

На правах рукописи

УДК: 551.417:551.46.001.5

ВИЛКОВА Ольга Юрьевна

**РЕЛЬЕФ ПОДВОДНОГО
БЕРЕГОВОГО СКЛОНА КАК
ИНДИКАТОР ЛАНДШАФТА И
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
БИОРЕСУРСОВ**

25.00.25 «Геоморфология и эволюционная география»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва 2005

Работа выполнена в Федеральном Государственном Унитарном Предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), Москва

Научный руководитель: доктор географических наук,
профессор
Г.А. Сафьянов

Официальные оппоненты: член-корр. РАН,
доктор географических наук,
Ю.С. Долотов

кандидат географических наук,
старший научный сотрудник
В.В. Федоров

Ведущая организация: Государственный океанографический
институт Росгидромета. г. Москва

Защита состоится «15» декабря 2005 г. в «15.00» часов на заседании Диссертационного Совета по геоморфологии и эволюционной географии, гляциологии и криологии Земли, картографии и геоинформатике (Д-501.001.61) в Московском Государственном университете им. М.В. Ломоносова по адресу: 119992, Москва, ГСП-2, Ленинские горы, МГУ, географический факультет, 21 этаж, ауд. 2109.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке географического факультета МГУ на 21 этаже, в библиотеке ВНИРО.

Автореферат диссертации разослан «___» ноября 2005 г.

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенные печатью) просим направлять по адресу: 119992, Москва, ГСП-2, Ленинские горы, МГУ, географический факультет, ученому секретарю Диссертационного совета Д-501.001.61, факс (095) 932-88-36, e-mail: geoeco@geogr.msu.su

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
профессор

Ю. Ф. Книжников
Ю.Ф. Книжников

Актуальность темы определяется возрастающей ролью промысла биоресурсов в прибрежной зоне морей, активизацией марикультуры и в связи с этим необходимостью оценки природного потенциала прибрежных ландшафтов, возможности увеличения их продуктивности. Основы рационального природопользования - точная оценка запаса эксплуатируемого ресурса. В настоящее время нет единой программы геолого-геоморфологического изучения побережий в интересах рыбного хозяйства. Предлагается использовать геоморфологический подход к изучению распределения и запасов биоресурсов прибрежной зоны, определению зон повышенной биопродуктивности рыбохозяйственных акваторий.

Цель работы – типизировать визуальные признаки дифференциации донных ландшафтов береговой зоны для решения прикладных задач рыбохозяйственных исследований.

При этом предусмотрено решить следующие задачи:

1. Оценить приемлемость существующих методов подводных ландшафтных исследований для решения конкретных задач.
2. Изучить структуру ландшафтов прибрежной зоны морей России и закономерности их формирования. Составить карты компонентов донных ландшафтов береговой зоны на районы рыбохозяйственной деятельности.
3. Выявить закономерности распределения гидробионтов относительно геоморфологических особенностей подводного берегового склона и берега.
4. Оценить роль рельефа береговой зоны в формировании подводного ландшафта и распределения водных биологических ресурсов.
5. Провести морфогенетическую типизацию подводных береговых склонов на основе анализа связей геологической структуры, типа берега, процессов рельефообразования в береговой зоне и морфологии подводного берегового склона для районов рыбохозяйственной деятельности.



Фактический материал и методы. В основу работы положены результаты полевых исследований с участием автора на Черноморском побережье Кавказа (2002-2005 гг.), северном побережье Кольского п-ова (1989, 1990, 2003-2005 гг.), юго-западном побережье о-ва Сахалин (2005 г.) и о-ве Монерон (Японское море, 1992 г.). Используются также архивные материалы гидробиологических съемок Лаборатории прибрежных исследований ВНИРО, материалы аэрофото- и космических съемок Юго-Западного Сахалина и Черноморского побережья, сонарной съемки района острова Монерон. При сборе информации применяли водолазный метод ландшафтно-геоморфологического профилирования и описания ключевых участков до 50-метровых глубин, аэрофотодешифрирование, сонарная съемка, подводная фото- и видеосъемка, анализ разномасштабных батиметрических, геологических и тектонических карт.

Объект исследования – береговая зона Российской части Черного моря, Юго-Западного Сахалина, о. Монерон и северо-запада Кольского п-ва (Варангер-фьорд).

Предмет защиты – установление морфогенетических закономерностей связи «берег – подводный береговой склон» для районов рыбохозяйственной деятельности.

Основные защищаемые положения.

1. По геологическому строению, типу берега, факторам рельефообразования в надводной части берега можно определить строение подводного берегового склона и, следовательно, ландшафтную структуру дна.
2. Рельеф береговой зоны может служить индикатором донных ландшафтов и распределения гидробионтов, ведущих донный и придонный образ жизни.
3. Типизировать подводные береговые склоны возможно на основе морфогенетической связи берега и подводного берегового склона.

Научная новизна. Проанализирована природа связи берег – подводный береговой склон и проведена типизация подводных береговых склонов для районов развития прибрежной рыбохозяйственной деятельности.

Впервые описаны донные ландшафты побережья северо-запада Кольского полуострова.

Дана сравнительная характеристика закономерностей формирования структуры ландшафтов подводных окраин горных стран.

