

Лекция 5. Рельеф морских и океанских побережий

5.1. Морское побережье и процессы формирования рельефа

Морские и океанские побережья являются основным базисом эрозии и денудации многих экзогенных процессов. *Побережье* - это зона взаимодействия морских и наземных процессов. Обычно оно состоит из двух частей: внешняя часть – *взморье*, внутренняя часть – *приморье* (рис. 5.1). Между приморьем и взморьем выделяется иногда средняя зона - приливно-отливная.

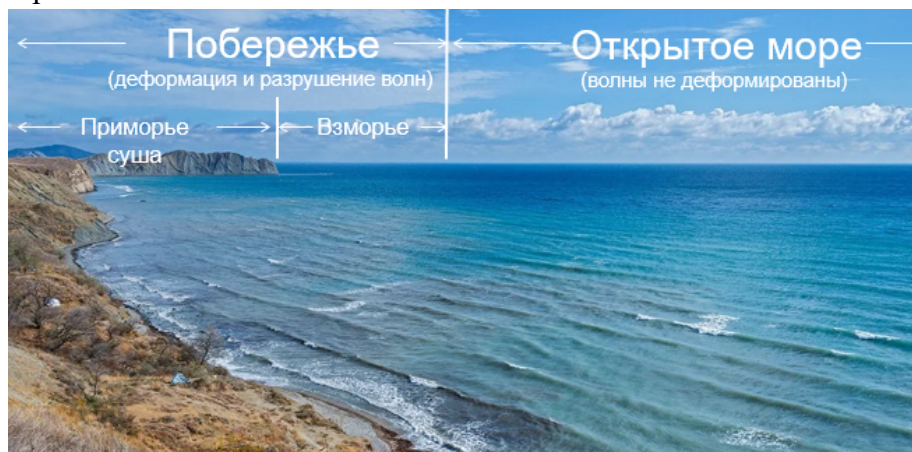


Рис. 5.1. Строение побережья

Рельеф побережий формируется в ходе морских процессов, которые вызваны волнениями – образуются в результате деятельности ветра; морскими течениями, приливами и отливами. Кроме того, на рельеф морского побережья влияет геологическое и тектоническое строение территории – является берег отмелом или приглубом; климатический фактор, влияющий на развитие биогенных берегов.

Основную роль при формировании побережья играют волны. Частицы обломочного материала вместе с водой движутся по круговым траекториям, в верхней части которых они направлены по направлению к берегу, а в нижней – в сторону моря (рис. 5.2).

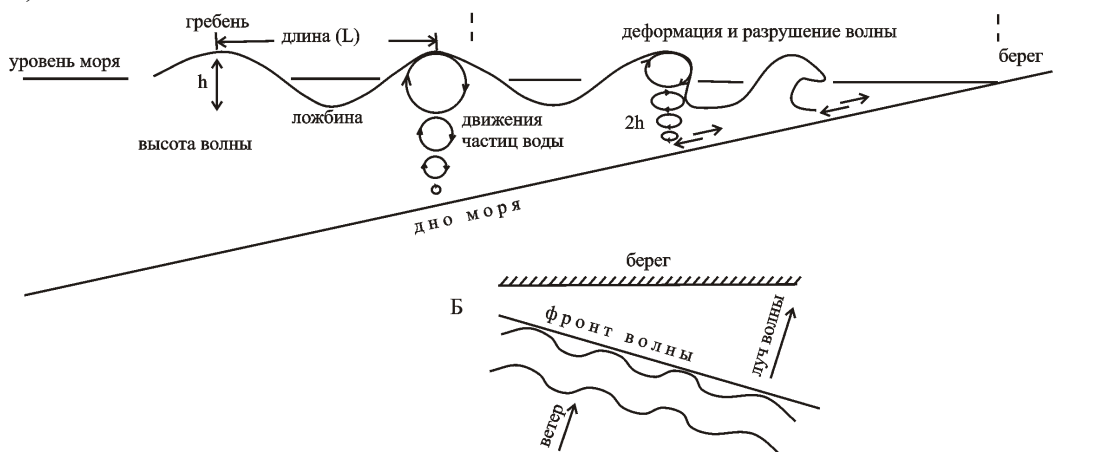


Рис. 5.2. Схема движения волны

На глубине, равной двойной высоте волны, волна начинает испытывать трение о дно и деформироваться. Верхняя часть волны все еще движется с прежней скоростью,

