

ГЕОМОРФОЛОГИЯ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Геоморфология баренцевоморского шельфа в целом освещена в ряде советских и зарубежных работ [1—10], однако прибрежный шельф северного побережья Кольского полуострова остается малоизученным районом Баренцева моря. Литолого-геоморфологические исследования, проведенные Полярным институтом (ПИРО) в 1978—1984 гг. на основе применения комплексной методики, включавшей площадное эхолотирование, грунтовую съемку, подводное фотографирование дна, визуальные наблюдения в легководолазном снаряжении и анализ новых картографических материалов в сопоставлении с геолого-геофизическими данными [11—14], дают возможность выявить особенности рельефа прибрежного шельфа.

Современный рельеф Кольского полуострова сформирован под влиянием процессов ледниковой экзарации в четвертичное время и предопределен в береговой зоне главным образом тектоническими линиями сбросов северо-западного и северо-восточного простирания [15]. Побережье полуострова характеризуется холмисто-блоковым рельефом [16], типичными чертами которого являются сглаженные положительные формы, широкие долины и депрессии с расположенными в них речными системами и озерами, трогообразные долины, разработанные ледником в зонах древних дислокаций. Берега полуострова относятся к фиордовому типу. Фиорды Кольского полуострова, выработанные в устойчивых породах, характеризуются северо-западным простиранием, крутыми берегами, наличием подводных террас и порогов [17].

В северной береговой зоне полуострова аккумулятивные формы рельефа морского происхождения развиты слабо. Они прослеживаются лишь в наиболее крупных губах и связанных с ними речных долинах. В открытой части побережья морская абразия преобладает над аккумуляцией, что подтверждается отсутствием пляжей и других аккумулятивных образований.

История формирования современного побережья и прилегающего шельфа неразрывно связана с оледенениями севера Европы, и в частности с плейстоценовым оледенением Кольского полуострова. В настоящее время границы максимального (рисского, днепровского) и последнего (валдайского, вюрмского) материковых оледенений на севере Европы восстановлены довольно детально, однако в пределах баренцево-морского шельфа на всех схемах эти границы крайне гипотетичны [3, 18—20]. В работах Г. Г. Матишова [5, 21] детально рассмотрены проблема плейстоценового оледенения баренцевоморского шельфа и история формирования гляциального рельефа дна Баренцева моря.

По схеме морфоструктурного районирования шельфа Баренцева моря [6] прибрежный шельф Кольского полуострова относится к областям распространения цокольных денудационно-экзарационных равнин и структурно-денудационных плато, ограниченных с севера аккумулятивной низменностью. Особенностью морфоструктурного плана региона является наличие в его пределах зоны тектонического контакта между щитом и осадочным чехлом, выраженной в морфологии дна структурной грядой (линия Карпинского), сложенной архейскими и рифейскими породами.

Наблюдения, проведенные В. Д. Дибнером и др. [22] из гидростата «Север-1», позволили описать отдельные участки гряды и сопоставить ее с аналогичными мезоформами денудационно-тектонического рельефа прилегающей суши. В. И. Гуревичем и др. [23] по данным звуковой геолокации в пределах гряды выделена граница сочленения пород архея и рифея. На основании анализа эхограмм, профилей дна и картографи-

ческих построений нами уточнены положения и ряд морфометрических характеристик указанной морфоструктуры.

Структурная гряда простирается вдоль северного побережья Кольского полуострова в запад-северо-западном направлении на удалении 5 миль от берега и на севере ограничена Кольским грабеном-прогибом, выделенным В. Д. Дибнером [7]. В плане гряда характеризуется четкими линейными формами, ее гребень прослеживается на глубине 75 м, подошва на глубинах 170—175 м, высота гряды 75—125 м, ширина основания 1,2—1,8 мили, длина 17 миль. В поперечном сечении гряда асимметрична, угол падения склона, обращенного к побережью, достигает 10°. Вершинная поверхность гряды покрыта неравномерным плащом валунов и осложнена экзарационно-эрозионными формами в виде мелких бугров и холмов.