Практическое значение. Результаты работы могут применяться при гидробиологическом картографировании акваторий с использованием единой методики съемки, при планировании станций отбора гидробиологических проб, для более корректной оценки запасов промысловых донных гидробионтов, выявления возможных промысловых скоплений донных организмов, определения предпочтительных участков и методов воспроизводства гидробионтов. На основе типизации подводных береговых склонов можно проводить экстраполяцию результатов на не охваченные экспедиционными исследованиями участки прибрежной зоны и паспортизацию промысловых участков.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на конференциях Европейского геофизического общества (EGS) (Ницца, 1998; Гаага, 1999), на Первой и Второй Международных научно-практических конференциях «Морские прибрежные экосистемы» (Москва – Голицино, август, 2002; Архангельск, октябрь 2005), на научно-практической конференции конфедерации подводной деятельности России (Москва, ИО РАН им. Ширшова, 2004), на семинаре кафедры геоморфологии и палеогеографии МГУ (март, 2005). Основные положения изложены в докладе на Щукинских чтениях (Москва, МГУ, 2005). Материалы, представленные в диссертации, использованы при составлении прогноза запасов некоторых видов беспозвоночных, а также для разработки Технико-экономического

обоснования создания комплекса по выращиванию гидробионтов в прибрежной зоне о. Монерон.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения, изложенных на 179 страницах машинописного текста, иллюстрирована 4 таблицами, 7 графиками, 13 рисунками и схемами, 33 сухопутными, подводными, аэро- и космическими фотографиями. Список литературы содержит 146 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. Основные понятия

Под *прибрежной зоной моря* в работе понимается совокупность поверхности дна от линии заплеска до нижней границы береговой зоны и сопредельной акватории. В то же время, критерии понятия «прибрежная зона» и ее границ могут быть существенно расширены в зависимости от конкретного направления исследований.

Один из элементов прибрежной зоны – донный ландшафт – природно-аквальный комплекс с индивидуальными чертами геологического строения, геоморфологии, гидрологии и биоты. В работе используется термин ландшафт как понятийная категория, а не таксономическая.

Глава II. Методы ландшафтного исследования береговой зоны

Для оценки структуры подводного берегового склона и запасов прибрежных гидробиологических объектов применяли методы прямого визуального обследования, как обладающие наибольшей репрезентативностью, что позволило выявить детали структуры дна, собрать репрезентативные данные о распределении и биомассе донных гидробионтов, дешифрировать аэрофотоснимки и сонограммы.

Глава III. Структура ландшафтов прибрежной зоны исследованных районов

Подводный склон Российского участка побережья Черного моря формируется вдоль южного склона мегантиклинория Главного Кавказского хребта и синклинальной депрессии, в которой располагается долина реки Кубань. Почти весь Кавказский берег относится к *абразионному типу* и имеет активные клифы, неширокий галечный пляж и окаймлен наклонным бенчем. Глубже бенч замещается пологим дном, покрытым рыхлыми осадками гравийно-песчаной размерности, слегка заиленными. Общий относительно монотонный характер побережья осложняется гигантскими оползнями, захватывающими несколько погонных километров побережья.

Аккумулятивные берега Черного моря имеют береговые уступы, сложенные песком или песчано-галечными отложениями конусов выноса рек. Пляжи широкие песчаные или песчано-галечные. На подводном береговом склоне образуются вдольбереговые валы.

Юго-Западное побережье Сахалина расположено в пределах Западно-Сахалинского антиклинория, меридиональное простирание которого определяет общее прямолинейное направление берега с севера на юг.

На берегах Сахалина на современном этапе наблюдается отсутствие абразии и затухание процессов аккумуляции. Развитие береговой зоны продолжается в основном на подводном береговом склоне. Такой тип берега характеризуется как *абразионно-денудационный*. Клиф задернован и является отмершим на протяжении сотен километров. К подножию клифа примыкает низкая древняя терраса шириной до 200 - 250 м и высотой до 3 - 5 м. Со стороны моря терраса ограничена пляжем, ширина которого колеблется от 5 до 25 м. Пляж сложен песком с гравием и галькой, реже галькой и валунами. Профиль подводного берегового склона ЮЗС, как правило, имеет ступенчатое строение: плоскую прибрежную часть и наклонную мористую часть. Глубины, до которых прослеживается бенч, от 4

– 5 м до 30 – 40 м. Ширина бенча может достигать 3 – 5 км. Бенч на всем протяжении прорезается древними долинами рек шириной от 130 до 440 м.

Абразионные берега с активными клифами, волноприбойными нишами и практически *отсутствующими пляжами* формируются в районах выхода к морю прочных кристаллических и вулканогенных пород.

Аккумулятивные берега на юго-западном побережье Сахалина распространены в областях локальных депрессий.

Остров Монерон – это неогеновый щитовой вулкан, в основании которого залегают породы основного состава: базальты, андезиты-базальты.

Кольский полуостров в структурно-геологическом отношении является частью Балтийского кристаллического щита и сложен гранитами и гнейсами архейского возраста, местами прорванными более поздними основными интрузиями. Генезис побережья тектоно-эрозионно-ледниковый, что на фоне повышения уровня моря в послеледниковый период обусловило фиордовый тип расчленения береговой линии.

В описываемых районах выделены следующие типы берегов.

Для Черного моря:

- абразионные берега, выработанные во флише.
- абразионные берега, выработанные в обвальном-оползневом теле.
- аккумулятивные берега, образованные конусами выноса рек.
- аккумулятивные берега древних аккумулятивных террас.

Для Юго-Западного Сахалина:

- абразионные берега, сложенные прочными интрузивными породами, практически не измененные морем.
- абразионные берега, сложенные эффузивными породами.
- абразионно-денудационные берега, выработанные во флише.
- аккумулятивные берега областей локальных депрессий, сложенные выносами рек.

Для острова Монерон:

- абразионные берега, сложенные вулканическими породами, практически не измененные морем.
- абразионные берега, сложенные вулканическими породами с отмершим или отмирающим клифом.
- абразионно-денудационные берега, сложенные вулканогенными породами, с задернованными клифами, узкими преимущественно валунными пляжами.

Для северо-запада Кольского полуострова:

- абразионные берега, практически не измененные морем с различными проявлениями склоновых процессов.
- аккумулятивные участки берега, расположенные в верховьях бухт.

