

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОМПЛЕКСНЫХ ЛАНДШАФТНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.Г. Зинченко

ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург

Для целей ландшафтно-геоэкологических исследований проведено геоморфологическое районирование шельфа Баренцева моря на основе оригинальной геоморфологической карты, составленной по морфологическому принципу.

В комплекс ландшафтно-геоэкологических исследований Баренцева моря входит создание серии мелкомасштабных карт, характеризующих литолого-геохимические особенности современных донных осадков, а также биотические сообщества шельфа. Указанная серия карт должна служить обоснованием для создания итоговых карт - выводов, содержащих информацию о геоэкологических факторах, определяющих состояние природной среды. Все эти построения необходимо делать на единой картографической основе, с помощью которой было бы возможно осуществлять не только географическую привязку ареалов, но и проводить интерполяцию данных, выявлять и анализировать взаимосвязи различных характеристик осадков между собой, а также - определять возможные трассы переноса и места накопления загрязняющих веществ. Решение этих задач невозможно без учета строения рельефа дна, в особенности - в условиях переуглубленного, расчлененного впадинами и желобами шельфа Баренцева моря.

С помощью батиметрической карты возможно решение лишь части указанных задач. Давая представление о названиях некоторых форм, о глубинах дна и в общих чертах - об особенностях его рельефа, батиметрическая карта не содержит сведений

о полной группе форм, их названиях и границах. Такого рода информация может быть почерпнута из орографической карты (схемы), характеризующей формы земной поверхности вне зависимости от происхождения по их внешним признакам (многие из которых имеют динамическое истолкование). Общепризнанной схемы орографии Арктического шельфа России не существует. В наибольшей степени этот вопрос проработан в трудах А.Н. Ласточкина [*Ласточкин, 1982; 1991*]. Новые батиметрические материалы дают возможность уточнить имеющиеся схемы. Однако это требует решения ряда методических проблем, главной среди которых является вопрос о способе проведения границ отдельных форм. При исследованиях, итогом которых должно стать выявление полей концентрации загрязняющих веществ, выбор наиболее объективных критериев проведения границ приобретает особое значение. Задачам изучения литодинамических потоков максимально отвечает проведение орографических границ вдоль конкретных морфологических элементов. Для этого, в свою очередь, необходимо составление предваряющей выделение орографических форм геоморфологической карты, причем - по морфологическому принципу, поскольку именно он обеспечивает выделение

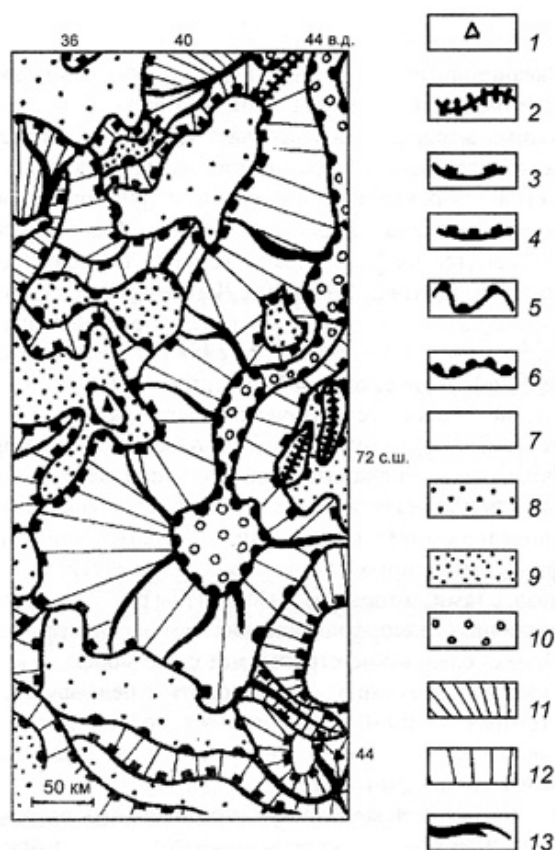


Рис. 1. Фрагмент карты морфологического строения поверхности дна Баренцева моря (упрощено)

1 – характерные точки; 2–6 – структурные линии: 2 – гребневые, 3 – выпуклого перегиба, 4 – то же, ограничения верхних поверхностей, 5 – линии вогнутого перегиба, 6 – то же, ограничения нижних поверхностей (“ловушек”); 7–10 – субгоризонтальные поверхности на глубинах: 7 – менее 100 м, 8 – 100–200 м, 9 – 200–300 м, 10 – свыше 300 м. 11, 12 – склоны: 11 – относительно крутые, 12 – относительно пологие; 13 – подводные долины

