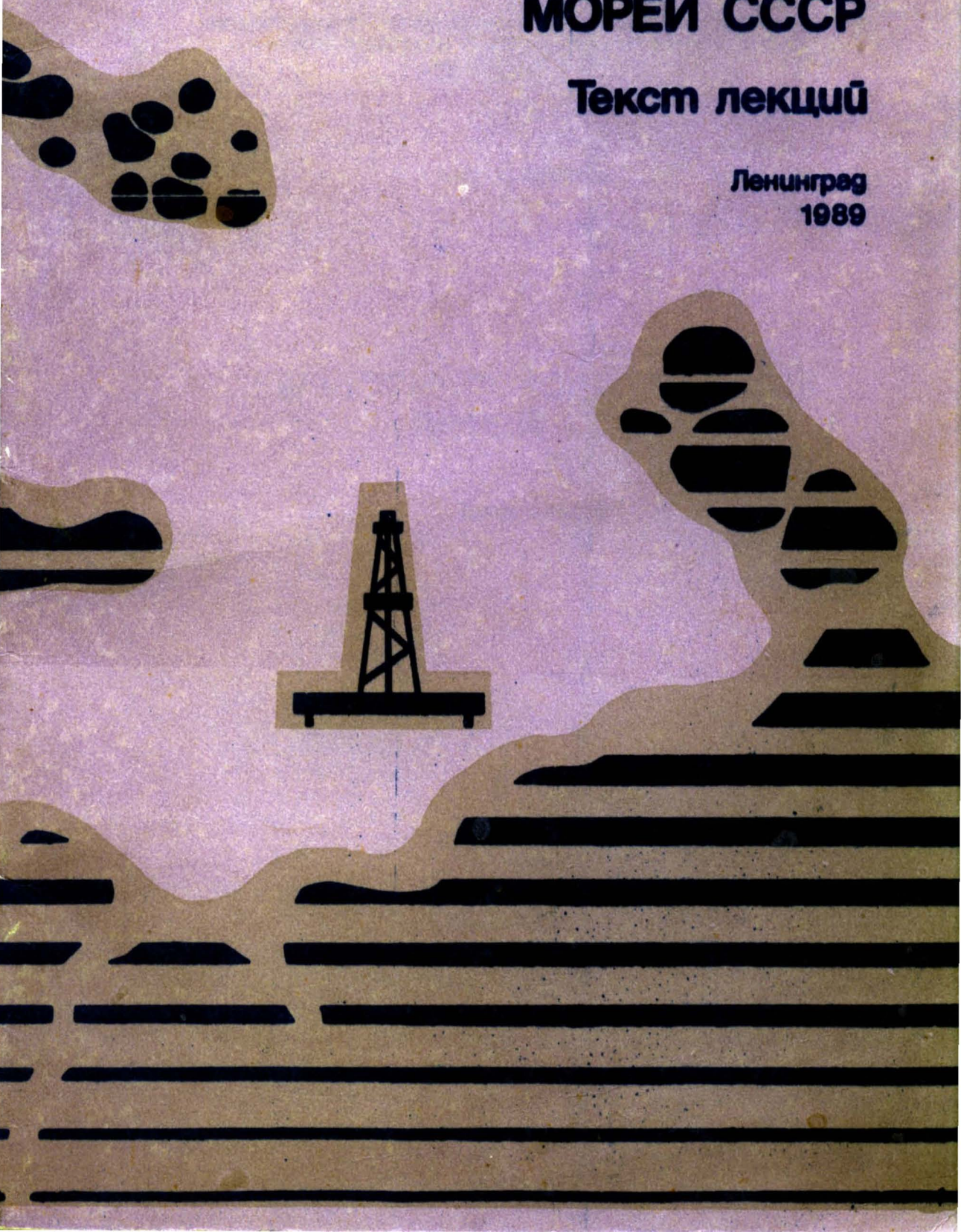
Н. Г. Чочиа

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОРЕЙ СССР

Текст лекций

Ленинград
1989



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ Г. В. ПЛЕХАНОВА

Н. Г. ЧОЧИА

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ. МОРЕЙ СССР

Текст лекций

ЛЕНИНГРАД
1989

УДК 55(268+98)(075.80)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОРЕЙ СССР: Текст лекций / Н.Г.Чочиа; Ленингр. горный ин-т. Л., 1989. 45 с.

Представлена сводка о геологии окраинных морей Севера и Востока СССР по состоянию на 1 января 1987 г. Для каждого из бассейнов рассмотрены строение фундамента и чехла, дана характеристика основных структурных элементов, описаны выделяемые отражающие сейсмические горизонты. Кратко освещены перспективы нефтегазоносности и возможность постановки поисковых работ на твердые полезные ископаемые.

Ил. 12. Библиогр.: 6 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ленинградского горного института им. Г.В.Плеханова

Рецензенты: кафедра литологии и морской геологии Ленинградского государственного ун-та; ст. науч. сотрудник Е.В.Герман (ВНИГРИ); доц. И.А.Одесский (Ленинградский горный ин-т)

© Ленинградский горный институт им. Г.В.Плеханова, 1989

ВВЕДЕНИЕ

СССР располагает обширными шельфами, составляющими до I/4 от площади шельфа Земли.

Задача курса – ознакомление слушателей с материалами по геологическому строению акваторий морей, омывающих берега нашей страны и частично или полностью находящимися под юрисдикцией СССР: Балтийского моря, морей Полярного и Тихоокеанского бассейнов (Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского), а также морей юга СССР – Черного, Азовского, Каспийского и Аральского[x].

Основой для составления данного курса послужил ряд монографий, частично перечисленных в списке рекомендуемой литературы, а также множество журнальных статей и карт, опубликованных за последние годы (1972-1987).

Автор считает, что, по крайней мере, в ближайшие два-три десятилетия геологи нашей страны, исследователи акваторий будут решать, главным образом, вопросы, связанные с проблемой поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений в пределах шельфов. Именно поэтому при описании каждого бассейна обращено внимание на характеристику строения чехла, на наличие в нем (уже установленное или ожидаемое) проницаемых толщ и флюидоупоров (покрышек), на характеристики мощности чехла и ее изменения по площади, а также на возможно более подробное рассмотрение его структурного плана.

Конечно, все эти материалы являются еще весьма приближенными. Ежегодно нарастающий объем проводимых на шельфе геолого-геофизических исследований вносит в них ряд дополнений и изменений. Здесь они учтены по состоянию на I января 1987 г.

На тектонических картах, как в пределах континента, так и на площадях окраинных и внутренних морей, в соответствии с основным принципом тектони-

---

[x] Геологическое строение акваторий морей юга СССР, входящих в состав Восточно-Европейской платформы, Туранской и Скифской эпигерцинских плит, а также Средиземноморского альпийского пояса, рассмотрено в тексте лекций автора по курсу „Геология СССР", изданных ранее [5, 6]. Там же описаны Балтийское и Белое моря.

ческого районирования, выделяются или намечены разновозрастные блоки фундамента, фиксирующие возраст завершающей складчатости, время превращения того или иного региона из геосинклинали в платформу. Показываются следующие разновозрастные складчатые области: I) докарелиды и карелиды $AR-PR_1$; 2) байкалиды PR_2 (до венда); 3) каледониды ϵ_3-D_1; 3) герциниды D_3-T_1; 5) мезозоиды (киммериды) T_2-K_1; 6) ларамиды и альпиды Тихоокеанского пояса K_1-Q; 7) альпиды Средиземноморского пояса K_2-Q. На сравнительно небольших по площади участках дна и, частично, на территории островов эти складчатые комплексы фундамента (основания) вскрыты на поверхности и образуют щиты или их части - массивы и выступы. На огромных пространствах они перекрыты толщами осадков чехла и именуются плитами: эпикарельскими и эпибайкальскими (древними); эпикаледонскими и эпигерцинскими (молодыми); эпимезозойскими (иногда называемыми квазиплатформами). Для позднемеловых кайнозойских (альпийских) складчатых систем, чехлом которых являются лишь осадки позднего плиоцена и антропогена или только антропогена, сохраняется наименование - складчатая область.

На современных мелкомасштабных тектонических картах все эти разновозрастные складчатые комплексы постепенно приобретают унифицированные цветовые обозначения: докарельские и карельские комплексы окрашиваются розовым цветом, байкальские - серо-сиреневатым, каледонские - фиолетовым, герцинские - коричнево-серым, мезозойские - зеленым, ларамийские и альпийские - бледно-оранжевым и желтым. При этом обнаженные на поверхности складчатые системы имеют интенсивную окраску, перекрытые чехлом - более светлую. Предгорные прогибы, включаемые нами в состав платформ, имеют полосчатую раскраску; краевые вулканогенные пояса покрыты крапом, наложенным на соответствующий цветной фон.

В заключение следует отметить, что для ряда акваторий, особенно для морей Северо-Востока и Востока СССР, данные о возрасте фундамента крайне разноречивы. Материалы об этом имеются пока только в монографиях и журнальных статьях. Основная часть рисунков, иллюстрирующих текст, заимствована из монографии „Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых" [3].

СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН

Шельф части Северного Ледовитого океана, находящийся под юрисдикцией нашей страны, занимает обширные пространства. Русскими и советскими экспедициями он изучается с конца XIX в. и до настоящего времени.

В океане выделяются два суббассейна - Евразиатский (Евразийский) и Американо-Азиатский (Амеразийский). Граница между ними проходит по подводному узкому, прямолинейному хр.Ломоносова, протягивающемуся от о.Эломир у южной Гренландии до Новосибирских островов. К Евразиатскому суббассейну относятся Баренцево и Карское моря и море Лаптевых, архипелаги Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, острова Визе, Ушакова, Уеди-

нения. К Американо-Азиатскому суббассейну относятся (в границах СССР) Восточно-Сибирское и Чукотское моря с Новосибирским архипелагом, островами Врангеля, Геральда.

Северный океан заметно отличается от всех остальных. По площади он в 10 раз меньше Тихого океана. Шельф занимает в его пределах более 50 %, относительно глубоководные впадины 22 %, срединный океанический хр. Гаккеля 3 %, подводные окраины материков 24 %. Таким образом, это не типичный океан.

Его геологическая история может быть намечена только в самых общих чертах[x].

В дорифейское и рифейское время в Арктическом сегменте Земли сформировались крупные древние платформы: на западе - Печорская и Баренцево-Карская, на востоке - Гиперборейская. Граница между ними проходила в полосе между северной Гренландией и Новосибирскими островами, где располагалась обширная подвижная область.

В конце каледонского этапа, в раннем девоне, закрывается Грампианская геосинклиналь. Образуются складчатые системы севера Скандинавии, островов Западного Шпицбергена и Медвежьего, а на востоке - севера Таймыра и востока Северной Земли; к древнему ядру Баренцево-Карской платформы причленяются каледонские складчатые сооружения.

В восточной половине площади современного океана эта складчатость не проявлялась - Гиперборейская платформа осталась, по-видимому, в прежних контурах.

В конце герцинской эпохи (конец перми - начало триаса) к Баренцево-Карской платформе причленяются складчатые сооружения Вайгача - Новой Земли и участки современной акватории севера Карского моря.

К югу от Гиперборейской платформы располагалась область морского осадконакопления (девон, карбон, пермь).

В конце палеозоя - начале мезозоя возникают разломы и начинаются подвижки в зоне между Баренцево-Карской и Гиперборейской платформами. Древние платформы раскалываются, усиливается их погружение. Здесь начинает формироваться чехол - мощный комплекс морских осадков верхней перми, триаса, юры и мела.

В конце юрского и в меловом периодах начинается складкообразование в пределах огромной, вытянутой в длину зоны, протягивающейся от восточной части Таймыра, через кряжи Прончищева и Чекановского, через всю Верхояно-Чукотскую область и охватывающей, кроме того, широкую полосу шельфа морей восточного сектора Арктики, где образуются обширные впадины - Толля, Макарова, Бофорта.

---

[x] Она излагается предельно лаконично с позиции традиционных представлений, развиваемых в курсах исторической геологии [2] и геологии СССР [4] и отраженных на геологической (1) и тектонических картах СССР и Евразии (3, 4).

В новейшей монографии, посвященной Северному океану и его обрамлению [3], геологическая история рассмотрена с позиций, заметно отличающихся от излагаемых ниже. Это отражает современное состояние тектоники - принципиальное различие построений так называемых фиксистов и мобилистов.

На окраине Баренцево-Карской платформы (Земля Франца-Иосифа) развивается трапповый магматизм.

С начала или с конца мела начинается интенсивный раздвиг рифтовой зоны хр.Гаккеля, происходящий и ныне. Идет формирование все расширяющейся щели, сложенной океанической корой, происходят мощные излияния базальтов (миоцен - антропоген).

В палеогене продолжается отложение морских толщ. В конце его, в олигоцене, нарастает регрессия - на площади океана возникают обширные участки суши. Своего максимума эта регрессия достигает к концу миоцена - уровень океанического бассейна снижается до отметок -250 м, осушается весь шельф.

Затем идет медленно нарастающая трансгрессия с апогеем в конце плиоцена: уровень океана достигает отметок +(200-220) м. После кратковременной, но интенсивной регрессии на рубеже плиоцена и антропогена вновь происходит подъем уровня Полярного бассейна, достигающий к середине плейстоцена отметок +(120-140) м, после чего происходит ступенчатое его снижение до современного уровня.

Баренцево море

Баренцево море является крайним западным морем Советского сектора Арктики.

Уже в ближайшие годы шельф Баренцева моря приобретет крупное народнохозяйственное значение, поэтому на его описании мы остановимся более подробно. В основу описания положены материалы, приводимые в работе [3] и показанные на ряде опубликованных карт - геологических и тектонических.

Г р а н и ц ы. На западе контур описываемой площади - линия морской границы между СССР и Норвегией, протягивающаяся от п-ва Рыбачий почти строго по меридиану. На севере - край материкового склона, который прослеживается севернее арх. Земли Франца-Иосифа (ЗФИ). На северо-востоке граница проведена условно - по меридиану, начиная от северной точки арх.Новая Земля - мыса Желания - до края шельфа. На востоке границей являются западные берега арх.Новая Земля и о.Вайгач. Южная граница - линия побережья от Пай-Хоя до п-ва Рыбачий.

В контур Баренцевоморского шельфа помимо архипелага ЗФИ входит также о.Колгуев, ограничивающий юго-восточную часть шельфа, получившую в последние годы собственное наименование - „Печорское море".

В меридиональном направлении протяженность шельфа около 1500 км; общая его площадь в указанных нами границах составляет более 1300 тыс.км^2. Средняя глубина на шельфе около 300 м (из них 2/3 площади имеют глубины менее 200 м и только в наиболее глубоких желобах и впадинах она достигает 400-600 м). На довольно ровной поверхности дна различается достаточно сложная и разветвленная система подводных речных долин, продолжающих долины материка и возникших при осушении шельфа в миоцене - плиоцене.

