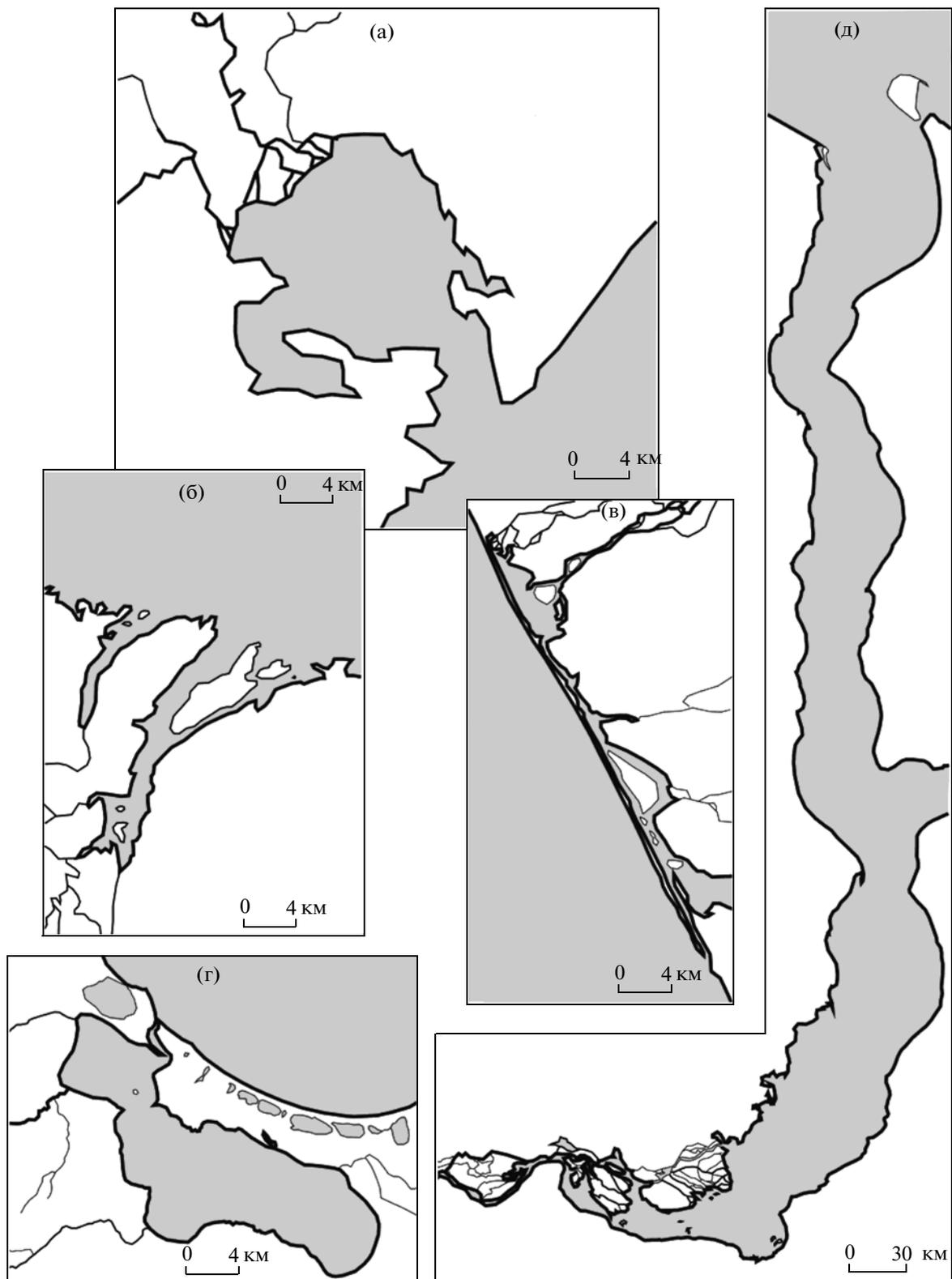


Рис. 3. Примеры эстуариев различных подтипов: а – собственно морского (Авачинская губа, Восточная Камчатка); б – фьордового (губы Ара и Ура, Кольский п-ов); в – лагунно-руслового (устье р. Большой, Западная Камчатка); г – лагунно-озерного (оз. Тунайча, Восточный Сахалин); д – лиманного (Обская губа). Примеры подтипов эстуариев собственно лагунного и руслового с устьевым расширением приведены на рис. 2а и 2в соответственно.