Цокольные денудационно-экзарационные равнины развиты на докембрийском фундаменте и на моноклинально залегающих верхнепротерозойских, палеозойских, мезозойских и кайнозойских породах, слагающих платформенный чехол [7]. Структурно-денудационные плато занимают полуостров Рыбачий, Средний, Варангер, о-в Кильдин; на прибрежном шельфе на глубине 110—140 м расположено Рыбачье плато. Склоны плато ограничены сбросами северо-западного простирания. Южная часть аккумулятивной низменности Баренцева моря, развитой в пределах синеклизы с мощным осадочным чехлом [6], захватывает самую северную зону прибрежного шельфа. На юго-востоке прибрежный шельф ограничивается тектоническим разломом северо-восточного простирания, протягивающимся вплоть до островов Новая Земля.

Морфоструктуры прибрежного шельфа осложнены специфическим гляциальным рельефом, формирование которого связано с четвертичным этапом развития шельфа.

В результате интерпретации карт рельефа дна автором составлены схемы положительных и отрицательных форм рельефа шельфа, созданных в результате эндогенных и экзогенных процессов. В основу составления схем положен принцип выделения осевых линий гребней и тальвегов, что дало возможность представить общий план расчленения дна, сочетания элементов рельефа во взаимосвязи с донными осадками и определить важнейшие морфометрические характеристики. По признаку пространственного положения выделены две категории рельефа. К первой относятся формы подводного рельефа, расположенные субпараллельно береговой линии и характеризующиеся углами простирания 300—320°, ко второй — субперпендикулярные к ней с углами простирания 10—50°. Интерпретация морфологических особенностей подводного рельефа позволяет предположить, что выделенные категории положительных и отрицательных форм рельефа прибрежного шельфа, выраженные в виде комплексов гряд, холмов, ложбин, впадин, маркируют положение тектонических нарушений.

В общем плане поверхности прибрежного шельфа отрицательные формы рельефа преобладают на северо-западе и северо-востоке шельфа, положительные — в южной части, в центральной части количество положительных и отрицательных форм рельефа практически равно.

Степень расчленения и распределения положительных и отрицательных форм рельефа прибрежного шельфа не случайна и находится в прямой зависимости от тектонического плана шельфа и современных процессов экзогенного рельефообразования. По положению и ориентировке выделены три группы положительных форм рельефа различного порядка: 1 — расположенные субпараллельно кромке шельфа, представленные в виде гряд и холмов протяженностью до 16 миль; 2 — расположенные субперпендикулярно подводным повышениям первой группы, морфологически они представлены в виде валообразных повышений, отдельных холмов, размытых гряд; 3 — примыкающие к выступам и мысам полуострова и островов в прибрежной зоне, они контролируются подводными продолжениями геологических структур суши, сnivelированных ледниками и частично отпрепарированных абразией.

В результате анализа уклонов поверхности прибрежного шельфа выделены четыре зоны.

1. Зона крутосклонных поверхностей дна (уклоны более 3°), охватывает в основном подводный береговой склон Кольского полуострова и южный склон о-ва Кильдин, ширина и глубина зоны составляет соответственно 1—5 миль и 25—125 м. Ее внешней границей является 80-метровая изобата. Зона характеризуется повышенной степенью расчленения, глубина которого достигает 50 м, и наибольшим разнообразием форм рельефа.

2. Зона поверхностей дна с уклонами в пределах $1—3^\circ$. Относящиеся к ней участки приурочены в основном к склонам крупных понижений рельефа в центральной и восточной зонах прибрежного шельфа, степень расчленения поверхности дна значительна, глубина врезов достигает 10—50 м.

