

УДК 574.55

## Геолого-геоморфологический подход к оптимизации расчета запасов водных биологических ресурсов (на примере Черного, Японского и Баренцева морей)

*О.Ю. Вилкова (ВНИРО)*

Расчет запасов водных биологических ресурсов прибрежной зоны предполагает экстраполяцию полученных в нескольких точках района данных по биомассе промыслового вида на некий участок дна. Точность расчета зависит от детальности сбора первичной информации (частоты разрезов и контрольных точек, связанной с масштабом гидробиологической съемки<sup>1</sup>) и правильного выбора площади экстраполяции. Количественные станции, по возможности, должны выбираться не случайно, а в соответствии с закономерностями распределения биологических объектов на дне, особенно при крупномасштабной съемке. Приуроченность живых организмов к тем или иным условиям среды, в частности к субстрату, помогает повысить достоверность решения этой задачи.

Для оптимизации работы необходимо выполнить наиболее показательные разрезы и станции отбора проб у типичных участков берега. Под типичными подразумеваются участки со свойственными только им особенностями, как то литологическое строение, различная степень устойчивости пород к размыву у абразионных берегов, наличие или отсутствие бенча, различные разновидности форм рельефа у абразионно-денудационных или аккумулятивных берегов, приглубость берегов и проч. Подводный береговой склон у каждого типа берега несет свои индивидуальные черты. Кроме того, следует учитывать конфигурацию береговой линии, влияющую на гидродинамику района, в частности на степень открытости берега волнам.

Рельеф прибрежной зоны, как правило, непосредственно связан с рельефом суши, во-первых, геотектонически, через общность морфоструктуры, во-вторых, генетически, поскольку в эпохи морских регрессий дно не раз бывало частью суши, в-третьих, терригенный снос — основной источник поступления осадочного материала на подводный береговой склон. Таким образом, в большинстве случаев по характеру берега можно судить о характере подводного берегового склона, а стало быть, планировать сетку гидробиологических станций. Для того, чтобы с той или иной степенью точности представить рельеф дна прибрежного мелководья, необходимо, помимо геологического строения, знать историю развития рельефа по меньшей мере за последний геологически значимый период времени, в течение которого формировался современный облик береговой зоны.

Целью работы является типизация подводного берегового склона на основе представлений об общих закономерностях формирования подводного рельефа береговой зоны для выделения контрольных участков сбора гидробиологических данных. Данные, собранные на контрольном участке, могут быть экстраполиро-

<sup>1</sup> Масштабы ландшафтных съемок приведены в работе В.В. Федорова [1981].



ваны на другие подобные участки, не доступные для обследования. Совокупность однородных участков составит площадь экстраполяции количественных данных при крупномасштабном картографировании.

При мезомасштабной съемке для прогнозной оценки запасов, охватывающей десятки погонных километров побережья, экстраполяция проводится, как правило, в пределах мезоформы<sup>1</sup> рельефа, т.е. в пределах морфологически и генетически однородного участка, площадь которого составляет несколько квадратных километров (условно “расчетный участок”). Выделить мезоформу можно уже на предэкспедиционном этапе в соответствии с общим структурно-геоморфологическим планом побережья или непосредственно на местности. Текстура дна прибрежной зоны в пределах мезоформы отличается высокой степенью мозаичности биотопов, определяющей неравномерность распределения биологических объектов. В данном случае выбор количественных станций может быть случайным или регулярным через определенные промежутки согласно общей методике ландшафтной съемки.

## Материалы и методы

Анализ структуры береговой зоны проводился на основе исследований побережий Северного Кавказа (Черное море), Юго-Западного Сахалина (Японское море) и Кольского полуострова (Баренцево море). За основу брались карты геологического и тектонического строения, по возможности космические и аэрофотоснимки, а также непосредственные натурные наблюдения.

## Результаты

**Черное море. От г. Анапа до г. Туапсе.** Подводный склон российского участка побережья Черного моря формируется вдоль южного склона мегантиклинория Главного Кавказского хребта и синклинальной депрессии, в которой располагается долина р. Кубань [Шарков, Гурьева, 1961]. В соответствии с морфоструктурным планом в районе г. Анапа побережье носит аккумулятивный характер, подводный склон отмель и покрыт песчаными осадками. Далее на юго-восток до г. Туапсе побережье развивается у склонов Большого Кавказа, сложенных флишевой<sup>2</sup> толщей, и носит *абразионный характер*. Для этой части побережья характерен высокий, крутой клиф<sup>3</sup> (рис. 1), неширокий пляж и скалистый наклонный бенч<sup>4</sup> шириной 100–500 м. Бенч продолжается до глубины 6–25 м в зависимости от простирания, угла падения, дислоцированности пластов флиша. Глубже бенч замещается пологим дном, покрытым рыхлыми осадками преимущественно гравийно-песчаной размерности. Этот участок дна считается [Александров, 1978] подводной террасой новоэвксинско-карангатского возраста.

Бенч можно выделить в качестве мезоформы рельефа. Структура бенча определяется на местности или по аэрофотоснимкам. Породы флиша обладают различной степенью устойчивости к абразии, поэтому более плотные породы препарируются в виде гряд, а на месте разрушения менее устойчивых пород образуются межгрядовые понижения. Таким образом формируются формы микрорельефа. Межгрядовые понижения могут быть заполнены осадками различной крупности — глыбовыми, валунными, галечниковыми, песчаными. Ширина, высота гряд, глубина понижений зависят от характера залегания и толщины пластов флишевой толщи. При общем субгоризонтальном или слабо наклоненном в сто-

<sup>1</sup> Мезоформы измеряются обычно несколькими квадратными километрами или десятками квадратных километров. Примером таких форм могут служить бенч, моренные гряды и т.п. Детальными более крупных форм являются микроформы, например, гряды и межгрядовые понижения на бенче, эвразионные котлы, трещины, борозды, береговые валы.

<sup>2</sup> Флиш — ритмичное чередование осадочных горных пород (песчаников, известняков, аргиллитов, алевролитов, мергелей и проч.)

<sup>3</sup> Клиф — абразионный обрыв в коренных породах.

<sup>4</sup> Бенч — выработанная у подножия отступающего клифа выположенная поверхность.





Рис. 1. Высокий клиф, выработанный во флише:  
А – общий вид; Б – при приближении



Рис. 2. Гряды бенча, направленные под углом к берегу.  
Фото М. Переладова

рону моря залеганию пластов межгрядовые понижения не образуются, и бенч будет представлять собой наклонную относительно ровную или ступенчатую скальную поверхность, какую мы встречаем, в частности, в районе мыса Утриш. Если же бенч вырабатывается в пластах флиша, залегающих негоризонтально и расположенных под углом по отношению к береговой линии (диагональный берег), то на дне встречаются гряды, направленные в сторону открытого моря. Такую картину можно, например, наблюдать в районе г. Геленджика (рис. 2).

