

*В.Д. Дибнер*

## НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ КОНТУРЫ РЕЛЬЕФА АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА ЕВРАЗИИ

Многочисленные измерения глубин Северного Ледовитого океана и арктических морей, выполненные дрейфующими станциями и высокоширотными воздушными экспедициями Арктического и антарктического института в предыдущие десятилетия, коренным образом изменили взгляды на рельеф и геологическое строение Арктического бассейна. В этот же период в связи с многолетними промерными работами Гидрографического предприятия Главсевморпути и Полярного института океанографии и морского рыбного хозяйства появились материалы, которые позволили автору совместно с картографом Н.Д. Шургаевой составить новую геоморфологическую карту Арктического шельфа Евразии. Завершение этой работы позволило прежде всего выявить главнейшие тектономорфные черты рельефа этой наибольшей по площади материковой отмели северного полушария.

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ ГРАНИЦЫ ШЕЛЬФА

Арктический шельф Евразии имеет наибольшую ширину на западной окраине, где на меридиане Мезенской губы он достигает 1700 км. Западной границей шельфа является меридиональный материковый склон (300-1500 м), спускающийся к океаническим глубинам Гренландского и Норвежского морей. Параллельно этому Норвежско-Шпицбергенскому склону на Западном Шпицбергене протягивается ряд субмеридиональных сбросов [*Holtedah, 1936, Orvin, 1940*]. Здесь же и в прилетающей части Гренландского моря располагаются многочисленные эпицентры глубоководных землетрясений силой до 5-7 баллов и более [*Токарев, 1957; 1959*].

На севере и северо-востоке Баренцево-Карский шельф обрывается (200-2500 м) к еще большим глубинам котловины Нансена. Эта часть материкового склона морфологически продолжается внутри самого шельфа в виде невысокого, но четкого уступа, прослеживающегося на юго-восток вплоть до северо-восточной оконечности дельты р. Лены. Этот уступ параллелен, а местами и совпадает с известной зоной эпицентров глубоководных землетрясений, простирающейся от Верхоянского хребта вглубь котловины Нансена - вдоль по безымянному, подводному хребту [*Гаккель, 1960*] - до смыкания в районе о. Шпицбергена и Гренландского моря с упомянутой меридиональной сейсмически активной зоной [*Линден, 1959*]. Таким образом, Шпицбергенско-Северо-Земельский материковый склон и уступ, являющийся его продолжением в юго-восточном направлении, как бы «подсекают» восточную часть Арктического шельфа, что доказывает ее относительную древность.

Восточная лаптево-чукотская часть шельфа уже западной более чем в 2 раза (400-800 км против 1000-1700 км), значительно мелководнее и отличается по геологическому строению, неотектонике и палеогеографии. Здесь, между меридианами восточной оконечности о. Таймыра и оси подводного хребта Ломоносова, материковый склон обуславливает перепад глубин от 100 до 3000 м; восточнее - вплоть до меридиана Берингова пролива - материковый склон все больше и больше выполаживается вместе с уменьшением глубины его подошвы (до 2500 м - в котловине Макарова и до 1500 м - в котловине Боффорта). Таким образом, наблюдается одновременное прогрессивное уменьшение глубин шельфовых морей и прилегающих частей океанических котловин с запада на восток (от 300 до 100 м и от 3000 до 1500 м соответственно).

## ДВЕ СИСТЕМЫ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

До недавнего времени пренебрежение данными по рельефу морского дна приводило к тому, что за пределами суши различные морфотектонические линии намечались весьма произвольно. Не учитывались даже такие существенные геоморфологические границы, как очертания материковых и прибрежных отмелей, вместо которых бралась далеко не всегда тектонически предопределенная конфигурация берегов [Апродов, 1956]. В то же время детальное изучение рельефа морского дна и островов шельфа показывает очень широкое развитие разрывных нарушений. Последние выражаются в подводном рельефе в виде прямолинейных крутых уступов, которые во многих случаях ложатся на продолжение установленных по геологическим данным, а зачастую и геоморфологически выраженных нарушений близлежащей суши.