В общем случае ландшафты можно подразделить на ландшафты твердых грунтов и ландшафты рыхлых грунтов. Для *ландшафтов твердых грунтов* в целом характерны прикрепленные формы бентоса как фильтрующие, так и хищные, подвижные соскребыватели и хищники, а также макроводоросли и морские травы. Для *ландшафтов рыхлых грунтов* характерны неприкрепленные формы: зарывающиеся фильтраторы и грунтоеды, передвигающиеся хищники и детритофаги.

В соответствии с индивидуальными чертами подводного берегового склона для исследованных районов выделены следующие типы ландшафтов.

ЧЕРНОЕ МОРЕ

- ландшафты бенча. Принципиальной разницы в данном случае между скалистым грядовым и валунным бенчами нет.
- ландшафты у типично аккумулятивных берегов.
- ландшафты у аккумулятивных выносов (обеднены по видовому составу).

ОСТРОВ САХАЛИН И ОСТРОВ МОНЕРОН

- ландшафт поднятого бенча у берега, сложенного флишем. На поднятом бенче создается специфическая, отличная от остальных частей подводного склона среда с экстремальным, термическим и гидродинамическим режимом.

- ландшафт наклонной части бенча у берега, сложенного флишем, представляет наибольший интерес с точки зрения биоразнообразия и запасов промысловых видов бентоса. Для этого ландшафта характерна упорядоченная поясная структура и широкие поля распределения макрофитов.

- ландшафт поднятого бенча у берега, сложенного эффузивными породами. Эта часть по сравнению с другими участками заселена слабо, преимущественно водорослевыми сообществами.

- ландшафт наклонной части бенча у берега, сложенного эффузивами.

- ландшафт подводного берегового склона, сложенного прочными интрузивными породами. В распределении водорослевых сообществ в последних двух ландшафтах нет упорядоченности, характерной для грядового бенча, подводный склон здесь крутой, и пояса макрофитов сужаются.

- ландшафт аккумулятивных выступов.

- ландшафт песчаной равнины, сменяющей грядовый бенч.

СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В ландшафте твердых грунтов четко выделяется 4 фации:

- фация скал и глыбовых развалов верхней части подводного берегового склона – наиболее заселенная часть дна.

- фация крупных валунов, сменяющая обычно фацию скал, начиная с глубины 8 – 9 м, и залегающая местами до нижней границы подводного склона.

- вертикальные скальные стенки, начинающиеся на глубине 11 – 18 м и опускающиеся на глубины более 60 м. Здесь располагаются крупные скопления молоди камчатского краба.

- фация поступающих с берегового склона неокатанных обломков мелко- и средневалунной размерности (внешне похожая на курум), а также навалы среднеобломочного материала, образовавшегося *in-situ* в результате откалывания и дробления блоков коренной породы. В полостях между обломками находит убежище годовалая молодь камчатского краба.

Фация галечника условно выделена в отдельный ландшафт, поскольку внешне она не похожа ни на один из описанных типов и формируется в основном у открытых берегов на пологих участках нижней части подводного берегового склона в области сноса остатков водорослей и животных, что делает ее похожей на танатоценоз.

Ландшафт мягких грунтов разделен на:

- мягкие грунты кутových частей губ-залитов.

- мягкие грунты нижней части подводного берегового склона. В этих областях дна совершенно разные гидрологические и гидродинамические обстановки: опреснение верхнего слоя воды и относительно слабый волновой режим в кутových частях и постоянные гидрологическая и гидродинамическая обстановки в нижней части подводного склона: нормальная морская соленость, слабое проявление волнового воздействия на дно.

На глубинах 7 – 18 м отмечена фация серых глин. Фация не заселена. Бентос встречается только на валунах, которые лежат сверху глины.

Донные ландшафты описанных районов расположены на разной географической широте, но в пределах бореальной зоны. Поэтому качественный состав биоты, достаточно однороден. Таким образом, закон физико-географической зональности, действующий на суше, в море «приглушен». На видовое разнообразие донных сообществ влияют, прежде всего, гидрологические аномалии. На общей дифференциации ландшафтов подводных окраин описанных горных стран гораздо значительно отражается геоструктурная и тектоническая зональность.

Глава IV. Особенности распределения некоторых промысловых видов бентоса на подводном береговом склоне изученных районов

Составлены карты-схемы грунтов, на основе которых проводилась оценка состояния запасов исследуемых видов. Отмечено более чем 10-кратное сокращение запаса черноморской цистозеры за последние 40 лет и проанализированы факторы, повлиявшие на этот процесс. Проведена оценка

приемной емкости акватории о. Монерон для воспроизводства гидробионтов. Для подводного берегового склона северо-запада Кольского полуострова описана геоморфологическая составляющая биотопа молоди камчатского краба, что способствует выявлению мест его скопления и установлению потенциальных воспроизводственных участков этого ценного вида.

Глава V. Роль рельефа в структуре ландшафта

Рельеф дна и берегов определяет характер проявления факторов среды, влияющих на распределение гидробионтов.

Гидродинамический режим. Характер волнового воздействия в прибрежной зоне определяется глубиной, экспозицией берега по отношению к генеральному направлению волнения, особенностями рельефа дна. Эти параметры через гидродинамику влияют на численность, отчасти видовой состав и морфологию некоторых биологических видов. Так, например, у берегов Кольского полуострова сообщество мидий *Mytilus edulis* достигает максимальной численности на открытых прибою участках литорали. В то же время в защищенных бухтах мидии на литорали в 4 – 5 раз крупнее особей, подвергающихся активному волновому воздействию. Моллюски-фильтраторы модиолусы, напротив, предпочитают более спокойные гидродинамические условия и равномерное поступление питательных веществ. Наибольшие скопления они образуют в средней части подводного берегового склона - в области сноса питательных веществ из верхних горизонтов sublиторали - и в кутовых частях бухт. Прикрепленные актинии предпочитают участки подводного склона вне зоны сильного волнового воздействия, но хорошо промываемые течениями, чтобы не подвергаться занесению илом; этот же биотоп благоприятен для прикрепленных фильтраторов асцидий. Наиболее обширные поселения актинии *Tealia fellina* на Западном Мурмане и *Metridium senile* на Восточном Мурмане отмечены на вертикальных скальных склонах на входных мысах в фиорды на глубинах 18

– 50 м. К таким поселениям *Tealia fellina* приурочены скопления 2-летней молоди камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*.

