

Устья рек

Наука, пограничная между гидрологией суши и океанологией – *гидрология устьев рек*

- Устья рек обладают богатейшими природными ресурсами - водными, земельными, биологическими
- Природные ресурсы устьев рек широко используются различными отраслями хозяйства
- Обострилась проблема охраны природных ресурсов устьев рек от истощения и загрязнения. Выявилась большая роль устьев рек как исключительно биологически продуктивных районов в поддержании экологического равновесия на обширных сопредельных территориях суши и акваториях морей
- Устья обладают самой высокой удельной биопродуктивностью из всех экосистем на планете и дают более 4% всей первичной продукции океана; в эстуариях сосредоточено более 1/3 общей растительной массы Мирового океана

- Устья рек — районы нереста многих видов рыб; эстуарии и приустьевые прибрежные воды служат местом откорма многих морских промысловых видов; через дельты проходят пути миграции проходных и полупроходных рыб; во многих дельтах зимуют перелетные птицы.
- Благодаря выгодному географическому положению между реками и морями многие устья рек стали местом расположения крупных морских портов и городских центров (Санкт-Петербург, Архангельск, Астрахань; Роттердам, Лондон, Гамбург, Нью-Йорк, Новый Орлеан и многое другие).
- Устья рек — одни из самых густонаселенных районов мира. Огромные массы населения в своей жизни и деятельности связаны с устьями рек и использованием их ресурсов (в США эта цифра, например, достигает 50 млн человек).

Устьевая область реки как особый географический объект

Устье - край отверстия, трубки; раструб, жерло и происходит от слова «уста» (рот человека) (по В.А.Далю)

Устье реки - место впадения реки в океан, внутреннее или окраинное море, озеро, водохранилище, другую более крупную реку (используется в географии)

Устьевая область – сложный географический объект, включающий как участок реки, так и часть моря (И.В. Самойлов)

Устьевая область – 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

Основные особенности устьевой области реки как географического объекта:

1. Устьевая область занимает часть нижнего течения реки (*устьевой участок реки*) и часть прибрежной зоны приемного водоема (*устьевое взморье*) с присущей им обычно весьма сложной и очень изменчивой *гидрографической сетью*, представленной совокупностью водотоков и водоемов. На устьевом участке реки преобладает речной гидрологический режим, но активно влияет приемный водоем. На устьевом взморье преобладает гидрологический режим, свойственный приемному водоему, но активно влияет река.

2. В устьевой области реки преобладают аккумулятивные формы рельефа, низкие затопляемые водами реки, а иногда и приемного водоема, прибрежные пространства, сложенные взаимопроникающими толщами речных, морских и озерных отложений.

3. Устьевая область реки обычно имеет специфический почвенно-растительный покров с преобладанием болотных и луговых почв и водной или влаголюбивой растительности, своеобразную и богатую фауну (рыбы, птицы, пушной зверь и др.).

Природный комплекс устьевой области реки, включая рельеф, гидрографическую сеть, ландшафт и режим, формируется под влиянием *устьевых процессов*, которые можно подразделить на следующие группы, виды и подвиды:

Устьевые процессы

I. Физические процессы

А. Динамика вод

Динамическое взаимодействие вод реки и приемного водоема

В. Динамика наносов на устьевом участке реки и приемной водораздельной и смешение речных и морских вод

Растекание вод по поверхности дельты и ее водотокам

Морские ветровые и приливные течения на устьевом взморье

Ветровое волнение на устьевом взморье, в водоемах и водотоках дельты

Б. Ледово-термические процессы на устьевом участке реки, в водоемах дельты и на устьевом взморье

Г. Эрозионно-аккумулятивные (морфологические) процессы (формирование продольного профиля русла; формирование дельты, ее гидрографической сети и морского края; русловые процессы в дельте)

Устьевые процессы

I. Физические процессы

II. Химические процессы

III. Биохимические процессы

IV. Биологические процессы

формирование и трансформация химического состава вод без участия организмов

формирование и трансформация химического состава вод с участием организмов
формирование сообществ водной биоты в устьях рек
формировании природного комплекса устьевой области реки-дeltas

I. Физические процессы

А. Динамика вод

I. Физические процессы

В. Динамика наносов

I. Физические процессы

Г. Морфологические процессы

Гидролого-морфологические устьевые процессы

Все остальные процессы развиваются на их фоне и при их сильном влиянии

Процессы, в первую очередь определяющие экологические условия устья реки (IA, IB, II, III, V), названы *гидролого-экологическими*

Факторы, определяющие устьевые процессы, могут быть подразделены на две большие группы

Природные факторы

Антропогенные факторы

1. Речные факторы

2. Морские факторы
 сток воды, уровни воды в реке, физические и химические свойства речной воды

3. Местные физико-географические факторы (ландшафтные факторы)

минерализация, плотность, химический состав воды, концентрация загрязнений, содержание газов и др.);
 тепловой сток, ледовый режим, физико-механические свойства речных наносов, сток взвешенных и влекомых наносов, русловые процессы в реке, речная биота

а) факторы, практически зависящие от современных устьевых процессов - климатические и метеорологические; геологическое строение подстилающих пород, многолетняя мерзлота, тектоника, проседание фунда; коренной рельеф прилегающей части суши и моря;