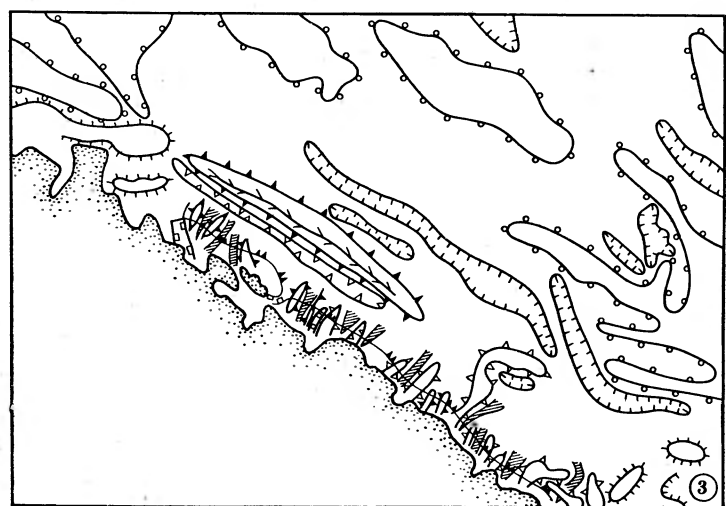
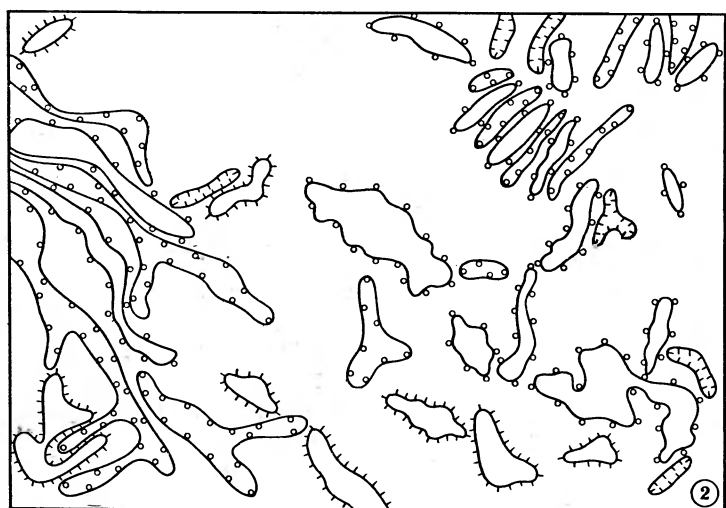
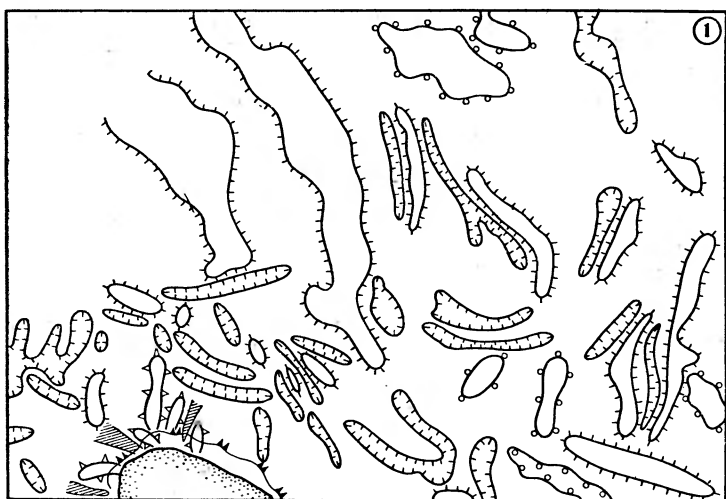
3. Зона слабонаклонных поверхностей дна — уклоны варьируют в пределах $30'—1^\circ$; занимает северное побережье о-ва Кильдин, охватывает центральную и юго-восточную часть региона и представляет переход от подводного берегового склона к основной части шельфа района с постепенным уменьшением уклонов дна до $30'$; глубина расчленения поверхности дна незначительна — 5—10 м; зона характеризуется наличием крупных форм — холмов, гряд, долин.