При высокой степени прибойности из состава донных сообществ может выпадать ряд видов, изменяться поясность. Например, в литоральной зоне Кольского полуострова на берегах, подвергающихся сильному волновому воздействию, отсутствует пояс водоросли *Ascophyllum nodosum*. Морской гребешок *Chlamys islandicus* у берегов Западного Мурмана в фиордах встречается с глубины 10 м; на открытых участках побережья верхняя граница его пояса не поднимается выше 30 м.

Исследование влияния экспозиции берега на биомассу фукусовых водорослей на литорали полуострова Немецкий, (северо-западное побережье Кольского полуострова), показали, что:

1. Наибольшая биомасса зарослей отмечена на участках, обращенных навстречу волнению, но находящихся в волновой тени за мысами или мелкими островами.
2. На берегах, открытых воздействию волнения трех румбов, отмечается наименьшая биомасса, составляющая около 30% от средней максимальной биомассы для описываемого района.
3. На берегах, открытых прямому воздействию волнения какого-либо одного направления, восточного или западного, средняя биомасса снижается примерно на 40% от средней максимальной.

Водоросли-макрофиты в целом предпочитают участки с повышенной гидродинамической активностью. Это проявляется и в распределении относительно микроформ рельефа. Так, наибольшей биомассы заросли черноморской цистозиры достигают на гребнях грядового бенча, где их биомасса в 3 – 4 раза больше, чем в средних и нижних частях гряд. Отмечается разница и в видовом составе: *Cystoseira crinita* преобладает на участках с активной гидродинамикой; *C. barbata* – с более умеренной. Поэтому на гребнях преимущественно встречается *C. crinita*, в средних частях

гряд - *C. barbata*. На подводном береговом склоне Юго-Западного Сахалина япономорская ламинария *Laminaria japonica* занимает в основном верхние части гряд, морские ежи в первых верхних метрах подводного склона преимущественно сосредотачиваются в межгрядовых понижениях (Рис. 1).

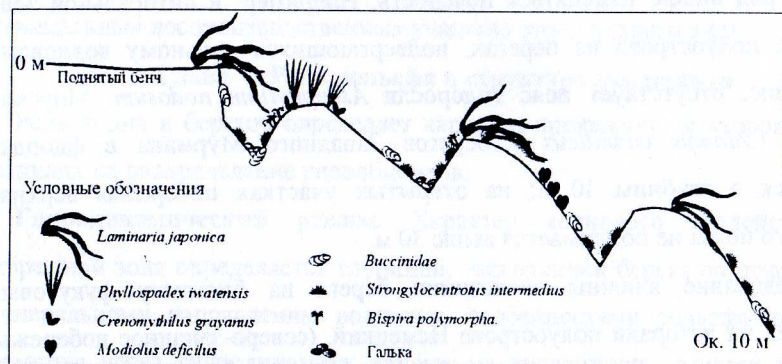


Рис. 1. Обобщенная схема распределения основных видов макробентоса на наклонном грядовом бенче Юго-Западного Сахалина в пределах верхней сублиторали

Освещенность. В морях средних и высоких широт основная доля в биомассе бентоса верхней части подводного берегового склона принадлежит макрофитам, биомасса которых на первых десяти метрах достигает нескольких десятков $\text{кг}/\text{м}^2$. С глубиной биомасса в целом уменьшается и в средней части склона составляет первые килограммы или сотни грамм на м^2 . На крутых склонах освещенность с глубиной падает быстрее, следовательно, пояса растительности сужаются. При различной экспозиции склона при прочих равных условиях общая биомасса на плохо освещенных участках морского дна ниже, чем на соседних участках с удовлетворительной освещенностью, в составе сообществ появляются тенелюбивые виды. Например, в Черном море максимальная биомасса бурой водоросли цистозира составляет $7 - 10 \text{ кг}/\text{м}^2$ в горизонте $1 - 4 \text{ м}$; с глубиной биомасса цистозеры заметно сокращается, и на смену приходит пояс красной тенивыносливой водоросли филлофоры (Рис. 2). На грядах бенча, имеющих значительный уклон в сторону моря, т.е. экспонированными на юг, цистозира заселяет только южные склоны, а на затененных склонах с отрицательным

углом падения основным видом макроводорослей является филлофора, начиная с глубин $2 - 3 \text{ м}$.

В распределении животных наблюдается опосредованная зависимость биомассы от глубины, связанная с наличием корма и гидродинамикой. Например, в Черном море наибольшей биомассы животные достигают в зарослях водорослей на глубине $2 - 17 \text{ м}$. Глубже значения биомассы падают до первых грамм (Рис. 3). В Баренцевом море наибольшие скопления морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* отмечаются в верхней части подводного берегового склона на участках с сильной гидродинамической активностью по периферии зарослей ламинариевых водорослей – основного пищевого объекта, а также в области сноса растительных

остатков в средней части склона. При этом в зарослях водорослей скопления ежа рассеянные, на свободных от макроводорослей пространствах – агрегированные. Агрегации морских ежей в Баренцевом море используются молодью камчатского краба в качестве укрытий.

Таким образом, от освещенности зависит распределение, прежде всего, водорослей и связанных с ними сообществ зообентоса.