б) факторы, зависящие от современных устьевых процессов - вновь созданные аккумулятивные формы рельефа и гидрографическая сеть дельты; почвенно-растительный покров

Факторы, определяющие устьевые процессы, могут быть подразделены на две большие группы

Природные факторы

Антропогенные факторы

1. Речные факторы

2. Морские факторы

3. Местные физико-географические (ландшафтные) факторы

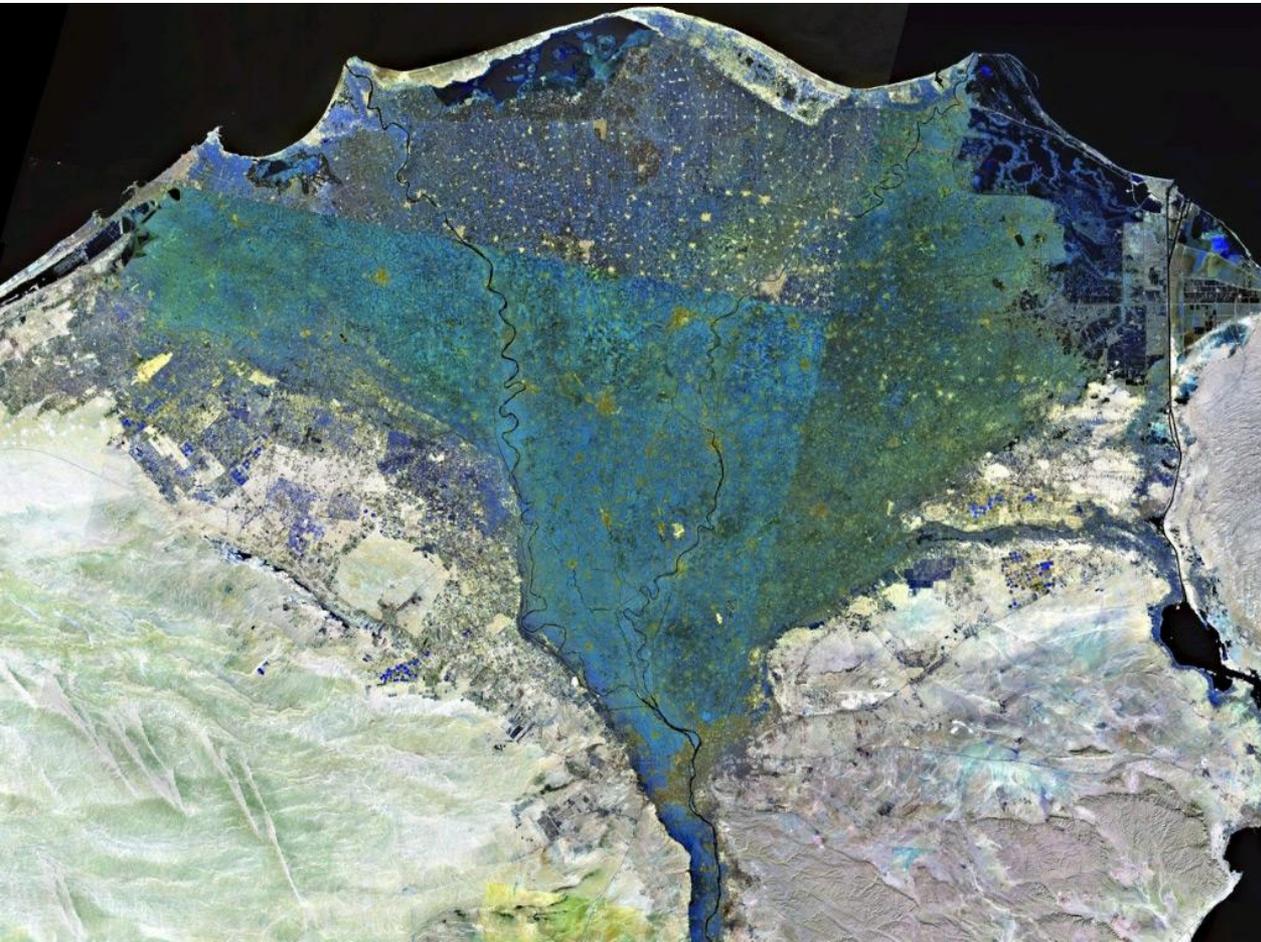
1. Факторы, оказывающие непосредственное влияние на устьевые процессы

2. Факторы, оказывающие косвенное влияние на устьевые процессы

водохозяйственные и гидротехнические мероприятия, осуществляемые в пределах бассейна реки, влияющие на устьевую область (в основном в дельте), уже упомянутые речные факторы устьевых процессов (это, например, преобразование поверхности речного бассейна, углубление и выправление устьевых баров, обвалование русел, сооружение регулирование и изъятие стока судоводных, оросительных и осушительных каналов, шлюзов, противонагонных плотин (барьеров) и т.д.).

Классификация устьев рек и их частей — дельт и эстуариев

Дельты



Термин “дельта” впервые применил древнегреческий историк, географ и путешественник Геродот приблизительно в 450 г. до н.э. Он назвал так аллювиальную сушу более или менее треугольной формы, заключенную между расходящимися рукавами Нила и морем и напоминающую заглавную букву греческого алфавита Δ (дельта).