элементов в четких границах, имеющих конкретный физический смысл. Таким образом, основу комплекса ландшафтно-геоэкологических исследований должно составить изучение морфологии рельефа с построением геоморфологической и орографической карт. Данный подход позволяет вначале рассматривать рельеф дна и его роль в распределении осадков и ландшафтов независимо от состава и строения, подстилающего субстрата, оперируя только морфологическими показателями как наиболее объективными. При морфологическом принципе объектами картографирования являются образующие рельеф элементарные разноуклонные и разноориентированные поверхности, причем не в обобщенных, а в конкретных четко определенных границах. При этом границы определяются по строгим правилам и только на основании

анализа морфологии рельефа без привлечения информации из смежных областей геологии.

Система представлений, лежащих в основе данного подхода, его методический аппарат, так же как и обоснование возможностей его использования при изучении разнообразных процессов, контролируемых рельефом земной поверхности (в частности литодинамических потоков), разработаны А.Н. Ласточкиным [Ласточкин, 1991; Основы..., 1994 и др.]. Поскольку в настоящее время морфологический анализ рельефа становится основой изучения разнообразных процессов и явлений, связанных со строением земной поверхности [Арчegov и др., 1996; Зинченко, 1996а], необходимо остановиться на его основных положениях.

Морфологический каркас земной поверхности, согласно этой концепции, образуют точечные и линейные элементы. Первые из них – это положительные и отрицательные характерные точки, вторые – так называемые структурные линии разного рода, а именно – гребневые и килевые, а также линии выпуклого и вогнутого перегиба профиля поверхности. Именно эти элементы служат ограничением элементарных поверхностей, совокупность которых и образует рельеф. Фиксируя на топографической или батиметрической основе линии и точки перегиба профиля, а также – смену в плане выпуклых, вогнутых и прямолинейных участков, можно провести дискретизацию земной поверхности не только в областях с контрастным рельефом, но и в пределах монотонно построенных участков, обычно характеризующихся как однородные. Выявленные таким образом элементы рельефа образуют основу для анализа морфологии и литодинамики и определения границ ландшафтов. В отличие от других подходов к геоморфологическому картографированию, морфологический принцип исключает субъективные оценки, диктуемые принадлежностью авторов к той или иной научной школе. В то же время он не находится в противоречии с другими принципами, так как предполагая раздельную оценку характеристик рельефа на начальных стадиях исследования, данный принцип не исключает возможности последовательно, по мере не-

обходимости, вовлекать в анализ данные о строении и составе геологического субстрата, а также - генезисе и возрасте рельефа. Таким образом, комплексная оценка рельефа и рельефообразующих процессов, а также их связи с геологическим строением территории на завершающих этапах исследования становится более обоснованной.

Опыт использования данной методики во ВНИИОкеангеология для построения геоморфологических карт различных районов суши и Мирового океана в разных масштабах насчитывает свыше 15 лет. Для целей настоящего исследования на материале батиметрических карт с использованием приемов морфологического анализа рельефа морского дна была составлена геоморфологическая карта шельфа Баренцева моря масштаба 1:3000000. Легенда такой карты и методические приемы ее построения разработаны и опробованы ранее при составлении циркумполярной геоморфологической карты масштаба 1:6000000 для «Атласа геолого-геофизических карт Арктики» [Зинченко, 1996]. О том, что используемые приемы морфологического анализа в значительной мере традиционны для аналитических геоморфологических карт, свидетельствует совпадение отдельных контуров форм, выявленных на основе морфологического анализа, с теми, которые были выделены ранее авторами различных геоморфологических карт Баренцева моря. Однако следование строгой методике морфологического анализа позволяет подходить к рельефу с системных позиций и оперировать полной группой точечных, линейных и площадных элементов, а не выбирать их произвольно.