Баренцево море - наименее ледовитое из всех морей Советской Арктики, что связано с влиянием Гольфстрима. В его юго-западной части, особенно вдоль побережья - до о.Колгуев, море не замерзает круглый год.

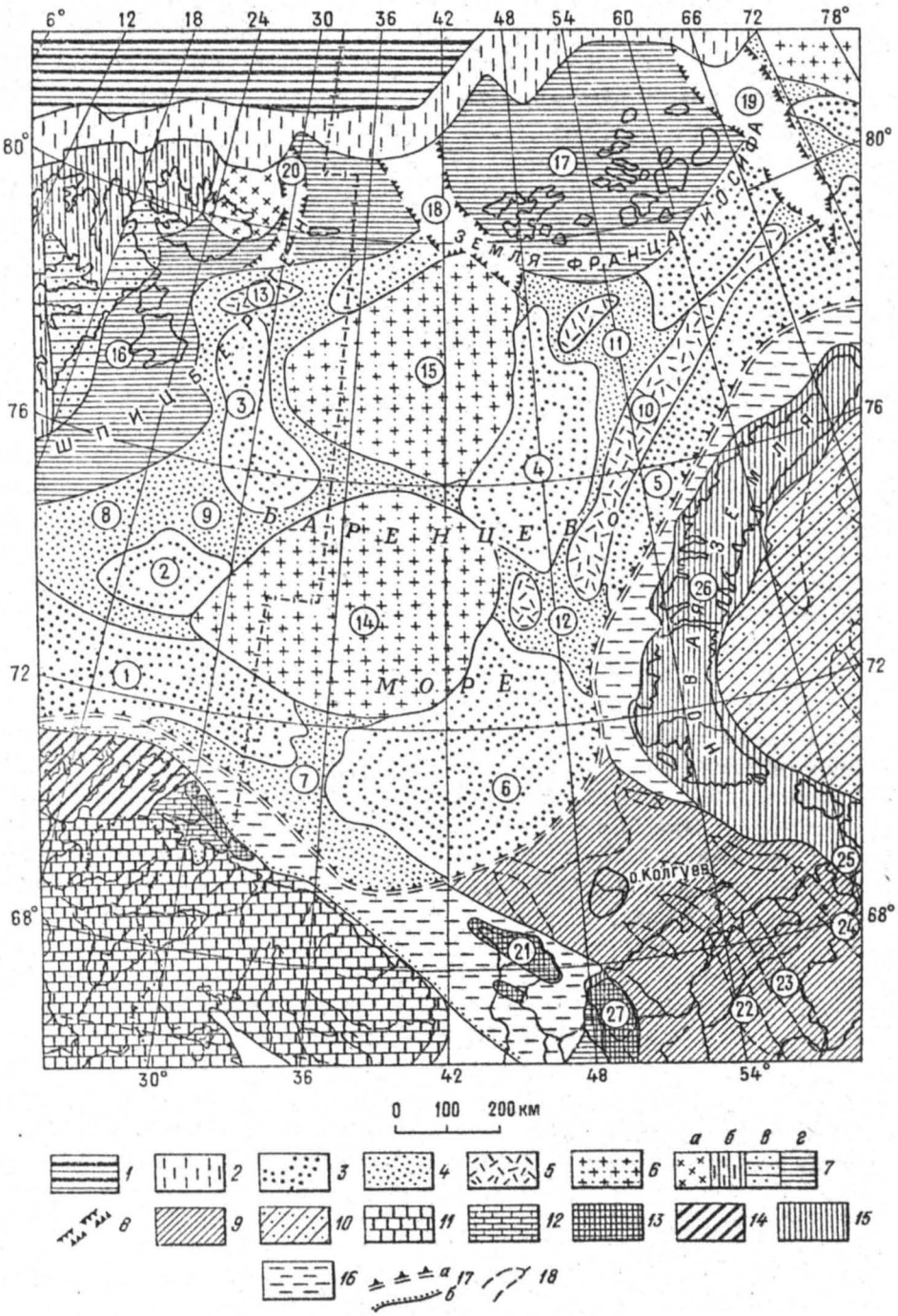
Геологическая и геофизическая изученность. К настоящему времени почти все Баренцево море изучено методами региональной геофизики с детальностью, соответствующей среднему масштабу. Здесь, особенно в прибрежной зоне, на акватории Печорского моря ведутся в нарастающем объеме площадные сейсмические исследования методами отраженных волн (МОВ), общей глубинной точки (ОГТ). Сеть сейсмопрофилей пересекла в 1978-1987 годах значительные пространства его центральной и восточной частей.

Достаточно представительный геологический материал, включая данные колонкового, а также глубокого бурения, имеется по всему южному побережью моря, по островам архипелагов Шпицберген и ЗФИ, по о.Колгуев, где пробурен ряд глубоких параметрических и поисковых скважин. С 1981 г. начато бурение и на акватории со специальных платформ.

Региональные и надпорядковые структуры. В настоящее время здесь выделяется два разновозрастных обособленных блока фундамента. Первый из них - Печорская плита, имеющая байкальский фундамент, прослеживается с суши. Она ограничена с юго-запада Тиманской грядой, с востока - впадинами Предуральского герцинского и Предновоземельского краевых прогибов и складчатых систем (орогенов) Урала, Пай-Хоя и юга Новой Земли. Северная граница этой плиты весьма условна - она проводится только по геофизическим данным. Плита протянулась от берега Скандинавии, из района полуостровов Рыбачий и Варангер, - до средней части побережья южного острова Новой Земли (рис.1).

Второй, пока еще весьма слабо изученный блок располагается к северу от Печорской плиты, охватывая всю остальную часть Баренцева моря, вплоть до края шельфа на севере, а также крайнюю северную часть Карского моря, протягиваясь на восток до берегов Северной Земли. В литературе за этим вторым блоком закрепилось наименование - Баренцево-Карская плита (платформа). Фундамент этой плиты, по-видимому, гетерогенен. В основной своей части он имеет карельский и докарельский возраст, но здесь возможны также и байкальские и даже каледонские блоки. Слагающие его древнее ядро складчатые комплексы архея - нижнего протерозоя и рифея вскрыты на поверхности только на восточном Шпицбергене и на крайнем западе Северной Земли. Оба эти разновозрастных блока фундамента - и Печорский и Баренцево-Карский - перекрыты практически полностью чехлом и потому в литературе именуются плитами. По своим размерам они относятся к разряду региональных структур. Основные структурные элементы, выделяемые в пределах этих плит, показаны на рис.1. Представления о строении осадочного чехла на акватории Баренцева моря основаны на данных бурения (районы их были указаны выше), а также на увязанных с ними материалах сейсмических работ, охвативших обширные площади акватории.

- Строение разреза чехла. В составе чехла выделяется два структурных этажа: первый - так называемый промежуточный (в границах древнего добайкальского фундамента это слабо дислоцированная (терригенная) толща рифея, в границах байкальского фундамента - также слабо дислоцированные терригенные осадки венда) и второй структурный этаж - собственно чехол.


6°
12
18
24
30
36
42
48
54
60
66
72
78°
80°
76
72
68°
30°
54°
ШПИЦБЕРГЕН
ЗЕМЛЯ ФРАНЦА ИОСИФА
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
ВАЙГАЧ
НОВАЯ ЗЕМЛЯ
о.Колгуев
0 100 200 км
а б в г
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Последний делится на два комплекса: нижний – преимущественно карбонатный и верхний – терригенный. Их разделяет регионально развитая, весьма четкая преломляющая сейсмическая граница (горизонт I – кровля нижней перми) со скачком пластовых скоростей от 2,5 до I,0 км/с. Оба эти комплекса, образующие чехол, по своему составу, мощности и условиям залегания имеют заметное сходство в пределах как Печорской, так и Баренцево-Карской плит, что позволяет дать единое их описание для всей акватории Баренцева моря.

Материалы о составе пород низов чехла имеются пока только для севера Печорской низменности, где они весьма детально изучены по данным бурения и где произведено их сопоставление с материалами сейсмики. И на суше и на акватории моря эта часть разреза, имеющая мощность 400-600 м, располагается между отражающим горизонтом УI (кровля фундамента или отложений промежуточного этажа) и горизонтом Ш (низы карбонатной толщи верхнего девона). В пределах Печорской низменности здесь выделяются терригенно-карбонатные отложения ордовика, карбонатного силура и преимущественно карбонатные осадки нижнего и среднего девона, а также низы толщи верхнего девона, представленные песчаниками пашийского, глинами кыновского, мергелями и битуминозными глинами саргаевского и доманикового горизонтов. По-видимому, и на основной части акватории Баренцева моря эта часть разреза чехла по своему возрастному интервалу, строению и составу окажется близкой к указанной.

Вышележащая часть разреза, охватывающая интервал от низов карбонатного верхнего девона (сейсмический горизонт Ш) до кровли карбонатной нижней перми (горизонт I) на акватории Баренцева моря скважинами также пока не вскрыта, однако, весьма детально изучена по материалам бурения и сейсмики в Печорской низменности, а по ее обрамлению – и в естественных обнажениях. Она сложена почти целиком, кроме самых ее верхов – осадков кунгурского яруса

Рис.1. Структурно-тектоническое районирование Баренцева моря и его обрамления (по [3], с небольшими изменениями и дополнениями)

Структуры (номера в кружках): 1 – Нордкапский прогиб; 2 – Восточно-Медвежинская впадина; 3 – Ольгинский прогиб; 4 – Северо-Новоземельский прогиб; 5 – Предновоземельский прогиб; 6 – Южно-Баренцевская впадина; 7 – Западно-Кольская седловина; 8 – Медвежинско-Надеждинская структурная терраса; 9 – Эльдхолмская седловина; 10 – Адмиралтейская погребенная горстовая гряда; 11 – Альбановский вал; 12 – Лудловский вал; 13 – вал Земли Короля Карла; 14 – Центральное Баренцево поднятие; 15 – поднятие Персея; 16 – Свальбардское поднятие; 17 – Груманское поднятие; 18 – грабен Франц-Виктория; 19 – грабен Св. Анны; 20 – грабен Стуре; 21 – Канинский выступ байкалид; 22 – Шапкино-Юряхский вал; 23 – Колвинский вал; 24 – Варандейский вал; 25 – Коротаихинский прогиб; 26 – Пайхойско-Новоземельский кряж; 27 – Тиманский кряж

1 – абиссальная котловина; 2 – материковый склон; 3-8 – Баренцево-Карская плита (платформа) и ее элементы: 3 – прогибы и впадины, 4 – седловины и структурные террасы, 5 – мегавалы и погребенные горсты, 6 – погребенные блоково-сводовые поднятия, 7 – блоково-сводовые поднятия с выступами разновозрастного фундамента (а – докаледонского, б – каледонского, в, г – эпикаледонского платформенного комплекса), 8 – грабены, не компенсированные осадками; 9 – Печорская плита (платформа); 10 – Западно-Сибирская плита; 11-15 – тектонические комплексы обрамления: 11 – кристаллические образования Балтийского щита, 12 – байкальский комплекс Варангер – Рыбачий, 13 – байкальский комплекс Тимана – Канина, 14 – каледониды Северной Норвегии, 15 – герциниды – ранние киммериды Пай-Хоя – Новой Земли; 16 – байкалиды (?) на акватории и суше, под мезокайнозойскими осадками; 17 – граница (а – Баренцево-Карской и Печорской плит, б – Печорской и Русской плит); 18 – главнейшие структурные элементы Баренцево-Карской и Печорской плит

(алевролиты и аргиллиты), толщей доломитов и известняков, в том числе рифогенных. Мощность ее на всем пространстве от широты г.Нарьян-Мара до северного края шельфа колеблется сравнительно незначительно: от I до 2 км (последнее - во впадинах). Только вблизи п-ва Канин и на Земле Франца-Иосифа она сокращается до 100-200 м. Учитывая характер сейсмической записи, наличие устойчивого отражающего сейсмического горизонта II, проходящего в срединной части этого интервала, близ границы карбона и перми, можно предполагать, что и на акватории Баренцева моря вся эта часть разреза чехла окажется достаточно близкой к изученной на суше в пределах Печорской низменности.

Верхний терригенный комплекс охватывает возрастной интервал от подошвы верхней перми (уфимский ярус) до верхнего мела и слабо литифицированных и не повсеместно развитых осадков кайнозоя. Его нижней границей на всей акватории Баренцева моря является отражающий сейсмический горизонт I, залегающий у берегов Новой Земли и п-ва Канин на глубине менее I км, постепенно спускающийся до максимальных глубин в I3-I4 км в пределах Южно-Баренцевской впадины и затем вновь испытывающий воздымание до глубин 4-6 км в пределах Центрально-Баренцевского поднятия и 3-4 км и менее у северного края шельфа (Свальбардское и Грумантское поднятия). Нижнюю часть разреза комплекса составляют отложения верхней перми, близ кровли располагается сейсмический горизонт А (рис.2).

Изучение естественных обнажений и керна скважин на островах Новой Земли, ЗФИ и Шпицбергена, имеющиеся сейсмические материалы позволяют предполагать присутствие верхнепермских отложений на всей акватории Баренцева моря. Эти осадки представлены монотонным чередованием песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями и линзами известняков, углистых пород и гравелитов. Мощность толщи изменяется в пределах Печорской плиты от 100-200 м на вершинах поднятий до 700-1000 м в прогибах. На площади Баренцево-Карской плиты она составляет 1500-2000 м, увеличиваясь в пределах Южно-Баренцевской впадины до 2200-2500 м.

Вышележащая часть разреза описываемого комплекса сложена триасовыми осадками, развитыми практически по всей площади шельфа. У подошвы прослеживается сейсмический горизонт А, близ кровли - горизонт В. Глубина залегания подошвы колеблется от 0,5-I км на Печорской плите, увеличиваясь до 4-5 км в Предуральском (бассейн р.Усы) и Преднсвоземельском прогибах и до 6-8 км в Южно-Баренцевской впадине. На всей остальной части шельфа она располагается на глубинах от I,5 до 2 км, причем в пределах Грумантского и Свальбардского поднятий триас залегает непосредственно близ поверхности дна и прикрыт лишь маломощной толщей осадков антропогена (см. геологическую карту СССР (I)).