Таблица 2. Гидролого-морфологическая типизация эстуариев (Э, ЭД, ДЭ – соответственно эстуарный, эстуарно-дельтовый, дельтово-эстуарный типы УОР

Типы и подтипы эстуариев	Примеры эстуариев		
	неприливное и микроприливные, сильно стратифицированные	мезоприливные, умеренно стратифицированные	макроприливные, слабо стратифицированные
Лиманные			
неблокированные (Э, ЭД)	Обь-Газовская губа, Енисейский зал., Хатангский зал., Бугский лиман		
частично блокированные (Э, ЭД)	Днепровский лиман, Днепровско-Бугский лиман, заливы Чесапикский, Делавер, Мобил (США)		
Русловые			
без устьевого расширения		Онега	
нижние части русел рек (Э, ЭД)	Даугава		
нижние части рукавов дельт (ДЭ)	Северная Двина, Яна, Дунай, Миссисипи, Годавари, Колвилл		
с устьевым расширением			
нижние части русел рек (Э)		Амур, Везер, Эльба, Колумбия	Мезень, Гижига, Пенжина, Жиронда, Сена, Темза, Северн
нижние части рукавов дельт (ДЭ)		Янцзы, Меконг, Нигер, Амазонка	Ганг и Брахмапутра, Иравали
Лагунные			
собственно лагунные (Э, ЭД, ДЭ)	Печорская губа, заливы Куршский, Вислинский, Памлико, лагуны в дельтах Кубани, Сулака, Куры, По, Роны, Дуная, Годовари, Нила, Миссисипи	Веллер (Индия), Роанок (США), лагуна Байкал (Сахалин)	
лагунно-озерные (Э, ЭД, ДЭ)	Периодически отчленяющиеся лагуны в неприливнох дельтах больших рек	“озера” Большой Виллой (Камчатка), Анана (Корякия), Тунайча (Сахалин)	
лагунно-русловые (Э, ЭД)		Большая (п-ов Камчатка), Камчатка, Сенегал	
Морские			
собственно морские (Э, ЭД)		Анадырский лиман, заливы Калифорнийский и Таганрогский, губы Авачинская и Невская	Пенжинская губа, Удская губа, Бристольский зал.
фьордовые (Э, ЭД)		зал. Лаврентия (Чукотка), бух. Вилочинская (Камчатка), губа Долгая (Кольский п-ов), фьорд Милфорд (Новая Зеландия), Согне-Фьорд (Норвегия)	
риасовые (Э, ЭД)		заливы Ла-Корунья, Виго, Ароса (Испания)	–

В России и на Украине эстуарии рассматриваемого типа называют просто лиманами или губами. В англоязычной научной литературе такие эстуарии обычно называют либо *coastal plain estuaries*, либо *drowned river valleys*.

Эстуарии руслового типа

Русловые эстуарии формируются в нижних частях речных русел или дельтовых рукавов под действием встречных потоков речной и морской воды. По особенностям гидрологического режима предлагается выделять два подтипа русловых эстуариев: без устьевого расширения и с устьевым расширением.

Гидролого-морфологические процессы в русловых эстуариях без устьевого расширения протекают в русле реки (или в руслах дельтовых водотоков) под преимущественным влиянием речного стока. Большинство эстуариев этого подтипа — неприливно-микроприливные, влияние моря в них обычно ограничивается сгонно-нагонными явлениями. Благодаря нагонам и “эффекту вовлечения” в русловых эстуариях без устьевого расширения часто возникает эстуарная циркуляция вод, при которой в поверхностных слоях речная вода движется к морю, а у дна морская вода движется в сторону реки. Стратификация в таких эстуариях устойчивая, смешение между водными массами слабое и происходит только на поверхности раздела между ними. По сути, русловые эстуарии без устьевого расширения — это транзитные водотоки, в которых пресные речные воды движутся к морю над слоем (“клином”) осолоненных вод.