На геоморфологической карте Баренцево-морского шельфа, составленной по морфологическому принципу и специально модифицированной для задач настоящего исследования, субгоризонтальные поверхности плато, террас и днища впадин четко обособлены и отделены структурными линиями от наклонных поверхностей разделяющих их склонов (рис. 1). Склоны разделены по относительной крутизне на несколько групп, несмотря на то что, как и на других шельфах, в целом уклоны дна Баренцева моря невелики и практически не

превышают первых градусов. В пределах склонов выявились фрагменты, различающиеся по форме поперечного профиля, по конфигурации в плане и по направлению максимального свала глубин. Это позволило судить о наличии условий для рассеивания нисходящих литодинамических потоков или, напротив, для их концентрации, а следовательно - для накопления или размыва и транзита осадков в пределах отдельной элементарной поверхности. На карте выделены верхние (вершинные) элементарные поверхности, которые могут являться участками сноса. В пределах днищ впадин обозначены локальные понижения как вероятные ловушки осадочного материала и загромождающих веществ. Подводные долины и ложбины ввиду малого масштаба карты показаны на ней как сложные образования - формы - без разделения образующих их поверхностей, но с обозначением немасштабными знаками участков выполаживания или переуглубления днища в их пределах. После выделения элементов, составляющих поверхность дна Баренцева моря, следующей стадией стало определение группировок этих элементов, образующих отдельные крупные орографические формы.

Контуры форм проводились, как правило, вдоль границ образующих их элементарных поверхностей. Главное затруднение вызывало определение принадлежности склонов к той или иной орографической форме, так как в действительности многие из сквозных однородных склонов являются общими для двух соседних форм. Часто эта проблема решается формальным путем: оконтуриванием по последней замкнутой изобате или посередине склона. Подобное лишнее физическое смысла решение в рамках предпринятого исследования было неприемлемо. Ввиду того, что в задачу дальнейших исследований входит изучение путей переноса вещества, вопрос о принадлежности склонов должен решаться с позиций определения роли тех или иных элементов рельефа в распределении нисходящего литодинамического потока.

Если верхние поверхности в условиях шельфа чаще являются субгоризонтальными и соответственно нейтральными по от-

ношению к движению вещества сверху вниз, то склоны оказываются в зоне транзита. Она простирается через все промежуточные ступени до самых нижних среди них, и в конце концов - до «ловушек». Если же на этом пути не будет замкнутого препятствия, то зона транзита проходит через все ступени, достигает бровки шельфа и переходит на континентальный склон, простираясь далее до предельных нижних поверхностей на дне океанических котловин. С этих позиций склоны должны рассматриваться как составная часть отрицательных форм, внешние границы которых следует проводить по бровкам склонов. Положительные формы при этом получают ограничение по контурам их верхних или привершинных замкнутых поверхностей. Тем обстоятельством, что в пределах рассматриваемой площади не остается участков, которые оказались бы вне обособленных форм, достигается соблюдение требования связности орографического плана. Для этой цели были введены некоторые новые формы, но, к сожалению, при этом не удалось полностью выдержать размерность выделяемых элементов.

Собственные названия орографических форм в основном общеизвестны (рис.2), но во избежание недоразумений предпочтение было отдано тем из них, которые не имеют аналогов среди наименований тектонических элементов и не связаны с определенным генетическим истолкованием. К некоторым трудностям при дальнейшем литодинамическом анализе приводит необходимость следовать утвердившимся в практике названиям, так как они в ряде случаев неопределенны для классификации и противоречивы. Так, например, класс желобов включает в себя существенно различающиеся между собой формы Баренцевоморского шельфа, а Демидовский желоб, по сути, является седловиной.

Насколько известно автору, предпринятая попытка является первым опытом оконтуривания орографических форм на основе морфологического анализа. Решения, принятые при этом, в большинстве своем были найдены эмпирически, исходя из задач проводимого исследования, хотя их возмож-

ность, как это выяснилось впоследствии, предполагалась и ранее [Ласточкин, 1991].

По особенностям своего расположения в пределах шельфа, по очертаниям в плане и главное - по роли в движении вещества от возвышенных областей к погруженным орографические формы образуют ансамбли, что позволило провести геоморфологическое районирование Баренцевоморского шельфа (см. рис. 2). Наиболее крупными из выделяемых здесь таксонов стали геоморфологические провинции.