Геологический подход трактует *дельту* как *толщу аллювиальных отложений в устье реки.*

Согласно геоморфологическому подходу, *дельта* - это *аллювиальная равнина в устье реки.*

Гидрографический подход считает *дельтой* *многорукавный участок реки в ее устье.*

Гидрографо-геоморфологический подход объединяет два предыдущих и рассматривает *дельту* как *низменность в устье реки, сложенную речными наносами и расчлененную сетью рукавов и протоков*

Дельта - это сформировавшаяся в результате современных процессов дельтообразования часть устьевой области реки (устьевого участка реки), включающая верхнюю подверженную руслоформирующей деятельности речного потока толщу устьевого конуса выноса реки и надводную аллювиальную сушу, обычно имеющую сложную и изменчивую гидрографическую сеть и специфический «дельтовый» ландшафт.

Дельты рек, впадающих в относительно спокойные водоёмы достигают гигантских размеров:

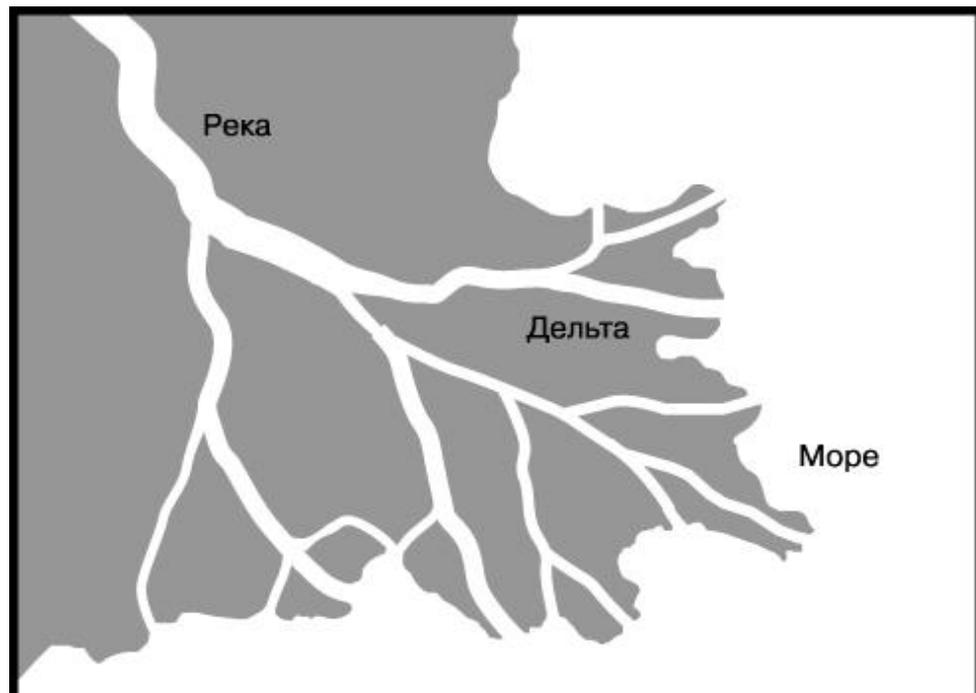
Ганга — 105,6 тыс. км²;

Амазонки — 100 тыс. км²;

Лены — 45,5 тыс. км²;