Наиболее ярко проявляется система широтно-меридиональных (в основном меридиональных) разрывных нарушений, предопределивших неотектоническое расчленение шельфа особенно в его баренцево-карской части на ряд блоков, частью опущенных, а частью приподнятых над его ложем. Некоторые из этих блоков были намечены впервые уже на геоморфологической карте Карского моря, составленной В.Т. Мартыновым в 1958 г. Здесь с запада на восток наблюдаются следующие меридионально вытянутые поднятия (рис. 1):

1. *Шпицбергенско - Медвежинское мелководье* и располагающиеся к югу от него мелководья, тяготеющие к Северной Норвегии;

2. Блок, включающий: *архипелаг Земли Франца-Иосифа* (с подводным цоколем) - 2Г; *пролив (порог) Шиллинга* - 2Д; *Новую Землю*, с прилегающими с северо-запада мелководьями - 2Е;

3. *Центральную Карскую возвышенность*;

4. *Северную Землю* (с подводным цоколем).

Крупными меридиональными поднятиями лаптево-чукотской части шельфа являются:

5. Поднятие в районе *Новосибирских островов*, которое вместе с тяготеющими к нему мелководьями образует шельфовое продолжение океанического хребта Ломоносова. В районе о-вов Анжу это поднятие представляет собой, в свою очередь, целую систему меридиональных горстов и грабенов второго порядка.

6. Поднятие в районе о. Врангеля.

Относительно приподнятые блоки первого порядка, над которыми глубины обычно не превышают 50-150 м (в западной части шельфа), чередуются с относительно опущенными блоками-желобами. К ним при рассмотрении с запада на восток относятся (см. рис. 1):

1. Меридиональный участок *Западного желоба* (глубины до 600 м);

2. *Желоб Франц-Виктория* (300-400 м);

3. *Желоб Святой Анны* (500-700 м);

4. *Желоб Воронина* (300-400 м).

Сбросы, ограничивающие эти желоба и поднятия, следует рассматривать как единую в генетическом и возрастном отношении систему, взаимосвязанную, видимо, с глубинным разломом Баренцево-Карского материкового склона. Наиболее протяженным, четко очерченным и глубоким является желоб Святой Анны, который является самой яркой морфоструктурой разрывного происхождения на всем Арктическом шельфе Евразии.

5. В восточной части шельфа можно выделить лишь один очень узкий (меридиональный) желоб - Чукотский, расположенный к северу от Чукотской горной страны, которая известна повышенной сейсмичностью, связанной с современными блоковыми движениями и вулканизмом.