В северной части шельфа в составе разреза преобладают глинисто-аргиллитовые породы, в направлении к югу заметно возрастает роль песчаных пород, доминирующих в разрезах триаса на ряде площадей Печорской плиты (район г.Нарьян-Мара и южнее), среди которых, особенно в средней части толщи, преобладают сравнительно хорошо отсортированные разности песчаников. Верхняя часть разреза - чередование песчаников, алевролитов, глин,

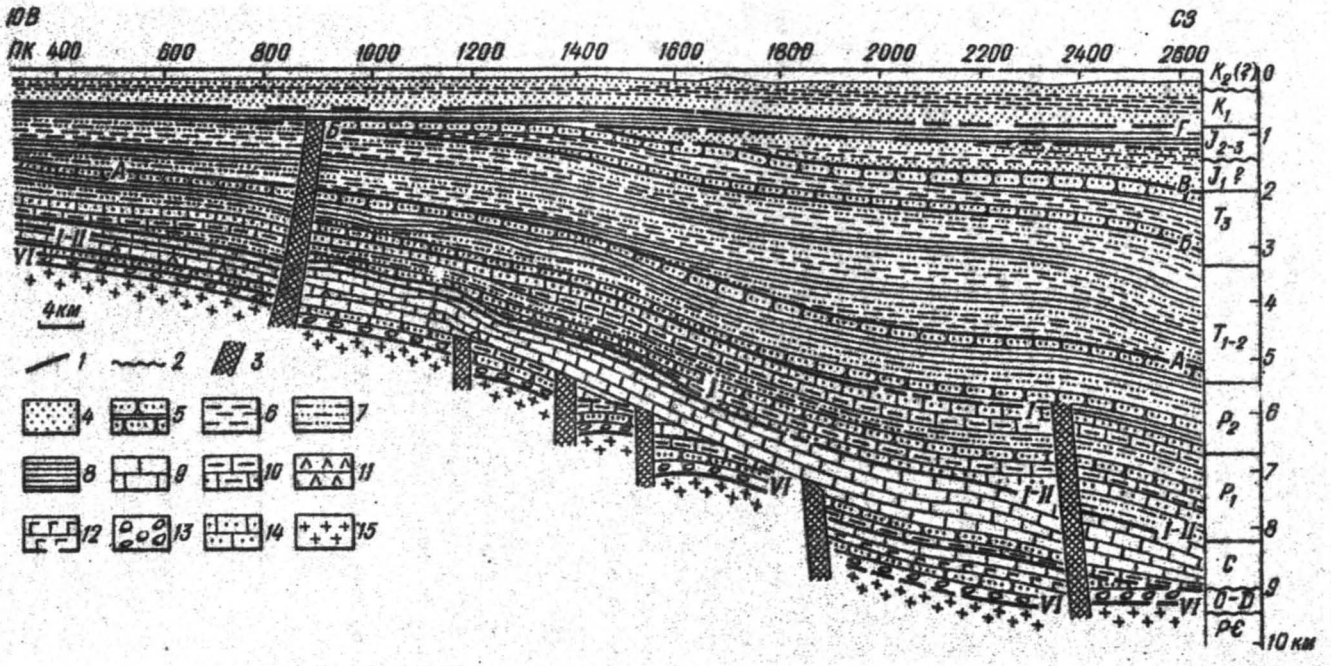


Рис.2. Сейсмогеологический разрез по профилю через южную часть Баренцева моря (по С.В.Алехину и И.Л.Верба [3])
1 - отражающие горизонты; 2 - геологические границы; 3 - зоны тектонических нарушений; 4 - пески; 5 - песчаники; 6 - глины; 7 - алевролиты; 8 - аргиллиты; 9 - известняки; 10 - мергели; 11 - ангидриты; 12 - эффузивные породы; 13 - конгломераты; 14 - песчанистые известняки; 15 - породы фундамента

прослои углистых глин и пласты углей, наиболее широко развитых на юго-востоке плиты в Печорском угольном бассейне.

В сторону арх.ЗФИ в разрезе триаса, в нижней половине его толщи, возрастает роль вулканогенных образований, вплоть до появления покровов и пластовых залежей базальтов, прослоев туфогенных пород. На подстилающей толще, в южной половине и в срединной части шельфа, отложения триаса залегают согласно. На арх.ЗФИ и вокруг него, а также в Приновоземельской береговой зоне триас залегает на размытой поверхности верхнепермской толщи, смятой более заметно.

Мощность триаса на Печорской плите в пределах береговой зоны суши и на акватории колеблется от 200-500 до 2000 м. Примерно такие же мощности характеризуют районы архипелагов Шпицберген и ЗФИ, Центральное Баренцево поднятие и поднятие Персея. Наибольшая мощность триаса фиксируется в Южно-Баренцевской впадине, Приновоземельском и Коротаихинском прогибах, где она составляет 3,5-4 км.

Юрские отложения широко распространены в пределах Печорской синеклизы и на обширнейших пространствах шельфа. Вблизи их подошвы прослеживается, как отмечалось, сейсмический горизонт В - один из наиболее надежных опорных горизонтов всего чехла. Максимальная глубина его залегания установлена в Южно-Баренцевской впадине, где составляет 3 км. Эти осадки лежат на подстилающих отложениях согласно. Низы разреза юры $J_1(?) - J_2$ представлены песчаниками, обычно средне- и грубозернистыми, с прослоями алевролитов и глин. В песчаниках встречены растительный детрит и обугленная древесина, в глинах - комплексы спор и пыльцы.

Верхняя часть юрской толщи сложена однородными морскими глинами, встречены битуминозные разновидности, иногда с прослоями алевролитов, песчаников, ракушняков.

Мощность отложений юры колеблется от 250 до 1000 м. Максимальная - фиксируется в срединной части Баренцевской впадины; минимальная - в береговой зоне Печорской низменности. По периферии Шпицбергена и арх.ЗФИ отложения юры выклиниваются.

На сейсмических профилях, пройденных на шельфе, осадки мела заключены между сейсмическими горизонтами Г (в подошве) и Д (в кровле). Они имеют широкое распространение на шельфе, выклиниваясь только вблизи архипелагов Шпицберген и ЗФИ, вблизи п-ва Канин Нос и у берегов Новой Земли. По данным бурения, разрез меловых пород в низах представлен плотными песчаниками и алевролитами, выше - песчано-глинистыми угленосными отложениями. На островах арх.ЗФИ разрез мела представлен исключительно вулканогенными отложениями, а на прилегающем шельфе меловые отложения имеют вулканогенно-терригенный состав. На отдельных участках бортовых зон, близ Новой Земли и на Кольско-Канинской моноклинали, на отдельных участках Печорской плиты, отмечены признаки перерыва в осадконакоплении между юрой и мелом. Мощность меловых отложений на шельфе невелика. Она колеблется от 400-700 до 1000 м. В целом на Печорской плите наблюдается ее увеличение в северо-западном направлении.

Палеогеновые отложения, залегающие на размытой поверхности нижнемеловых и более древних осадков (аргиллиты, алевролиты, песчаники, конгломераты, линзы известняков, пласты угля), изучены только на Шпицбергене, где достигают мощности 2,5 км. Условно они выделены в Коротаихской впадине Предуральского прогиба, где их мощность составляет около 60 м. На площади шельфа Баренцева моря они пока достоверно не установлены.

Неоген-четвертичная толща (в ее основании - сейсмический горизонт Д) покрывает почти всю Печорскую низменность и шельф Баренцева моря, залегая на резко расчлененном рельефе дочетвертичных осадков. Она сложена толщей глин, алевритов и песков, содержащих богатые комплексы моллюсков, фораминифер и остракод. Характерной их особенностью является наличие включений мелко- и реже крупнообломочного материала, количество которого существенно возрастает при приближении к берегу материка и к береговым зонам архипелагов Шпицберген, ЗФИ и Новая Земля. Ныне подавляющее большинство авторов относит их к ледово- и ледниково-морским осадкам и только в полосе вдоль береговой линии архипелагов отмечаются их моренные разности. Мощность их колеблется от 0-10 до 220-250 м и более.

М а г м а т и з м. Сведения о магматизме в пределах шельфа Баренцева моря получены главным образом на основании результатов анализа аэромагнитных съемок и геологических наблюдений на побережьях и островах. Они подробно рассмотрены в работе [3, с.28-31].

Проявления наиболее древних карельских и докарельских циклов магматизма широко представлены на Кольском п-ве, на акватории вдоль его северного побережья, а также на блоках древнего фундамента в пределах Шпицбергена и Северной Земли. В пределах Баренцево-Карской плиты, в ее наиболее погруженной части - в Южно-Баренцевской впадине (см. рис.1), также оконтурены аномальные физические поля мозаичного облика, аналогичные наблюдаемым на территории Кольского п-ва. По-видимому, они связаны с мощными проявлениями процессов гранитизации и широким развитием пород типа чарнокитов, аналогичных чарнокитам Мурманского блока и другим развитым здесь породам [3, с.30].

Проявления байкальского магматического цикла описаны на Тиманском кряже, п-ве Канин Нос. Аэромагнитными съемками они установлены и в пределах фундамента Печорской плиты, где на акватории Печорского моря залегают на глубинах 6-9 км, образуя крупные и интенсивные магнитовозмущающие тела.

В породах чехла Печорской плиты - на Тиманской гряде, в скважинах близ г.Нарьян-Мара, на акватории Печорского моря выделены еще два горизонта магматических пород. Нижний из них представлен базальтами и толеитами раннедевонско-франского возраста; более высокий горизонт образован пластовыми телами траппов, сопоставляемыми с триасовыми базальтами Полярного Урала и прилегающих районов. Он наиболее широко развит в восточной и центральной частях Печорского моря, где залегает на глубинах 1,5-2,5 км.

В границах Баренцево-Карской плиты, в чехле, выделяются три горизонта магнитоактивных тел. Два нижних соответствуют, и по вероятным возрастным датировкам, и по составу, указанным выше горизонтам Печорской плиты.

Верхний горизонт, широко развитый вокруг арх.ЗФИ и в пределах Южно-Баренцевской впадины, располагается соответственно на глубинах 0,5-2 и I-4 км. Он имеет раннемеловой возраст, отражая время проявления мощного вулканизма, изученного на островах Земли Франца-Иосифа.

Здесь же выделяется развитый спорадически еще один более молодой горизонт эффузивных пород, условно относимый к палеогену.

П о л е з н ы е и с к о п а е м ы е. В качестве первоочередного объекта поисковых и разведочных работ на нефть и газ на акватории Печорской плиты всеми исследователями единодушно рекомендуется ее прибрежная часть, в частности подводные продолжения Шапкино-Юрьяхинского и Колвинского валов, о.Колгуев и вала Сорокина, где на нескольких площадях получены притоки углеводородов и уже открыты три газовых и нефтегазоконденсатных месторождения, а также вал Гамбургцева, прослеженный сейсмическими работами на 50-60 км от берега. Установлена почти полная аналогия изученного здесь геологического разреза с разрезом Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, поэтому можно уверенно утверждать, что до технически доступных и экономически оправданных глубин (5000 м) здесь будут вскрыты (и уже вскрыты) - сверху вниз следующие перспективные комплексы:

а) на глубине около I000 м - проницаемые горизонты в низах юрской толщи, под мощной, существенно глинистой покрышкой юры и нижнего мела;

б) на глубине от I200 до 3000 м - комплекс триасовых и верхнепермско-кунгурских терригенных отложений;

в) на глубине 3000-4000 м - комплекс карбонатных осадков нижней перми, верхнего, среднего и нижнего карбона;

г) на глубине 4000-5000 м - комплекс карбонатных (в том числе рифогенных) осадков фаменского и верхней половины франского ярусов.

Еще ниже будут, вероятно, располагаться пока не вскрытые бурением на акватории базальные песчаные горизонты верхнего и среднего девона, затем существенно карбонатные толщи силура, а также ордовика, лежащего на фундаменте или отложениях промежуточного комплекса. Все перечисленные горизонты являются промышленно нефтегазоносными и на структурах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

В пределах Баренцево-Карской плиты на современном уровне ее изученности в качестве наиболее перспективной столь же единодушно указывается площадь Южно-Баренцевской впадины - ее южная бортовая зона, где уже развернуты нефтегазопоисковые работы, оконтурены достаточно крупные положительные структуры и открыты два первые месторождения углеводородов. Помимо перечисленных выше нефтегазоносных комплексов Печорской плиты, здесь приобретают определенный интерес отсутствующие там почти полностью палеоген-верхнемеловые отложения и нижнемеловые-верхнеюрские осадки, подошва которых залегает на глубине около 2000 м и несколько более. Анализ всех параметров, входящих в оценку перспектив нефтегазоносности, позволил ряду исследователей сделать смелое заключение о том, что вероятные скопления углеводородов Печорской и Баренцево-Карской плит будут близки к запасам такого крупного бассейна, как Северное море.

До настоящего времени поисково-разведочные работы на гравийно-песчаные смеси в пределах Баренцева моря, по-видимому, не проводились. Для практического обоснования таких поисков необходим детальнейший анализ - опознание позднеплейстоценовых и голоценовых береговых линий и связанных с ними пляжевых зон.

Карское море

Это море обрамляет с севера Западно-Сибирскую низменность - крупнейшую нефтегазоносную провинцию страны.

Границы. Западная его граница проводится от западного берега Байдарацкой губы к о.Вайгач и далее вдоль восточного берега арх.Новая Земля до мыса Желания, и от него по меридиану на север до края шельфа. Северная граница - край шельфа. Восточная граница - о.Шмидта, острова арх.Северная Земля - до мыса Челюскина на Таймыре. Южная граница - береговая линия материка. Площадь моря 833 тыс.км^2; с островами - 893 тыс.км^2. Средняя глубина 118 м. Островные берега большей частью высокие, скалистые; материковый берег - низкий, образован серией морских террас.

В срединной, северной, части моря находится вытянутая с юга на север Центрально-Карская возвышенность, над которой глубины колеблются от 20 до 100 м и располагаются острова Уединения, Визе и Ушакова. Эта часть моря обрамляется с запада Восточно-Новоземельской впадиной с глубинами до 540 м, севернее переходящей в желоб Св.Анны; с востока - желобом Воронина.

Зимой море целиком покрыто припайными и плавучими льдами. Летом припай разрушается и вся береговая зона Новой Земли и материка на 150-250 км свободна от льда. На дне прослеживаются подводные продолжения речных долин.

Геологическая и геофизическая изученность. Береговые зоны материка, площади архипелагов Новая Земля, Северная Земля, Норденшельда, островов Вайгач, Белый и других покрыты к настоящему времени почти повсеместно геологической съемкой среднего масштаба. На ряде островов (Ушакова, Свердруп, Белом и других) пробурены скважины, в том числе и глубокие, вскрывшие разрез мезозоя. Огромный объем бурения осуществлен на полуостровах Ямал, Тазовский, Гыдан. На Ямале и в низовьях р.Надым вскрыта вся толща чехла до фундамента и верхи разреза последнего. Над всей акваторией моря проведен комплекс аэрогравимагнитных съемок различной детальности. С конца 70-х годов в Байдарацкой, Обской и Енисейской губах, а с начала 80-х годов вдоль южной береговой зоны моря осуществляются сейсмические исследования методами МОВ и ОГТ.