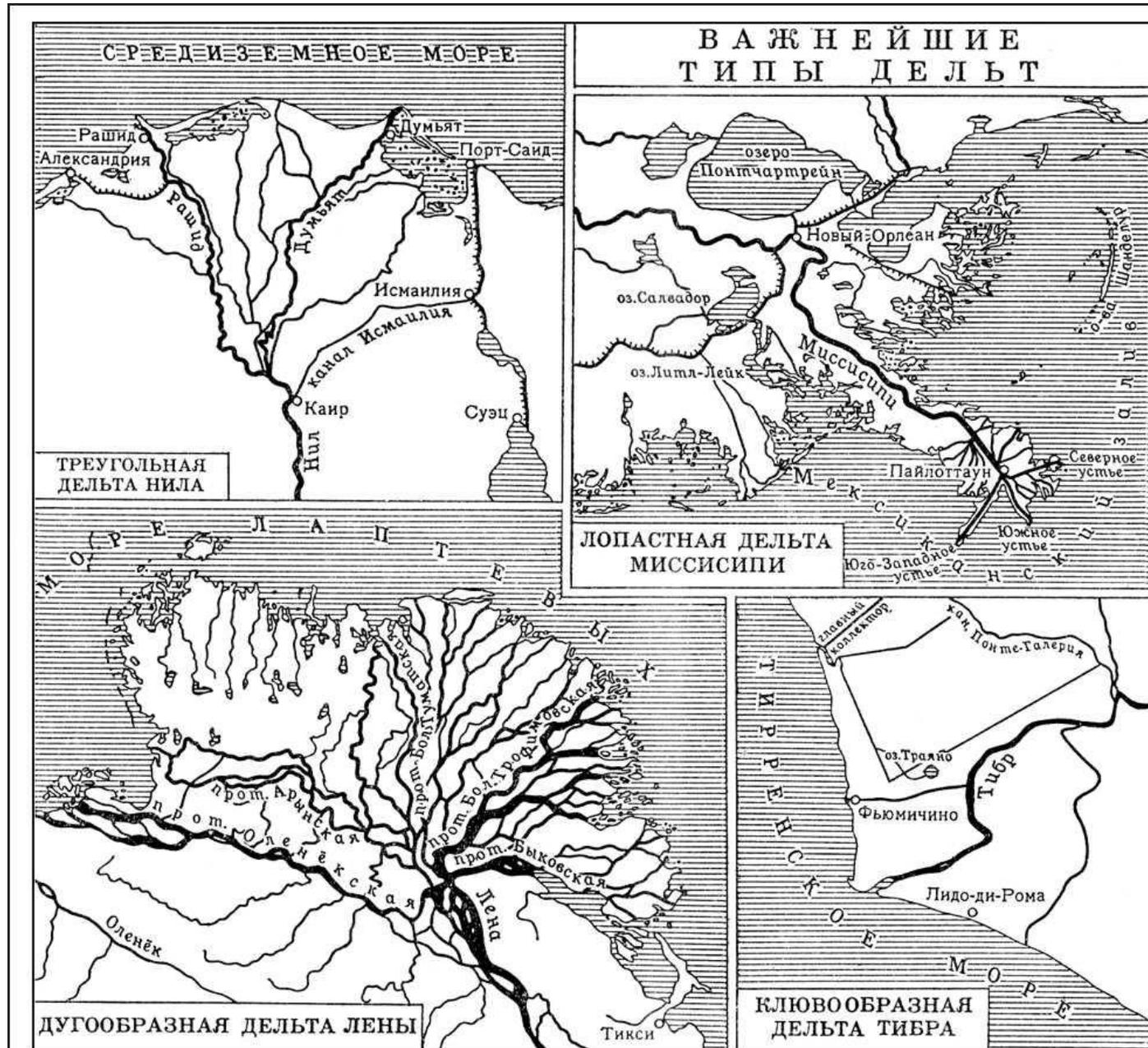
Нила — 24 тыс. км²;

Волги — 19 тыс. км²



РЕЧНАЯ ДЕЛЬТА характерной треугольной формы, сформировавшаяся в результате длительного накопления аллювия

По форме и другим признакам различают следующие типы дельт:



Дельта Ганга — самая крупная дельта в мире, расположена в историческом регионе Бенгалия. Состоит из более чем 240 рек и образуется в результате слияния основных рек Ганга и Брахмапутры. Дельта Ганга имеет форму треугольника и покрывает площадь в 105 640 км², что вдвое больше дельты Миссисипи.

Она состоит из лабиринта речных рукавов, болот, озер и заливных островов. Это один из самых плодородных районов в мире, за что дельта получило прозвище «Зеленой дельты». Несмотря на риски наводнений, тропических циклонов и цунами, в дельте Ганга проживают более 145 миллионов человек. Между 1961 и 1991 годами от этих природных явлений погибло более 700 тысяч человек.



Спутниковый снимок дельты Ганга

Дельта Амазонки, площадью около 100 тыс. км², что более чем в 5 раз превышает площадь дельты Волги. Ширина дельты Амазонки превышает 325 км. Несмотря на древний возраст, дельта не выдвинулась в океан за пределы коренных берегов. Причиной этого является деятельность приливов и отливов, влияние течений, а также опускание береговой линии. Хотя река и выносит в океан огромные массы обломочного материала, процессу нарастания дельты препятствуют все перечисленные явления.



Дельта р. Лены, площадью около
30 тыс. км²



Дельта Лены — одна из самых больших речных дельт в мире общей площадью 45 тыс. км². Начинается примерно в 150 км от моря Лаптевых.

Ни одна другая река в арктической Евразии не формирует подобную по величине дельту. За год полноводная Лена выносит к своему устью примерно 15 млн т твердых наносов, формируя здесь, на выходе к морю Лаптевых, неповторимый ландшафт, феномен глобального масштаба, - это 6,5 тыс. км крупных и мелких протоков, 30 тыс. озер разной величины и более чем 1,5 тыс. островов и островков.

Мириады протоков дельты протянулись во все стороны, куда только хватает глаз



В 1985 году значительная часть дельты Лены получила статус Усть-Ленского природного заповедника ради сохранения 29 видов млекопитающих, 95 видов птиц и 723 видов растений.

Чрезвычайно суровые зимние холода в окружающей Лену тайге привели к тому, что обитающие здесь круглый год животные и птицы вынуждены были приспособиться к отрицательным температурам.

Соболь - один из 29 охраняемых видов млекопитающих, обитающих в районе дельты Лены

У млекопитающих, таких как рыжая лисица, волк, горноста́й, куница, норка и соболь, развился чрезвычайно мягкий и пушистый мех.

Другие животные - полевка и землеройка - обнаружили более теплый воздух под слоем снега и питаются на протяжении зимы мелкими растениями и животными, живущими там и в зимние месяцы.



Геологические условия дельты и ее рельеф очень своеобразны. Она располагается вблизи границы двух гигантских литосферных плит - Евразийской и Американской, здесь обнаруживаются породы самого разного возраста - от палеозойских до четвертичных.