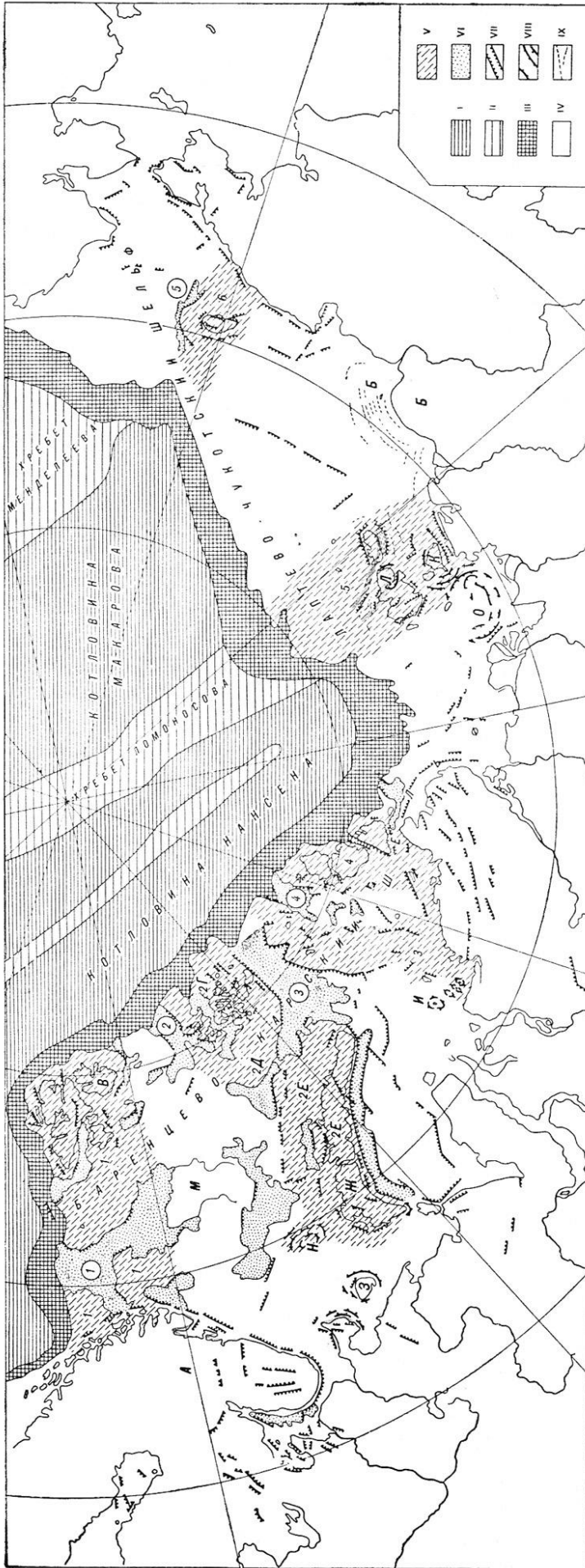


Рис. 1. Неотектонические особенности рельефа шельфа Евразии.

*I* — дно океанических котловин; *II* — подводные хребты; *III* — континентальный склон; *IV* — северная периферия Евразии и ложе ее шельфа; *V* — меридиональные поднятия; *VI* — дница рассекающих шельф региональных тектонических нарушений; *VII* — подножья депрессий-желобов; *VIII* — подножья склонов и очень крутые склоны, совпадающие с линиями тектонических нарушений; *VIII* — шарниры куполообразно и мультисегментно изогнутых поверхностей; *IX* — подводные валы, маркирующие распространение складок позднеалеогенового возраста.

Меридиональные поднятия: *I* — Шпицбергенско-Медвежинское и Северо-Норвежское мелководья; *2* — блок, включающий Землю Франца Иосифа (*2Г*), порог Шиллинга (*2Д*) и Новую Землю с ее мелководьями (*2Е*); *3* — Центральная Карская возвышенность; *4* — Северная Земля; *5* — поднятие в районе Новосибирских островов; *6* — поднятие в районе о. Врангеля.

Меридиональные (и широтные) опускания — желоба (арабские цифры в кружках): *1* — Западный желоб; *2* — желоб Франц-Виктория; *3* — желоб Святой Анны; *4* — желоб Воронина; *5* — Чукотский желоб.

Сводобразные поднятия: *A* — Колский полуостров — Финмаркен; *B* — Северо-Восточная Земля; *2Г* — Земля Франца Иосифа; *Ж* — Новая Земля; *3* — о. Колгуев; *И* — о. Свердлова; *К* — о. Седлецкий; *Л* — о. Большой Ляховский; *M* — Центральная возвышенность Баренцева моря; *H* — Гусиная банка; *O* — Янское поднятие.

Из числа широтных депрессий на всем шельфе отчетливо выделяется только основной рукав Западного желоба, в котором вблизи Шпицбергенско-Норвежского материкового склона наблюдаются наибольшие глубины Баренцева моря - около 600 м.