нижняя уже движется медленнее. В результате волна приобретает асимметричное строение и начинает разрушаться. Разрушение происходит на разном расстоянии от берега. Деформация и разрушение волн называется *забуруниванием*. Когда волна разрушается, образуется *прибойный поток*, направленный в сторону побережья. Прибойный поток имеет некоторую скорость, которая постоянно падает и, в какой-то момент, обращается в ноль. В этом случае возникает обратный поток, движущийся в сторону моря, называемый *откатом*. В зоне побережья производится различная работа моря: *абразия, перенос и аккумуляция*.

Наносы – осадки, переносимые волнами в прибрежной зоне. Основными источниками наносов являются *реки*. Реки переносят огромное количество материала (более 80% материала, попадающего в моря).

Также наносы могут образоваться в результате *абразии берегов и подводной части побережья волнами*. Благодаря *вулканическим извержениям* в воду попадает обломочный материал пирокластического происхождения (пепел, песок). *Органический материал* попадает в виде отмерших раковин и водорослей. Его количество зависит от климатического положения территории. Небольшая часть поставляется в моря и океаны в результате деятельности *ветра*.

Работа моря вдоль побережья определяется *мощностью и ёмкостью потока*. Это энергетические величины, выраженные в количестве материала.

Мощность потока (M) – количество наносов, перемещаемое вдоль данного участка побережья за год.

Ёмкость потока (E) – максимальное количество наносов, которые волны могут переносить на этом участке в год.

В зависимости от соотношения мощности и ёмкости определяется преобладание того или иного вида работы моря:

- $M=E$ – перенос материала
- $M<E$ - абразия
- $M>E$ – аккумуляция

В зависимости от геологического (тектонического) строения побережья выделяются отмельные и приглубые берега.

Аккумулятивные формы рельефа образуются на *отмельных берегах*. При подходе волны к берегу под прямым углом происходит перенос обломочного материала по пологому дну в сторону берега. Разрушение волн происходит на разных глубинах, и там, где волна разрушается, часть материала оседает на дне.

Подводные валы образуются в результате того, что волна разрушается, не доходя до берега. Когда скорость волны становится равной 0, весь обломочный материал осаждается. Может быть 4-6 валов.

Береговые валы - волны доходят до берега и разрушаются. Образуют пляжи полного и неполного профиля.

Пляжи полного профиля образуются, если пространства на побережье много. Может образоваться от 1 до 6 береговых валов. Валы обычно прилегают друг к другу

(рис. 5.3) Самый первый вал имеет самый небольшой размер, дальний вал образован самыми сильными штормовыми волнами.

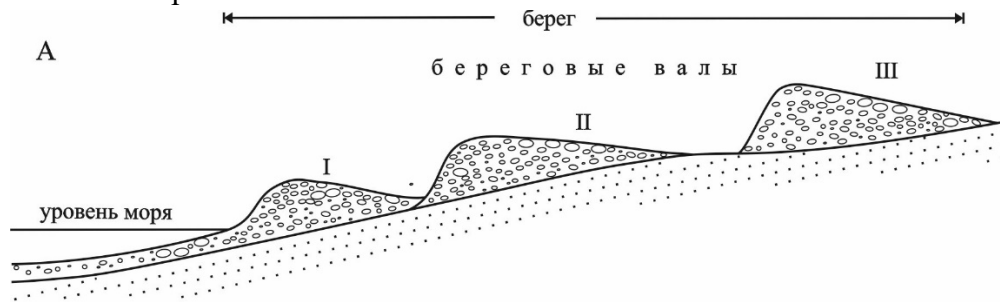


Рис. 5.3. Пляж полного профиля

Пляжи полного профиля развиты на большинстве побережий морей и океанов (Север Черного моря, Греция, Крым).