Вечная мерзлота доходит до глубины 600 м. Повсеместно встречаются массивы песчаных наносов, кое-где - косы. В центре дельты - несколько высоких останцов, которые считаются у якутов священными.

Дельта Лены - единственный в своем роде арктический дельтовый ландшафт, сформированный на границе суши и моря, в условиях вечной мерзлоты и сурового северного климата.



«Ленские столбы» представляют собой комплекс вертикально вытянутых скал, высотой до 100 м



Одной из крупнейших в мире является вдающаяся в Мексиканский залив дельта Миссисипи протяженностью около 320 км и площадью 28,6 тыс. км² состоит из пяти основных рукавов. Она продолжает расти и продвигается в залив со скоростью около 0,1 км в год.

Ежедневно водой в дельте Миссисипи транспортируется от 1 до 1,5 миллионов тонн осадочных материалов. Заливные луга, созданные регулярными паводками, крайне плодородны. Дельта Миссисипи отличается большим биоразнообразием. Ежегодно в дельте Миссисипи добывается около миллиона тонн рыбы. Главными угрозами для дельты являются утрата влажных биотопов вследствие повышения уровня моря, а также эвтрофикация.



Дельта Нила — образовалась на месте морской бухты, постепенно заполнившейся речными наносами, и имеет форму цветка лотоса. По площади (26 тыс. км²) дельта Нила почти равна Крымскому полуострову. Около половины из 80-миллионного населения Египта проживает в районе дельты Нила. Не учитывая крупнейшие города, плотность населения в дельте Нила превосходит 1000 человек на км².



Дельта Нила ночью

Дельта Волги — самая большая речная дельта в Европе. Насчитывает до 500 рукавов, протоков и мелких речек.

В 1997 г. в дельты Волги был создан заповедник - Богдинско-Баскунчакский.

Флора и фауна дельты Волги многочисленна и разнообразна.

Волга и Каспийское море занимают одно из ведущих мест в России по богатству и своеобразию обитающих здесь более 70 видов рыб.

Дельта Волги - это настоящее царство пернатых, где обитают более 280 видов птиц.



Дельта р. Волги



Дельта Селенги внесена в список уникальных природных явлений планетарной значимости, она входит в Центральную охранную зону Байкала.

Дельта служит домом и приютом для 298 видов гнездящихся и мигрирующих птиц, из которых 70 - охраняемые виды, занесенные в Красную книгу. Это один из крупнейших пунктов остановки на пути перелетных птиц, поэтому дельта Селенги занесена в список водноболотных угодий под охраной в соответствии с действием Международной Рамсарской конвенции. Среди птиц, обитающих в дельте, относятся: белохвост, сапсан, азиатский бекас.

Дельта Селенги играет роль природного фильтра, выполняя первичную очистку промышленных стоков, поступающих по Селенге в Байкал. И хотя внешне дельта, особенно вблизи Байкала, выглядит очень живописно, купаться в Селенге, а тем более использовать селенгинскую воду для питья и приготовления пищи, нельзя.



Причины формирования дельты в устье реки:

- отложение речных наносов, вызванное в свою очередь уменьшением скорости потока при его втекании в море или озеро. Чем больше величина стока наносов реки, тем больше, при прочих равных условиях, и объем аллювиального конуса выноса реки и площадь дельты.
- мелководность залива или прибрежной зоны моря,
- вертикальные движения земной коры с положительным знаком (тектоническое поднятие)

Факторы, препятствующий образованию и развитию дельты:

- разрушающее воздействие морского волнения,
- большие глубины залива или прибрежной зоны моря,
- сильные приливные течения,
- тектоническое опускание или просадка грунта,
- повышение уровня приемного водоема

Понятие «*эстуарий*» происходит от латинского слова «*aestu-arium*», что означает затопляемое устье реки, лагуна, лиман, залив. Это латинское понятие в свою очередь происходит от «*aestus*» — кипение, волнение, прилив или «*aestuo*» — кипеть, бурлить. Термин «*эстуарий*» впервые стали применять римляне, видевшие бурное течение во время приливов в устьях рек Галлии и Британских островов.

Эстуарий - затопляемое, расширяющееся к морю устье реки

Эстуарий - любое воронкообразное устье реки

Эстуарий - воронкообразное устье, подверженное влиянию приливов

Эстуарий - полузакрытый, сообщающийся с морем прибрежный водоем, где речные воды смешиваются с морскими

Эстуарий - любое устье реки (понимание, широко распространенное в американской и китайской литературе)

Таким образом, *эстуарий* — это полузакрытое устьевое взморье реки



Самый протяженный в мире эстуарий - в устье р.Оби – **Обская губа** (длина 800 км, ширина 30–90 км, глубина 10–12 м).