Окраинно-шельфовая провинция приблизительно в сходных границах выделяется многими исследователями. Она объединяет формы или непосредственно граничащие с бровкой шельфа, или сопряженные с ними. Внутренняя ее граница проведена по бровкам форм, от которых нисходящий литодинамический поток направлен в сторону бровки шельфа. В этом смысле рассматриваемая провинция представляет собой зону транзита вещества, которое через глубокие окраинно-шельфовые желоба поступает на континентальный склон. Однако в пределах окраинно-шельфовой провинции сосредоточена также и большая группа покрытых ледниками гористых островов, объединяющихся в архипелаги, которые имеют обширные подводные цоколи. Если острова являются местными источниками сноса вещества, то их подводные основания играют роль тех препятствий на пути литодинамических потоков, движущихся в направлении бровки шельфа, которые эти потоки должны огибать. Крупные замкнутые котловины для этой провинции не характерны. Окраинно-шельфовая провинция отличается высокой контрастностью форм. Перепад отметок от гор на островах до днищ желобов в ее пределах достигает 1000 м. Провинция разделяется на три области. Западно-Баренцевская объединяет формы тяготеющие к Норвежско-Гренландскому глубоководному бассейну, Баренцево-Северо-Карская - к Арктическому, а Шпицбергенская - одновременно к ним обоим. При этом первая из названных областей является низменной, вторая - преимущественно возвышенной, а третья включает в себя как глубокие желоба, так и крупные островные и подводные возвышенности.

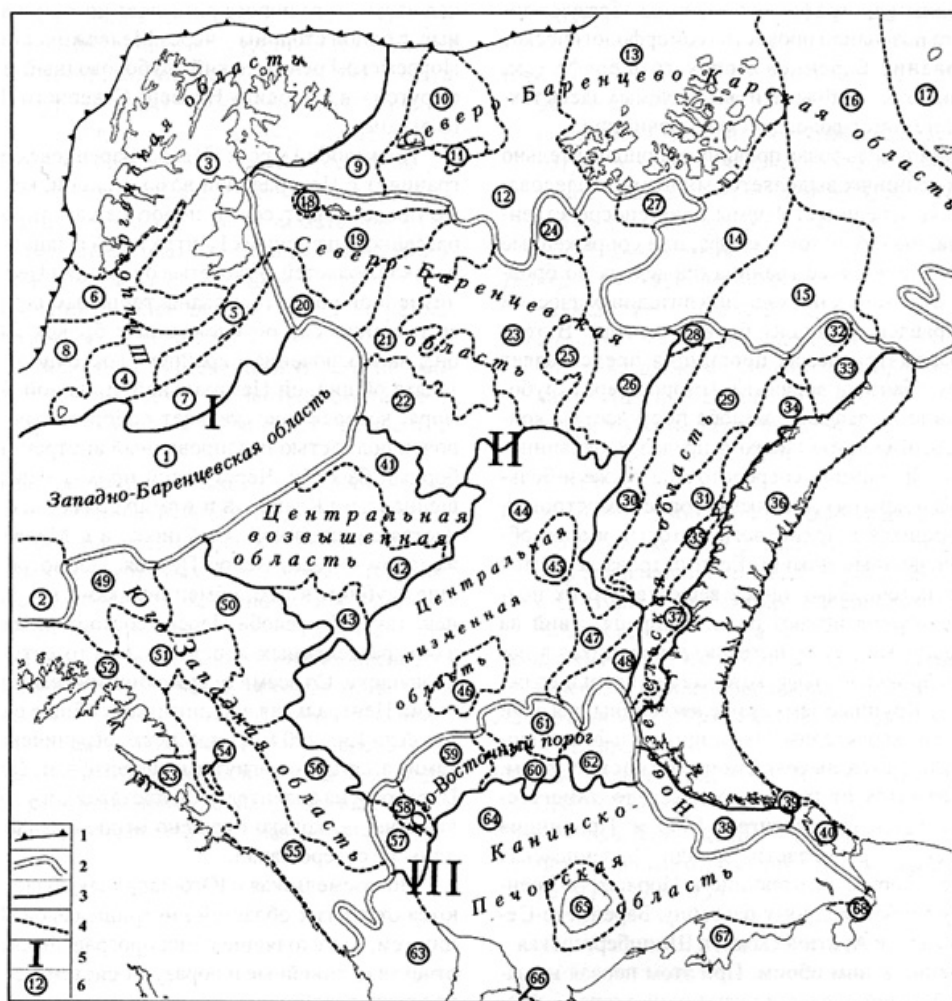


Рис. 2. Схема геоморфологического районирования Баренцево-Карского шельфа с показом основных орографических форм