Пляж *неполного профиля* образуется в случае, если пространства на побережье мало. Такой пляж ограничен коренным уступом, защитной стенкой, уступом террасы. Образуется ограниченное количество береговых валов, поскольку пространство ограничено. В таком случае пляж называется *прислоненным* (рис. 5.4). Береговые валы наклонены в сторону моря и в сторону суши. Уступ, наклоненный в сторону моря, является более крутым, и наоборот.

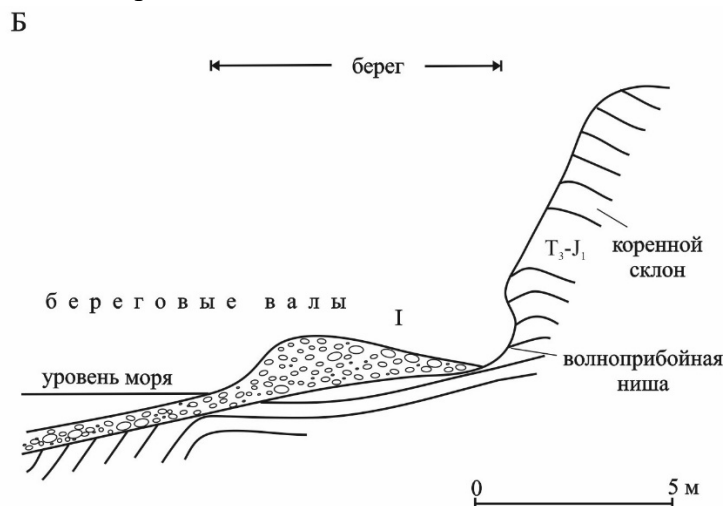


Рис. 5.4. Пляж неполного профиля

Сложены береговые валы песками, гравием, галькой, а также ракушей и растительными остатками. Высота береговых валов может достигать 2м. Побережья, сложенные более мягкими породами, дают небольшие валы.

Пляжи часто разрушаются. В зависимости от литологического и вещественного состава коренных берегов, они могут разрушаться в разной степени, иногда полностью. Между береговыми валами могут формироваться понижения, в которых застаивается вода. На некоторых участках пляжей верхние участки пляжей начинают разрушаться ветром, и в этом случае вдоль побережья будут образовываться дюны. Постоянная сортировка материала приводит к образованию прибрежных россыпей тяжелых минералов.

Береговые и подводные валы могут быть развиты на побережьях крупных озер (оз. Иссык-Куль, Северный Тянь-Шань).

Бары – протяженные валы наносов, образующие острова над неровностями рельефа дна. Бары возникают над растущими антиклинальными складками и бровкой шельфа. Увеличиваясь в высоту, бар из подводного может стать надводным (рис. 5.5).

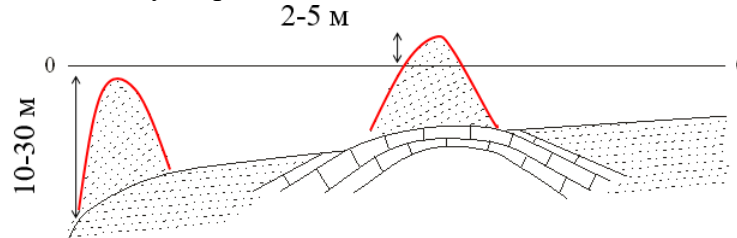


Рис. 5.5. Бары

Основание баров находится на глубине от 10 до 30 м, возвышаются над водой они на 2-5 метров. Осадки, формирующие бар – *морские*: песок, гравий, органический материал в виде раковин, хемогенные образования. Этот материал имеет различное происхождение: аллювиальное, пролювиальное, затопленного водой в период межледниковья.