В русловых эстуариях с устьевым расширением (рис. 2в) все гидролого-морфологические процессы определяются характеристиками морских приливов, величина которых в большинстве объектов такого типа больше 4 м. Главный морфологический процесс в этих эстуариях — эрозия их дна и берегов стоково-отливными и приливными потоками. Интенсивность эрозии в эстуариях этого подтипа увеличивается по направлению от реки к морю, поэтому они очень часто имеют “классический” воронкообразный вид (ширина и площадь поперечного сечения этих эстуариев возрастает от их вершины к устью по закону, близкому к экспоненциальному). При этом величина притока морских вод в фазу прилива может в десятки и сотни раз превышать величину притока речных вод. В русловых эстуариях с устьевым расширением речные и морские воды активно смешиваются благодаря сильным течениям, поэтому стратификация вод в этих объектах обычно слабая.

Эстуарии лагунного типа

Происхождение и форма таких эстуариев в основном связаны с волнением и движением наносов в устьевой зоне приемного водоема, благодаря которым в устьях некоторых рек формируются морские аккумулятивные образования (пересыпи, косы, береговые бары, барьерные острова и т.п.). На равнинных берегах лагунные эстуарии выглядят как вытянутые вдоль морского побережья водоемы, а иногда и как текущие вдоль моря водотоки, “прижатые” пересыпями к матерiku (рис. 3в); на гористых берегах лагунные эстуарии часто похожи на небольшие озера (рис. 3г). Большинство лагунных эстуариев находится в устьях малых и средних рек, и в них обычно ощущается влияние морских приливов. Основное отличие лагунных эстуариев от эстуариев других типов состоит в том, что гидролого-морфологические процессы в них так или иначе связаны с динамикой аккумулятивных форм, отделяющих эти объекты от моря. В предлагаемой типизации выделены три подтипа лагунных эстуариев: лагунно-русловые, лагунно-озерные и собственно лагунные.

В лагунно-русловых эстуариях зона непосредственного контакта речных и морских вод локализована в эстуарных водотоках, водные массы между собой смешиваются слабо. Лагунно-русловые эстуарии отличаются высокой интенсивностью обновления вод и преобладающим влиянием речных факторов (речной воды за приливный цикл в них поступает больше, чем морской). Другая особенность таких эстуариев — высокая динамичность аккумулятивных форм, отделяющих эти объекты от моря. Вследствие этого гидрологический режим эстуариев и их отдельных частей может сильно изменяться: постепенно — по мере удлинения аккумулятивных форм и резко — после их прорыва.

В лагунно-озерных эстуариях речные и морские воды взаимодействуют в относительно глубоких котловинах, заполненных вторичными соленоватыми или солеными водными массами. Для эстуариев этого подтипа характерны замедленное водообновление и преобладающее влияние морских факторов (морской воды за приливный цикл в них поступает больше, чем речной). В котловинах этих эстуариев обычно существует устойчивая стратификация вод, а гидрологические условия в них подобны меромиктическим озерам. Особенность лагунно-озерных эстуариев — периодическое (до нескольких раз в году) полное перекрытие их устьев морскими отложениями во время штормов.

В собственно лагунных эстуариях взаимодействие водных масс происходит в мелких обширных водоемах, хорошо перемешиваемых ветровым волнением и относительно свободно сообщаемых с открытым морем через короткие и

широкие протоки или проливы (рис. 2а). Эстуарии этого подтипа заполнены осолоненными водами, характеристики которых имеют выраженную сезонную и приливную изменчивость.

Эстуарии собственно лагунные в англоязычной литературе обычно называют либо *bar-build estuaries*, либо *lagoons*. При этом надо иметь в виду, что те лагуны, в которые не впадают хотя бы небольшие реки, называть эстуариями нельзя. Проливы, соединяющие лагунные эстуарии с морем, в России и на Украине часто называют гирлами, а за рубежом — *inlets*. В устье Кубани эстуарии лагунного типа (как и обычные дельтовые озера) неверно называют лиманами.