Общий относительно монотонный характер побережья осложняется гигантскими оползнями, захватывающими несколько погонных километров побережья. В частности, *оползневой тип побережья* выделяется на участке в районе мыса Утриш (от бухты Змеиная до траверза горы Кобыла). Остров Утриш, одноименный мыс и прилегающая территория образованы оползневой массой. Литологическую основу побережья здесь составляет толща осадочных пород, пласты которой полого наклонены в сторону моря и на описываемом участке не перемяты в складки. Причи-

нами отрыва мезоблоков (размеры от 0,1–0,2 до 1–2 км) от материнской толщи и оползания их на расстояние до 3 км явились залегание плотных мергелей на поверхности глинистых пород, наклон пластов к морю и наличие серии крупных тектонических трещин, параллельных берегу [Зенкович, 1958; Островский, 1970]. Оползни произошли, когда уровень моря был значительно ниже нынешнего. Огромные блоки флишевой толщи (рис. 3) объемом в миллионы кубометров крошились и рассыпались на протяжении нескольких километров, образуя высокие прибрежные склоны и обвальные языки, которые впоследствии, залитые морем, образовали мысы. Глубины, до которых отмечены оползневые массы, составляют 18–20 м. Глубже дно приобретает характер, аналогичный пологому дну, замещающему скалистый бенч. Отдельные блоки в настоящее время образуют многочисленные мелководные банки на дне.

Подробнее остановимся на районе мыса Утриш, поскольку донный рельеф здесь наиболее разнообразен. Берега в описываемом районе в основном абразионные, за исключением небольших аккумулятивных участков в распадках между коренными или оползневыми выступами. Абразии подвергаются как коренные склоны, так и обвально-осыпные, что предопределяет различие в характере подводного берегового склона и, следовательно, разницу биотопических и гидродинамических условий на дне. На пляж и подводный береговой склон поступает большое количество рыхлого и об-





**Рис. 3.** Участок побережья юго-восточнее мыса Б. Утриш. На фото видны плоскость срыва обвала-оползня (1), оползневой блок (2), участок берега, сложенного коренными породами (3)

ломочного материала, образующегося в результате абразии и денудации клифов (рис. 4). Доля рыхлого материала, поступающего с водотоками, незначительна. Характер терригенного материала, поступающего с различных склонов, практически не отличается, разница лишь в его количестве и скорости поступления на подводный склон. На пляжах, прислоненных к осыпному склону, материал угловатый, несортированный, преимущественно щебень и обломки валунной фракции. У коренных склонов пляжи сложены окатанными обломками, преимущественно сортированными вдоль профиля пляжа от грубозернистого песка в тыловой части пляжа до крупной гальки в середине. В обвально-оползневом теле выработался своеобразный полого наклонный валунно-глыбовый бенч с четкой бровкой и крутым мористым склоном. Угол наклона склона составляет  $45^\circ$  и более, что приблизительно соответствует критическому углу скольжения материала оползня.

Поперечный профиль подводного берегового склона у берега, сложенного флишем, представляет собой пологую кривую (рис. 5, А). В результате длительной абразии и вертикальных тектонических движений образовался погруженный скалистый бенч, в верхней части перекрытый обломочным материалом, преимущественно валунно-глыбовой размерности. С мористой стороны к бенчу прислонена подводная морская терраса, сложенная грубозернистым песком, гравием и ракушей. Профиль подводного берегового склона у гравитационного берега имеет более резкие очертания (см. рис. 5, Б). Примерно с глубины 8–9 м наблюдается резкий перегиб профиля склона, причем с очень крутым углом наклона, более  $45^\circ$ . Бенч здесь выработан в теле оползня и, соответственно, является валунным или валунно-глыбовым. Выходы коренных пород на бенче не встречаются, поскольку перекрыты обломочным материалом. Предположительно, фрагменты коренного бенча выходят ниже по профилю подводного склона. В верхней части профиля встречаются галечные и мелковалунные фракции, поступающие сюда в результате разрушения клифа, выработанного в теле оползня. Крутой мористый склон сложен глыбами и обломками валунной размерности, подобно склонам осыпей на суше, только без рыхлого материала. Этот бенч граничит либо с подводной морской террасой на



**Рис. 4.** Характер и источники поступления терригенного материала на подводный береговой склон у коренного берега, сложенного флишем (А), и у гравитационного берега (Б)



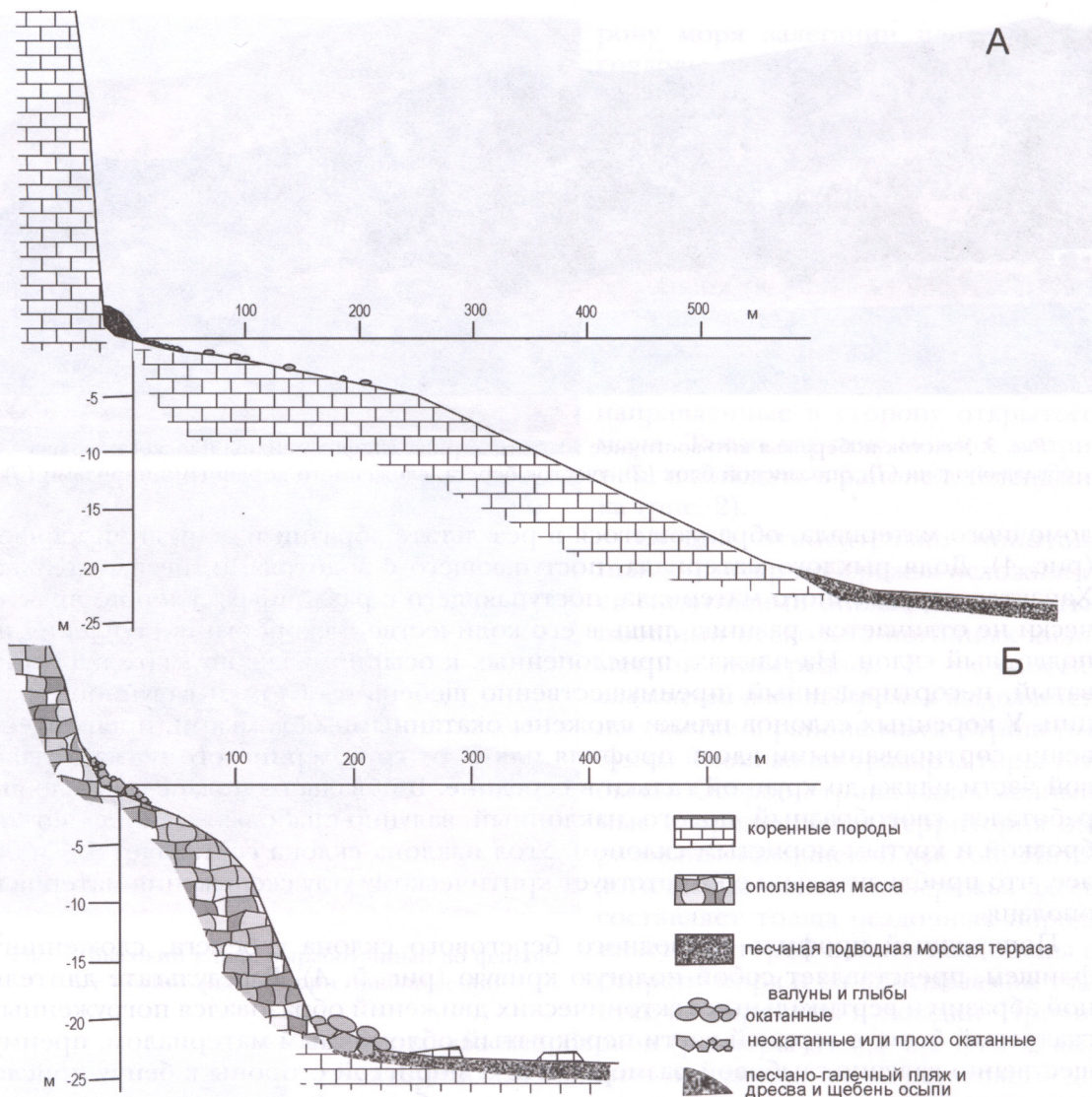


Рис. 5. А – профиль морфоскульптурного скалистого грядового бенча у коренного берега;  
 Б – профиль валунного бенча, выработанный в теле оползня

открытых пространствах, либо хаотично расположенные блоки оползневых масс образуют своеобразные замкнутые или полужамкнутые ловушки рыхлого материала и ила. Поэтому нередко пологие участки дна, примыкающие к валунному бенчу, заилены.