4. Зона пологонаклонных и субгоризонтальных поверхностей дна — уклоны $30'$ и менее, занимает основную часть прибрежного шельфа. Расчленение дна незначительно, глубина врезов около 5 м. В ее пределах развиты относительно крупные формы: валы, гряды с пологими склонами и подводные долины, слабо выраженные в рельефе дна. В целом зона характеризуется выравниванием подводного рельефа за счет процессов осадконакопления.

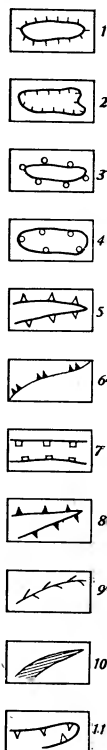
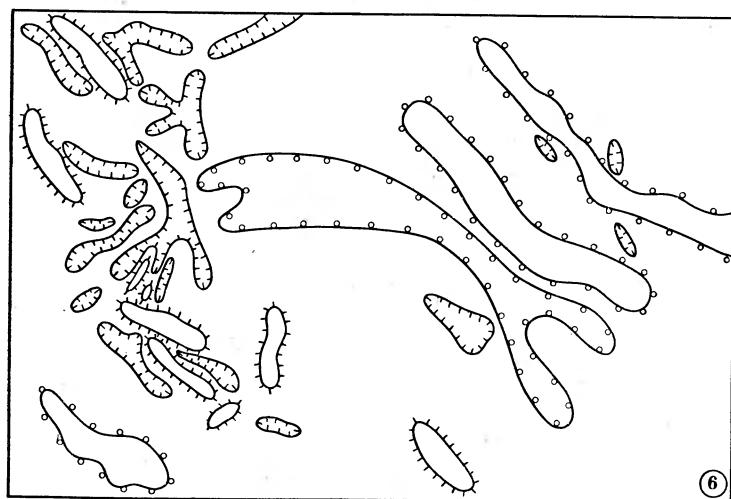
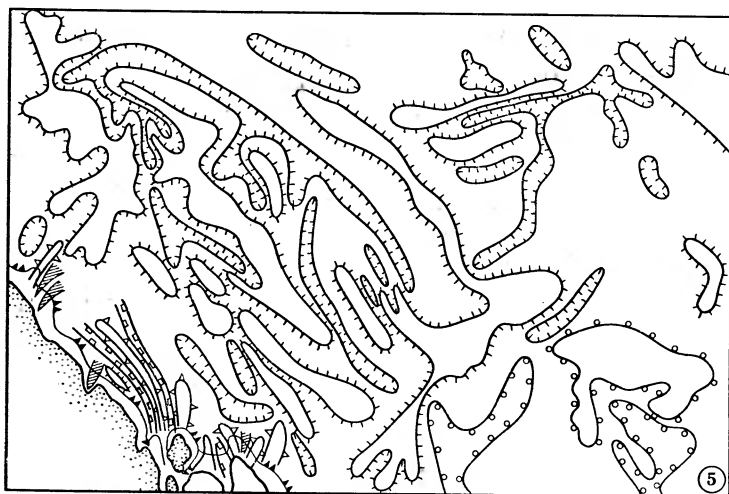
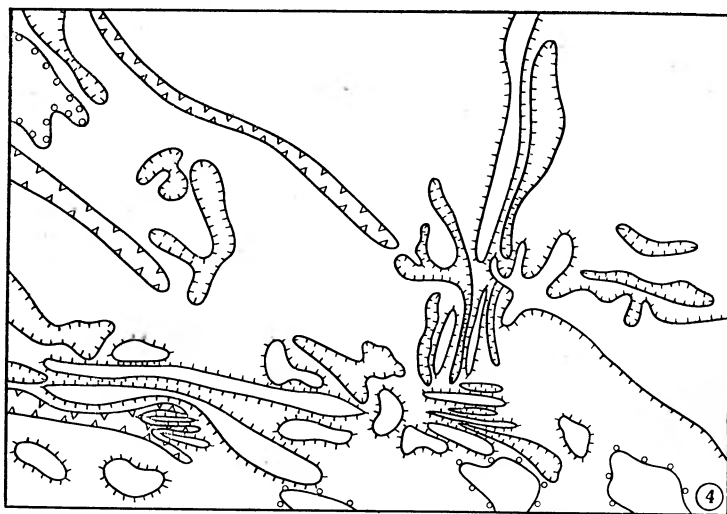
В результате всестороннего анализа выделенных форм рельефа различных таксономических рангов была составлена схема морфогенетических типов рельефа прибрежного шельфа (рисунок).