Региональные и надпорядковые структуры. Южная половина акватории Карского моря сложена с поверхности палеогеновыми, а в бортовых частях меловыми и юрскими отложениями, перекрытыми сплошным чехлом плиоцен-четвертичных осадков. Она входит в состав Западно-Сибирской эпигерцинской плиты и выделяется под наименованием

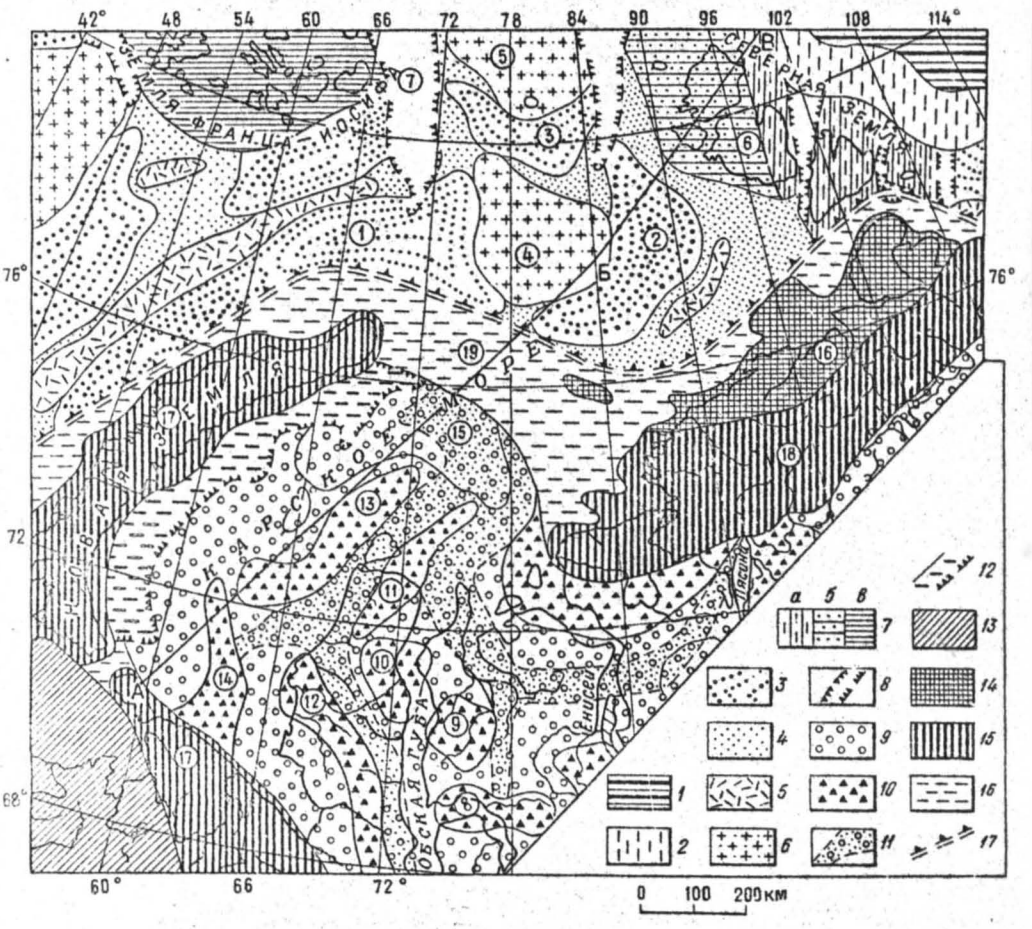


Рис.3. Структурно-тектоническое районирование Карского моря и его обрамления (по [3], с небольшими сокращениями и изменениями)

Структуры (номера в кружках): 1 - Предновоземельский прогиб; 2 - впадина Уединения; 3 - прогиб Шмидта; 4 - Центральнокарский свод; 5 - Ушаковское поднятие; 6 - Североземельское поднятие; 7 - грабен Св. Анны; 8 - Тазовско-Мессояхский мегавал; 9 - Юрибейский свод; 10 - Среднеямальский свод; 11 - Североямальский мегавал; 12 - Нурминский мегавал; 13 - Скуратовский мегавал; 14 - Обручевский гемивал (выступ); 15 - Свердрупский прогиб; 16 - Северо-Таймырская зона метаморфитов; 17 - Пайхойско-Новоземельская зона раннекиммерийской (позднегерцинской) складчатости; 18 - Южно-Таймырская зона той же складчатости; 19 - Северо-Сибирский порог

1 - абиссальная котловина; 2 - материковый склон; 3-8 - Баренцево-Карская плита и ее элементы: 3 - прогибы и впадины, 4 - седловины и структурные террасы, 5 - валы и погребенные горсты, 6 - погребенные блоково-сводовые поднятия, 7 - сводово-блоковые поднятия с выступами (а - байкалид, б - палеозойских параплатформенных (промежуточных) комплексов, в - эпикаледонских платформенных комплексов), 8 - грабены, не компенсированные осадками; 9 -12 - Южно-Карская котловина Западно-Сибирской плиты и ее элементы: 9 - прогибы и впадины, 10 - поднятия (своды и мегавалы); 11 - тафрогенные желоба (авлакогены) в основании плитного комплекса, 12 - приорогенный желоб, не компенсированный осадками; 13 - Печорская плита; 14 и 15 - тектонические элементы орогенного обрамления: 14 - Карский гранитометаморфический комплекс, 15 - раннекиммерийский (позднегерцинский) складчатый комплекс; 16 - склоны и продолжения орогенов под водой и мезокайнозойскими осадками; 17 - пограничная флексурно-разломная зона

Южно-Карской котловины (синеклизы). С севера ее обрамляет четко выраженная в рельефе фундамента огромная дугообразная структура - седловина, кулисообразно сочленяющая структуры орогенов Пай-Хоя, Вайгача, Новой Земли со структурами Центрального и Южного Таймыра (рис.3). В литературе [3] она получила мало удачное наименование Северо-Сибирского порога.

Севернее него и вплоть до края шельфа, занимая всю северную часть акватории Карского моря, располагается описанная нами ранее Баренцево-Карская плита, ее крайняя восточная часть (см. раздел „Баренцево море").

Фундамент Южно-Карской котловины (синеклизы) гетерогенен. Как показал анализ новейших материалов региональной геофизики, ядром его является обширный блок карелид (а в крайней, восточной, части, вероятно, и байкалид), обрамленный с юго-запада, запада, севера и востока складчатыми системами поздних герцинид Пай-Хоя, Новой Земли, Северо-Сибирского порога и Таймыра.

По ранее существовавшим представлениям, на акваторию юга Карского моря из Западно-Сибирской низменности протягивались меридионально простиравшиеся блоки герцинид, а на востоке, в районе Енисейской губы, и блоки байкалид [5] или здесь выделялся разбитый на блоки массив байкалид (работы Н.В.Шаблинской, Т.Ф.Балабановой, В.Д.Наливкина).

Поверхность древнего фундамента Южно-Карской котловины (синеклизы) с юга на север, от Обской губы, Тазовского и Гыданского полуостровов, где она залегает на глубинах более 7 км, неуклонно воздымается в сторону как ее бортовых частей, так и Северо-Сибирского порога, в пределах которого кровля фундамента располагается на отметках около -2000 м. На юге условная граница этой котловины может быть проведена между Пай-Хоем и Таймыром через Медвежий и Ямбургский мегавалы и Танамский свод (см. тектоническую карту Евразии [3]). В рельефе фундамента на акватории выделяется система сопряженных сводов, мегавалов и мегапрогибов амплитудой до 2 км, аналогичных перечисленным для северной части низменности. Они выражены в структурном плане чехла, где постепенно выполаживаются вверх по разрезу и разбиваются на систему конседиментационных структур II и III порядков, которые получают отражение и в рельефе дна. Это позволяет устанавливать проявление неотектонического этапа их развития, подобно тому, как это установлено для структур севера низменности. Наиболее крупные из них показаны на рис.3.

Четко прослеживаются в геофизических полях и дизъюнктивные нарушения, особенно в зонах сочленения древнего и герцинских блоков, однако данных об их проникновении в чехол пока нет (рис.4).

Достаточно уверенно выделяется на рис.4 система грабенов, выполненных, по-видимому, как и в пределах всей Западно-Сибирской низменности, вулканогенно-осадочной толщей II структурного этажа.

Любопытно, что огромный по протяженности (более 1000 км) и глубине Уренгойско-Колтогорский авлакоген (рифт) в пределах Южно-Карской котловины в геофизических полях не виден. Он расчленяется здесь, уже невдалеке от побережья Гыданского п-ва, как и на юге, в районе Омска, на систему диагональных, сравнительно небольших грабенов, над которыми в чехле сформированы линейные зоны опускания.

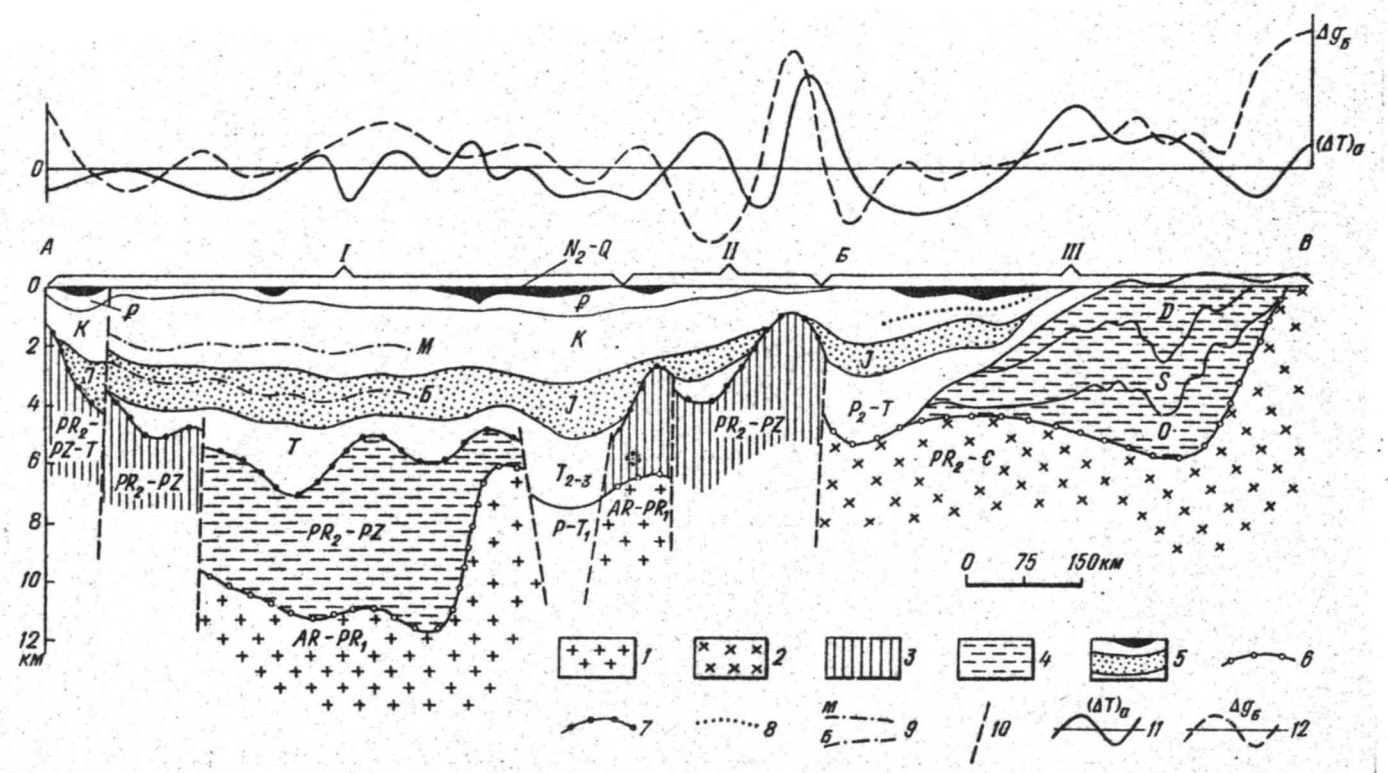


Рис.4. Геолого-геофизический разрез Карского моря по линии АБВ рис.3 (по [3], с небольшими сокращениями)

Структуры: I – Южно-Карская котловина Западно-Сибирской плиты; II – Северо-Сибирский порог; III – Северо-Карская котловина Баренцево-Карской плиты

1-3 – складчатое основание: 1 – архейско-карельский комплекс, 2 – байкальский комплекс, 3 – раннекиммерийский (герцинский) комплекс; 4 – параплатформенный промежуточный комплекс; 5 – осадочный комплекс в платформенном залегании; 6-8 – магнитоактивные горизонты: 6 – опорный горизонт II – кровля складчатого фундамента, 7 – опорный горизонт I – кровля промежуточного комплекса, 8 – опорный горизонт 0 – меловые платобазальты; 9 – опорные сейсмические отражающие горизонты; 10 – разрывные нарушения; 11 – график аномалий магнитного поля; 12 – график аномалий поля силы тяжести в редукции Буге

С т р о е н и е р а з р е з а ч е х л а. В составе чехла выделяется два структурных этажа: промежуточный этаж и второй структурный этаж - собственно чехол.

В границах древнего, карельского и байкальского, фундамента к отложениям промежуточного этажа, как отмечалось выше, относятся соответственно осадки рифея и венда, на акватории Карского моря и на севере низменности пока не вскрытые. В пределах позднегерцинского фундамента - это параплатформенная, слабо метаморфизованная и слабо дислоцированная (3-10°) вулканогенно-осадочная толща верхней перми - нижнего триаса (песчаники, алевролиты, туффиты, дайки и пластовые тела диабазов и базальтов, угленосные отложения). Она развита не повсеместно, главным образом выполняет прогибы и грабены, где достигает мощности 2-3 тыс.м.

Собственно чехол в границах древнего фундамента, слагающего центральную часть акватории юга Карского моря, охватывает, учитывая данные по Печорской и Баренцево-Карской плитам, возрастной интервал от венда или нижнего палеозоя до антропогена включительно. Здесь в нем четко выделяется два комплекса - нижний, охватывающий низы разреза до нижнего триаса включительно, пока остающийся здесь не вскрытым, и верхний, в литературе именуемый плитным, составляющий всю верхнюю половину разреза. Он сложен осадками от среднего-верхнего триаса до антропогена.

В пределах позднегерцинского фундамента (в Предновоземельском желобе, в границах Северо-Сибирского порога) весь чехол - это плитный комплекс, который охватывает тот же возрастной интервал, что и плитный комплекс на блоках древнего фундамента, - от T_2-T_3 до Q включительно.

Отложения чехла повсюду залегают на отложениях фундамента или промежуточного этажа с резким угловым несогласием и перерывом.

Мезокайнозойский чехол в Южно-Карской впадине (синеклизе) достигает в ее крайней южной части мощности 7 км и более, сокращаясь к северу, в районе седловины, до 2 км. По данным бурения, на Ямальском и Тазовском полуостровах он целиком сложен только терригенными отложениями - карбонатов в разрезе нет совсем. Толща чехла расчленяется на крупные литофациальные (нефтегазоносные) комплексы, подробно охарактеризованные в изданном ранее конспекте лекций автора [5, рис.I, 2]. Здесь мы приведем их предельно краткое описание.