Бары развиты на Каспийском побережье, Камчатке, Сахалине, Атлантическом побережье Франции, Северной и Южной Америки. Поскольку бары растут над неровностями рельефа, часто они вырастают там, где идет рост антиклинальной новейшей структуры. Таким образом, бары являются *индикаторами новейших структур*. Так, в Каспийском море нет ни одной структуры, над которой не был бы развит бар.

Важно понимать, что любая неровность в рельефе дна является помехой при прохождении волн, при этом скорость волны падает, и часть осадка может выпадать на поверхность дна, давая начало образованию форме бара. Некоторые бары могут отшнуровать заливы или бухты от открытого моря, как бар Арбатская стрелка на побережье Керченского полуострова. \

Томболо – форма рельефа, развивающаяся в «волновой тени» за островом, где скорость и сила волны падает. Представляет собой пересыпь, перейму, причленяющую остров к берегу. Здесь идет интенсивное накопление обломочного материала, в результате чего остров постепенно может соединиться с береговой линией (рис. 5.6).



Рис. 5.6. Томболо

Примеры: Свети Стефан (Черногория), Казантипский п-ов.

При подходе волны к берегу под косым углом происходит перенос материала вдоль берега. Оно возникает, когда волны движутся по равнодействующей сил инерции, направленной к берегу, и силы тяжести, направленной вниз по дну от берега. Частицы обломочного материала перемещаются зигзагообразно.

Важно, какую форму имеет побережье. Если форма вогнутая, волну подходят под прямым углом, идет заполнение вогнутого участка. Часть материала поступает с соседних участков, где продолжается вдольбереговое перемещение. В результате побережье выравнивается, волны начинают поступать под косым углом, а значит, возобновляется вдольбереговой перенос материала (рис. 5.7). Такая форма рельефа называется *примкнувшая терраса*.



Рис. 5.7 Примкнувшая терраса

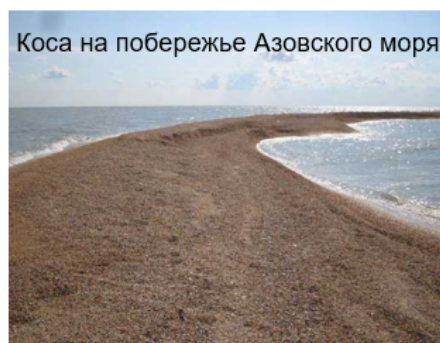
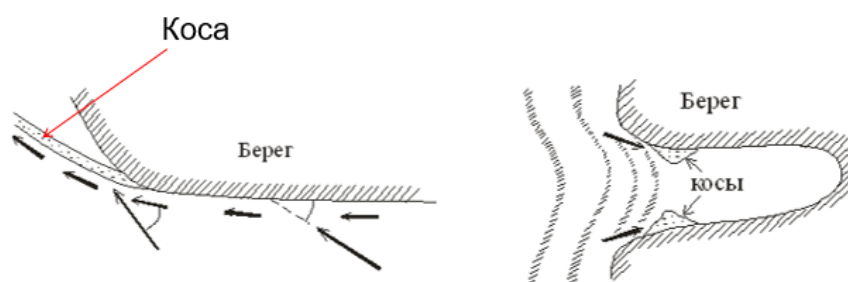


Рис. 5.8. Косы

Если побережье имеет выпуклую форму, то при подходе волны к побережью фронт ее начинает изгибаться, растягивается, происходит падение скорости волны, часть осадка начинает аккумулироваться. Образуется *коса* – продолжительная форма рельефа, прикрепленная одним концом к суше, другой ее конец свободный и может перемещаться

под действием ветра (рис. 5.8). Если на побережье образуется бухта, косы могут расти друг навстречу другу, в зависимости от подхода волны. Соединившись, они отшнуровывают бухту или залив, превращая его в лагуну.

В результате косою подхода вдоль берегового течения может образоваться томболо, поскольку при любом подходе волны за островом образуется волновая тень, скорость волны падает, идет накопление материала – берег соединяется с островом (рис. 5.9).