Береговые морфоструктуры продолжают на дне, как показал эхолотный промер, до глубин 20—50 м и на удалении от береговой линии в среднем на 1 милю. В зоне глубин до 50 м, прилегающей к северному побережью Кольского полуострова, развита денудационно-экзарационная равнина с реликтовым субаэральным и субаквальным рельефом. В этой части прибрежного шельфа наиболее ярко проявилась экзарационная деятельность выводных ледников Кольского полуострова. Благодаря многочисленным трещинам фундамента и незначительной мощности покрова рыхлых отложений в пределах этой части шельфа четко выражены структурно-денудационные и денудационные поверхности кристаллических пород фундамента полуострова. Особенно характерны структурно-денудационные удлиненные гряды и холмы, являющиеся подводным продолжением холмисто-блокового рельефа береговой зоны. Часто это серия узких (0,1—0,8 мили) длинных (0,5—4 мили) параллельных асимметричных гряд высотой 30—60 м. Гряды характеризуются прямолинейностью и прослеживаются до глубины 100 м. Поверхность гряд осложнена густой сетью небольших эрозионных долин и ложбин. Уклоны их вершинных поверхностей по простиранию варьируют в пределах $10'—10^\circ$, падение склонов до 45° . Гряды находятся в зоне современного активного ветрового волнения, действующего в комплексе с постоянными и периодическими (приливо-отливными) течениями. В прибрежной части полуострова фрагментарно отмечается стрендфлет, представленный сглаженными структурными грядами и отдельными скалами и холмами («бараньи лбы»).

Литологическая неоднородность и трещиноватость пород прибрежного шельфа способствовали его экзарационному расчленению и обусловили развитие густой сети структурно-экзарационных долин, расчленяющих побережье и продолжающихся на шельфе. Каньонообразные долины шириной от 0,2 до 0,4 мили с крутыми нерасчлененными симметричными бортами начинаются в основном в береговой зоне в мелких



заливах и бухтах. Их средняя длина 1—6 миль, они прослеживаются на дне до 200-метровой глубины на севере региона и до 100-метровой на востоке. Глубина вреза достигает 50—100 м и более. Общие уклоны тальвегов колеблются в пределах 1—10°, крутизна бортов до 40°. В низовьях долины расширяются, приобретая U-образную форму.



Схемы морфогенетических типов рельефа шельфа

1 — моренные гряды, 2 — межгрядовые эрозионно-тектонические долины, 3 — моренные пологоволнистые холмы, 4 — межгрядовые эрозионные ложбины, 5 — структурно-денудационно-экзарационные гряды подводного берегового склона, 6 — граница структурных уступов с абразионно-эрозионными поверхностями, 7 — троговые и трогообразные долины, 8 — структурная гряда (линия Карпинского), 9 — гребень структурной гряды, 10 — структурно-экзарационные долины, 11 — структурно-эрозионные долины

Прибрежный шельф расчленен глубокими троговыми долинами, которые являются прямым продолжением фиордов Кольского полуострова. Это крупные долины, рассекающие подводный береговой склон и узкую полосу шельфа на глубинах от 45 до 80—100 м. Их длина от 4 до 15 миль, ширина 0,4—0,9 миль, относительная глубина 50—200 м. Крутизна склонов трогов 1—5°, однако на уступах достигает 25°. Общие уклоны тальвегов варьируют в пределах 30'—2°. В устьях троговых долин, в основном на севере региона, характерны пороги-ригели. Дно долин нередко осложнено мелкобугристым рельефом; трог, как правило, замыкается узкими асимметричными грядами.