Средне-верхнетриасовые отложения предполагаются в основании чехла в депрессионных зонах впадины. Скважинами на акватории эта часть разреза пока не вскрыта. Она изучена в Усть-Енисейской впадине, где представлена песчаниково-алевролито-аргиллитовой толщей мощностью от I до 2-3 км. Учитывая данные сейсмических профилей, к северу от Ямала ее мощность составляет около I км, а в центральной части впадины, вероятно, достигает 2-3 км.

Нижне-среднеюрские отложения, изученные по скважинам Южного Ямала (Нурминский мегавал) и Тазовского п-ва, представлены континентальной песчаниково-алеврито-глинистой морской тюменской свитой, в составе которой здесь прослеживается несколько (до четырех) четких глинистых толщ. Мощность свиты на бортах впадины 500-700 м, во внутренней ее области -

2000-2500 м. Выше залегает морская глинистая толща верхней юры - низов валанжина. Ее мощность 400-700 м. В ее верхах, в западной части синеклизы - на Ямале и вдоль Новоземельского склона, вероятно, как и в Новопортовском месторождении, появление выдержанных песчаниково-алевритовых пластов. Выше залегает прибрежно-континентальная толща верхнего валанжина - готерива мощностью от 700 до 1000 м, сложенная ритмичным переслаиванием песчано-алевролитовых и глинистых пачек и пластов. Она перекрывается нижнеаптскими глинами - выдержанным флюидоупором - покрышкой. Их мощность, по-видимому, не превысит 100-200 м. Еще выше располагается единая верхне-аптско-альбско-сеноманская толща, которая от борта впадины - п-ва Ямал, к ее центру увеличивается по мощности от 300-600 до 800-1000 м и более. Она представляет собой ритмичное чередование пачек песчаников и глин. Кверху песчаники начинают преобладать и становятся рыхлыми, образуя превосходный сеноманский коллекторский горизонт (Ямбург, Уренгой и т.д.).

На рыхлых песчаниках сеномана, трансгрессивно перекрывая их, залегает мощная толща глин, опоковидных глин, опок, диатомовых глин, охватывающая огромный интервал разреза - от турона до нижнего олигоцена включительно. Это отличный флюидоупор. Суммарная ее мощность колеблется от 350 до 650-700 м и, вероятно, более. Кровля этой толщи повсеместно размыта, местами вплоть до маастрихта, а на бортах синеклизы - до кровли юры и даже триаса. На ней с крупным перерывом залегает покровный комплекс - ледово- и ледниково-морские отложения плиоцена - антропогена мощностью от 0-10 до 200-250 м.

Эту краткую характеристику разреза чехла остается дополнить стратификацией выделяемых здесь отражающих сейсмических горизонтов [5]. Горизонт С проходит в отложениях кампана, следующий опорный горизонт Г четко отбивает подошву турона; горизонт М прослеживается в отложениях апта; горизонт Б - в отложениях верхней юры; горизонт $Б_I$ - в отложениях нижней и средней юры.

М а г м а т и з м. Тектоно-магматические циклы, более древние, чем герцинский, на площади рассматриваемой нами акватории Карского моря и крайнего севера Западно-Сибирской низменности, отражающиеся в составе пород фундамента и палеозойской части разреза чехла - его нижнего комплекса, пока остаются совершенно не изученными, поскольку скважинами здесь пока не вскрыты.

Позднегерцинский магматизм получает отражение в составе пород верхнепермско-нижнетриасового возраста, где встречены горизонты туффитов и туфопесчаников, а также дайки и пластовые тела диабазов и базальтов. Последние, как показывают материалы магнитометрии, создают интенсивные линейные магнитные аномалии, формирующие характерную диагональную решетчатую систему. Особенно широко развиты они в восточной половине впадины и в центральной ее части. Формирование их несомненно находится в связи с грандиозным пермско-раннетриасовым вулканизмом на Сибирской платформе. Все эти комплексы связаны с формированием грабенов - структур растяжения. Они характеризуются проявлением базальтового вулканизма и внедрением интрузий долеритов и габбро. К более молодым проявлениям магматизма можно отнести нахождение

пирокластического материала липарит-дацитового и трахит-андезитового типа в верхнеюрских и альб-сеноманских отложениях северо-восточной приенисейской части Западной Сибири. Кроме того, отмечается [3] вулканический аппарат с туфобрекчиями позднемелового-палеогенового возраста на Пай-Хое, в устьевой части р.Кара, близ берега Байдарацкой губы.

Полезные ископаемые. Акватория Карского моря составляет северную часть обширнейшей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, в пределах которой на суше уже открыты сотни нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Наиболее северные из них, на полуостровах Ямал, Гыданский, вблизи Енисейской губы, вплотную приближены к побережью, а одно, на мысе Харасавей (Нурминский мегавал), захватывает и прибрежное мелководье.

К настоящему времени проведено параметрическое бурение на о.Белом, расположенном непосредственно севернее Ямала, на о.Свердруп, севернее Диксона, и в срединной части Южно-Карской впадины (синеклизы). Первые его результаты показывают, что строение разреза, характер и свойства проницаемых толщ (коллекторов) и флюидоупоров (покрышек) мезокайнозойского чехла аналогичны тем, которые характеризуют месторождения севера Западной Сибири (Нурминский, Медвежий, Ямбургский, Нижнепурский мегавалы, Танамский свод). Поэтому имеются все основания полагать, что уже в ближайшее время здесь будут открыты месторождения углеводородов, среди которых, как показывают теоретические расчеты, преобладающими, вероятно, окажутся залежи нефти.

Море Лаптевых

Границы. Море Лаптевых расположено между побережьем материка - от Хатангского зал. до мыса Святой Нос, восточнее устья р.Яны, - и краем шельфа. Западная его граница - Таймырский п-в и арх.Северная Земля; восточная - Новосибирские и Ляховские острова. Проливами Вилькицкого и Шокальского оно соединяется с Карским морем, проливами Санникова и Дм.Лаптева - с Восточно-Сибирским.

В него впадают крупные реки - Хатанга, Анабар, Оленек, Лена и Яна. Площадь его 650 тыс.км^2. Средняя глубина невелика: на большей части его акватории она не превышает 50 м. Склон шельфа крутой и граничит с глубоководьем (глубже 3300 м).

На плоском дне видны подводные продолжения долин перечисленных выше рек. Берег материка низменный, с множеством крупных заливов в устьях рек.

Берега островов крутые, обрывистые. Бо́льшую часть года море покрыто льдом, на севере плавучим.

Геологическая и геофизическая изученность. Основные черты геологического строения этого моря были установлены в результате исследований, проведенных на кряжах Прончищева и Чекановского, на Восточном Таймыре, Северной Земле, Новосибирских и расположенных южнее Ляховских островах географами и геологами, начиная с П.Ф.Анжу, Ф.П.Врангеля, Э.В.Толля, Г.А.Ушакова, Н.Н.Ермолаева. К настоящему времени вся береговая зона материка и перечисленные острова покрыты в основной

своей части среднемасштабными геологическими съемками; здесь и на всей акватории моря проведен комплекс региональных гравимагнитных исследований. В последние полтора десятилетия начаты сейсмические работы методами МОВ, ОГТ, корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) и глубинным сейсмозондированием (ГСЗ) - пройдено несколько профилей, пересекших южную часть акватории.

Региональные и надпорядковые структуры. Вдоль берега моря Лаптевых на пространстве от низовьев р.Лены, от Верхоянского хр. и до мыса Цветкова на Восточном Таймыре, через кряжи Прончищева и Чекановского протягивается постепенно „вырождающаяся" в направлении на запад узкая зона мезозоид (или крупный инверсионный авлакоген), северный край которого совпадает с линией побережья. Эта зона отделяет здесь северо-восточный край собственно Сибирской платформы от обширного блока древнего архейско-раннепротерозойского фундамента, носящего в геологической литературе наименование Лаптевской глыбы. Она охватывает на рассмотренном пространстве и дельту р.Лены. Восточнее ее устья в границы этой глыбы, на основе анализа гравимагнитных полей, включается прибрежная полоса материка, следующая на восток до устья р.Яны и несколько восточнее. Отсюда она трассируется по акватории моря, простираясь в меридиональном направлении непосредственно западнее Ляховских и Новосибирских островов - до края шельфа. Западная граница глыбы от устья р.Анабар тянется по акватории в почти меридиональном направлении на север, огибая восточный край п-ва Таймыр и проходя несколько восточнее островов арх.Северная Земля (рис.5).

Таким образом, Лаптевская глыба охватывает практически целиком всю акваторию моря и рассматривается многими исследователями как крайняя северо-восточная часть Сибирской платформы, отделенная от основной ее площади зоной позднемезозойского авлакогена, подобно тому, как это имеет место в южной части Восточно-Европейской платформы, где Днепрово-Припятский авлакоген почти целиком „отрубает" блок Украинского щита.

На востоке, юго-востоке и юге Лаптевская глыба окружена огромным полем мезозоид Верхояно-Колымской области; на западе - разновозрастными (мезозойскими, герцинскими, каледонскими) структурами Таймыра и восточной части арх.Северная Земля.

На новейших сейсмопрофилях (рис.6) видно, что осадочный чехол и подстилающий его кристаллический фундамент близки по строению осадочному чехлу и фундаменту Сибирской платформы. Как и в ее пределах, здесь выделяются те же четыре опорных преломляющих сейсмических горизонта, привязанных к наиболее близко расположенным скважинам Предверхоянского прогиба. Они позволяют „отбить" кровлю фундамента (сейсмический горизонт IУ), обособить промежуточный рифейский комплекс (горизонт III) и провести расчленение толщи собственно чехла на три комплекса (горизонты II и I).

Общая характеристика состава пород фундамента и рифейских отложений для территории севера платформы, в частности Анабарской антеклизы, района, приближенного к акватории моря Лаптевых, была дана в ранее изданном

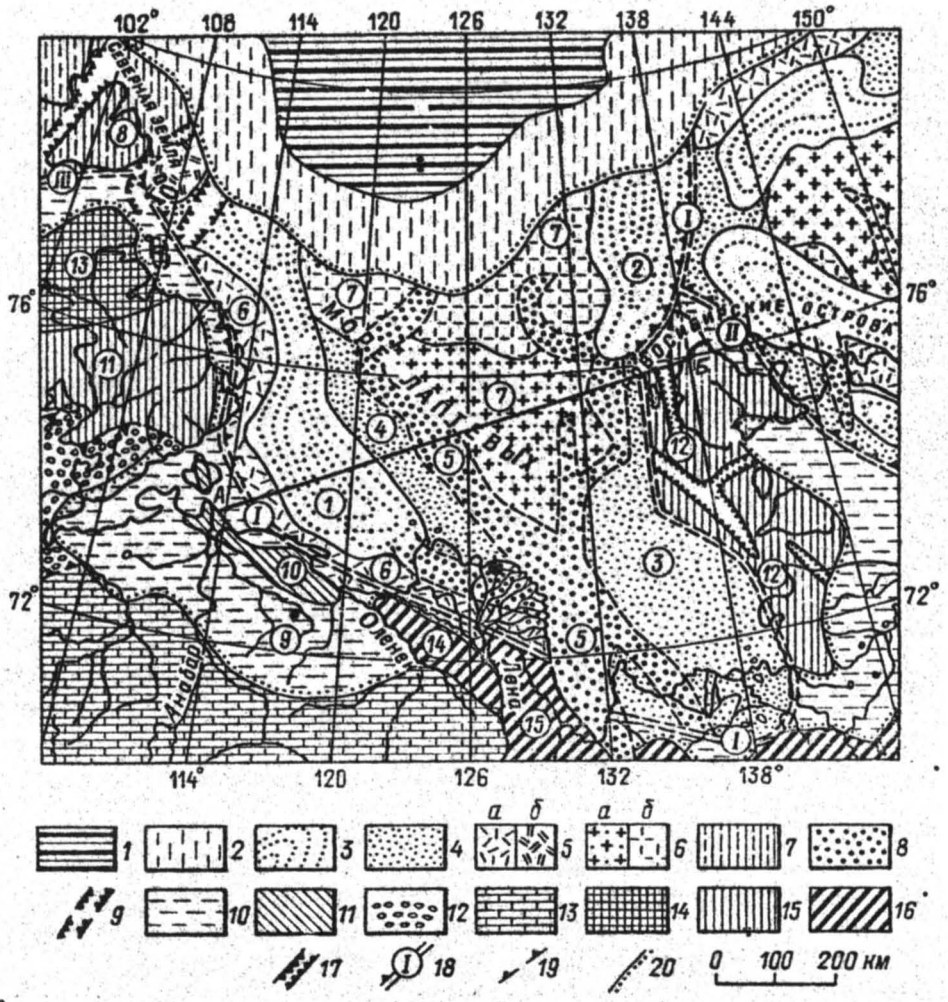


Рис.5. Структурно-тектоническое районирование моря Лаптевых и его обрамления (по [3], с небольшими изменениями и дополнениями)

Структуры (номера в кружках): 1 – Южно-Лаптевский прогиб; 2 – Анисинский прогиб; 3 – Шелонская структурная терраса; 4 – Трофимовская структурная терраса; 5 – Усть-Ленский желоб; 6 – Лено-Таймырская зона пограничных поднятий; 7 – Северо-Лаптевское поднятие; 8 – Североземельское поднятие; 9 – Лено-Анабарский прогиб; 10 – горст Прончищева – Чекановского; 11 – Южно-Таймырская зона поздних герцинид – ранних киммерид; 12 – Котельническо-Святоносская зона поднятий; 13 – Северо-Таймырская зона гранитометаморфических комплексов; 14 – Оленекская зона мезозоид; 15 – Хараулахская зона мезозоид

1 – абиссальная котловина; 2 – материковый склон; 3–11 – окраинно-материковые плиты и их элементы: 3 – прогибы, 4 – седловины и структурные террасы, 5 – погребенные горстовые валы и гряды (а – с многоярусной структурой, б – выступы кристаллического фундамента), 6 – погребенные блоково-сводовые поднятия (а – с ярусной структурой, б – предполагаемые выступы фундамента), 7 – надводные сводово-блоковые поднятия с выступами складчатых комплексов байкалид, 8 – рифтогенные желоба и грабены, выполненные осадками, 9 – грабены, не компенсированные осадками, 10 – периферийные мезокайнозойские тектонические депрессии, 11 – периферийные горсты, сложенные дислоцированными мезозойскими отложениями (инверсионные авлакогены); 12 – Енисей-Хатангский прогиб; 13 – Анабарская антеклиза; 14–16 – тектонические комплексы орогенного обрамления: 14 – Карский гранитометаморфический комплекс, 15 – позднегерцинско-киммерийские складчатые комплексы, 16 – складчатый комплекс мезозоид Северо-Востока СССР; 17 – кайнозойские грабены; 18 – флексурно-разломные ограничения окраинно-материковых плит (I – Лаптевской, II – Восточно-Сибирской, III – Баренцево-Карской); 19 – границы Енисей-Хатангского прогиба; 20 – границы остальных мезокайнозойских депрессий