Эстуарии морского типа

К эстуариям этого типа относятся полузамкнутые морские заливы, в которых под влиянием речного стока формируется “эстуарный барьер” — зона смешения речных и морских водных масс с изменением солености воды от 1 до 8‰. Отличительная особенность морских эстуариев — их тесная связь с морем и относительно слабое влияние на них речного стока. Морские эстуарии России изучены недостаточно, поэтому в предлагаемой типизации они описаны в самых общих чертах. Эстуарии этого типа можно условно разделить на три подтипа: собственно морские (обычно в устьях средних и больших рек), фьордовые и риасовые (в устьях малых рек).

Во многих эстуариях морского типа (особенно в устьях малых рек) эстуарием можно считать лишь привершинную, подверженную влиянию речного стока часть морского залива, фьорда (*fiord*), риа (*ria*) [42].

В отличие от собственно морских эстуариев в больших полузамкнутых морских заливах (рис. 3а), фьордовые и риасовые эстуарии сильно вытянуты вдоль своей оси (рис. 3б). Кроме того, на морской границе фьордовых эстуариев обычно есть подводный порог, который отделяет их от основной части залива; у риасовых или собственно морских эстуариев такого порога чаще всего нет.

В обычно глубоких морских эстуариях тонкий поверхностный слой (“клин”) опресненных вод находится над значительно более мощной и малоподвижной толщей соленых морских вод, гидрологические характеристики которых в результате более или менее длительной внутримассовой трансформации могут отличаться от характеристик вод приемного водоема. Гидрологический режим эстуариев этого типа очень похож на морской — основная толща воды перемешивается благодаря конвекции, ветровое перемешивание захватывает только верхние слои воды.

Различия между лиманными, русловыми, лагунными и морскими эстуариями очень велики,

однако из-за сложности морфологического строения многих устьевых областей рек не всегда конкретный объект можно определенно отнести к тому или иному типу. Так, в границах некоторых УОР можно выделить объекты, которые будут относиться к эстуариям разных типов. Например, в вершине эстуария лиманного или лагунного типа очень часто находится дельта, в водотоки которой возможно проникновение морских вод (как в УОР Днепра или Печоры), что можно сказать и в отношении лиманных эстуариев, частично блокированных пересыпями в приморской части, а поэтому обладающих некоторыми чертами лагунных эстуариев (на это обратил внимание Ф. Шепард [30]). Кроме того, некоторые эстуарии находятся в пределах общих для нескольких рек устьевых областей (как в совместной УОР Днепра и Южного Буга или в Чесапикском зал.). Тем не менее, в большинстве УОР, в которых есть эстуарии, можно выделить главный элемент, в отношении которого предлагаемая типизация будет применима. Различия между эстуариями смежных подтипов также значительны, но жестких границ между этими подтипами все-таки нет. Частично это связано с тем, что в процессе своего развития эстуарии могут переходить из одного подтипа в другой (например, эстуарий лиманного типа может выполняться дельтой и в некотором отдаленном будущем перейти в эстуарий руслового типа).

Предлагаемая типизация разработана для устьев рек, относительно слабо измененных хозяйственной деятельностью. При этом авторы хорошо понимают, что антропогенное воздействие может существенно изменить эстуарий. Например, строительство водохранилищ на Днепре привело к уменьшению доли речных вод в водном балансе Днепровского лимана с 60 до 53% и увеличению солености вод лимана с 3.6 до 5.6‰ [15]. Во многих УОР проводятся дноуглубительные работы, вследствие которых морские воды проникают в устье на значительно большее расстояние, чем в естественных условиях (УОР Яны, Дуная, Эльбы, Луары, Миссисипи и др.). Некоторые эстуарии отделены от моря гидротехническими сооружениями, которые сильно ограничивают их водообмен с приемными водоемами (например, приливная электростанция в губе Кислой и защитные дамбы в устьях Невы, Темзы, Рейна и Сенегала).

ВЫВОДЫ

В статье объединены и увязаны две научные концепции, описывающие процессы взаимодействия рек и приемных водоемов (океанов, морей и озер), — отечественное учение об устьевых областях рек и устьевых процессах и зарубежное учение об эстуариях и эстуарных процессах. Для это-

го были критически проанализированы и частично пересмотрены определения устьевой области реки (УОР) и эстуария, а также место эстуария в УОР. Установлено, что главный признак эстуария (помимо полузамкнутой формы) — существование в эстуарии зоны смешения двух водных масс: пресной речной и солоноватой или соленой приемного водоема, а внутри нее — “эстуарного барьера”, где соленость воды изменяется в пределах 1–8‰.