Основными формами гляциальной морфоскульптуры являются здесь гряды и холмы. Гряды дугообразны в плане, вытянуты субпараллельно берегу на 5—25 миль и характеризуются асимметричными склонами. Крутизна склонов, обращенных к берегу, достигает 10—30°. Строение этих форм позволяет считать их конечно-моренными образованиями позднечетвертичного оледенения. Ранее это отмечали в своих работах Д. Г. Панов [2], М. В. Кленова [3], Х. Хольтедаль [8] и др. Г. Г. Матишов [5] выделил моренные комплексы шельфа и осветил историю их образования.

Конечно-моренные гряды прибрежного шельфа Кольского полуострова распространены по всему региону и имеют в основном северо-восточное и северо-западное простирание. Их морфологический облик, положение и распространение создают определенный тип гляциального рельефа.

Моренные гряды различны по своим морфометрическим характеристикам. Их вершины находятся на глубинах 60—120 м, подошва — на 140—270 м. Средние размеры гряд: высота 40—100 м, ширина основания 0,5—1,5 мили, длина 1—25 миль. Уклоны поверхностей гребней по простиранию колеблются в пределах 2'—3°, уклоны южных склонов гряд, обращенные к побережью Кольского полуострова, варьируют в пределах 1—45°, северные — 20'—5°. Вершины гряд в большинстве случаев представляют собой мелкобугристые поверхности, на которых выделяются пятна крупнозернистых песков, гравийно-галечные отложения и скопления окатанных валунов, в некоторых случаях, возможно, есть и выходы на поверхность гряд кристаллического основания. Каменный материал представлен изверженными, метаморфическими и реже осадочными породами, характерными для прилегающего побережья Кольского полуострова. На склонах гряд под слоем голоценовых алевроитовых осадков мощностью 0,1—1,0 м залегают голубовато-серые ледниковые валунные глины [5].

На расстоянии 10—40 миль от берега расположена зона моренных, дугообразных в плане холмов. Они отличаются пологими, относительно асимметричными склонами и разделены ложбинами и плоскодонными долинами. Моренные холмы находятся на глубинах от 100 до 200 м. Их основные характеристики: длина 2—15 миль, ширина 1—3 мили, вершины прослеживаются на глубинах 60—150 м. Уклоны вершинных поверхностей по простиранию колеблются в пределах 3'—1°, падение склонов 12'—3°. Донные осадки представлены алевроитами, песками, гравием, галькой, валунами. Наиболее ярко моренный холмисто-грядовый рельеф выражен на северо-западе и юго-востоке прибрежного шельфа. В первом районе развиты холмы и гряды длиной 12—15 миль, высотой 60—70 м и шириной 1—1,5 мили. Уклоны их поверхности по простиранию незначительны и в среднем составляют 5'. Во втором районе встречены крупные моренные образования. Так, в 15 милях к северо-востоку от мыса Святой Нос выявлены две крупные моренные формы на глубинах до 75 м. Их длина 18—20 миль, ширина 2 мили. При тралениях на их бугристых поверхностях попадают валуны диаметром 1,5—2 м.

Холмисто-грядовый рельеф прибрежного шельфа осложняется крупными эрозионно-тектоническими и эрозионными долинами, мелкими ложбинами или западинами. Эрозионно-тектонические подводные долины связаны в основном с разломами, секущими прибрежную окраину Кольского полуострова. Поперечный профиль наиболее узких долин V-

образный, широких U-образный. Они имеют относительную глубину от 50—200 до 300 м, длину от 2—5 до 15—20 миль и ширину 0,2—1,5 миль. Уклоны тальвегов варьируют в пределах 30'—3°, уклоны бортов долин колеблются до 5°. Долины характеризуются прямолинейностью и отсутствием боковых притоков.