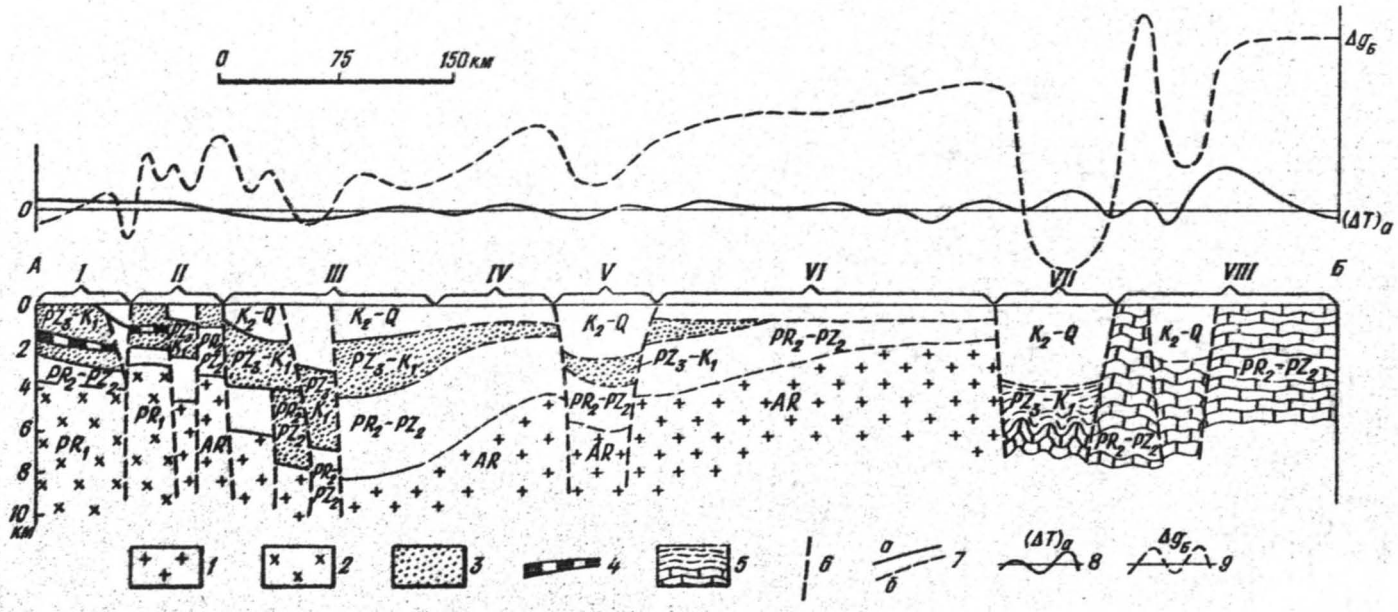


Рис.6. Геолого-геофизический разрез моря Лаптевых по линии АБ рис.5 (по [3], с упрощениями)

Структуры: I – зона периферийных депрессий; II – пограничная Лено-Таймырская горстовая гряда; III – Южно-Лаптевский прогиб; IУ – Трофимовская структурная терраса; У – Усть-Ленский желоб; УI – Северо-Лаптевское поднятие; УII – Бельковский трог; УIII – Котельническо-Святоносское поднятие

1-2 – складчатое основание: 1 – архейский комплекс, 2 – нижнепротерозойский комплекс; 3 – осадочный чехол; 4 – траппы индского яруса; 5 – осадочные комплексы, захваченные складчатостью; 6 – разрывные нарушения; 7 – границы стратиграфических подразделений осадочного чехла (а – по сейсмическим данным, б – по гравимагнитным данным); 8 – график аномалий магнитного поля; 9 – график аномалий поля силы тяжести в редукции Буге

конспекте лекций автора [6] и здесь не приводится. Отметим лишь, что толща фундамента, особенно в прибрежной части акватории, в полосе, приближенной к северному борту мезозойского авлакогена (см. рис.6), разбита на систему узких блоков, ступенчато погружающихся к северу. В срединной части акватории степень его раздробленности существенно меньше. Этот же профиль показывает, что мощность толщи рифея, сложенного, как и на Анабарской антеклизе, существенно карбонатными, частично рифогенными образованиями, составляет в прибрежной части шельфа около I км, увеличиваясь к северо-востоку до более чем 2 км.

Основные структурные элементы, выделяемые в пределах акватории моря Лаптевых и по его обрамлению, показаны на рис.5 и 6. Наиболее контрастной среди них является Лено-Таймырская зона пограничных поднятий, протягивающаяся вдоль северного борта мезозойского авлакогена кряжей Прончищева - Чекановского, ограничивающего Лаптевскую глыбу на юге. Она представляет собой систему кулисообразно расположенных горст-антиклиналей и горст-синклиналей, ограниченных разломами, в пределах которых древний фундамент или вплотную приближен к поверхности (в границах дельты р.Лена он находится на глубине в несколько сотен метров и перекрыт только четвертичными отложениями), или лежит на глубине 3-5 км под осадочным чехлом (центральная часть этой зоны). В ее северной части, вблизи Таймыра, фундамент, судя по характеру геофизических полей, сложен гранитоидами и кровля его приближена к поверхности.

Следующей крупной структурой Лаптевского шельфа является Южно-Лаптевский прогиб, протягивающийся более чем на 600 км от дельты р.Лены до берегов северо-восточного Таймыра. С юго-востока на северо-запад его ширина постепенно сокращается от I50-I60 до 50-80 км. В наиболее расширенной части прогиба мощность осадочного чехла достигает 8 км, сокращаясь к северо-западу до 3-5 км. В контурах прогиба удалось наметить ряд пологих валов, поднятий и прогибов с углами падения на крыльях от I до 3^{0}.

Столь же обширной структурой является Усть-Ленский желоб (рифт?) - срединный тектонический элемент Лаптевской глыбы. Он прослеживается на юге в пределах суши (Омолойский грабен, расположенный между устьями рек Омолой и Яна), а на севере достигает края шельфа. Усть-Ленский желоб ограничен дизъюнктивами. Ширина его колеблется от 50 до I00 км, а мощность выполняющих осадков изменяется от 3-3,5 до 6 км.

На северо-востоке шельфа выделяется обширное Северо-Лаптевское поднятие округлой формы - блок, в пределах которого фундамент (см. рис.6) поднимается до отметок -2000 м.

Остальные структуры, показанные в пределах плиты (см. рис.5), исследованы пока весьма слабо и поэтому их характеристика здесь не приводится.

С т р о е н и е р а з р е з а ч е х л а. Низы чехла и на Анабарской антеклизе вдоль края Лено-Анабарского прогиба, где они обнажены на поверхности, и в Нордвик-Хатангском регионе, где они частично вскрыты скважинами и слагают штоки соли и кепрок соляных куполов, образованы толщей венда - среднего палеозоя (ϵ, S, D, C_1): морскими и лагунными

отложениями (преимущественно карбонатами), а также глинами и соленосной толщей нижне-среднедевонского возраста. Здесь достаточно широко развиты битуминозные толщи доманикоидного облика, причем отчетлива степень увеличения их битуминозности в направлении к северу, в сторону шельфа. Мощность этой части разреза составит здесь, по-видимому, около 3 км [3]. Кровля этого венд-среднепалеозойского комплекса фиксируется отражающим сейсмическим горизонтом II.

Верхнепалеозойско-нижнемеловой комплекс детально изучен в Енисей-Хатангском и Лено-Анабарском прогибах и в пределах разделяющей их Анабаро-Хатангской седловины. Начиная с осадков перми, он целиком обнажен в пределах кряжей Прончищева и Чекановского вдоль всей береговой линии. Отложения этого комплекса представлены морскими, паралическими (образовавшимися в условиях морского побережья угленосными толщами) и континентальными осадками, состоящими из песчаников, алевролитов, аргиллитов, каменных углей, а в верхней части - из рыхлых песчаников, алевритов, глин и бурых углей. Мощность комплекса в сторону шельфа уменьшается и, по данным сейсмики, не превышает 3 км. В его пределах, близ границ нижнего и среднего триаса, четко прослеживается отражающий сейсмический горизонт I.

Верхнемеловой-кайнозойский комплекс на суше, в прибрежной части моря Лаптевых, развит весьма ограниченно, выполняя срединные части грабенов к востоку от низовьев р.Лены и на Новосибирских островах. Континентальные осадки верхнего мела небольшой мощности (30-50 м) выделены лишь на Новосибирских островах. Палеоцен-эоценовая толща (каолиновые глины с растительными остатками и пресноводной фауной, песчаники, конгломераты, пласты бурых углей) развита в районе бухты Буор-Хая, где достигает мощности 1200 м. Близкий характер имеют и вышележащие олигоцен-неогеновые отложения, имеющие в районе дельты р.Лены мощность 400 м; они перекрыты развитыми вдоль всего побережья четвертичными галечниками, песками, глинами и алевритами мощностью 50-100 м.

Как показывают материалы сейсмики, рассматриваемый комплекс достигает наибольшей мощности 3-3,5 км в Усть-Ленском желобе (см. рис.6).

М а г м а т и з м. В верхней половине толщи чехла, развитого вдоль побережья и на шельфе моря Лаптевых, магматические образования не установлены. Проявления магматизма в более древних осадочных комплексах связаны с эпохами траппового магматизма в позднем докембрии, позднем девоне и поздней перми - раннем триасе. Однако на шельфе, судя по почти полному отсутствию четких аномалий в магнитном поле, траппы развиты крайне незначительно или отсутствуют вовсе, замещаясь горизонтами туффитов и туфопесчаников.

П о л е з н ы е и с к о п а е м ы е. Объектами поисков в пределах Лаптевской глыбы уже в ближайшие годы несомненно явятся нефть и газ. Приведенные выше характеристика основных наиболее крупных выделенных здесь структурных элементов и описание строения разреза показывают, что первоочередными среди них являются Усть-Ленский желоб и Южно-Лаптевский прогиб - его южная и центральная части, где намечено пробурить параметрические скважины.

Восточно-Сибирское море

Границы. Расположено между побережьем материка (от устья р.Хромы до мыса Шалагского) и краем шельфа на севере. На западе и северо-западе его граница - Новосибирские острова и острова Де-Лонга; на востоке - о.Врангеля. С Чукотским морем на востоке соединяется проливом Лонга.

В него впадают крупные реки (с запада на восток): Хрома, Индигирка, Алазея, Колыма, Чаун. Площадь его - более 900 тыс.км^2. Средняя глубина моря 45 м. Ложе имеет выровненный рельеф, но на нем прослеживаются продолжения долин перечисленных выше рек. Побережье западнее р.Колымы - низменная голая тундра; восточнее р.Колымы оно гористо, несет яркие признаки неотектонического поднятия.

На береговой линии - несколько губ, крупнейшие - Хромская и Чаунская губы. Некоторые из мелких островов Новосибирского архипелага почти целиком сложены льдом и подвергаются ныне интенсивному разрушению. В течение всего года на островной части акватории море покрыто льдом. Лишь в полосе шириной до 100 км вдоль берега в летние месяцы возникает полынья. Течение образует круговорот против часовой стрелки.

Геологическая и геофизическая изученность. Восточно-Сибирское море ныне является геологически наименее изученным среди всех шельфовых областей Советской Арктики. Сейсморазведочные работы здесь еще не проводились и имеющиеся данные ограничиваются материалами гравиметрических, магнитометрических съемок и, главным образом, результатами геологических наблюдений на островах Новосибирского архипелага, островах Де-Лонга, на Медвежьих островах и о.Врангеля, а также во всей прибрежной зоне материка. Повсюду здесь завершена мелкомасштабная геологическая съемка, на материке значительные площади покрыты съемками среднего и крупного масштаба, осуществлен большой объем тематических, главным образом, палеонтолого-стратиграфических и литологических исследований.

Анализ всех этих материалов и экстраполяция данных сейсмических исследований с акватории моря Лаптевых и Чукотского моря позволили установить общие черты его геологического строения, выделить ряд структурных форм - поднятий, прогибов, выступов фундамента, желобов и т.д. Наиболее крупные среди них и устанавливаемые наиболее уверенно показаны на рис.7.

Региональные и надпорядковые структуры. Зона развития мезозоид, прослеживаемая на материке от Верхоянья до Чукотки, уверенно выделяется и на акватории Восточно-Сибирского моря. Северная граница их распространения, выраженная в виде флексурно-разломной зоны, достаточно четко и уверенно трассируется в геофизических полях и фиксируется геологическими наблюдениями на островах. На северо-западе она проходит через о.Фаддевский (Новосибирский архипелаг) и далее протягивается на юго-восток и восток примерно параллельно береговой линии в 100-200 км от нее (рис.7) до северной части о.Врангеля. К северу от этой границы, охватывая всю основную часть акватории моря, располагается огромный массив

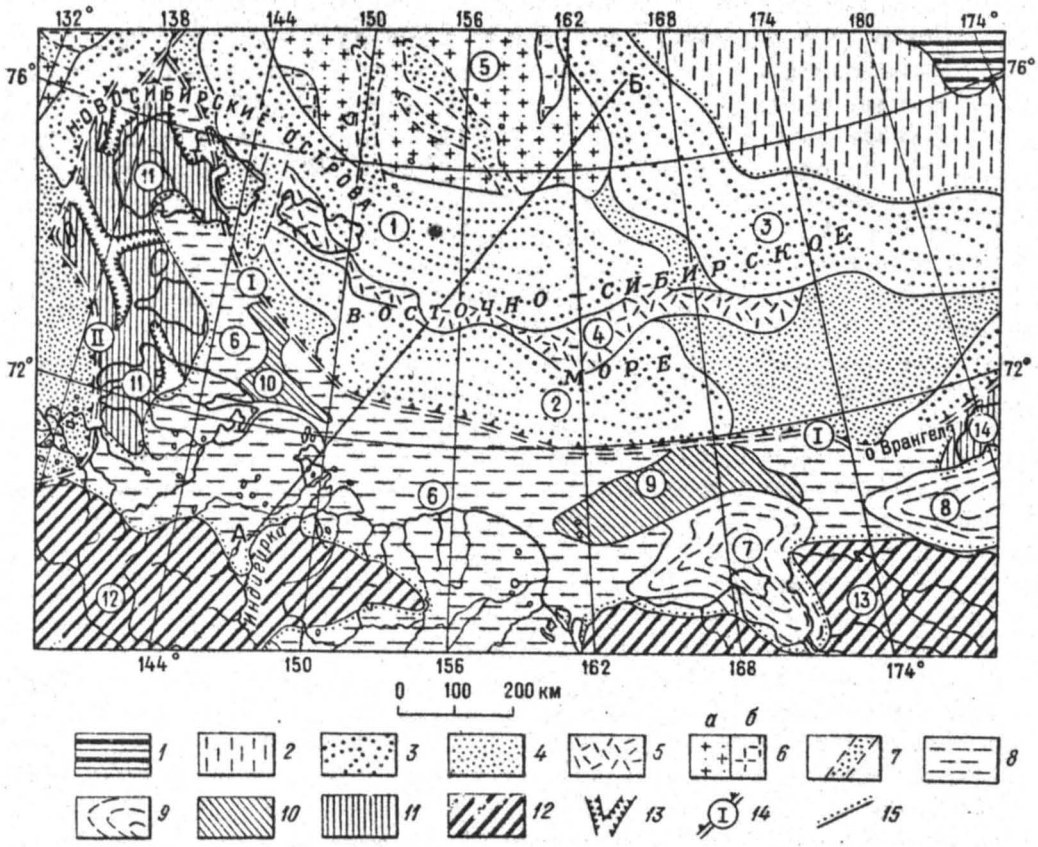


Рис.7. Структурно-тектоническое районирование Восточно-Сибирского моря и его обрамления (по [3] с небольшими изменениями)