Подводный береговой склон у аккумулятивных участков берега развивается по типу абразионного и аналогичен подводному склону у соседних абразионных берегов.

Участок подводного склона, выработанный в брекчированной массе оползня, можно выделить в качестве самостоятельной мезоформы (рис. 6). Однако, поскольку у этой формы рельефа имеется резкий перегиб, следует учитывать разницу условий существования живых организмов на пологом склоне и крутом, а при расчете площадей в ряде случаев уступ выделять отдельно.

Примерная площадь подводного склона, представленного пологом наклонным скалистым бенчем, на подробно описанном 3-километровом участке составляет чуть больше 1,0 км<sup>2</sup>. Площадь подводного склона у оползневой части подсчитать значительно сложнее, поскольку сюда необходимо присовокупить и мелководные банки схожего генезиса. Приблизительно площадь этой мезоформы составляет 1,7 км<sup>2</sup>, из которых примерно половина приходится на относительно пологую верхнюю часть.



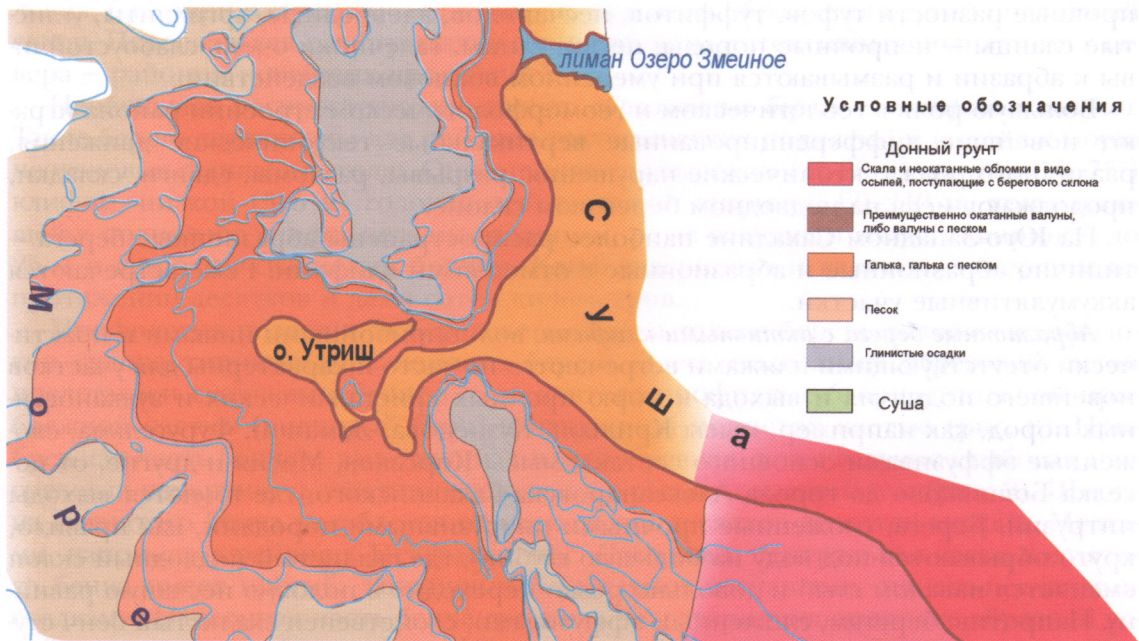


Рис. 6. Схема геоморфологических мезоструктур побережья и грунтов дна прибрежной зоны Черного моря в районе мыса Большой Утриш

В распределении биологических объектов на дне в зависимости от рельефа наблюдается некоторая закономерность. Например, нижняя граница широко распространенной в Черном море бурой водоросли цистозира *Cystoseira* sp. на бенче, выработанном в обвално-осыпной массе, достаточно четкая и проходит на глубине 6–7 м (глубина перегиба бенча), где и оканчиваются основные заросли. Та же граница на бенче, выработанном в коренных породах, довольно размыта и может опускаться на большую глубину.

Распределение водорослей на бенче, выработанном во флише, пласты которого слабо наклонены в сторону моря, более равномерное, нежели у диагональных берегов, где распределение носит полосчатый характер. Менее равномерно распределяются заросли цистозира и на валунно-глыбовом бенче, где они приурочены в основном к горизонтальным поверхностям глыб.

**Японское море. Юго-Западный Сахалин (ЮЗС) от мыса Крильон до мыса Жонкиер (г. Александровск-Сахалинский).** Морфоструктуры Хоккайдо-Сахалинской дуги и Западного Кавказа во многом сходны, в частности общим стилем тектоники и рельефа, высокой динамичностью (новейшей активностью), некоторыми аналогами в развитии [Александров, 1978].

Юго-западное побережье Сахалина расположено в пределах Западно-Сахалинского антиклинория, меридиональное простираение которого определяет общее направление береговой линии с севера на юг, нарушаемое лишь плавными изгибами, связанными со структурными различиями в строении отдельных районов, в частности, с пересечением береговой линией ряда антиклиналей и синклиналей в районах Холмска, Невельска, мысов Богдановича, Лопатина и др.

Породы, слагающие побережье ЮЗС, относятся в основном к неогеновой системе [Геологическая карта Сахалина, 1969]. Неогеновые породы представлены флишевыми толщами песчаников, конгломератов, алевролитов, аргиллитов, туфопесчаников, туфов; для ряда толщ характерно присутствие рыхлых разностей — песков, глин, песчано-глинистых отложений [Геология СССР, 1970]. В южной части Крильонского полуострова на побережье выходят породы верхнего мела, представленные песчаниками, туфопесчаниками, гравелитами, конгломератами, алевролитами и аргиллитами. Четвертичные пески, глины и галечники приурочены к неотектоническим депрессиям. Породы характеризуются разной степенью устойчивости по отношению к абразии. Песчаники, туфопесчаники, эффузивы, конгломераты, кремнистые алевролиты — прочные устойчивые породы; не-



прочные разности туфов, туффитов, песчаников, алевролиты, аргиллиты, углестые сланцы — непрочные породы; пески, глины, галечники очень слабоустойчивы к абразии и размываются при умеренном волновом воздействии.

Большую роль в геологическом и геоморфологическом строении района играют новейшие дифференцированные вертикальные тектонические движения, различного рода тектонические нарушения: разрывы, разломы, сдвиги, складки, продолжающиеся на подводном береговом склоне.

На Юго-Западном Сахалине наиболее распространены абразионные берега — типично абразионные и абразионные с отмершими клифами. Реже встречаются аккумулятивные участки.