Ла-Плата («Серебряная река») — эстуарий, образованный при слиянии рек Уругвай и Парана. Это воронкообразное углубление на юго-восточном побережье Южной Америки, растянувшееся на 290 км от слияния рек до Атлантического океана



Эстуарий рек Гаронна и Дордонь, во Франции

Особой формой эстуариев являются *лиманы*, представляющие собой затопленную морем устьевую часть долины



Лиманы Черного моря

Особенности типа

1. Для рек
различие м
секторов:

Западный с



р.Обь

р.Енисей



р.Хатанга



Восточный сектор - дельты



Такое резкое различие строения устьевых участков рек связано с историей развития речной сети Азиатской части:

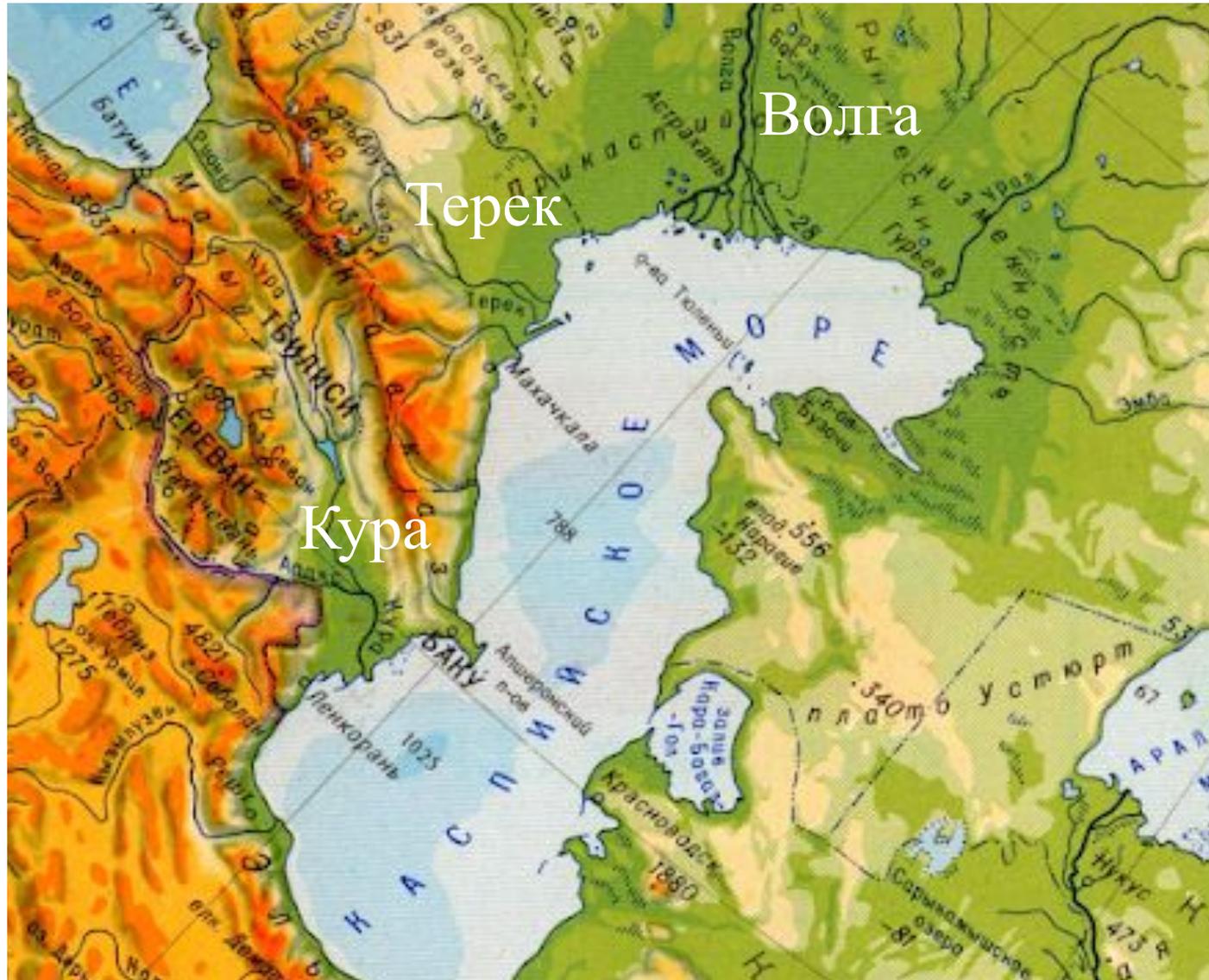
Большие эстуарии рек образовались преимущественно в условиях медленного опускания побережья, продолжающегося, вероятно, и сейчас.

Дельты рек возникли в условиях положительного движения (поднятия) морского побережья.

2. Из рек Тихоокеанского бассейна следует отметить Амур, образующий при впадении в Татарский пролив эстуарий (так называемый *Амурский лиман*) протяжением около 45 км.



3. Реки, впадающие в бессточное Каспийское море, образуют дельты значительных размеров



Волга

Терек

Кура

4. Реки Черноморского бассейна образуют при впадении в море лиманы

Возникновение лиманов объясняется наступлением моря на сушу и затоплением устьевых участков рек; это, очевидно, могло произойти в результате опускания побережья или подъема уровня моря.



5. Дельта Невы, возникшая в условиях исключительно малого количества наносов, приносимых рекой.

Река Нева, вытекающая из Ладожского озера, играющего роль отстойника, несет исключительно светлую воду с малым количеством взвешенных наносов. Между тем ее дельта, на которой расположен г. Санкт-Петербург, состоит из множества островов общей площадью около 45 км².