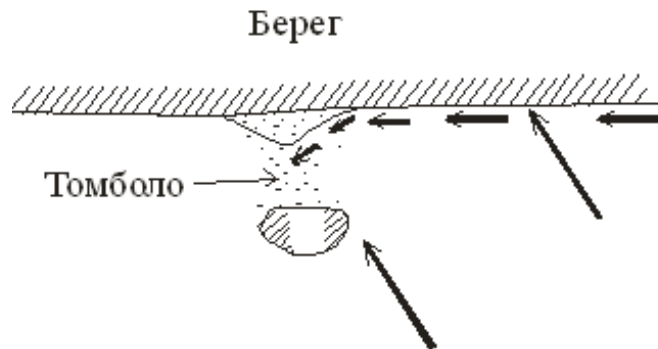


Рис. 5.9. Формирование томболо при косою подходе волны

В приливно-отливных зонах перемещение наносов происходит преимущественно во время приливов. Во время отливов не вся часть материала переносится обратно в море. В результате материал накапливается в приливно-отливной зоне.

В приливно-отливной зоне низменных берегов образуются *ватты (осушки)* и *марши*. Ватты образуются между уровнями самых низких и самых высоких приливов. При крупных приливах, происходящих раз в месяц, образуются марши – болотистые равнины и луга, затопляемые раз в месяц.

5.2. Абразия

Абразия – разрушительная работа моря. Абразионные формы рельефа характерны для приглубых побережий.

Типы абразии: механическая, химическая, термическая.

Механическая абразия – разрушение берега под действием волн и обломочного материала, который они несут.

Химическая абразия – растворение карстующихся пород под действием морской водой. Растворимыми породами являются карбонаты, сульфаты, соли. Морская вода является очень активным растворителем.

Термоабразия происходит на берегах, сложенных льдистыми породами (области развития криолитозоны), за счет отепляющего действия морской воды.

Разрушающийся берег является приглубом (рис 5.10). При этом вся кинетическая энергия волн направлена на разрушение берега. Первоначально, на уровне моря образуется *волноприбойная (абразионная) ниша* – постоянно расширяющееся углубление. В результате ее расширения часть уступа, находящаяся над ней, обваливается, и берег приобретает вертикальную форму (рис. 5.11).

Также образуется вертикальная стенка, называемая *клифом*. Наиболее грубый материал (*отмостка*), образующийся при разрушении ниши, накапливается в основании

клифа, что начинает тормозить приближающиеся волны; более тонкий перемещается на подводные склоны, образуя аккумулятивную террасу. Поверхность, образующаяся между отмосткой и аккумулятивной террасой, называется *бенчем* – денудационная поверхность, сложенная коренными отложениями, сюда не происходит поступление обломочного материала.

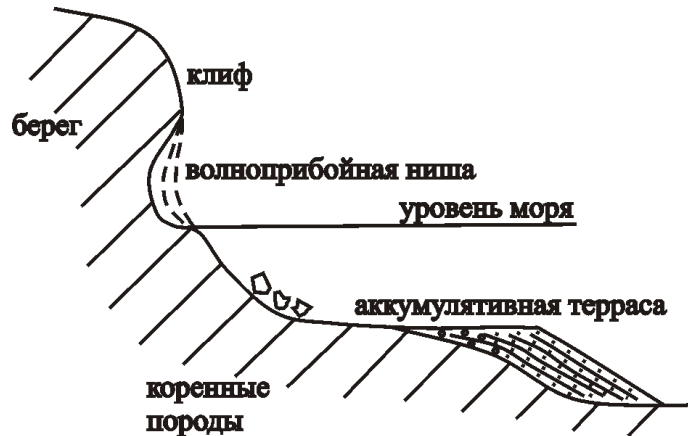


Рис. 5.10. Схема строения абразионного берега



Рис. 5.11. Волноприбойные ниши, Греция

Клиф постепенно отходит в сторону суши, отмостка начинает сохранять его от разрушения. В таком случае клиф может отмирать. По своей активности клиф может быть древним отмершим, отмирающим или активным. Скорости формирования клифов зависят от вещественного состава побережья. Если побережье сложено мягкими породами, то клиф очень быстро отступает в сторону суши и разрушается.