*Абразионные берега с активными клифами*, волноприбойными нишами и практически отсутствующими пляжами встречаются не часто и характерны для участков новейшего поднятия и выхода к морю прочных кристаллических и вулканогенных пород, как например, мысы Крильон, Кузнецова, Ламанон, Фуругельма, сложенные эффузивами основного состава, мысы Корсаков, Мосия и другие, от посёлка Бошняково до города Александровска-Сахалинского, где имеются выходы интрузий. Берега, сложенные прочными интрузивными породами, как правило, круто обрываются под воду на большую глубину, где скалистый подводный склон сменяется навалом глыб и довольно резко переходит в пологую песчаную равнину. Напротив, берегам, сложенным эффузивами, свойственен скалистый бенч ступенчатого профиля с субгоризонтальной верхней частью и круто наклоненным сильно трещиноватым (с широкими размытыми ложбинами) мористым склоном, постепенно уходящим под песок. У подножия этого склона многочисленны отдельные глыбы, а также подводные и надводные останцы (рис. 7).



Рис. 7. Абразионный берег с активным клифом, сложенным эффузивными породами. Подводный береговой склон у такого берега представлен скалистым бенчем и абразионными останцами.

Фото А. Огурцова

Более распространены абразионные берега, окаймленные пляжем. Они развиты на интенсивно поднимающихся участках, сложенных слабо уплотненными флишевыми толщами преимущественно палеогена и отчасти мела. Для них характерен хорошо выраженный клиф, прислоненный пляж и грядовый абразионно-скульптурный бенч. Такие берега протягиваются от мыса Полевого (пос. Бошняково) до мыса Мосия (пос. Широкая Падь) и от мыса Фуругельма до мыса Жонкиер (г. Александровск-Сахалинский). К этому же типу можно отнести перешеек Поясок, несмотря на то, что он расположен в области замедленных поднятий. Установлено [Александров, 1973], что резкая контрастность движений в связи с приуроченностью берега к узкой зоне, разграничивающей участок погружения (или стабильный участок) и интенсивно поднимающийся блок, может создать ус-



ловия, благоприятствующие абразии, т.к. при этом образуется крутой подводный склон. Перешеек как раз ограничен с юга районом интенсивных поднятий и с севера – районом новейших прогибаний.

Наибольшее распространение имеют *абразионные берега с отмершим клифом*. Такие берега характерны для районов тектонических поднятий и выхода к морю неогеновых флишевых толщ. Они отличаются высоким (до 80 м) крутым (55–75°) клифом, низкой (3–5 м) голоценовой террасой шириной 60–240 м, примыкающей к подножию клифа, песчано-галечным, реже валунным пляжем шириной до 25 м и широким скалистым бенчем. Клиф задернован и является отмершим на протяжении десятков и даже сотен километров.

Морфология подводного берегового склона такого берега подобна морфологии склона типично абразионного берега. Здесь подводный береговой склон представлен скалистым бенчем ступенчатого профиля: субгоризонтальной прибрежной частью (поднятый бенч) и наклонной мористой частью (рис. 8). Прибрежная часть бенча – выровненная плитообразная, реже валунно-глыбовая или грядовая поверхность, частично занесенная рыхлым материалом (рис. 9). Ширина поднятого бенча колеблется от нескольких десятков до сотен метров. Местами, например в районе г. Невельска, пос. Симаково, центральная часть поднятого бенча имеет прогиб, заполненный рыхлыми песчаными, илесто-песчаными осадками. Наклонная часть бенча грядовая благодаря препарировке абразией устойчивых пластов флиша (рис. 10), реже глыбово-грядовая. Однако в целом полосчатая текстура бенча может меняться на мозаичную, если береговая линия пересекает локальные антиклинальные или синклинальные складки и происходит частое чередование различных по плотности пластов, как например, в районе г. Чехова. Ширина наклонного бенча может достигать 3–5 км [Медведев, 1961], глубины, до которых он прослеживается, различны: от 10 м (согласно аэрофотоизображению) на участке от м. Богдановича до п. Шебунино до 30–40 м (по данным К.М. Петрова, В.Б. Поздеева [1992]) на участке пп. Яблочный – Казакевичи. Глубже бенч сменяется песчаной равниной. Ширина, угол наклона бенча зависят от угла падения пластов флиша аналогично закономерностям, описанным для Черноморского побережья Кавказа, а также от вертикальных тектонических движений земной коры.

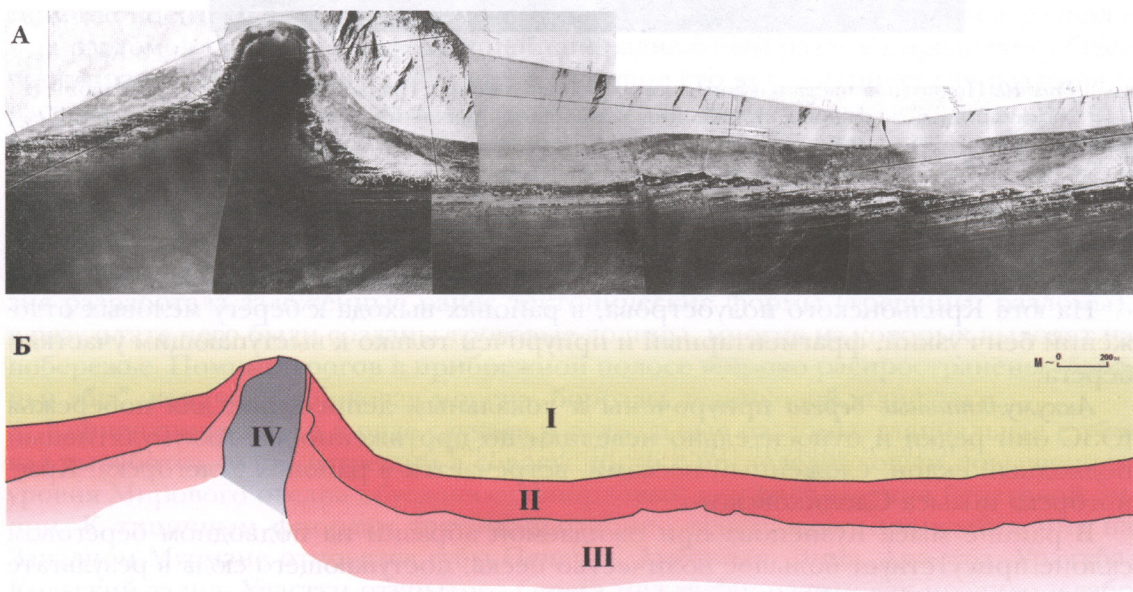
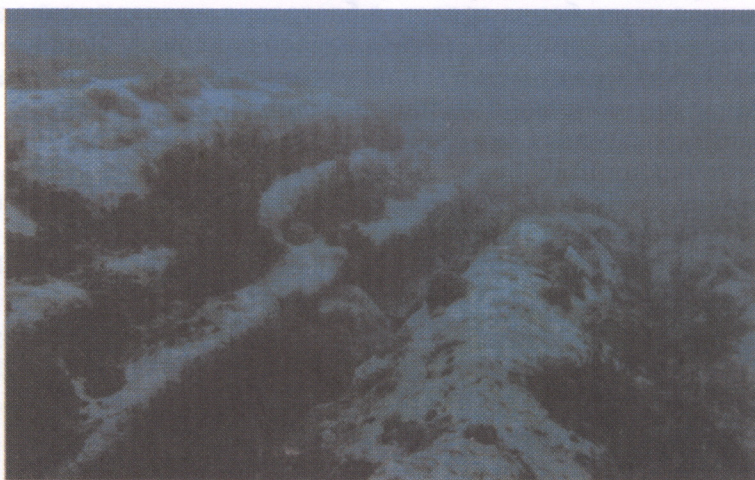