Разработаны новые схемы районирования и типизации этих объектов. Главная особенность предложенных принципов районирования УОР — это подразделение ее на части, максимальное число которых — четыре (устьевой участок реки, дельта, эстуарий, устьевая зона приемного водоема). При этом признано, что дельта и эстуарий или их комплекс не могут считаться ни частью реки (или ее устьевой участка), ни частью приемного водоема (или его устьевой зоны). В зависимости от состава выделены пять типов УОР: простая, эстуарная, эстуарно-дельтовая, дельтово-эстуарная и дельтовая. Эстуарии подразделены на “положительные” (“нормальные”) и “отрицательные” (“обратные”). Первые из них разделены по гидролого-морфологическим признакам на четыре типа: лиманные, русловые, лагунные и морские.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Важнов А.Н.* Гидрология рек. М.: Изд-во МГУ, 1976. 339 с.
2. *Гордеев В.В.* Речной сток в океан и черты его геохимии. М.: Наука, 1983. 160 с.
3. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
4. *Иванов В.В.* Основные принципы гидролого-морфологического районирования устьевых областей рек Арктики // Факторы и принципы физико-географического районирования полярных областей Земли. Л., 1974. С. 108–120.
5. *Коротаев В.Н.* Эстуарно-дельтовые системы: морфология, эволюция и современная динамика // Геоморфология. 2008. № 3. С. 55–65.
6. *Лебедев В.Н.* Воды юго-восточной Камчатки. Ч. 2. Текущие воды. СПб., 1919. 130 с.
7. *Леонтьев О.К.* Геоморфология морских берегов и дна. М.: Изд-во МГУ, 1955. 378 с.
8. *Лисицын А.П.* Закономерности осадкообразования в областях быстрого и сверхбыстрого осадконакопления (лавинной седиментации) в связи с образованием нефти и газа в Мировом океане // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 4. С. 373–400.
9. *Лисицын А.П.* Маргинальный фильтр океанов // Океанология. 1994. Т. 34. № 5. С. 735–743.
10. *Луначев Ю.В.* Динамическое взаимодействие морских и речных вод в приливных устьях рек // Тр. ГОИН. 1984. Вып. 172. С. 64–82.
11. *Мак-Доуэлл Д.М., О'Коннор Б.А.* Гидравлика приливных устьев рек. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.
12. *Михайлов В.Н.* Гидрологические процессы в устьях рек. М.: ГЕОС, 1997. 175 с.
13. *Михайлов В.Н.* Гидрология устьев рек. М.: Изд-во МГУ, 1998. 176 с.
14. *Михайлов В.Н.* Динамика потока и русла в неприливных устьях рек. М.: Гидрометеиздат, 1971. 259 с.
15. *Михайлов В.Н.* Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
16. *Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А.* Гидрология. М.: Высш. шк., 2005. 463 с.
17. *Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А.* Речные дельты. Гидролого-морфологические процессы. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 280 с.
18. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
19. Океанология. Термины и определения. ГОСТ 18451-73 — ГОСТ 18458-73. М.: Госстандарт, 1973. 63 с.
20. *Полонский В.Ф., Луначев Ю.В., Скриптунов Н.А.* Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза). СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 383 с.
21. Руководство по гидрологическим исследованиям морских устьев рек. М.: Гидрометеиздат, 1965. 340 с.
22. Руководство по гидрологическим исследованиям в прибрежной зоне морей и в устьях рек при инженерных изысканиях. М.: Гидрометеиздат, 1972. 393 с.
23. Руководящий документ. Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. РД 52.10.324–92. М., 1993. 167 с.
24. *Рычагов Г.И.* Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 2006. 416 с.
25. *Самойлов И.В.* Устья рек. М.: Географгиз, 1952. 526 с.
26. *Сафьянов Г.А.* Эстуарии. М.: Мысль, 1987. 189 с.
27. *Симонов А.И.* Гидрология и гидрохимия устьевого взморья в морях без приливов. М.: Гидрометеиздат, 1969. 232 с.
28. *Хлебович В.В.* Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974. 235 с.
29. *Чеботарев А.И.* Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 544 с.
30. *Шепард Ф.П.* Морская геология. Л.: Недра, 1976. 488 с.
31. *Шукин И.С.* Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1974. Т. III. 382 с.
32. *Шукин И.С.* Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. М.: Советская энциклопедия, 1980. 703 с.
33. *Bird E.C.F.* Coasts. Canberra: Australian National Univer. Press, 1972. 246 p.
34. *Cameron W.M., Pritchard D.W.* Estuaries // The Sea. N.Y.: Wiley-Interscience Publ., 1963. V. 2. P. 306–324.