Исследования показали, что дельта Невы относится к типу так называемых ложных дельт. Образование ее связано не с речными, а с морскими наносами; собственно речные отложения образуют лишь небольшой мощности верхний слой островов дельты.

Устьевая область реки

1 — Устьевой участок
простые

Устьевое взморье
II — эстуарные

На устьевом участке реки преобладает речной гидрологический режим, но активно влияет приемный водоем.

На устьевом взморье преобладает гидрологический режим, свойственный приемному водоему, но активно влияет река.

III — эстуарно-дельтовые

IV — дельтовые

Бездельтовые

Дельтовые

Открытые

Полузакрытые (эстуарные)

дельты выполнения,
формирующиеся на полузакрытых
устьевых взморьях

дельты выдвижения,
формирующиеся на открытых
устьевых взморьях

Дополнительные морфологические классификационные признаки устьевых областей рек

Признаки	Типы
Для дельтового устьевое участка реки	
Устьевой участок по количеству дельтовых рукавов (А)	<p>A_1 — малорукавный (число рукавов <5)</p> <p>A_2 — многорукавный (>5)</p>
Морской край дельты (МКД) по степени изрезанности и выдвинутости (Б)	<p>B_1 — прямолинейный (параметр изрезанности МКД $K \approx 1$; параметр выдвинутости $N=0-0,5$)</p> <p>B_2 — дугообразный, выровненный ($K=1-1,4$; $N=0,5-1$)</p> <p>B_3 — дугообразный, изрезанный ($K=1,4-1,7$; $N=1-2$)</p> <p>B_4 — лопастной, слабо расчлененный ($K=1,7-2,4$; $N=2-4$)</p>
Морской край дельты (МКД) по интенсивности выдвижения или отступления (В)	<p>B_5 — лопастной, сильно расчлененный ($K > 2,4$; $N > 4$)</p> <p>V_1 — сильно выдвигающийся (>10 м/год)</p> <p>V_2 — слабо выдвигающийся (<10 м/год)</p> <p>V_3 — стабильный</p> <p>V_4 — слабо отступающий (≤ 10 м/год)</p> <p>V_5 — сильно отступающий (>10 м/год)</p>
Для устьевое взморья	
Устьевое взморье по преобладающим глубинам (Г)	<p>Γ_1 - очень приглубое (уклон дна взморья $>1\text{‰}$)</p> <p>Γ_2 — умеренно приглубое ($1-0,1\text{‰}$)</p> <p>Γ_3 — умеренно отмелое ($0,1-0,01\text{‰}$)</p> <p>Γ_4 — очень отмелое ($<0,01 \text{‰}$)</p>

Гидрологические классификационные признаки устьевых областей рек

Признак	Типы
Для устьевых участков реки	
Устьевой участок по характеру водного режима и питания (Д)	<p>D_1 - с длительным половодьем</p> <p>D_{1a} - дождевым</p> <p>$D_{1б}$ - снеговым</p> <p>$D_{1в}$ - ледниковым</p> <p>D_2 - с паводковым режимом (преобладают дождевые паводки)</p>
Мутность воды (средняя) (Е)	<p>E_1 — очень малая (≤ 50 г/м³)</p> <p>E_2 - малая (50-150 г/м³)</p> <p>E_3 - средняя (150-500 г/м³)</p> <p>E_4 - большая (500-1000 г/м³)</p> <p>E_5 - очень большая (1000-4000 г/м³)</p> <p>E_6 - чрезвычайно большая (> 4000 г/м³)</p>
Устьевой участок по характеру ледового режима (Ж)	<p>J_1 — незамерзающий</p> <p>J_2 - с неустойчивым ледяным покровом</p> <p>J_3 — замерзающий</p> <p>J_{3a} - с заторами</p> <p>$J_{3б}$ — без заторов</p>

Для устьевого взморья

<p>Относительный фоновый уровень моря с учетом тектонических движений и проседания дельтовых отложений (З)</p>	<p>З₁ - быстро повышающийся (>2 см/год) З₂ - медленно повышающийся (≤2 см/год) З₃ - стабильный З₄ - медленно понижающийся (≤2 см/год) З₅ - быстро понижающийся (>2 см/год)</p>
<p>Устьевое взморье по величине сизигийных приливов (И)</p>	<p>И₁ - неприливное (≤0,3 м) И₂ - микроприливное (0,3-1,5 м) И₃ - мезоприливное (1,5-3 м) И₄ - макроприливное (≥3 м)</p>
<p>Нагоны (максимальные годовые) (К)</p>	<p>К₁ - слабые (≤0,3 м) К₂ - умеренные (0,3-1 м) К₃ - сильные (>1 м)</p>
<p>Волнение на морской границе устьевого взморья (Л)</p>	<p>Л₁ - слабое (высота волн 3% обеспеченности менее 0,25 м) Л₂ - умеренное (0.25-0.75 м) Л₃ - значительное (0.75-2.0 м) Л₄ - сильное (2.0-6.0 м) Л₅ - очень сильное (>6,0 м)</p>
<p>Воды устьевого взморья (на ее морской границе) по величине солености (М)</p>	<p>М₁ - пресные (соленость воды менее 1‰) М₂ - солоноватые (1-25‰) М₃ - соленые (>2‰)</p>
<p>Устьевое взморье по характеру ледового режима (Н)</p>	<p>Н₁ - не замерзающее Н₂ - с устойчивым припаем Н₃ - полностью замерзающие</p>

Любая устьевая область реки может быть типизирована лишь с привлечением комплекса гидролого-морфологических признаков с помощью соответствующих индексов. Из перечисленных признаков важнейшими должны быть признаны, во-первых, все морфологические, а, во-вторых, основные характеристики режима реки и приемного водоема (признаки Д, З, И, К, Л и М).