Рис. 8. Аэрофотоснимок (А) и схема дешифрирования к нему (Б) участка береговой зоны ЮЗС:  
 I – берег; II – поднятый бенч; III – наклонный бенч;  
 IV – переуглубленная древняя речная долина





**Рис. 9.** Поднятый бенч во время отлива. На мористой части бенча развивается сообщество однолетней ламинарии. Фото М. Переладова



**Рис. 10.** Подводная часть наклоненного грядового бенча. Гряды заселяются сообществом ламинарии, межгрядовые понижения заполняются рыхлым и обломочным материалом. Фото М. Переладова

Протяженность этого типа берега более 100 км, от мыса Богдановича до мыса Томари. На всем протяжении бенч прорезается переуглубленными древними речными долинами шириной от 100 до 440 м, выполненными песком.

На юге Крильонского полуострова, в районах выхода к берегу меловых отложений бенч узкий, фрагментарный и приурочен только к выступающим участкам берега.

**Аккумулятивные берега** приурочены к локальным депрессиям; для побережья ЮЗС они редки и относительно невелики по протяженности. Аккумулятивный подводный склон, сложенный песками, встречается в районах Углегорска, Красногорска и мыса Слепиковского.

В районе мыса Кузнецова при ожидаемой абразии на подводном береговом склоне присутствует большое количество песка, поступающего сюда в результате размыва маруямской свиты верхнего неогена, содержащей пески и глины, и перекрывающего скальные породы. Однако, начиная с глубины 7 м, на дне здесь встречаются фрагменты грядового бенча. Отсутствие поднятого бенча здесь, по-видимому, можно объяснить тем, что пласты флишевой толщи имеют довольно крутой угол падения, и абразии подвергались слабо устойчивые породы, что привело к вымыванию средней части бенча. Условно этот участок в верхней части



подводного склона может быть отнесен к аккумулятивному типу. Скальные гряды при расчетах следует рассматривать отдельно.

Наибольший интерес с точки зрения разнообразия жизненных обстановок представляет бенч абразионных берегов, сложенных флишами. На поднятом бенче создается специфическая, отличная от остальных частей подводного склона среда с особым, довольно экстремальным, термическим и гидродинамическим режимом, со свойственными только ей группировками бентоса. Отличительными особенностями являются значительные перепады температуры воды в летний период. В наиболее защищенных частях над поднятым бенчем температура воды может достигать 30 °С [Петров, Поздеев, 1992] в отличие от 10° на остальной акватории; в то же время может наблюдаться резкое падение температуры воды до 5 °С за счет подтока холодных вод открытого моря. Гидродинамический режим над поднятым бенчем неравномерный: относительно спокойный, ослабленный у приурезовой части и усиленный — у внешней, что обуславливает разницу условий осадконакопления, а следовательно, и мозаику биотопов. В зимнее время ледяной припай оказывает сильное истирающее воздействие на поверхность поднятого бенча. На поднятом бенче развиваются сообщества как твердых, так и рыхлых грунтов: филлоспадикса и однолетней ламинарии на твердом субстрате и зоостеры, зарывающихся форм полихет, моллюсков — на рыхлом. На наклоненной части бенча обитают организмы, типичные для данных условий среды: ламинария, морские ежи.

**Баренцево море. Варангер-фьорд от мыса Воряема до мыса ХирвасниEMI.** Побережье северной части Кольского полуострова принципиально отличается от вышеописанных побережий как геологическим строением, так и геоморфологией.

Кольский полуостров в структурно-геологическом отношении является частью Балтийского кристаллического щита и сложен кристаллическими сланцами, гнейсами, гранитами и гранитогнейсами архейского возраста, местами прорванными более поздними основными интрузиями [Кратц, 1958].

Основными факторами формирования рельефа береговой зоны Кольского полуострова являются разломная тектоника, сейсмодислокации, экзарационная деятельность ледников и волновая деятельность.

Характерной особенностью тектоники Мурманского побережья является сочетание концентрических разломов большой протяженности и системы радиальных разломов [Берега, 1991]. Крупнейший радиальный разлом определяет общее простиранье Мурманского побережья. Секущие его концентрические разломы — расчленение этого побережья. По разломам отдельные блоки земной коры подняты на различную высоту, что придает рельефу побережья блоково-глыбовый характер. Вертикальные движения земной коры в этом регионе имеют как тектонический, так и гляциоизостатический характер в результате освобождения этой территории от мощного покровного оледенения. Покровное оледенение сыграло свою морфоскульптурную роль в облике побережья. Глубокая ледниковая эрозия разработала заложенные ранее тектонические формы (трещины, разломы), в результате чего были созданы троговые долины, многие из которых выходят на побережье. Помимо трогов в прибрежной полосе широко распространены “бараньи лбы”, конечная и боковая морена, борозды ледниковой шлифовки.

Концентрические, а в ряде случаев и радиальные разломы, гляциальная глубокая выработка долин и трещин в совокупности с послеледниковым повышением уровня Мирового океана обусловили фиордовый тип расчленения береговой линии. К типичным фиордам тектоно-эрозионно-ледникового происхождения на Западном Мурмане относятся губы Печенга, Амбарная, Лица, Ара-губа, Ура-губа, Кольский залив. Участки открытого берега между фиордами, как правило, слабо расчленены, однако в целом береговая линия изрезанная (рис. 11). Российский участок материкового побережья Варангер-фиорда от мыса Воряема до мыса ХирвасниEMI имеет протяженность около 95 км, из которых примерно 50 км приходится на относительно открытую часть и примерно 45 км — на губы (причем около 30 км — на губы Печенга и Амбарная).



Основными факторами формирования современного облика побережья являются дробление горных пород в результате сейсмических напряжений и морозное выветривание в сочетании с деятельностью моря. Благодаря устойчивости пород к абразии берега Мурмана относятся к типу берегов, практически не измененных морем. Роль волнового воздействия состоит в основном в транспортировке склонового материала с берегового уступа на подводный береговой склон. Разрушение береговых склонов в результате сейсмодислокаций проходит очень интенсивно, о чем свидетельствует большое количество обломочного материала на склонах. Под водой также встречаются признаки послеледниковых сейсмодислокаций, в результате которых образуются глыбовые обломки и уступы у крутых скалистых подводных склонов.