Гранулометрическая дифференциация донных отложений и прочность субстрата. Трофические и адаптационные группировки бентоса, как правило, соответствуют определенному типу грунта. Например,

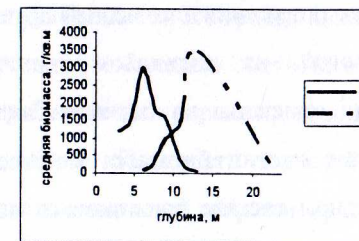


Рис. 2. Распределение средней биомассы бурой водоросли цистозеры *Cystoseira* spp. (a) и красной филлофоры *Phyllophora nervosa* (b) в зависимости от глубины в Черном море в районе острова Утриш. Максимальной биомассы цистозира достигает на глубине $2 - 6 \text{ м}$, что связано с хорошей освещенностью, аэрацией и затуханием разрушительного воздействия волн. Филлофора предпочитает более затененные места

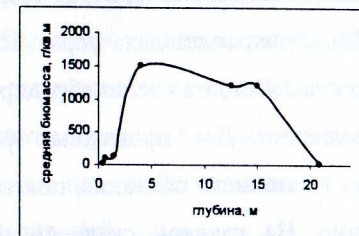


Рис. 3. Зависимость биомассы беспозвоночных от глубины у северо-западного берега острова Утриш на валунном грунте. Двухвершинность графика указывает на максимумы биомассы водорослей: первая вершина соответствует максимуму цистозеры, вторая – филлофоры. (Мористая часть разреза упирается в заиленную котловину, поэтому значение биомассы резко падает)

наибольшие скопления особей двустворчатого моллюска скафарки *Scapharca inaequivalis* на подводном береговом склоне Черноморского побережья России отмечены на песчано-илистом дне, а при сокращении содержания илистых частиц биомасса моллюсков уменьшалась. Отмечена разница в размерном составе брюхоногого моллюска рапаны *Rapana venosa* в Черном море в зависимости от характера субстрата. Рапана обитает на всех типах донных отложений, кроме галечных. На грунтах от песчано-илистых до гравийных встречаются особи от самых мелких (4 – 6 мм) до самых крупных (100 мм) размерных групп, тогда как на глыбах и скалах преобладают особи со средними размерами 30 – 60 мм. На мягких грунтах моллюски распределяются равномерно, на твердых – агрегировано.

Для прикрепленных форм бентоса принципиальное значение имеет прочность субстрата: легко абрадируемая порода не гарантирует надежности прикрепления. Для подвижных форм бентоса твердый субстрат служит местом временного обитания, поэтому прочность пород здесь имеет меньшее значение. На гладкой скальной поверхности и закрепиться, и укрыться сложно. Поэтому базальтовые скалы и глыбы, особенно в условиях сильной прибойности, практически не заселены. Поверхность гранита в результате выщелачивания полевого шпата и слюды оказывается покрытой мелкими кавернами. Гнейсы более устойчивы к химическим воздействиям, их поверхности гладкие. Поэтому гнейсы по сравнению с гранитами заселены беднее. Например, сообщество усоногих раков *Balanus balanoides* на Кольском полуострове, густо усеивая поверхность гранита и гнейса, значительно редее, а иногда выпадает вовсе на диабазовых и оливиновых жилах. Такая же тенденция к избеганию этих пород наблюдается (Гурьянова и др., 1930) и у некоторых водорослей (например, корок *Heldenbrandia* и *Lithoderma*). Характер вырабатываемой толщи береговых отложений напрямую отражается на распределении и биомассе зарослей черноморской бурой водоросли цистозира *Cystoseira* spp. На подводном береговом склоне,

выработанном в обвально-оползневой толще (район мыса Б.Утриш), нижняя граница зарослей четкая и проходит на глубине 6 – 7 м, что соответствует перегибу бенча. Та же граница на бенче, выработанном в коренных породах, менее четкая и проходит на большей глубине. Плотность зарослей и связанная с ней биомасса колеблется в зависимости от ширины гряд и межрядовых понижений, а также от амплитуды микрорельефа.

Таким образом, рельеф, литология пород и донных осадков береговой зоны в большой степени влияют на распределение гидробионтов. Многие виды животных связаны с рельефом опосредованно через распределение водорослевых сообществ или сообществ зообентоса, с которыми они находятся в комменсальных отношениях. Это позволяет принять геоморфологию берега и подводного берегового склона в качестве индикационного признака ландшафта дна и распределения гидробионтов для выделения эталонных или ключевых участков при крупномасштабных и детальнейших гидробиологических исследованиях по оценке запасов водных биоресурсов и поиска зон их промысловых скоплений.

Глава VI. Типизация подводных береговых склонов

Для подводных береговых склонов рассмотренных районов выявляются следующие особенности строения в зависимости от визуальных морфогенетических признаков берега.

Черноморское побережье

- 1) У абразионного берега, выработанного во флише, формируется скалистый наклонный бенч. Средняя ширина бенча 100 – 300 м; глубина, на которой прослеживается бенч, 6 – 25 м. Ширина, высота, угол падения и простираения гряд зависит от толщины и элементов залегания слоев выработанной береговой толщи. Бенч может быть выражен либо в виде плоских платформ, широкими пологими ступенями опускающимися на глубину, либо в виде гряд
- 2) У абразионного берега, выработанного в обвально-оползневом теле, формируется валунный бенч ступенчатого профиля с пологой наклонной

верхней частью, резким перегибом на глубине 7 – 8 м и наклонным под углом около 45° мористым склоном.

3) На аккумулятивном выступе, образованном выносами рек, формируется приглубый подводный склон, сложенный галькой, сменяющейся илистым песком.

4) У аккумулятивных террас и кос формируется отмельный подводный склон, сложенный песком, с серией вдольбереговых валов.