Вторая - более древняя - система диагональных (северо-западных и северо-восточных) дислокаций обнаруживается только в пределах приподнятых блоков, так как в желобах она завуалирована процессами неволновой аккумуляции. Особенно четко диагональные дислокации проявились в подводно-надводном рельефе Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, о-вов Анжу, а также в рельефе северных побережий и прилегающих шхерных мелководий Финмаркена, Кольского полуострова, п-ова Канина и Берега Харитона Лаптева [Дибнер и др., 1959; Ермолаев, 1931; 1932; Зенкович, 1951; Спиридонов, 1959]. Диагональные, в особенности северо-западные, разломы прекрасно выражены в рельефе дна и побережья Белого моря [Животовская, 1960], где они совпадают с «сейсмогенетическими зонами» частой повторяемости короткофокусных землетрясений, а также в пределах Центральной Карской возвышенности, которая также отличается несколько повышенной сейсмичностью [Линден, 1959].

Таким образом, система диагональных разрывов, распространение и геоморфологическая роль которых уже подчеркивалась разными исследователями для многих областей земного шара [Волин, 1960], проявилась и в рельефе одной из самых больших в мире материковых отмелей.

## СВОДООБРАЗНЫЕ ПОДНЯТИЯ

Другой важной особенностью неотектонического рельефа Арктического шельфа Евразии является наличие обширных сводообразных поднятий, которые охватывают целые группы островов и полуострова с их подводными цоколями, а также значительные участки морского дна.

К изометрическим поднятиям относится эллипсообразное поднятие Кольского полуострова, переходящее в поднятие еще более широкого радиуса на Финмаркене, включая связанную с ним зону шхерного мелководья (рис. 1, А). Другое поднятие дна этого же типа образует сравнительно низменный, но почти столь же обширный «Алазейский полуостров» и распространяется на значительную часть мелководья Восточно-Сибирского моря (рис. 1, Б), где на расстоянии до 150-200 км от берега до глубины около 15-20 м наблюдаются концентрически располагающиеся подводные валы, которые мы (вслед за В.С. Ломаченковым и Ю.П. Семеновым) связываем с проявлением молодой, позднепалеогеновой складчатости. Еще лучше выражены изометрические поднятия, охватывающие Северо-Восточную Землю, о. Шпицбергена (В), Землю Франца-Иосифа (2Г) и сильно вытянутое поднятие Новой Земли (Ж) с ее подводным цоколем.

Аналогичные поднятия несколько меньшего масштаба образуют острова, расчленяемые радиальной гидросетью: Колгуев, Свердруп, Большой Ляховский, Фаддеевский (рис. 1, З, И, К, Л) и некоторые другие - с окаймляющими их абразионными платформами, а также чисто подводные поднятия Центральной возвышенности Баренцева моря (М), Гусиной банки (Н) и Янское поднятие (О) к северу от одноименного залива. На своеобразную форму и огромные размеры (около 150 км в поперечнике) Янского поднятия и окаймляющую его кольцевую депрессию впервые обратила внимание Н.Г. Загорская при составлении геоморфологической карты дна моря Лаптевых в 1959 г. Эти поднятия по периферии отчетливо окаймляются подково- или кольцеобразно расположенными компенсационными впадинами, представляющими собой один или несколько продольных, как их называет У. Хольтедаль, желобов.

Любопытно отметить, что совершенно аналогично островным дугам Тихого океана глубины компенсационных впадин арктического шельфа прямо пропорциональны высотам сопряженных с ними поднятий и, в частности, высотам морских террас. Особенно наглядно эта закономерность может быть прослежена при сравнении глубин

Новоземельской впадины с сопряженными с ними высотами горных поднятий и наивысших позднепоследледниковых террас на прилегающем восточном побережье Новой Земли. Более того, форма Новоземельской впадины почти точно повторяет поднятие самой Новой Земли.