При составлении схемы использованы ранее опубликованные схемы [Дибнер, 1978, Ласточкин, 1982, Самойлович и др., 1993].
 I – бровка шельфа; 2–4 – границы: 2 – провинций, 3 – областей, 4 – крупных орографических форм; 5 – номера провинций; 6 – номера крупных орографических форм. Цифрами обозначены: I – Окраинно-шельфовая провинция: Западно-Баренцевская область: 1 – Медвежинский желоб, 2 – желоб Ингей; Шпицбергенская область: 3 – Шпицбергенское поднятие, 4 – Шпицбергенская банка, 5 – Надеждинское плато, 6 – Зюйдкапский желоб, 7 – Восточно-Шпицбергенский склон*, 8 – Юго-Западный Шпицбергенский склон*; Северо-Баренцево-Карская область: 9 – желоб Орла, 10 – плато о. Белого, 11 – плато Виктория, 12 – желоб Франц-Виктория, 13 – поднятие Земли Франца-Иосифа, 14 – Северо-Восточная возвышенность, 15 – Северо-Восточный желоб, 16 – желоб Святой Анны. II – Внутршельфовая провинция: Северо-Баренцевская область: 17 – Центрально-Карское плато, 18 – возвышенность Короля Карла, 19 – желоб Короля Карла, 20 – седловина Персея*, 21 – возвышенность Персея, 22 – желоб Персея, 23 – Северная равнина*, 24 – плато Альбанова, 25 – возвышенность Кленовой, 26 – впадина Альбанова, 27 – желоб Альбанова. Новоземельская область: 28 – Северо-Восточная седловина*, 29 – возвышенность Адмиралтейства (Западно-Новоземельская), 30 – Адмиралтейский склон*, 31 – Западно-Новоземельский желоб, 32 – Новоземельское поднятие, 33 – Кармакульская терраса*, 34 – Южно-Новоземельский желоб, 35 – седловина Карских ворот*, 36 – Новоземельское поднятие, 37 – Кармакульская терраса*, 38 – Южно-Новоземельский желоб, 39 – седловина Карских ворот*, 40 – Вайгачское поднятие; Центральная возвышенная область: 41 – Центральная возвышенность, 42 – Демидовский желоб, 43 – Демидовская возвышенность; Центральная низменная область: 44 – Центральная впадина, 45 – Безымянная (Лудловская) возвышенность, 46 – Гусиная терраса*, 47 – Восточная терраса*, 48 – Моллеровский склон*. Юго-Западная область: 49 – Нордкинское плато, 50 – Финмаркенская равнина, 51 – Нордкинская впадина (Дьюпренна), 52 – Скандинавский склон*, 53 – Кольский склон, 54 – Рыбачье плато, 55 – Кольский желоб, 56 – Мурманская возвышенность. III – “Мелководная” провинция: Юго-Восточный порог: 57 – Южно-Канинское плато, 58 – Канинский желоб, 59 – Северо-Канинское плато, 60 – Гусиный желоб, 61 – Гусиное плато, 62 – плато Моллера. Канинско-Печорская область: 63 – Канинская ступень, 64 – Печороморская ступень, 65 – Колгуевское поднятие, 66 – Чешская губа, 67 – Печорская губа, 68 – Хайпудырская губа.

* названия, не являющиеся общепотребительными, предлагаются впервые

Внутришельфовая провинция объединяет те формы переуглубленного шельфа, которые не имеют непосредственного выхода к бровке шельфа и либо входят в состав внутренних литосборных бассейнов, либо служат их ограничениями. Перепад отметок здесь не так значителен. Во внутришельфовую область входит лишь одно крупное островное поднятие - Новоземельское. В составе провинции выделяются пять областей.

Северо-Баренцевская область, представляющая собой сложно построенный порог, включает в себя положительные формы, замыкающие с севера внутренний Центральный литосборный бассейн. Кроме того, в состав области входят заключенные между возвышенностями обширные равнины и впадины (преимущественно замкнутые). Только крайняя западная часть этого порога разделяет потоки, направленные, с одной стороны - через Медвежинский желоб в Норвежско-Гренландский глубоководный бассейн, а с другой - в котловину Нансена Северного Ледовитого океана.

По желобу Персея Северо-Баренцевская область граничит с Центральной возвышенной, которая также представляет собой порог между литосборным бассейном низменных Центральной и Западно-Баренцевской областей. Угловатые очертания Центральной низменной области вызваны торцовым сочленением ее тектонически обусловленных бровок. Почти вся она, за исключением крайнего восточного выступа, занята обширной Центральной впадиной Баренцева моря, которая представляет собой самый крупный почти полностью изолированный внутренний литосборный бассейн. Через узкий проход между возвышенностями Кленовой и Адмиралтейства она соединяется со впадиной Альбанова, а с Медвежинским желобом - через желоб Персея. Несмотря на большие глубины в нем, обмен осадками все же затруднен, так, дно желоба Персея состоит из нескольких ванн, разделенных перемычками, то есть из серии «ловушек». Со всеми окружающими ее возвышенностями Центральная впадина имеет общие склоны высотой до 150-200 м, сверху четко ограниченные бровками, а снизу - вогнутыми перегибами (см. рис.1).