Структуры (номера в кружках): 1 - Новосибирский прогиб; 2 - Благовещенский прогиб; 3 - прогиб Вилькицкого; 4 - гряда Анжу; 5 - поднятие Де-Лонга; 6 - Фаддевско-Приморская тектоническая депрессия; 7 - Айонская впадина; 8 - Южно-Чукотский прогиб; 9 - Медвежинский выступ; 10 - Гусинский выступ; 11 - Котельническо-Святоносское поднятие; 12 - Полоусненская зона Верхояно-Чукотской складчатой системы мезозоид; 13 - Чукотская зона той же системы; 14 - Врангелевско-Геральдская гряда

1 - абиссальная котловина; 2 - материковый склон; 3-7 - окраинно-материковые плиты и их элементы: 3 - прогибы, 4 - седловины и структурные террасы, 5 - погребенные гряды, 6 - погребенные блоково-сводовые поднятия (а - участки с многоярусной структурой, б - предполагаемые выступы кристаллического фундамента), 7 - рифтогенные желоба и грабены, выполненные осадками; 8 - периферийные тектонические депрессии; 9 - унаследованные прогибы и впадины; 10 - горсты (выступы) основания, сложенные преимущественно кайнозойскими дислоцированными отложениями; 11-12 - тектонические комплексы орогенного обрамления: 11 - киммерийский складчатый комплекс, 12 - складчатый комплекс мезозоидов Северо-Востока СССР; 13 - грабены зон орогенеза; 14 - флексурно-разломные ограничения плит (I - Гиперборейской, II - Лаптевской); 15 - граница периферийных депрессий

древней Гиперборейской платформы. Фундамент центральной ее части, в границах поднятия Де-Лонга, прогиба Вилькицкого и далее к северо-востоку и востоку, имеет архейско-раннепротерозойский (докарельский и карельский) возраст, а периферической, южной ее части, - сформирован блоками байкалид (поздний протерозой). Это иллюстрирует геологический профиль (рис.8).

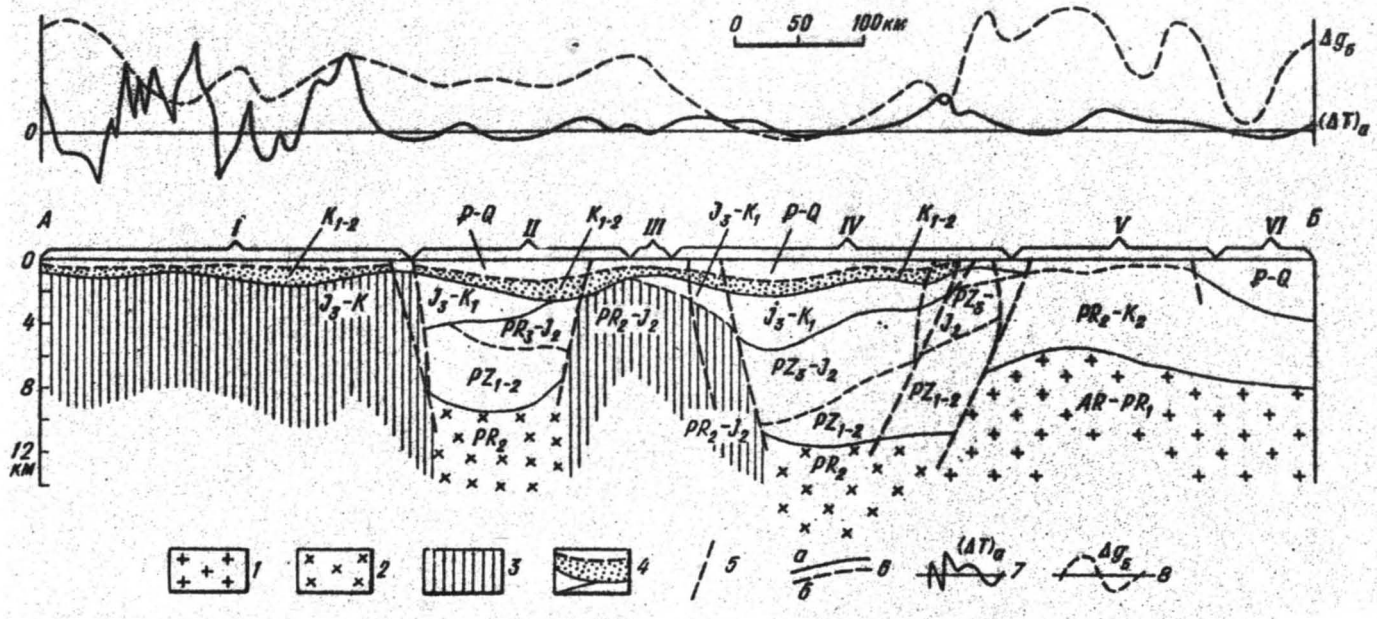


Рис.8. Геолого-геофизический разрез Восточно-Сибирского моря по линии АБ рис.7 (по [3])

Структуры: I – Фадеевско-Приморская тектоническая депрессия; II – Благовещенский прогиб; III – гряда Анжу; IУ – Новосибирский прогиб; У – поднятие Де-Лонга; УI – прогиб Вилькицкого.

1-3 – складчатое основание: 1 – архейско-раннепротерозойский докарельский и карельский комплекс; 2 – позднепротерозойский байкальский комплекс; 3 – позднекиммерийский комплекс; 4 – осадочный чехол в платформенном залегании; 5 – разрывные нарушения; 6 – границы стратиграфических подразделений чехла (а – по геофизическим данным, б – предполагаемые); 7 – график аномалий магнитного поля; 8 – график аномалий поля силы тяжести в редукции Буге

Древний фундамент нигде на поверхности не обнажается; он выделяется на основе анализа гравимагнитных данных.

Байкальский фундамент вскрыт в обнажениях на островах Большом Ляховском и Фаддеевском и, наиболее полно, в северной части о.Врангеля, где изучен достаточно детально. Он представлен здесь смятыми в линейные складки кристаллическими сланцами, филлитами, кварцито-песчаниками, конгломератами, мраморизованными известняками, включающими пластовые и субсогласные тела габбро-диабазов и диабазов. Вся эта толща претерпела региональный метаморфизм. Она интрудирована телами гранит-порфиров и граносиенитов. Видимая ее мощность достигает в этом разрезе 3000 м. По возрасту она достаточно доказательно относится к рифею.

Крупнейшие структуры, выделенные по комплексу всех имеющихся геологических и геофизических данных на акватории Восточно-Сибирского моря и показанные на рис.7, расположены в определенном порядке.

В границах Гиперборейской платформы (плиты), юго-западная часть которой охватывает почти всю акваторию моря, кроме ее прилегающей к побережью полосы, наблюдается отчетливое концентрическое расположение всех структурных элементов вокруг центрального поднятия (антеклизы) Де-Лонга.

К югу от него располагаются два вытянутых параллельно его краю, дугообразно изогнутых обширных прогиба - Новосибирский и Благовещенский, разделенные узким линейным выступом приближенного к поверхности фундамента - грядой Анжу. С востока это центральное поднятие обрамляется прогибом Вилькицкого и расположенной к югу от него широкой структурной террасой, протягивающейся до южной границы плиты.

В пределах вытянутого вдоль побережья пояса мезозоид непрерывно прослеживается обширнейшая тектоническая депрессия, в границах которой уверенно обособляются Айонская впадина, частично охватывающая и прибрежную сушу вокруг Чаунской губы, а также впадина, открывающаяся в сторону Чукотского моря и отделяющая блоковый выступ о.Врангеля от материка.

Вдоль флексурно-разломного ограничения Гиперборейской платформы намечено несколько горстов (крупнейший - в районе Медвежьих островов), сложенных с поверхности дислоцированными отложениями кайнозоя.

С т р о е н и е р а з р е з а ч е х л а. Общая мощность разреза платформенного чехла Гиперборейской платформы оценивается для наиболее глубокого Новосибирского прогиба в 10 км.

В его основании геологами ВНИИокеангеологии выделяется морская песчаниково-алевролито-аргиллитовая толща, залегающая почти горизонтально и относимая к венду. Ее мощность 800 м. Более высокая часть разреза вскрыта не только на о.Врангеля, но и на о.Беннетта (арх.Де-Лонга). Это горизонтально залегающая толща алевролитов и аргиллитов с фауной трилобитов нижнего и среднего кембрия. Они прорваны и перекрыты покровом базальта. Мощность кембрия колеблется от 500 до 800 м.

Выше по разрезу выделены осадки ордовика - алевролиты и аргиллиты с граптолитами мощностью 670-700 м; отложения отдельных частей силура и девона, представленные маломощной (до 400 м) терригенно-карбонатной

и карбонатной толщами, а также терригенно-известняковые отложения нижнего и среднего карбона, с большим перерывом залегающие на различных по возрасту (вплоть до кембрия) осадк`в.

Мощность нижнего и среднего карбона оценивается в 800 м.

Выше, вновь с перерывом, залегают отложения верхней перми - известняки и известняково-глинистая толща с фораминиферами и брахиоподами. Ее мощность до 150 м.

Отложения мезозоя и кайнозоя и на о.Врангеля,и на островах арх.Де-Лонга - это маломощная (500-700 м) толща, представленная преимущественно мелководно-морскими терригенными (триас) и континентальными угленосными (юра, мел, палеоген, неоген), а также морскими четвертичными (антропогеновыми) отложениями. В разрезе меловых пород на островах арх.Де-Лонга отмечены пачки эффузивов и туфов и дайки базальтовых порфиров. В прогибах общая мощность этих отложений, вероятно, окажется увеличенной до 1000-2000 м, как это и показано на рис.8.

По данным геофизических исследований,разрез палеозоя, мезозоя и кайнозоя, изученный на перечисленных выше островах, характерен и для крайней северной части акватории моря, к северу от арх.Де-Лонга.

Геологический разрез зоны мезозоид, протягивающейся вдоль всей береговой полосы (с запада на восток) непрерывно от Анабарского залива и Северного Верхоянья, был подробно описан ранее при характеристике строения береговой зоны моря Лаптевых (кряжи Прончищева и Чекановского, Новосибирские острова). Здесь этот разрез имеет аналогичный характер и поэтому не рассматривается. Интерпретация всех имеющихся геологических и геофизических данных показывает, что и в прибрежной полосе материка,и на акватории Восточно-Сибирского моря, например в границах Фаддеевско-Приморской депрессии, мощность только верхней половины разреза - от среднего карбона до средней юры (верхоянский комплекс), и вышележащей толщи - верхней юры и мела,превышает 13-15 км. Это показано на геолого-геофизическом разрезе (рис.8).

П о л е з н ы е и с к о п а е м ы е. Перспективы нефтегазоносности связываются прежде всего с площадями перечисленных выше обширных прогибов в контурах Гиперборейской платформы, где и строение чехла,и его значительные мощности дают основание предполагать наличие скоплений углеводородов.

Значительный интерес приобретают поисковые работы на прибрежно-морские россыпи драгоценных металлов, касситерита, вольфрамита и тяжелых металлов по всей береговой полосе к востоку от устья р.Колымы.

Чукотское море

Наиболее восточное из полярных морей советского сектора Арктики. Располагается к северу от Чукотского п-ва и западной части Аляски.

Г р а н и ц ы. Условная его граница с морем Бофорта, расположенным восточнее, проводится по меридиану мыса Барроу (Аляска). Северная граница - край шельфа. На юге Берингов пролив соединяет его с Беринговым морем.

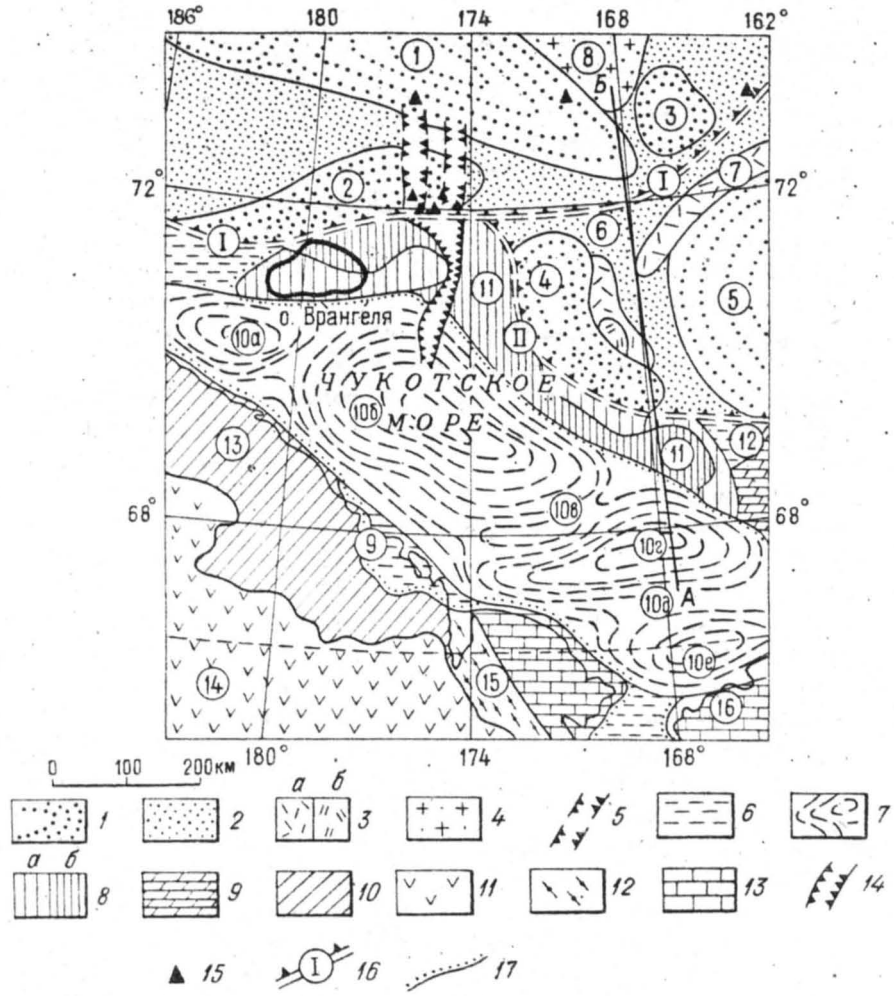


Рис.9. Структурно-тектоническая схема Чукотского моря и его обрамления (по [3], с небольшими упрощениями)