Сводообразные поднятия шельфа являются, видимо, одновозрастными с описанными диагональными разрывами, так как последние почти нигде не выходят за пределы сводов и, следовательно, возникали в процессе их роста.

Оценивая интенсивность неотектонического расчленения шельфа в целом, следует указать на сильную раздробленность его западной - баренцево-карской части. Особенно это относится к Карскому морю, по дну которого отдельные меридиональные уступы прослеживаются на многие сотни километров за пределы желобов и находят естественное продолжение в очертаниях Ямальского полуострова, западного побережья Горного Таймыра и Гыданского залива.

Заметно слабее расчленено Баренцево море, где меридиональное и широтное нарушения тяготеют в основном к Шпицбергенско-Норвежскому материковому склону, а диагональные дизъюнкции, связанные в основном с крупными сводовыми поднятиями, отражаются почти исключительно по периферии этого моря. Отсутствие заметных перемещений отдельных блоков в центральной части Баренцева моря, очевидно, и является, как мы полагаем, главной причиной асейсмичности этой территории, отмеченной В.А. Токаревым [1957]. В лаптево-чукотской части Арктического шельфа блоковая структура рельефа проявилась только в районе Новосибирских островов и Чукотского желоба, где располагается ряд эпицентров глубокофокусных землетрясений.

#### ВОЗРАСТ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ И АРХИТЕКТОНИКА ШЕЛЬФА

Судя по фациям мезозойских и третичных отложений, развитых на островах Северной цепи: о. Шпицберген, Земле Франца-Иосифа и Северной Земле, - эти районы вплоть до четвертичного времени представляли собой области прибрежно-морского и озерно-аллювиального осадконакопления, прерывавшегося (в конце мезозоя и в кайнозое) в первых двух районах в связи с излияниями базальтов и извержениями туфогенного материала. Терригенное осадконакопление в этих районах шло за счет разрушения древней горной цепи, существовавшей где-то в районе нынешнего Шпицбергенско-Северо-Земельского материкового склона [Дибнер и др., 1961], возможно на месте выделяемого Я.Я. Гаккелем [1960] подводного безымянного хребта в котловине Нансена.

Таким образом, формирование этой части арктического материкового склона и сопряженной с ним системы меридиональных желобов (вплоть до впадины Гренландского моря) могло произойти только после закрытия прогиба, существовавшего на месте островов Северной цепи. Судя по возрасту самых молодых из откладывавшихся здесь терригенных неогеновых отложений, выявленных автором настоящей статьи на северо-востоке Земли Франца Иосифа [Дибнер, 1961], материковый склон и одновозрастные ему меридиональные и широтные тектонические склоны на шельфе сформировались в конце неогена или в начале антропогена. На такую датировку указывают еще и следующие обстоятельства.

Во-первых, материковый склон к северу от о. Шпицбергена срезает субмеридиональные складчатые структуры, в которых участвуют палеоцен-эоценовые отложения. Во-вторых, дно одного из субмеридиональных грабенов о. Шпицбергена, образующего депрессию пролива Форландсундет, сложено толщей песчаников и конгломератов мощностью около 3000 м. Харланд [Harland, 1961] считает, что эти молассоподобные отложения, фиксирующие время последних серьезных подвижек по субмеридиональным разломам, возникли после отложения палеоцен-эоценовых отложений Западного Шпицбергена, смятия их альпийской складчатостью и регионального поднятия и размыва территории. С другой стороны, субмеридиональные (и



субширотные) депрессии о. Шпицбергена образовались безусловно до оледенения, так как на их бортах имеются следы обработки долинными ледниками, которые наиболее эффективно должны были проявиться в начальную горно-долинную фазу четвертичного оледенения - до того как эти острова были покрыты сплошной мантией в целом геологически уже менее активного льда.

Таким образом, можно предполагать, что формирование материкового склона котловины Нансена и сопровождавшее этот процесс образование системы субмеридиональных и субширотных блоков в прилегающей части арктического шельфа происходило в самом начале антропогена. Именно эти блоковые движения, видимо, и создали необходимые ороклиматические условия для широкого развития оледенения на севере Атлантики и в приатлантической части Арктики.