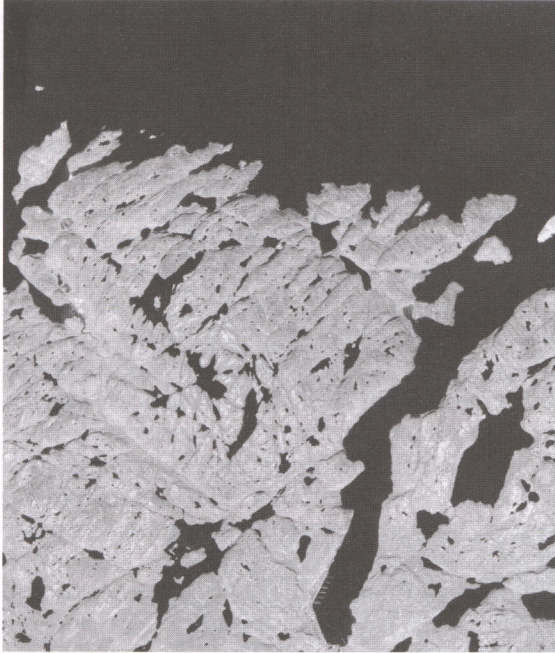


Рис. 11. Аэрокосмический снимок участка побережья Западного Мурмана



Рис. 12. Высокие скалистые обрывистые берега Западного Мурмана



Рис. 13. Валунная литораль

Берега в описываемом районе сбросовые, высокие, скалистые, пляжи отсутствуют; берег крутым изгибом уходит под воду (рис. 12). Для кутовых частей ряда мелких бухточек и крупных заливов-губ характерны валунные или песчаные осушки (рис. 13). Подводный береговой склон, а особенно осадки склона, очень разнообразны (рис. 14). Общая схема строения подводного берегового склона следующая. Верхняя часть склона крутая скалистая, затем скалы замещаются крупнообломочным материалом. Обломки угловатые, практически не обработанные морем (рис. 15); окатанные валуны встречаются в местах разгрузки в береговой зоне моренного материала. К крутому подводному склону на глубине 5–70 м примыкает относительно выровненная поверхность, покрытая тонким слоем современных осадков — песками, галькой, валунами — и прорезанная многочисленными скальными выходами. Повсеместно на дне встречаются крупные обломки. В этом районе на большом пространстве встречаются глинистые отложения, отмечаемые еще в работах В.П. Зенковича [1936], М.В. Кленовой [1960]. По свидетельству В.В. Колесникова [2002], характерной чертой подножия берегового склона Мурмана являются скальные гряды, генетически связанные с рельефом береговой зоны, подвергнутые экзарационной обработке в плейстоцене и современным абразионно-аккумулятивным процессам.

Берега в описываемом районе сбросовые, высокие, скалистые, пляжи отсутствуют; берег крутым изгибом уходит под воду (рис. 12). Для кутовых частей ряда мелких бухточек и крупных заливов-губ характерны валунные или песчаные осушки (рис. 13). Подводный береговой склон, а особенно осадки склона, очень разнообразны (рис. 14). Общая схема строения подводного берегового склона следующая. Верхняя часть склона крутая скалистая, затем скалы замещаются крупнообломочным материалом. Обломки угловатые, практически не обработанные морем (рис. 15); окатанные валуны встречаются в местах разгрузки в береговой зоне моренного материала. К крутому подводному склону на глубине 5–70 м примыкает относительно выровненная поверхность, покрытая тонким слоем современных осадков — песками, галькой, валунами — и прорезанная многочисленными скальными выходами. Повсеместно на дне встречаются крупные обломки. В этом районе на большом пространстве встречаются глинистые отложения, отмечаемые еще в работах В.П. Зенковича [1936], М.В. Кленовой [1960]. По свидетельству В.В. Колесникова [2002], характерной чертой подножия берегового склона Мурмана являются скальные гряды, генетически связанные с рельефом береговой зоны, подвергнутые экзарационной обработке в плейстоцене и современным абразионно-аккумулятивным процессам.



Они представлены серией узких (0,1–0,8 мили), длинных (0,5–4,0 мили) асимметричных гряд высотой 30–60 м, расположенных параллельно друг другу и разделенных мелкими структурно-эрозионными долинами. Гряды прямолинейны и прослеживаются до глубины 100 м. Их поверхность расчленена густой сетью небольших эрозионных долин и ложбин; падение склонов достигает 45°.