35. *Caspers H.* Estuaries: analysis of definitions and biological considerations // *Estuaries*. Washington: Am. Ass. Adv. Sci, 1967. P. 6–8.
36. *Day J.H.* The nature, origin and classification of estuaries // *Estuarine ecology with particular reference to Southern Africa*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1981. P. 1–6.
37. *Day J.W., Hall C.A.S., Kemp W.M., Yanez-Arancibia A.* Estuarine ecology. N.Y.: Wiley-Interscience Publ., 1989. 558 p.
38. *Dionne J.C.* Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary // *Zeitschrift für Geomorphologie*. 1963. № 7. P. 36–44.
39. *Dyer K.R.* Coastal and estuarine sediment dynamics. N.Y.: Wiley-Interscience Publ., 1986. 342 p.
40. *Dyer K.R.* Estuaries. A Physical Introduction. Chichester: John Wiley and Sons, 1997. 195 p.
41. *Elliot M., McLusky D.S.* The need for definitions in understanding estuaries // *Estuarine, Coast. Shelf Science*. 2002. V. 55. P. 815–827.
42. *Evans J., Prego R.* Rias, estuaries and incised valleys: is a ria an estuary? // *Marine Geol.* 2003. V. 196. P. 171–175.
43. *Fairbridge R.W.* The estuary: its definition and geo-dynamic cycle // *Chemistry and Biochemistry of Estuaries*. N.Y.: John Wiley and Sons, 1980. P. 1–37.
44. *Guilcher A.* Coastal and submarine morphology. London: Methuen, 1958. 274 p.
45. *Ketchum B.H.* Estuarine characteristics // *Estuaries and enclosed seas*. Amsterdam; Oxford; N.Y.: Elsevier, 1983. V. 26. P. 1–14.
46. *Larras J.* Embouchures, estuaries, lagunes et deltas. Paris: Eyrolles, 1964. 117 p.
47. *McLusky D., Elliott M.* The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management. Oxford: Univ. Press, 2004. 214 p.
48. *Officer Ch.B.* Physical oceanography of estuaries (and associated coastal waters). N.Y.: Wiley-Interscience Publ., 1976. 465 p.
49. *Perillo G.M.E.* Definitions and geomorphologic classifications of estuaries // *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Developments in Sedimentology. 1995. № 53. P. 17–47.
50. *Pethick J.S.* An introduction to coastal geomorphology. London: Edward Arnold, 1984. 260 p.
51. *Potter I.C., Chuwen B.M., Hoeksema S.D., Elliot M.* The concept of an estuary: A definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline // *Estuarine, Coastal Shelf Science*. 2010. V. 87. P. 497–500.
52. *Pritchard D.W.* Estuarine circulation patterns // *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs.* 1955. V. 81. № 717. P. 1–11.
53. *Pritchard D.W.* Estuarine hydrography // *Adv. Eco-phys.* 1952. № 1. P. 243–280.
54. *Pritchard D.W.* What is an estuary: a physical viewpoint // *Estuaries*. Washington: Am. Ass. Adv. Sci., 1967. Publ. 83. P. 3–5.
55. *Schubel J.R., Pritchard D.W.* Great Lakes estuaries – phooey // *Estuaries*. 1990. V. 13. № 4. P. 508–509.
56. *Schubel J.R., Pritchard D.W.* What is an estuary? // *Estuarine environment*. Washington: Amer. Ecol. Inst., 1971. P. 1–11.
57. *Telesh I.V., Khlebovich V.V.* Some principal processes within the estuarine salinity gradient // *Mar. Poll. Bull.* 2010. V. 61. P. 149–155.