Морские террасы – форма рельефа, распространённая не повсеместно. Они образуются благодаря изменениям климата и тектонической структуры. Террасы могут быть *цикловыми* и *локальными*. Цикловые террасы характерны для всеобщего изменения климата и тектонических движений. Они образуются при эвстатических колебаниях уровней морей и океанов, происходящих во время оледенений и межледниковий. Во время оледенения уровень морей падает т.к. большая часть воды уходит на строительство ледников. Локальные террасы характерны для участков, испытывающих поднятие или опускание территорий.

Так же, как речные, морские террасы могут быть *аккумулятивными, абразионно-аккумулятивными и абразионными*. Наклон отложений обычно идет в сторону моря в соответствии с уклоном бывшего дна (рис. 5.12).



Рис. 5.12. Аккумулятивная терраса сложена конгломератами

Береговые линии – комплекс форм, к которым приурочены террасы, абразионные ниши, береговые валы и др. Такие комплексы форм особенно характерны для четвертичного времени, когда шло чередование ледниковых и межледниковых эпох. С каждой эпохой связано формирование морской террасы. Многие террасы покрыты водой в результате межледниковья.

5.3. Влияние новейшей тектоники на формирование морских побережий

На Рис. 5.13 приведены морские террасы, где самые высокие имеют высоту 300-400 м – море на такую высоту никогда не доходило. Такое высокое положение террасы имеют за счет новейших положительных тектонических движений.

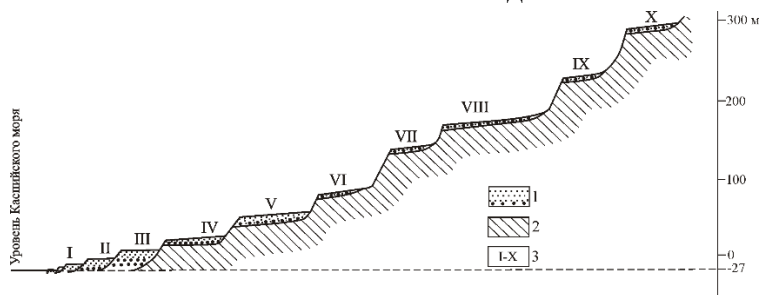


Рис. 5.13. Морские террасы Каспийского моря

В областях опускания террасы перекрыты более молодыми морскими отложениями. Погружение Рионской впадины (Грузия) идет со скоростью 1 мм/год, при этом каждый вновь образованный уровень перекрывается более молодыми отложениями (рис 5.14).

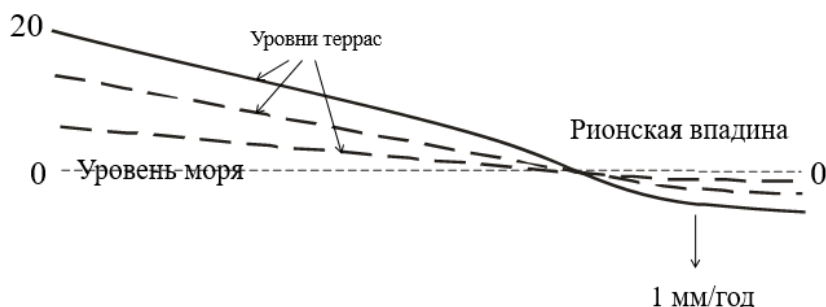


Рис. 5.14. Погружение Рионской впадины

На поднимающихся берегах идет образование аккумулятивных форм рельефа. Образуются мысы, идет формирование кос, лагуны отшнуровываются и превращаются в озера. Озера в свою очередь превращаются в солончаки. Ватты превращаются в марши. На Российском Севере поднимающиеся участки составляют 45% берега аккумулятивного типа и 48% берега абразионного типа приходится на опускающиеся участки.