Границы устьевой области реки выделяются по активному проявлению устьевых процессов

Принцип определения *верхней* границы устьевой области реки

устья с небольшими дельтами или вообще без дельт

устья с крупными дельтами

Речная (верхняя) граница устьевой области (РГУО) или ее вершина (ВУО) определяются либо по максимальной дальности распространения в реку колебаний уровня воды морского происхождения (приливов, нагонов) при меженном речном стоке (устья Дона, Сев.Двины, Печоры, Оби, Енисея, Амура)

РГУО или ее вершина определяются по месту, где начинается разветвление русла реки на дельтовые рукава, если колебания уровня воды морского происхождения сюда не доходят (устья Волги, Кубани, Терека, Лены)

В этом случае, между речной границей устьевой области и вершиной дельты находится придельтовый участок реки

В этом случае речная граница устьевой области реки и вершина дельты (ВД) совпадают

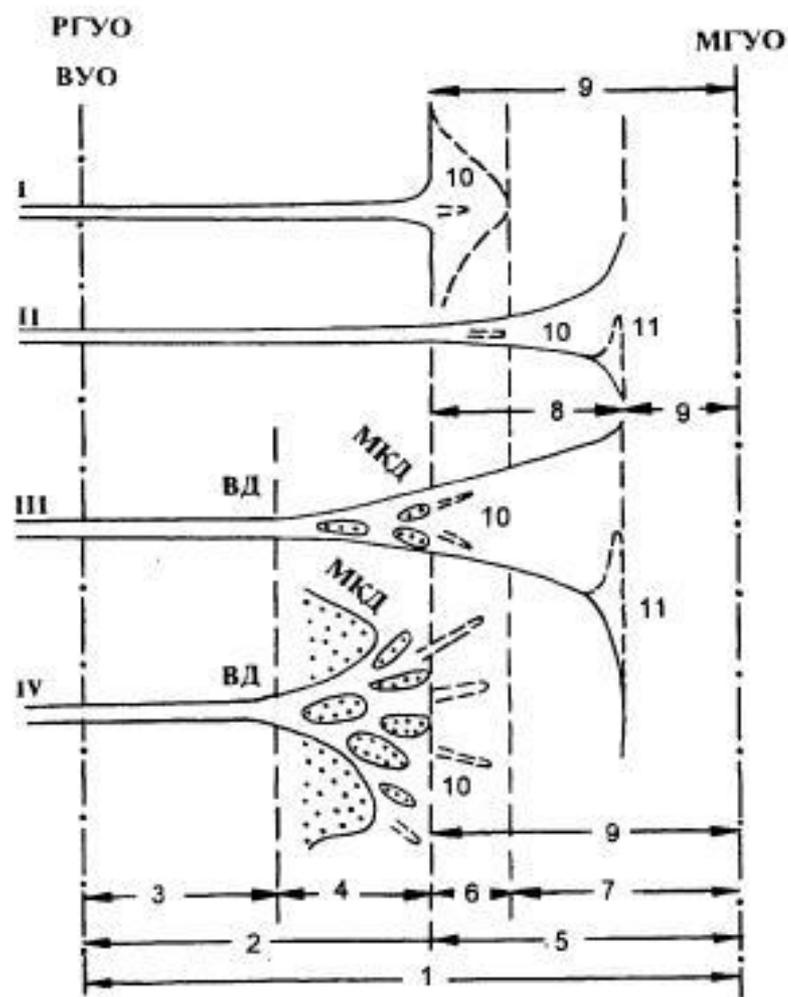
Принцип определения *морской* или нижней границы устьевой области реки

Морская (нижняя) граница устьевой области реки (МГУО) или внешняя граница устьевого взморья выделяется *по максимальной дальности распространения в море внешней (мористой) части фронтальной зоны при смешении речных и морских вод в поверхностном слое.*

Эту границу условно определяют по положению изогалины (линии одинаковой солености), равной приблизительно 90‰ солености воды сопредельной части моря при повышенном речном стоке (например, при расходах воды половодья 10%-й обеспеченности).

В пресноводном водоеме эта граница может быть выделена по изобате, оконтуривающей рельеф зоны обмеления прибрежной полосы водоема, часто совпадающей с нижней частью свала глубин.

Участок реки, лежащий выше устьевое участка и подверженный влиянию лишь очень редких ($<10\%$) нагонов (приливов) при очень низкой межени ($>90\%$) называется *приустьевым участком реки* и не включается в устьевую область.



Часть акватории приемного водоема, лежащая за пределами границ устьевое взморья, но все же подверженная заметному опресняющему влиянию речного стока, называется *предустьевым пространством моря*.