Диагональные разрывы, связанные с крупными сводовыми поднятиями, зародились, судя по их взаимоотношению с широтно-меридиональной системой дизъюнкций, вероятно, еще в дочетвертичное время. Дочетвертичным является скорее всего и материковый склон, ограничивающий лаптево-чукотскую часть арктического шельфа.

Таким образом, котловина Нансена является еще более молодым прогибом, чем это предполагал В.Н. Сакс, относивший время ее образования к середине третичного периода.

Неотектоническое расчленение шельфа предопределило формирование на его территории трех главных типов генетических поверхностей рельефа:

1. Меньшая часть шельфа представлена относительно опущенными поверхностями неволновой аккумуляции, где рельеф несколько выровнен процессами донного осадконакопления, что наиболее типично для днищ желобов;

2. Большая часть шельфа занята относительно приподнятыми (50-150 м ниже уровня моря) поверхностями с практически законсервированным рельефом субаэрального (денудационного и аккумулятивного) происхождения;

3. Абразионно-аккумулятивные платформы, срезающие поверхности второго типа на глубинах 30-40 м и менее - в зоне активного волнового воздействия.

Проводимое в настоящее время петрографическое (В.А. Вакар, А.С. Зеленко) и микропалеонтологическое (А.А. Герке, Г.П. Сосипатрова и др.) изучение коренных пород морского дна позволяет предполагать, что центральные части дна западных морей шельфа сложены в основном полого залегающими палеозойскими и мезо-кайнозойскими отложениями. Последние разделены на отдельные платформенные бассейны поясами разновозрастной складчатости, протягивающимися с Евразийского материка на острова и далее вглубь Арктического бассейна. Следовательно, в центральных районах дна западных морей шельфа развиты структурные равнины (плато), в той или иной мере нарушенные неотектоникой. На периферии этих морей плато сменяются равнинами на складчатом основании - затопленными субпенепленами.

В отношении геологического строения коренного дна восточных арктических морей имеются уже некоторые данные, позволяющие предполагать, что в этой *более древней* в геоморфологическом отношении части шельфа [Hopkins, 1959] развиты значительно *более молодые* складчатые структуры, простирающие которых хорошо увязывается с простираем позднелпалеогеновых складок Приморской низменности и Новосибирских островов. Видимо, через моря восточной части шельфа - к хребтам Менделеева, Ломоносова и безымянному протягиваются позднемезозойские и альпийские сооружения Верхояно-Чукотской складчатой области. Расположенные за пределами этих сооружений северо-восточная часть моря Лаптевых и большая часть Восточно-Сибирского моря могут рассматриваться как зоны позднемезозойского и кайнозойского прогибания - синеклизы, являющиеся южными продолжениями относительно молодых глубоководных котловин Нансена и Макарова. В отличие от последних, в этих шельфовых морях прогибание и компенсирующее его осадконакопление протекает по

настоящее время на геоморфологическом уровне материковой, а на значительной части даже прибрежной отмели.

Следует оговориться, что все высказанные нами соображения являются сугубо предварительными. Однако уже сейчас можно констатировать, что совместное изучение тектоники (тектонической структуры) и неотектоники (зависимости рельефа от молодых движений) шельфа является тем самым искомым путем, который со временем «...позволит увязать в единую стройную схему структуру и геоморфологию подводных и наземных частей окраин материков» [Зенкович, 1951].