Юго-Западный Сахалин

1) У абразионно-денудационного берега, сложенного флишем, формируется бенч, как правило, ступенчатого профиля с субгоризонтальной верхней частью – поднятым бенчем – и полого наклонной мористой частью. Для таких берегов характерен отмерший задернованный клиф и низкая древняя терраса, примыкающая к клифу. Между высотой клифа, шириной террасы и бенча и очертаниями берега существует определенная морфометрическая связь: чем ниже клиф, тем шире терраса; чем шире терраса, тем шире бенч; на прямолинейных участках берега терраса уже, чем на мысах.

2) У абразионных берегов, сложенных прочными интрузивными породами, подводный береговой склон круто обрывается под воду на глубину 9 – 12 м, где сменяется навалом глыб и переходит в пологую песчаную равнину.

3) У абразионных берегов, сложенных эффузивами, формируется скалистый бенч ступенчатого профиля с субгоризонтальной верхней частью и круто наклонным сильно трещиноватым мористым склоном, в нижней части, на глубине примерно 9 м, граничащим с песком. Для такого склона характерны надводные и подводные останцы и навалы глыб под уступом.

4) У аккумулятивного берега древней речной дельты формируется отмельный подводный склон, сложенный песками, с серией вдольбереговых валов.

Берега, сложенные вулканическими породами, и аккумулятивные берега редки для юго-западного побережья Сахалина. Типично абразионных берегов, вырабатываемых во флише, для описываемой части побережья нами

не обнаружено. Но, на основе анализа литературных, картографических данных и космических снимков, можем сказать, что подводный береговой склон у такого берега будет аналогичен склону у денудационного берега, только в ряде случаев поднятый бенч может отсутствовать.

Остров Монерон

1) У абразионных вулканических берегов, сложенных устойчивыми к абразии породами, формируется крутой, иногда отвесный подводный склон высотой 9 – 12 м. В верхней части склона образуется узкий горизонтальный уступ. У подножья склона отмечается неширокая полоса глыб, сменяющихся ниже по профилю валунами, а затем ровным песчаным дном с редкими выходами коренных пород. Этот тип аналогичен сахалинским абразионным берегам, сложенным прочными интрузивными породами.

2) У абразионных вулканических берегов, сложенных менее устойчивыми к абразии породами, формируется скалистая трещиноватая почти горизонтальная площадка – поднятый бенч, оканчивающийся обрывом высотой 5 – 6 м, за которым начинается пологое скалистое дно, почти лишенное наносов с навалом глыб у подножья уступа.

3) У абразионно-денудационных берегов, сложенных вулканогенно-осадочными породами, формируется наклонный скалистый подводный склон без резкого свала глубин, сменяющийся валунной отмосткой.

Кольский полуостров

Практически все берега Кольского полуострова относятся к типу абразионных берегов, слабо измененных морем. Нами установлены или подчеркнуты следующие закономерности строения подводного берегового склона и формирования фациального состава донных отложений в зависимости от строения берега и берегоформирующих процессов:

1) Кутовые части мелких, «карманных», бухт имеют отлогий профиль дна, в верхней части сложенного валунами и песком, глубже – принимающего характер прилегающего к нему склона у скалистого берега.

2) Если наблюдаются навалы окатанных валунов под береговым склоном, то дно от уреза сложено валунами, сменяющимися галечником, а затем песком, а профиль дна выполаживается на сравнительно небольшой глубине.

3) Если на береговом склоне наблюдается осыпь, то вполне вероятно повторение такой же картины и на дне: черепицеобразные обломки крупногалечной и валунной размерности задерживаются на достаточно крутых (примерно 30°) склонах, при этом пересыпаны песком. Такие своеобразные подводные «курумы» прослеживаются до глубин 6 – 25 м.

4) Дайки, образовавшиеся в зонах разрывных нарушений, сильно трещиноваты и быстрее разрушаются под действием агентов выветривания, чем вмещающие породы. На участках выхода к морю даек в верхней части подводного берегового склона, начиная от уреза, скапливается обломочный материал.

5) Если береговой склон обрывистый, то необязательно, что и подводный склон обрывистый; так же наоборот: под скалистым склоном спокойного уклона (20 - 25°) может быть крутой, иногда отвесный подводный склон.

6) Под обрывистыми берегами на подводном склоне как результат откалывания и дробления крупных блоков коренной породы могут наблюдаться навалы среднеобломочного материала, напоминающие коллювий.

7) Обследованные фиорды (Печенга, Амбарная, Туливуоно) в средних и верхних своих частях имеют высокие скальные пороги, значительно возвышающиеся над водой. В предпорожных частях фиордов свал глубин резкий, и строение подводного склона принципиально не отличается от такового в бортовых частях фиорда.

На подводном береговом склоне Кольского полуострова четко выделяется 6 фаций донных грунтов.

Таким образом, на основе морфогенетических признаков берега можно типизировать подводные береговые склоны.

Заключение

Активизация промысла водных биологических ресурсов в прибрежной зоне морей диктует потребность в целевом методическом подходе к исследованию ландшафтной структуры морского дна, анализе донных ландшафтов с точки зрения их природного потенциала, промыслового освоения, возможности увеличения их продуктивности. Недостаточная изученность ландшафтов морского дна сдерживает хозяйственное освоение акваторий, приводит к нарушению экологического равновесия. Одной из основ рационального природопользования является точная оценка запаса эксплуатируемого ресурса.

Донные животные распределяются на дне в соответствии с факторами среды, не характер проявления которых непосредственно или опосредованно влияет рельеф дна и берегов. Исходя из важности роли рельефа, литологии пород и донных отложений в распределении гидробионтов предлагается индикатором донного ландшафта береговой зоны считать геоморфологию берега и подводного склона. Кроме того, рельеф берега обладает визуальной репрезентативностью. На основе анализа геологического строения, геоморфологии и факторов рельефообразования в надводной части берега можно определить структуру дна береговой зоны. Следовательно, морфогенетические признаки берега могут служить визуальными признаками выделения типичных участков дна.