Опускающиеся участки образуются на абразионных берегах при повышении уровня воды. Там образуются заливы и бухты. Марши постепенно превращаются в ватты. Происходит погружение древних террас. Прямолинейный характер побережья, возможно, обусловленный новейшими тектоническими нарушениями

5.4. Типы морских побережий

В зависимости от климатических, тектонических условий, соотношений морских и субаэральных процессов и т. д. выделяются разные типы побережий.

Фьордовые побережья

Характерны для областей древних оледенений (Северное и Баренцево моря, побережья Аляски, Канады, Исландии, Огненной Земли). *Фьорды* – бывшие троговые долины, в эпоху современного межледниковья затопленные водой. Имеют протяженность порядка нескольких десятков километров, крутые склоны и глубины, достигающие тысяч метров. Во время позднеплейстоценового (последнего) оледенения ледники вырабатывали троговые долины, направленные к побережьям морей. Во времена межледниковья, когда уровень моря поднялся, они были заполнены водой. Таким образом образовались фьордовые побережья (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Фьордовое побережье

Шхерные побережья

Имеют ледниковое происхождение. Развита на побережьях Швеции, Норвегии, Финляндии, Канады, Аляски. Бараньи лбы, курчавые скалы, моренные гряды оказались под водой в теплый межледниковый период. В результате образовались отдельные острова или цепочки островов, вытянутые по движению ледников (рис. 5.16).

Риасовые побережья

Заливы, образовавшиеся в устьевых частях рек, на гористых побережьях, испытывающих опускание. При понижении побережья море вдавливается в устьевые участки

рек и образует длинные узкие заливы. Примеры: побережья Китая, Кореи, Приморья, Крыма, Пиренейского п-ова (рис. 5.17).



Рис. 5.16. Шхерные побережья



Рис. 5.17. Рисовые побережья

Лиманные побережья

Заливы, образовавшиеся в устьевых частях рек, на низменных побережьях, испытывающих опускание. Эти берега обычно равнинные, в отличие от рисовых. На западном побережье Европы такие побережья называются *эстуарии*, приурочены к побережьям, испытывающим приливно-отливные действия волн. На Севере России такие побережья называются *губами*, находятся в устьевых частях рек.

Побережья Далматинского типа

Тектоническое побережье. Чередуются синклинали и антиклинали, простирающиеся параллельно берегу. Синклиналям соответствуют заливы. Антиклиналям – острова или цепочки островов. Такое побережье характерно для Далматии.

Биогенные берега

Развиты не повсеместно. Например, кораллы, имеющие рельефообразующее значение, развиты в тропических морях. Море должно иметь температуру порядка 25 °С, с нормальной соленостью, хорошо освещено (до 40-50 м), вода должна быть чистой. При изменении этих условий кораллы отмирают и дают образование рифовым постройкам. Большой барьерный риф (Рис. 5.18) развит над бровкой склона, но существуют и рифы, протянутые вдоль берегов.



Рис. 5.18. Большой барьерный риф

Рифы могут иметь различную конфигурацию, образовывать платформы, соединяясь с континентом или замкнутые округлые формы – *атоллы* (рис. 5.19). Такие формы образуются при рифообразовании на вершинах морских или океанских вулканов.



Рис. 5.19. Атолл

Мангровые побережья

Побережья, образованные в результате деятельности растительности (мангровых рош). Чаще всего, они растут на илистом дне. Предотвращают побережье от разрушения волнами.

Термоабразионные берега

Развиты в криолитозоне (море Лаптевых). Разрушение пород за счет отепляющего действия морской воды идет с разной скоростью до 10 м/г (если породы мягкие). В среднем скорости до 1 м/г.