Среди моренных гряд и холмов, образующих обширные массивы, располагаются широкие пологоволнистые долинообразные понижения, покрытые тонким (0,5—1,0 м) слоем современных осадков. Подобные формы прослеживаются на глубинах от 75 до 220 м, их длина около 20 миль, ширина 0,5—3,5 мили, уклон тальвегов варьирует в пределах 4—10', уклоны бортов составляют 10—30'.

В самой северной части центрального района описываемого шельфа выделяются узкие V-образные долины, которые характеризуются субпараллельным простираем и большими линейными размерами. Эти долины залегают на глубинах 120—240 м, их длина 20—28 миль, ширина 0,3—0,8 миль, уклоны тальвегов колеблются в пределах 4—30', склонов — в пределах 20'—5°. Возможно, долины имеют структурную обусловленность и формировались в результате эрозионных процессов.

Таким образом, на прибрежном шельфе Кольского полуострова развит хорошо сохранившийся холмисто-грядовый рельеф последней, максимальной стадии валдайского оледенения. Широкое развитие гляциального рельефа на общем фоне крупных, тектонически предопределенных морфоструктур морского дна определяет в целом топографию прибрежного шельфа. В условиях сложно расчлененного рельефа шельфа может создаваться своеобразная региональная и локальная гидродинамическая обстановка. С этими факторами связано в основном распределение очагов размыва и аккумуляции осадочного материала, что в свою очередь может создавать благоприятные условия для развития морских биоценозов и формирования биопродуктивных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкович В. П. Типы и генезис рельефа дна морей Европейской части СССР//Изв. АН СССР. Сер. географ.-геофиз. 1938. № 4. С. 113.
2. Панов Д. Г. Геологическая структура Баренцева моря в связи с морфологией его берегов//Уч. зап. МГУ. Сер. геогр. 1941. Вып. 48. С. 582.
3. Кленова М. В. Геология Баренцева моря. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 367 с.
4. Такки Д. Ф., Буйволенко Е. В. Морфоструктурная карта юго-восточной части Баренцева моря//Океанология. 1976. Т. 16. Вып. 4. С. 639.
5. Матишов Г. Г. Геоморфология дна и проблема плейстоценового оледенения баренцево-морского шельфа//Геоморфология. 1977. № 2. С. 91.
6. Матишов Г. Г., Рвачев В. Д., Касабов Р. В., Ванюхин Б. И. Основные черты геоморфологии дна и осадочного покрова юго-восточной части Баренцева моря//Океанологические исследования морей Северного бассейна. Тр. ПИНРО. Мурманск, 1979. Вып. 42. С. 5.
7. Дибнер В. Д. Морфоструктура шельфа Баренцева моря//Тр. НИИГА. Л.: Недра, 1978. Т. 185. 211 с.
8. Хольтедаль Х. Некоторые вопросы геологии и геоморфологии гляциальных шельфов//Рельеф и геология дна океанов. М.: Прогресс, 1964. С. 171.
9. Sundvor F. Thickness and distribution of sedimentary rocks in the southern Barents Sea//Norg. Geol. unders. 1975. V. 29. № 316. P. 237.
10. Houtz R., Windish C. Barents Sea continental margin Sonarbuoy data//Bull. Geol. Soc. America, 1977. V. 88. № 7. P. 1030.
11. Ершов Ю. П., Красильщиков А. А., Волк В. Э., Шимарев В. Н. Геотектоническая характеристика южной части баренцево-морского шельфа//Геотектонические предпосылки к поискам полезных ископаемых на шельфе Северного Ледовитого океана. Л.: Изд-во НИИГА, 1974. С. 34.
12. Макиевский С. И., Гуревич В. И., Николаева К. А., Яковлева Т. В. К вопросу о геологическом строении дна Белого моря и шельфа южной части Баренцева моря//Географические аспекты проблемы осадкообразования в бассейнах Баренцева и Белого морей. Л.: Изд. Геогр. об-ва СССР, 1974. С. 15.
13. Волк В. Э., Ершов Ю. П., Малявкин А. М. Палеоорогенная область Баренцево-Кольского региона//Проблемы геофизических исследований полярных областей Земли. Л.: Изд. НИИГА, 1977. С. 7.
14. Верба М. Л. Основные черты тектонического строения верхней части осадочного чехла баренцево-морского шельфа//Геолого-геофизические исследования в Баренцево-Карском регионе. Л.: Изд. НИИГА, 1979. С. 13.

15. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 234 с.
16. Никонов А. А. Краевые образования и характер сокращения последнего ледникового покрова на северо-западе Кольского полуострова//Тр. Комиссии по изучению четвертичного периода СССР. М., 1963. Т. 21. С. 164.
17. Каплин П. А. Фиордовые побережья Советского Союза. М.: Изд-во АН СССР, 1962, 187 с.
18. Гросвальд М. Г. Оледенение Баренцева шельфа в позднем плейстоцене и голоцене (основные положения)//Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения. Вып. 13. М.: Наука, 1967. С. 89.
19. Дибнер В. Д. «Древние глины» и рельеф Баренцево-Карского шельфа — прямые доказательства его покровного оледенения в плейстоцене//Проблемы полярной географии. Л.: Недра, 1968. С. 118.
20. Блажчишин А. И., Линькова Т. И. О плейстоценовом оледенении Баренцева моря//Докл. АН СССР. 1977. Т. 236. № 3. С. 696.
21. Матишов Г. Г. О характере плейстоценового оледенения Баренцева моря//Докл. АН СССР. 1977. Т. 232. № 1. С. 184.
22. Дибнер В. Д., Котенев Б. Н., Заферман М. Л. Геолого-геоморфологические наблюдения дна Баренцева моря из гидростата «Север-1»//Геология моря. Л.: Изд. НИИГА, 1971. Вып. 1. С. 140.
23. Гуревич В. И., Гимпельсон И. А., Макиевский С. И. К установлению линии Карпинского (по данным звуковой геолокации)//Докл. АН СССР. 1972. Т. 205. № 2. С. 422.

ПИНРО

Поступила в редакцию
6.XII.1985

GEOMORPHOLOGY OF THE BARENTS SEA SHELF OF THE KOLA PENINSULA

SOROKIN A. L.

Summary

Geomorphological and geophysical studies reveal a complicated structure of the near-shore shelf of the Kola Peninsula, structural and geomorphic uniformity of the shelf and coastal structures being well pronounced. Recent topography of the shelf and its morpho-sculptural appearance are due to evolution of the last glaciation landforms under conditions of postglacial marine transgression.

УДК 551.4.07(571.51)

ЧЕХА В. П.

РЕЧНАЯ СЕТЬ ЮЖНО-ЕНИСЕЙСКОГО РАЙОНА (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ) В МЕЛУ И ПАЛЕОГЕНЕ

В 20—40-е годы нашего столетия исследователи Енисейского кряжа (Е. Н. Щукина, И. В. Молчанов, С. Г. Мирчинк, А. И. Григорьева и др.) отмечали наличие древнеаллювиальных отложений третичного (?) возраста в бассейнах рек Большая Мурожная, Рыбная, Удереи. По соотношению аллювия с положением современной речной сети предполагалось наличие определенных перестроек. Развития эта идея не получила. Позже, при изучении речных долин района как основных объектов эксплуатации россыпей [1] и при составлении геоморфологической карты кряжа [2], был сделан вывод, что глубоких перестроек речной сети не было, а отдельные фрагменты древних долин неогенового (?) возраста фиксируют наличие локальных перехватов в верховьях водотоков. Выводы основывались на ограниченных материалах (особенно в отношении древних сложно построенных россыпей), данных старых приисковых разведок. В настоящей статье приводятся данные, указывающие на значительные перестройки речной сети, существенно повлиявшие на размещение золотороссыпных месторождений.