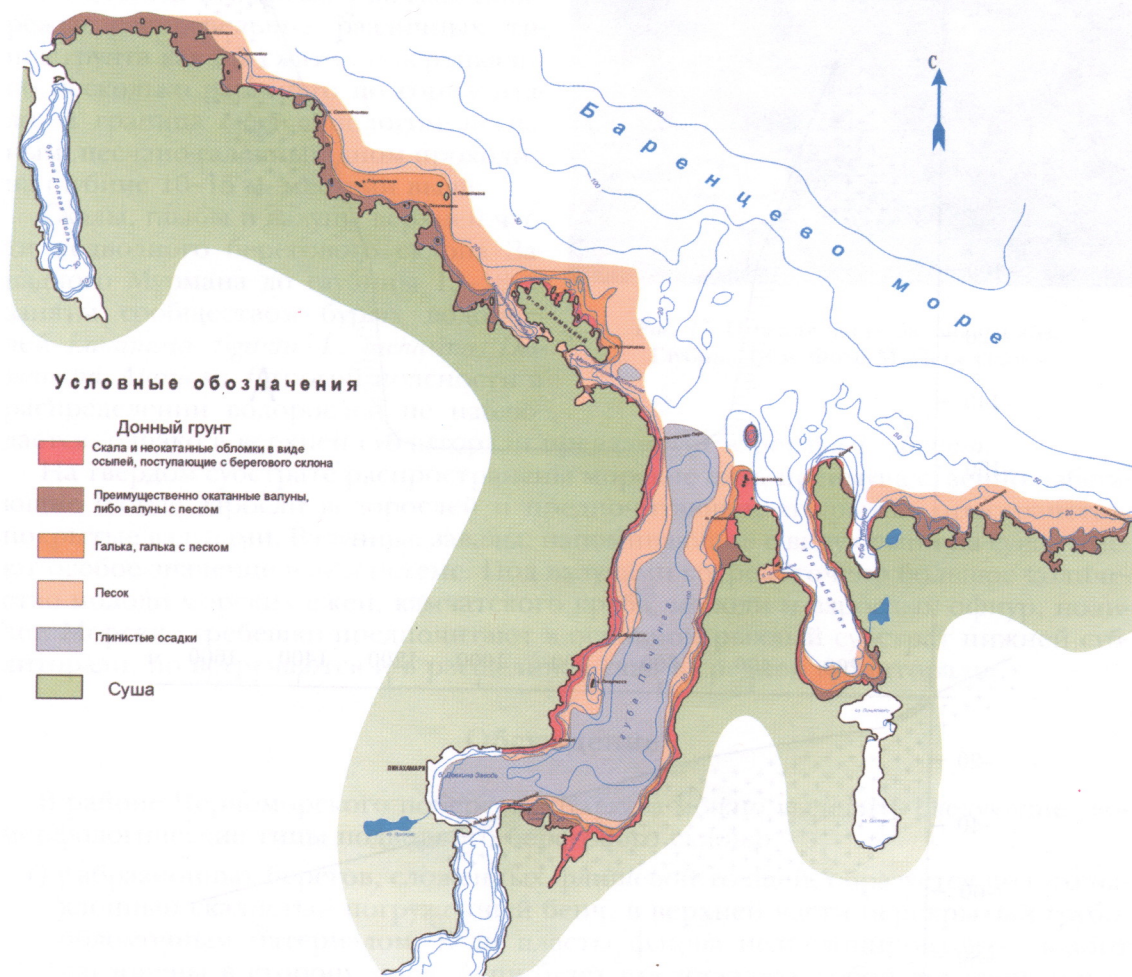


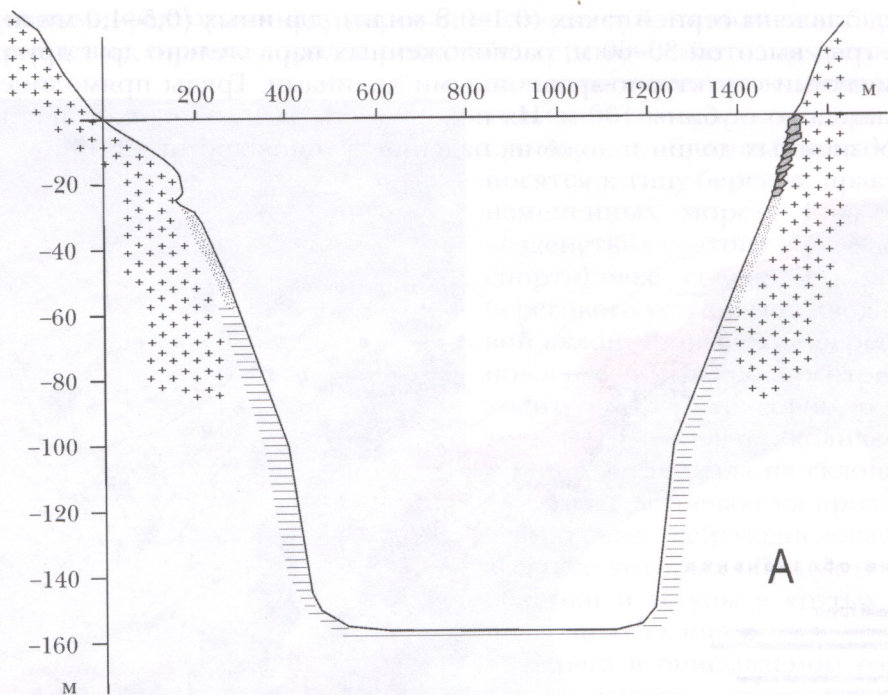
Рис. 14. Карта-схема донных грунтов прибрежной зоны северо-запада Кольского полуострова

Подводный береговой склон относительно открытой части побережья от подводного склона фиордов принципиально не отличается. Существенной разницей является то, что дно фиордов значительно переуглублено и граница твердого субстрата (скал, глыб, валунов) с относительно ровным дном, сложенным мягким грунтом, опускается до 25–50 м и более, а местами у внешних мысов губ – до 70–80 м. Крутизна склона достигает 60° и более (рис 16). Однако обнаженная скальная поверхность встречается не часто. По большей части на ней задерживается угловатый обломочный материал, поступивший сюда в результате сейсмического разрушения пород как суши, так, вероятно, и морского дна. Это, как правило, обломки крупногалечной и валунной размер-



Рис. 15. Валунная “отсыпка” на подводном береговом склоне. На фото виден значительный уклон поверхности. Фото М. Переладова





- Условные обозначения
- Коренные кристаллические породы
  - Грубообломочный материал
  - Пески различной крупности
  - Глины

Рис. 16. Поперечные профили надводной части и подводного берегового склона бухты фиордового типа (А) и относительно открытого участка побережья (Б)

ности, встречаются глыбы. Эта поверхность также покрыта тонким слоем крупнозернистого песка. Создается впечатление своеобразной осыпи на подводном береговом склоне; при этом уклон дна составляет  $40^\circ$ . Скальная поверхность, лишенная осадков, встречается преимущественно на участках подхода к берегу бараньих лбов, уходящих нижней своей частью под воду (рис. 17), или почти вертикально обрывающихся под воду береговых склонов. Местами на подводном склоне на различной глубине встречаются широкие полки иногда с навалами глыб и валунов. Затем, плавно выполаживаясь, дно покрывается песчано-галечными осадками, местами заиленными. В глубоких фиордах, таких как губа Печен-



га, пологая часть дна выполнена глинами; центральная часть более мелких фиордов заполнена илисто-песчаными осадками. Повсеместно встречаются валуны, местами – выходы скальных останцов. На открытых участках побережья распределение различных типов грунта как бы сжато по вертикали, но несколько растянуто по горизонтали, а граница скал с пологим песчаным, песчано-галечным дном проходит на глубине 10–15 м, местами выше.

Скалы, глыбы и валуны верхней части подводного берегового склона Западного Мурмана до глубины 15–18 м заняты сообществом бурых водорослей *Laminaria digitata*, *L. sacharina*, *Desmarestia*, *Alaria* sp. Строгой поясности в распределении водорослей не наблюдается, однако в верхней сублиторали превалирует взрослая *L. digitata*.

На твердом субстрате распространены морские ежи, преимущественно избегающие густые заросли водорослей и предпочитающие открытые пространства, покрытые валунами. Валунные завалы, напоминающие с виду осыпи на суше, имеют особое значение в экосистеме. Под валунами сосредоточено большое количество молоди морских ежей, камчатского краба, молоди и взрослых офиур, полихет. Морские гребешки предпочитают в основном рыхлый субстрат нижней сублиторали, но встречаются и в расщелинах скал в средней сублиторали.

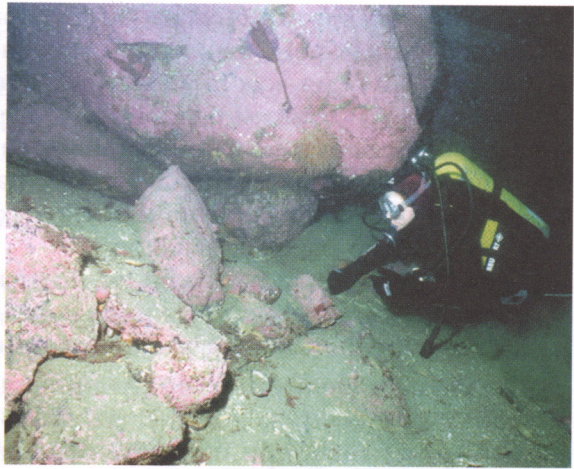


Рис. 17. Нижняя часть бараньего лба.  
Глубина 18 м. Фото М. Переладова

## Обсуждение

В районе Черноморского побережья Кавказа можно выделить следующие геоморфологические типы подводного берегового склона:

- 1) у абразионных берегов, сложенных флишевой толщей, образуется полого наклонный скалистый погруженный бенч, в верхней части перекрытый грубообломочным материалом. Если пласты флиша недислоцированы, полого наклонены в сторону моря, бенч будет представлять собой довольно монотонную скальную поверхность. Если пласты перемяты в складки, имеют значительный угол наклона, бенч будет грядовым;
- 2) у обвально-оползневых берегов образуется валунно-глыбовый бенч, имеющий четкую бровку и резкий перегиб склона.

Юго-западное побережье Сахалина относится к тектонически нестабильным районам с унаследованными тектоническими движениями различных знаков. В целом, берега, относящиеся к тектонически поднимающимся побережьям, имеют абразионный тип строения, а к тектонически опускающимся побережьям – аккумулятивный. Характер относительно стабильных участков зависит от знака вертикальных движений сопряженных территорий.