Защита берегов от разрушения

Естественной защитой берега от разрушения являются *пляжи*, где волны разрушаются, не доходя до коренных берегов. Также играет роль строительство *волнорезов и бунов*. При этом происходит изменение вдольберегового переноса, за счет чего изменяется береговая линия. Важное значение имеет разработка полезных ископаемых, в частности, строительных материалов из речных долин. Это приводит к тому, что на пляжи попадает мало обломочного материала. На низменных берегах в приливно-отливных зонах строят насыпные дамбы – *польдеры*. Многие биогенные побережья страдают от загрязнений.

5.5. Дельты рек

В устьевых частях образуются две формы рельефа: *дельты и эстуарии*.

Для образования дельты необходимо достаточное кол-во выносимого материала, небольшая глубина шельфа, отсутствие вдольбереговых течений, отсутствие приливных течений. Существуют *дельты выполнения* и *дельты выдвижения*.

Дельты выполнения образуются в местах, где река впадает в море или океан через морской залив (Кубань, Одер, Висла, Неман). Поступление и накопление материала происходит в заливе. Такие заливы бывают перекрыты растущими друг на встречу другу косами. Аллювий начинает заполнять залив до тех пор, пока он его полностью не выполнит. Потоки воды устремляются к образовавшейся пересыпи. При заполнении дельты заполнения начинают превращаться в дельты выдвигения.

Дельты выдвигения могут быть *клювообразными*, если река впадает в море единым руслом, *лопастными*, если устьевая часть реки имеет вид «питчей лапы» (Миссисипи), *многоруким* (Волга).

Строение дельты

Предустьевой участок, где господствуют русловые процессы и образуются террасы или береговые валы, именно здесь речная долина начинает испытывать влияние ветровых нагонов. Доходя до основного русла, ветровые нагоны замедляют течение, отливное течение становится более интенсивным. В результате создается чередование осадков.

В *устьевой части* происходит ветвление основного русла на более мелкие рукава, преобладают речные процессы, но при этом значение морских процессов увеличивается. Начинается поступление морских осадков.

Авандельта – часть дельты, перекрытая водой. Накопление материала происходит в результате воздействия морских и речных вод. Имеют место такие морские формы, как бары, косы. Чередование морских и аллювиальных отложений с преимуществом в сторону морских отложений.

Реки имеют продолжение на *шельфе и континентальном склоне*. Осадки накапливаются у подножья континентального склона. Перенос материала происходит посредством турбидитных потоков. Наземные процессы сменяются морскими (рис. 5.20).

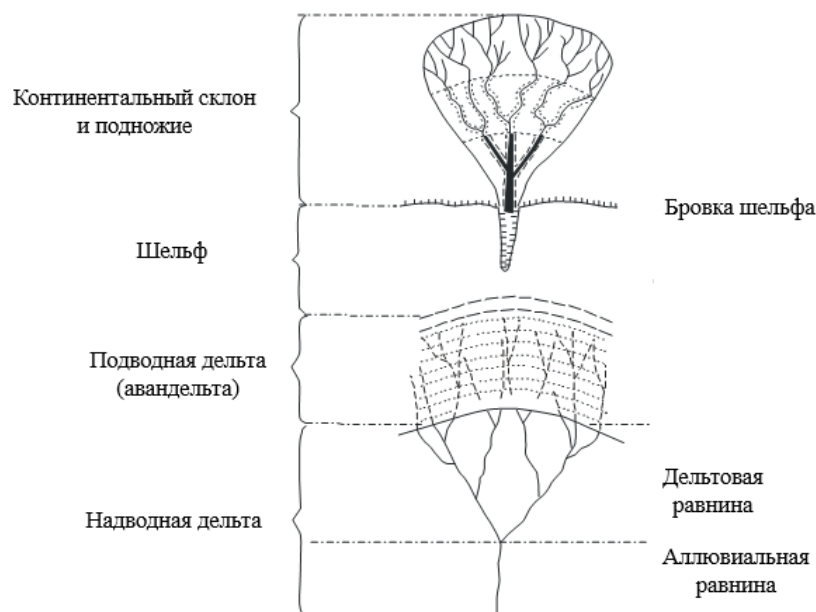


Рис. 5.20. Строение дельт