Поступила 23/IV 1962 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Апродов В.А.* О морфотектонике северных полярных областей // Известия Академии наук СССР, сер. геогр., 1956, № 1.
2. *Волин А.В.* Роль диагональных разрывов на равнинах северного полушария Земли // Тезисы докл. на III Астрогеол. конф. по пробл. теории Земли. Л., Всесоюз. геогр. о-во, 1960.
3. *Воронов П.С., Кирюшина М.Т., Полькин Я.И., Стрелков С.А.* Новейшая тектоника заполярной части Лено-Енисейской области // Труды НИИГА, т. 105. Л., 1959.
4. *Гаккель Я.Я.* Исследование и освоение полярных стран. В кн.: «Советская география. Итоги и задачи». М., Географгиз, 1960.
5. *Дибнер В.Д.* [Неогеновые отложения на северо-востоке Земли Франца-Иосифа](#) // Доклады Академии наук СССР, 1961, т. 138, № 5.
6. *Дибнер В.Д., Кордилов А.А., Разин В.К.* Первые результаты исследований донных отложений в проливах Земли Франца-Иосифа // Информационный бюллетень Науч.-исслед. ин-та геол. Арктики, 1959, № 15.
7. *Дибнер В.Д., Разин В.К., Ронкина З.З.* Литология и условия формирования мезозойских отложений Земли Франца-Иосифа // Труды НИИГА, т. 121. Л., Гостоптехиздат, 1961.
8. *Ермолаев М.М.* Четвертичная геология Новосибирских островов // Бюллетень Аркт. ин-та, 1931, № 1-2.
9. *Ермолаев М.М.* Геоморфологический очерк Ново-Сибирского архипелага. В сб.: «Якутская АССР», вып. 1, Геоморфология. Л., 1932.
10. *Животовская А.И.* Молодые тектонические движения в Южном Беломорье // Информ. сб. Всесоюз. геол. ин-та, 1960, 9.
11. *Зенкович В.П.* Предисловие к кн. Ф. Шипарда «Геология моря». М., Изд. иностр. лит., 1951.
12. *Линден Н.А.* О карте сейсмичности Арктики. В сб.: «Сейсм. и гляциол. исслед. в период МГГ», № 2. М., Изд-во Акад. наук СССР, 1959.
13. *Медведев В.С.* Краткий очерк динамики и морфологии западного побережья Белого моря // Океаногр. комис. Акад. наук СССР, 1957, № 2.
14. *Панасенко Г.Д.* Сейсмичность Кольского полуострова и Северной Карелии // Известия Академии наук СССР, сер. геофиз., 1957, № 8.
15. *Панасенко Г.Д.* Землетрясения Кольского полуострова и Северной Карелии и их связь с современными движениями Балтийского щита // Бюллетень Совета по сейсмологии Академии наук СССР, № 8, 1960.
16. *Спиридонов М.А.* Стратиграфия четвертичных отложений западного берега полуострова Канина // Информ. сб. Всесоюз. геол. ин-та, 1959, № 15.
17. *Токарев В.А.* О сейсмичности района Баренцева моря // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей, 69, № 2. Л., 1957.
18. *Токарев В.А.* О некоторых чертах геологической структуры Кольско-Скандинавского района (по данным сейсмичности) // Известия Карельского и Кольского филиалов Академии наук СССР, 1959, № 1.

19. *Harland W.B.* An outline structural history of Spitsbergen // Geol. of the Arctic. Proc. First Int. Sympos. on Arctic Geol., vol. 1, Toronto, 1961.
20. *Holtedahl O.* On Fault Lines indicated by the Submarine Relief Area West of Spitsbergen // Norg. Svalbard og Ishavs Undersokelser Medd., № 35. Oslo, 1936.
21. *Hopkins D.M.* Genozoic history of the Bering Land bridge // Science. 1959. Vol. 129, № 3362.
22. *Orvin A.* Outlines of the Geological history of Spitsbergen // Skrifter om Svalbard og Ishavet, № 78. Oslo, 1940.

*Ссылка на статью:*



*Дибнер В.Д.* Неотектонические контуры рельефа арктического шельфа Евразии // Проблемы Арктики и Антарктики. 1963. № 12. С. 39-46.