Каждый тип подводного берегового склона обладает свойственным ему набором фаций донных отложений, которым соответствуют определенные сообщества бентоса, т.е. каждый тип подводного берегового склона имеет индивидуальные ландшафтные особенности.

Зная общие закономерности распределения живой составляющей ландшафта дна, можно с определенной вероятностью выполнять оценку запаса на основе данных по площадям, занимаемым этим ландшафтом или

его стратами. При этом нет необходимости отбора проб на каждом участке, занятом этим типом ландшафта.

Возможность предварительной оценки структуры дна, выделения ключевых участков исследований позволяет планировать сетку гидробиологических станций при промысловой съемке на предварительном этапе, учитывая индивидуальные особенности побережья, охватывая наибольшее число участков с разнообразными геолого-геоморфологическими и гидрологическими условиями, сокращая время и материальные затраты в полевых условиях. Кроме того, анализ эталонных участков позволяет выявлять промысловые скопления гидробионтов, рассчитывать площади, занимаемые исследуемым видом, и учитывать его запас, выявлять факторы, влияющие на биопродуктивность, экстраполировать данные на не доступные исследованиям участки береговой зоны, делать предварительные заключения о выборе мест для размещения хозяйств марикультуры. Таким образом, типизация подводных береговых склонов в районах промыслового освоения водных биологических ресурсов позволяет существенно повысить качество прогностических оценок запасов водных биологических ресурсов.

Основные результаты

1. Рассмотрены методы исследования прибрежной зоны моря и выделены предпочтительные методы при крупномасштабном и детальном картографировании – водолазные исследования, аэрофотодешифрирование, подводная фото- и видеосъемка.
2. Установлены морфогенетические закономерности связи берега и подводного берегового склона для районов рыбохозяйственной деятельности.

Для выработанных берегов Черного моря, о. Сахалин и вулканических берегов о. Монерон устанавливается достаточно четкая зависимость строения подводного берегового склона от типа берега. Для кристаллических берегов Баренцева моря такая зависимость менее уловима, но выявлен ряд закономерностей.

Ландшафты подводного склона Черноморского побережья и юго-западного побережья Сахалина несут черты сходства, поскольку эти районы обладают общим характером тектоники и рельефа, некоторыми аналогами развития, характерными для геосинклинальных областей. Предопределяющим фактором рельефообразования этих побережий являются унаследованные дифференцированные тектонические движения. В общем виде на участках тектонических погружений преобладают процессы аккумуляции. В областях тектонических поднятий преобладает абразия. Характер относительно стабильных участков зависит от знака вертикальных движений соседних территорий. В связи с этим здесь на особенности геоморфологии береговой зоны существенное влияние оказывают геологическая структура более мелкого порядка и состав коренных пород. Препарирование абразией разных по устойчивости пород флиша приводит к формированию скальных гряд на дне. Межгрядовые понижения, образованные на месте менее устойчивых пород могут заполняться рыхлым материалом.

Побережье северной части Кольского полуострова, расположенное в пределах кристаллического щита, принципиально отличается от побережий геосинклинальных областей Сахалина и Кавказа. Основными факторами формирования рельефа побережья окраины кристаллического щита, подвергавшегося древним оледенениям, являются эпейрогенические движения, разломная тектоника, экзарационная и аккумулятивная деятельность ледников четвертичного времени. Берега Кольского полуострова относятся к типу берегов, практически не измененных морем. Соответственно абразия не оказывает какого-либо заметного влияния на формирование подводного рельефа и донных отложений. В частных случаях прослеживаются черты сходства рельефа подводного склона Кольского полуострова и кристаллических массивов других районов.

3. Установлены закономерности развития ландшафтов у берегов различных типов. Отмечено, что закон физико-географической зональности, действующий на суше, в море «приглушен», начиная с самой мелководной зоны. На видовое разнообразие донных сообществ влияют, прежде всего, гидрологические аномалии. На общей дифференциации ландшафтов подводных окраин описанных горных стран гораздо значительнее отражается геоструктурная и тектоническая зональность.

4. Рассмотрен характер влияния рельефа береговой зоны на распределение донных гидробионтов и описаны закономерности их распределения. В частности, отмечено, что от изменения глубины, а, следовательно, и освещенности, зависит, главным образом распределение водорослей. Многие виды животных связаны с рельефом опосредованно через распределение водорослевых сообществ или сообществ зообентоса, с которыми они находятся в комменсальных отношениях.

5. Оценена роль рельефа береговой зоны как индикатора донных ландшафтов и распределения водных биологических ресурсов. Исходя из приуроченности бентосных организмов к определенному типу грунта, оценку запаса можно проводить на основе литологической карты. Однако следует учитывать физические свойства водной среды – поверхностное опреснение, пониженную прозрачность воды, изменение температуры и освещенности с глубиной, локальную гидродинамику, влияющие на физиологические возможности гидробионтов, связанные с изменением условий среды.

6. Даны рекомендации по выбору критерия оценки запасов донных гидробиологических ресурсов. На основе составленных средне- и крупномасштабных карт донных грунтов, анализа аэрофотоснимков и количественных гидробиологических проб была проведена оценка запасов ряда промысловых объектов.

7. Проведена морфогенетическая типизация подводных береговых склонов районов рыбохозяйственной деятельности на основе геологического

строения, геоморфологии прилегающего берега и факторов рельефообразования в береговой зоне моря.

Выводы:

1. Рельеф подводного берегового склона и морфология берега являются индикатором донных ландшафтов и распределения бентоса в прибрежной зоне моря.