Подводный береговой склон отвечает характеру прилегающего берега и носит следующие характерные черты:

1. В условиях общего поднятия побережья у абразионного берега, сложенного прочными интрузивными породами, отсутствует бенч; берег круто обрывается под воду на большую глубину, где скалистый подводный склон сменяется навалом глыб.
2. У абразионного берега, сложенного эффузивными породами, бенч скалистый, сравнительно широкий, с субгоризонтальной верхней частью и круто наклонным сильно трещиноватым склоном; у подножия склона многочисленны отдельные глыбы, а также подводные и надводные останцы.



3. В условиях тектонического поднятия у абразионного берега с активным и отмершим клифом, сложенным флишевой толщей, вырабатывается широкий грядовый бенч, как правило, субгоризонтальный в верхней части (поднятый бенч) и наклонный с мористой стороны. В случае дислоцированности флишевой толщи в складки или пересечения береговой линией локальных антиклиналей или синклиналей текстура бенча меняется с линейной на мозаичную; при этом может измениться уклон мористой части бенча, увеличиться количество рыхлых осадков.
4. Аккумулятивный характер подводный склон имеет у берегов, приуроченных к локальным депрессиям или сложенных легко размываемыми отложениями. Здесь преобладают рыхлые осадки преимущественно песчаной размерности.

В силу значительной разницы природных обстановок плоская и наклонная части описанного бенча должны рассматриваться как отдельные структурные единицы. Кроме того, при подсчете запасов водных биологических ресурсов может быть целесообразным при горизонтальном расчленении рассматривать различные по текстуре участки наклонного бенча как самостоятельные образования.

В пределах обследованного участка Баренцева моря пока выделено два типа подводного берегового склона (кутовые части не обследовались): 1) подводный береговой склон относительно открытых участков побережья и 2) подводный береговой склон фиордов. В верхней своей части подводный склон этих участков морфологически примерно одинаковый: он представляет собой крутую скальную поверхность, преимущественно покрытую слоем грубообломочных и песчаных осадков; у подножия склона, как правило, присутствуют навалы глыб и валунов различной степени окатанности. Скалисто-валунный крутой склон сменяется относительно ровной поверхностью, покрытой песком, валунами, с выходами скал. Принципиальная разница состоит в том, что на открытом побережье выровненная песчаная, песчано-галечная поверхность замещает скалистый склон на глубине 7–10 м, в фиордах же, особенно в средних и мористых их частях, она опускается на глубину порядка 20 м и более. Дно фиордов переуглублено, профиль дна более резкий, поэтому часто типично галечные осадки отсутствуют и смена фаций донных грунтов более резкая. В целом же в прибрежной зоне Кольского полуострова картина распределения различных типов грунтов очень мозаичная. Это во многом связано с тем, что эта область дна расположена в перигляциальной зоне. Определенные фации грунтов необязательно привязаны к конкретным формам рельефа (за исключением заиленных понижений), а зачастую грубообломочные осадки сами создают положительные формы рельефа. Поэтому для этого района наиболее важно иметь подробную карту донных грунтов. Предсказать определенно характер подводного берегового склона по характеру берега для западной части Кольского побережья крайне сложно.

При расчете запасов водных биологических ресурсов в прибрежной зоне следует учитывать не только возможности их существования в пределах той или иной формы рельефа и субстрата, но и физиологические возможности: приспособленность к определенным условиям температуры, освещенности. Например, бурая водоросль цистозира, произрастающая в Черном море на глубинах от 0,2 м, прикрепляется преимущественно к горизонтальным частям глыб, скал, реже валунов и предпочитает склоны южной экспозиции. Однако, нижняя граница собственно пояса цистозир проходит на глубине 9–14 м, ограниченной не сменой субстрата, а физико-химическими свойствами среды, в частности освещенностью и температурой. С глубины примерно 8–9 м начинается пояс прикрепленной *Phyllophora nervosa*, которая может распространяться до глубины 40 м. Но при расчете запасов эту изобату нельзя считать истинной, поскольку в данном случае лимитирующим фактором является наличие подходящего твердого субстрата. Следовательно, запасы прикрепленной филофоры корректней будет рассчитывать на площади, ограниченной верхней поясной границей и нижней границей распространения подходящего субстрата.



Подобный вариант расчета распространяется и на животный бентос, приуроченный строго к одному типу субстрата. Сложнее определить площади обитания для эвритопных животных. Но чаще всего многие виды подвижного бентоса на определенной стадии своего развития также придерживаются определенного типа геоморфологических и литологических условий.

## Выводы

По характеру берега — геоморфологии, геологическому строению — можно зачастую с большой степенью точности представить облик прилегающего дна. Такая возможность предварительной оценки донного ландшафта позволяет оптимизировать выбор количественных станций при гидробиологической промысловой съемке, экстраполировать биологические данные на не доступные исследованиям участки береговой зоны, делать предварительные заключения о выборе мест для размещения хозяйств морской аквакультуры. Для районов со сложной структурой дна необходимо составлять подробные грунтовые карты. При определении вертикальных зон распространения живых организмов важно учитывать физические свойства морской среды.

## Литература

- Александров С.М.* 1973. Остров Сахалин. М.: Наука. 184 с.
- Александров С.М.* 1978. О геоморфологии шельфов различных типов // Геоморфология и палеогеография шельфа. — М.: Наука. С. 23–29.
- Берега* / Каплин П.А., Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г. — М., 1991. 480 с.
- Геологическая карта Сахалина* масштаба 1:1 000 000. 1969. М.: Недра.
- Геология СССР*. 1970. Т. 33. Остров Сахалин. Геологическое описание. М.: Недра.
- Геолого-геоморфологическое* изучение морских мелководий и берегов по материалам аэрофото-съемки / Гурьева З.И., Петров К.М., Рамм Н.С., Шарков В.В. Л.: Наука, 1968. 371 с.
- Зенкович В.П.* 1936. Дно и грунты Баренцова моря. М.: Пищепромиздат. 56 с.
- Зенкович В.П.* 1958. Берега Черного и Азовского морей. М.: Изд-во географической литературы. 374 с.
- Кленова М.В.* 1960. Геология Баренцова моря. М. 368 с.
- Колесников В.В.* 2002. Рельеф дна прибрежной зоны Кольского полуострова // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 37–43.
- Кратц О.А.* 1958. Восточная часть Балтийского щита // Геологическое строение СССР. Тектоника.
- Медведев В.С.* 1961. Некоторые черты строения и динамики западного побережья острова Сахалин // Труды Океанографической комиссии. Т. 8. С. 65–84.
- Островский А.Б.* 1970. Палеосейсмотектонические дислокации на Черноморском побережье северо-западного Кавказа // Комплексные исследования Черноморской впадины. М.
- Петров К.М., Поздеев В.Б.* 1992. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Южного Сахалина. — Владивосток: Изд-во ДВГУ. 128 с.
- Федоров В.В.* 1981. Методические рекомендации по проведению морских ландшафтных исследований в рыбохозяйственных целях. — М.: Изд-во ВНИРО. 66 с.
- Шарков В.В., Гурьева З.И.* 1961. Опыт изучения ландшафтов мелководных участков морского дна западного берега Каспийского моря и Кавказско-Таманского побережья Черного моря // Применение аэрометодов в ландшафтных исследованиях. М.-Л.: Изд-во АН СССР. С. 255–277.