Плоское и на значительном протяжении узкое днище впадины несколько смещено относительно оси впадины на северо-запад.

Новоземельская и Юго-Западная области отличаются от других областей внутришельфовой провинции тем, что входящие в них орографические формы отчетливо линейные и образуют систему, состоящую из узких желобов и сопряженных с ними возвышенностей. Обе области представляют собой сложные пороги. Новоземельская разделяет внутришельфовые литосборные бассейны Баренцева и Карского морей, а Юго-Западная область отчленяет бассейн Центральной впадины от потока осадков, поступающих с Балтийского щита. Обе рассматриваемые области наряду с частично замкнутыми и нейтральными образованиями включают в себя полностью замкнутые отрицательные формы, такие, как впадина Дьюпренна и Южно-Новоземельский желоб, являющиеся самостоятельными внутришельфовыми литосборными бассейнами.

«Мелководная» провинция является лишь относительно мелководной на фоне значительно преуглубленных окраинно- и внутришельфовой провинций. Глубины до 100 м в ее пределах для других морей восточного сектора Арктического шельфа оцениваются как значительные. Граничащий с Центральной низменной областью Юго-Восточный порог может быть отнесен и к ней, так как заметно отличается контрастностью рельефа, однако по глубинам он тяготеет к Канинско-Печорской области. Если Канинская и Печорская ступени практически не создают препятствий для нисходящего литодинамического потока, то Юго-Восточный порог играет для него роль барьера, проходы в котором составляют глубоко врезаемые желоба V-образного профиля. При этом материал с Печорской ступени поступает во впадины Южно-Новоземельскую и Центральную, с Канинской ступени - в Кольский желоб и далее во впадину Дьюпренна. Таким образом, он должен полностью улавливаться на внутреннем шельфе. Изменения в эту картину может внести только перенос вещества течениями и льдами, который в будущем также будет проанализирован.

Комплект, состоящий из карты морфологического строения поверхности морского дна и построенной на ее базе карты геоморфологического районирования с показом крупных орографических форм, был использован в качестве основы для изучения распределения литогеохимических типов донных осадков, распространения донной биоты, распределения органического

углерода и тяжелых металлов в донных осадках. Уже самый первый опыт такого исследования показал обоснованность и перспективность используемого подхода и привел к выводу, что круг возможного применения указанных карт в практике геоэкологических исследований может быть расширен.

Литература

Арчегов В.Б., Горный В.И., Зинченко А.Г. Тимано-Печорская НПП: сопоставление параметров нефтегазоносности с картами рельефа и температуры земной поверхности // Тез. докл. 2 Межд. конф. "Поиски, разведка и добыча нефти и газа в Тимано-Печорском бассейне и Баренцевом море". 24-28 июня 1996. СПб.: ВНИГРИ. 1996. С.63.

Дибнер В.Д. Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л.: Недра. 1978. 211с.

Зинченко А.Г. Дискретизация земной поверхности на циркумполярной геоморфологической карте Арктики масштаба 1:6 000 000 // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб.: ВНИИОкеангеология. 1996_а. С.7-15.

Зинченко А.Г. Опыт морфологического картографирования шельфов и прилегающей суши с целью выявления их новейшей разломно-блоковой структуры // Неотектоника и современная геодинамика континентов и океанов. М. 1996_б. С.50-52.

Ласточкин А.Н. Методы морского геоморфологического картографирования. Л.: Недра. 1982. 270 с.

Ласточкин А.Н. Рельеф земной поверхности. Л.: Недра. 1991. 340 с.

Основы геоэкологии. В.Г. Морачевский - ред. СПб.: СПб. ун-т. 1994. 352 с.

Самойлович Ю.Г., Казан Л.Я., Иванова Л.В. Четвертичные отложения Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН. 1993. 73 с.

For the purposes of landscape - geoecological studies, a special geomorphologic zoning of the Barents Sea shelf has been conducted on the basis of an original geomorphological map compiled on the morphological principle.

Ссылка на статью:



Зинченко А.Г. Геоморфологическая основа комплексных ландшафтно-геоэкологических исследований Баренцева моря. // Опыт системных океанологических исследований в Арктике. Сборник научных статей. Москва, Научн. Мир, 2001, с. 476-481.