2. По геологическому строению, типу берега, факторам рельефообразования в надводной части берега можно определить строение подводного берегового склона и, следовательно, ландшафтную структуру дна. Это наиболее достоверно для геосинклинальных областей с унаследованным развитием рельефа. Учитывая установленные зависимости строения подводного берегового склона от структуры берега, можно использовать геологические и геоморфологические особенности берега в качестве визуального признака для выделения эталонных и/или ключевых участков изучения распределения донных гидробионтов, определения зон скопления водных биоресурсов.

3. На основе морфогенетической связи берега и подводного берегового склона возможно проводить типизацию подводных береговых склонов. Для районов промыслового освоения водных биологических ресурсов это позволяет существенно повысить качество прогностических оценок запасов водных биологических ресурсов, выявлять факторы, влияющие на биопродуктивность экосистемы в конкретном районе.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

В научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Распределение и состояние запасов цистозеры в Российской части Черного моря/ «Рыбное хозяйство», №5. – С. 70 – 71.

2. Роль рельефа береговой зоны в распределении макробентоса. – Вестник Моск.ун-та. Сер. 5, географ. – М., 2005, 8 с. – Деп. ВИНТИ №1115 от 01.08.05.

Монографии, статьи, тезисы:

1. Использование дистанционных методов при геоморфологическом и ландшафтном изучении побережья Дальневосточных морей//Прибрежные гидробиологические исследования. Сборник научных трудов. – М.: ВНИРО, 1999. - С. 21 - 29.

2. The experience of estimation of geomorphological situation on the shallows, based on the analysis of the land geology (Sakhalin instance)/ Annals Geophysicae. - Part 1. Vol. 16. - European Geophysical Society Symposia, 1998. - P. 211 (в соавторстве с М.В. Переладовым).

3. The remote methods of researches of coastal geomorphology (Sakhalin Island as example)/Geophysical Research Abstracts. - Vol. 1, N.1, 1999. - P. 165.

4. Структура, современное состояние и перспективы воспроизводства популяции галиотиса острова Монерон/ Прибрежные гидробиологические исследования. Сборник научных трудов. - М.: ВНИРО, 1999. - 191 - 216.

5. Ландшафты мелководья острова Монерон (Японское море) с точки зрения пригодности для развития марикультуры/Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Материалы Первой международной научно-практической конференции. - М.: Изд-во ВНИРО, 2002. - С. 68 - 71.

6. Концепция развития прибрежного рыболовства в Российской Федерации (проект). - М.: Изд-во ВНИРО, 2002. - 62 с. (В соавторстве с С.В. Заграничным, В.Н., Кочиковым, А.В. Вагиньым).

7. Применение ландшафтного картографирования береговой зоны моря для оценки запасов водных биологических ресурсов/Морехозяйственный комплекс России: эколого-географические проблемы. Сборник научных трудов. - СПб, 2005. - С. 36 - 43.

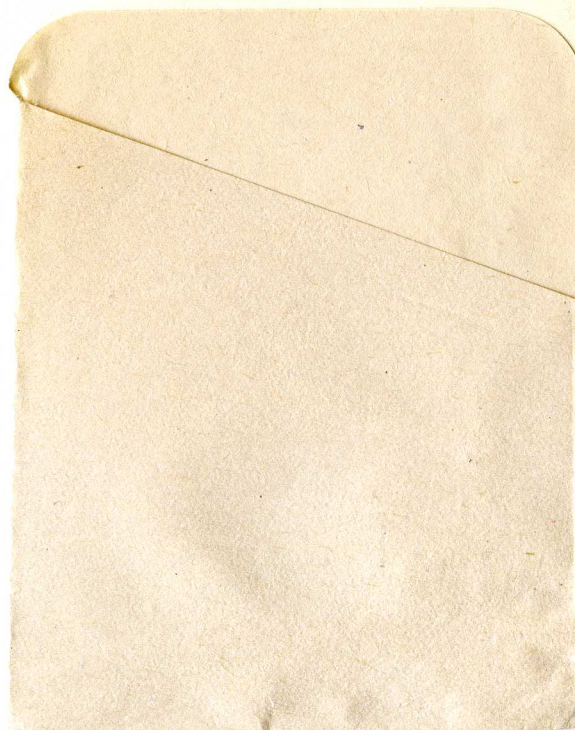
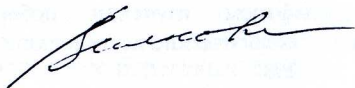
8. Типизация подводных береговых склонов для расчета биологических ресурсов/Новые и традиционные идеи в геоморфологии. Щукинские Чтения. Труды. - М.: МГУ, 2005. - С. 382 - 386.

9. Современное состояние запасов бурой водоросли *Cystoseira* spp. в Российской части Черного моря/ Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Материалы Второй международной научно-практической конференции. - М.: Изд-во ВНИРО, 2005. - С. 20 - 23.

10. Особенности распределения, сезонная динамика и скорость восстановления зарослей фукусовых водорослей на литорали Баренцева моря (на примере полуострова Немецкий, губа Печенга)/ Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Материалы Второй международной научно-практической конференции. - М.: Изд-во ВНИРО, 2005. - С. 23 - 26 (В соавторстве с М.В. Переладовым).

11. Геолого-геоморфологический подход к оптимизации расчета запасов водных биологических ресурсов (на примере Черного, Японского и Баренцева морей)/Труды ВНИРО. - Т. 144. «Прибрежные гидробиологические исследования». - М., 2005. - С. 62 - 77.

12. Методы ландшафтного исследования и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей прибрежной зоны морей. - М.: Изд-во ВНИРО, 2005. - 135 с. (В соавторстве с Е.И.Блиновой, Д.М. Милотиньым, О.А. Прониной, В.А. Штриком).



Тираж 150 экз. Заказ 124

рхняя Красносельская, 17