Структуры (номера в кружках): 1 – Северо-Чукотская впадина прогиба Вилькицкого; 2 – Северо-Врангелевский прогиб; 3 – Восточно-Чукотская впадина; 4 – Восточно-Геральдская впадина; 5 – Чукотская впадина; 6 – Геральдское поднятие; 7 – вал Барроу; 8 – Северо-Чукотское поднятие; 9 – Ванкаремская тектоническая депрессия; 10 – Южно-Чукотский прогиб (10а – впадина Лонга, 10б – Шмидтовская впадина, 10в – вал Онман, 10г – впадина Хоуп, 10д – вал Коцебу, 10е – прогиб Сеславик); 11 – Врангелевско-Геральдская гряда; 12 – Колвиллский передовой прогиб; 13 – Чукотская складчатая зона; 14 – Крестовская зона Охотско-Чукотского вулканогенного пояса; 15 – Колючинско-Мечигменская шовная зона; 16 – Анадырско-Сьюардский (Эскимосский) массив

1-5 – окраинно-материковые плиты и их элементы: 1 – прогибы и впадины, 2 – седловины и структурные террасы, 3 – валы и погребенные горсты (а – участки с многоярусной структурой, б – выступы складчатого основания), 4 – погребенные блоково-сводовые поднятия с многоярусной структурой, 5 – рифтогенные желоба, выраженные в рельефе дна; 6 – периферийные тектонические депрессии; 7 – унаследованные прогибы; 8 – реликтовые орогены, сложенные мезозойскими складчатыми комплексами (а – выступающие на поверхность, б – залегающие под рыхлыми осадками), 9 – выступы, сложенные параплатформенными (промежуточными) комплексами; 10-13 – тектонические комплексы орогенного обрамления: 10 – складчатый комплекс мезозоид Северо-Востока СССР, 11 – вулканогенный комплекс Охотско-Чукотского пояса, 12 – складчатый комплекс шовных дислокаций, 13 – нерасчлененный комплекс срединного массива; 14 – грабены орогенных зон; 15 – глиняные диапиры; 16 – флексурно-разломные ограничения окраинно-материковых плит (I – Восточно-Сибирской, II – Бофортско-Чукотской); 17 – границы периферийных депрессий

На азиатском материке в него впадают небольшие реки: Амгуэма, Ванкарем и Колючин. На юге акватории преобладают глубины 25-50 м, на севере - до 200 м. Площадь его, включая американский сектор, около 600 тыс.км^2. Ложе выровненное, полого погружающееся к северу.

И Чукотское, и Аляскинское побережья преимущественно низменные. Наиболее крупные заливы - Колючинский (Азия) и Коцебу (Аляска). Островов в пределах советского сектора мало: о.Врангеля, расположенный непосредственно восточнее о.Геральда, и находящийся в береговой зоне о.Колючин.

Наблюдается постоянное течение, образующее круговорот против часовой стрелки. Зимой характерен сплошной ледяной покров. Летом в южной части моря образуется широкая (100-300 км) береговая полынья.

Геологическая и геофизическая изученность. Акватория моря изучена еще недостаточно, хотя здесь осуществлен комплекс гравимагнитных съемок, проведен ряд сейсмопрофилей МОВ и КМПВ, а также методом сейсмоакустики. Вся береговая зона Чукотки изучена средне- и крупномасштабными геологическими съемками. Бурение на акватории в пределах советского сектора пока не проводилось.

Проведенные работы показали, что в строении акватории Чукотского моря (рис.9) весьма много общего со строением Восточно-Сибирского. Как и в пределах последнего, здесь на расстоянии 200-300 км от береговой линии, начиная от о.Врангеля, достаточно четко трассируется северное ограничение зоны Верхояно-Чукотских мезозоид.

Региональные и надпорядковые структуры. Анализ структур акватории южной части Чукотского моря - располагающихся здесь Южно-Чукотского прогиба, Врангелевско-Геральдской гряды, протягивающейся вдоль границы с Гиперборейской платформой, и Колючинско-Мечигменской шовной зоны, прослеживающейся вдоль линии берега, - показывает, что они представляют собой обширный межгорный прогиб, обрамленный с севера и с юга грядой и шовной зоной, которые интенсивно развивались на протяжении всего мелового периода и, частично, палеогена и были затоплены морем только в неоген-антропогеновое время.

Для структурного строения той части Гиперборейской платформы, которая входит в границы Чукотского моря, также присущ ряд особенностей, среди которых наиболее характерной является распространение здесь целой серии впадин и прогибов (Северо-Чукотский, Северо-Врангелевский, Восточно-Чукотский, Восточно-Геральдский, Чукотский), разделенных лишь уплощенными седловинами и структурными террасами. Положительных структур здесь всего две (Геральдское поднятие и вал Барроу). Они невелики по размерам. Вероятно, в дальнейшем, с повышением детальности исследований здесь будут выделены и крупные положительные структуры.

Строение разреза чехла. Строение, состав и мощность разреза мезозоид достаточно близки к описанным ранее для побережья моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря. Однако для верхней, частично изученной в береговых обнажениях части разреза, начиная с низов мела, характерны некоторые отличия. Так, альб-сеноманская толща, имеющая мощность

I-I,5 км, представлена молассой, в кровле которой отмечается присутствие базальтов и андезитов. Турон-кампанские осадки, лежащие на них с несогласием, сложены континентальной угленосной толщей мощностью до I км; палеоген - угленосными отложениями мощностью до I км; неоген - также преимущественно угленосными паралическими отложениями мощностью до 750 м. Отложения антропогена - маломощная (5-30 м) толща тонких глин и песков с морской фауной.

Вся остальная часть акватории Чукотского моря - это массив древней Гиперборейской платформы, прослеживаемой восточнее Берингова пролива - в море Бофорта[x].

Фундамент Гиперборейской платформы нигде, кроме подробно описанного выше его выхода на севере о.Врангеля, пограничного между Чукотским и Восточно-Сибирским морями, и о.Геральда, на поверхности не обнажается. Не вскрыты и все нижние горизонты чехла, с венда и палеозоя до нижнего кайнозоя включительно. Вся информация о них получена на основе анализа геофизических полей и, главным образом, материалов сейсмики, а также экстраполяции данных с акватории Восточно-Сибирского моря (острова арх.Де-Лонга) и с о.Врангеля.

Все они были рассмотрены выше и их повторение было бы излишним.

Сейсмические данные, приведенные на рис.IO, показывают стратификацию наиболее полного разреза, характеризующего Северо-Чукотский прогиб, и мощность каждого из выделенных подразделений.

На этом геолого-геофизическом профиле как мощность, так и литолого-фациальный характер горизонтов разреза приняты аналогичными описанным на о.Врангеля и островах арх.Де-Лонга, что на современном этапе изученности описываемой акватории представляется оправданным.

Особенностью чехла плиты и акватории Чукотского моря является весьма интенсивная нарушенность его многочисленными разломами с образованием приразломных антиклинальных складок субширотного простирания и глиняных диапиров, выделенных в глинистых толщах нижнего и верхнего мела. Наиболее крупные из этих структур имеют 2,5 км в поперечнике и высоту около I км. Некоторые из них достигают поверхности дна. Два из таких диапиров показаны на рис.IO.

М а г м а т и з м. Магматические образования в пределах акватории Чукотского моря так же, как и на прилегающей части материка и на островах, относятся к пяти тектономагматическим циклам: позднепротерозойскому, триасовому, меловому, мел-палеогеновому и неогеновому.

В составе позднепротерозойского цикла (о.Врангеля и о.Геральда) устанавливаются эффузивные и интрузивные комплексы рифейского и вендского возраста. Среди интрузивных образований рифея выделяется гранитовая формация - лейкократовые гранит-порфиры.

---

[x] На рис.9 в пределах Гиперборейской платформы показаны два платформенных блока, сопрягающиеся воедино,- Восточно-Сибирский с древним фундаментом и расположенный непосредственно к югу Бофортско-Чукотский, возраст фундамента которого PR_2 (рис.10). Нами они рассматриваются в качестве единой Гиперборейской платформы (плиты), внутренние части которой образованы докарелидами и карелидами, а внешние - байкалидами.

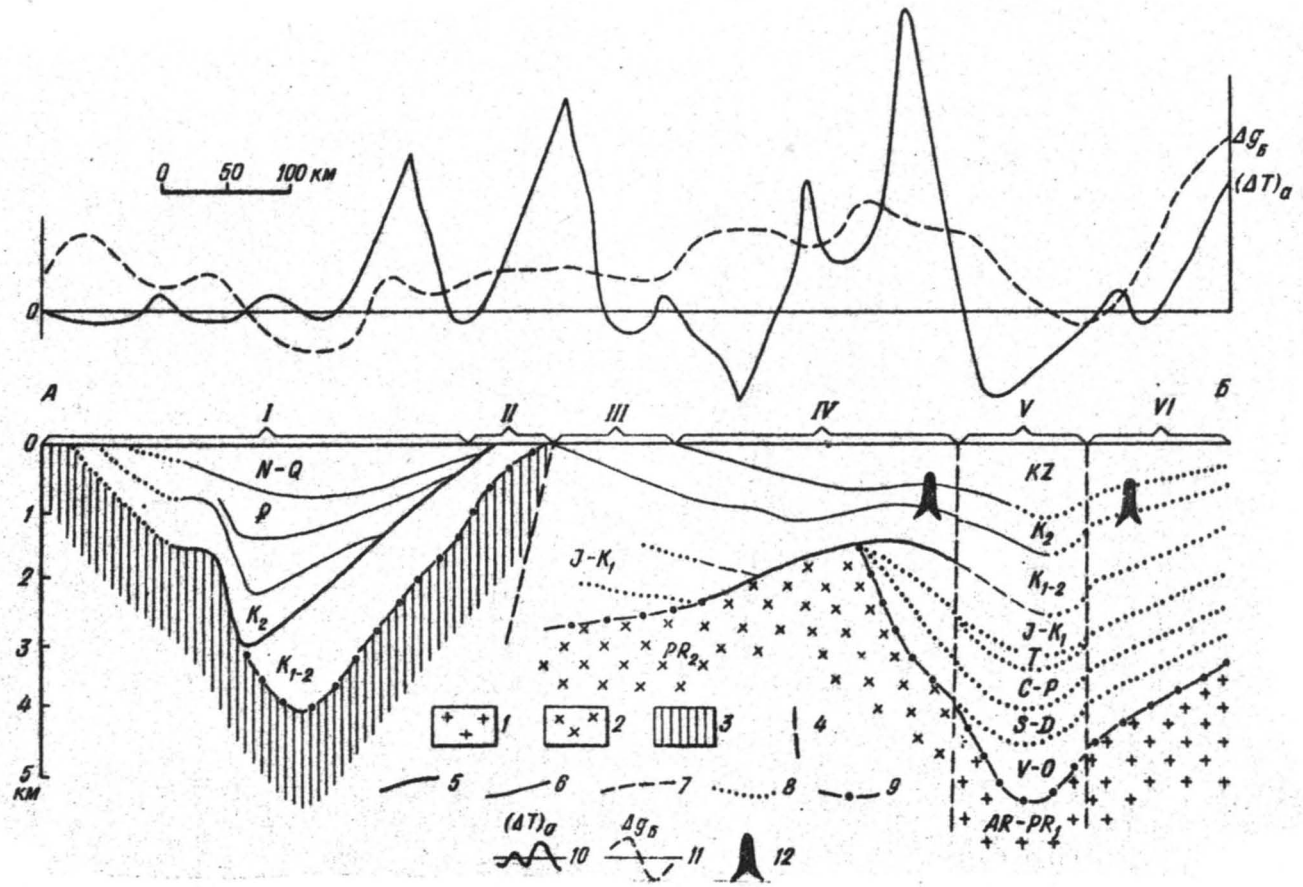


Рис.10. Геолого-геофизический разрез Чукотского моря по линии АБ рис.9 (по [3], с упрощениями)

Структуры: I - Южно-Чукотский прогиб; II - Врангелевско-Геральдская гряда; III - Восточно-Геральдский прогиб; IУ - Геральдское поднятие; У - Северо-Чукотский прогиб; УI - Северо-Чукотское поднятие

1-3 - складчатое основание: 1 - архейско-раннепротерозойский карельский комплекс; 2 - позднепротерозойский байкальский комплекс; 3 - мезозойский комплекс; 4 - разрывные нарушения; 5-8 - сейсмические границы: 5 - акустический фундамент, 6 - уверенные, 7 - неуверенные, 8 - условные; 9 - кромка магнитоактивных тел; 10 - график аномалий магнитного поля; 11 - график аномалий поля силы тяжести в редукции Буге; 12 - глиняные диапиры

Триасовый этап характеризуется раннегеосинклинальной габбро-диабазовой формацией, широко развитой в южной (мезозойской) части Чукотского моря.

Меловой этап магматизма представлен формациями орогенного ряда - гранитовой, диорит-гранитовой, формацией щелочных и нефелиновых сиенитов и, кроме того, эффузивным комплексом, широко развитым в береговой зоне до мыса Дежнева на востоке. В его составе выделяются две фазы проявления магматизма: первая приходится на конец раннего мела, вторая - на поздний мел.

Мел-палеогеновый этап характеризуется формированием на участках, приближенных к восточному окончанию Чукотки, преимущественно вулканогенных комплексов Охотско-Чукотского пояса. Это толща дацитов, липаритов и андезитов мощностью до 1000 м.

Неогеновый тектономагматический цикл выделяется условно по гравимагнитным данным только в пределах Геральдского поднятия (рис.10). Вероятно, он представлен здесь основными породами - базальтами, залегающими вблизи поверхности дна.

П о л е з н ы е и с к о п а е м ы е. Большое значение приобретают поиски на акватории прибрежно-морских россыпей золота, минералов олова, вольфрама, титана и других металлов. Эти работы здесь уже начаты.

Для поисков нефти и газа первоочередными объектами являются крупные прогибы - Северо-Чукотский и обширнейший Южно-Чукотский, расположенные на прибрежном мелководье, выполненные четырехкилометровой мощности толщей мезокайнозоя и несомненно имеющие структурно-геологические связи с перспективными и нефтегазоносными бассейнами северной Аляски и Арктической Канады. Проведенные работы ограничиваются здесь сейсмическим профилированием. Бурением этот регион пока не охвачен.

МОРЯ ТИХООКЕАНСКОГО ПОЯСА

Берингово море

Г р а н и ц ы. Берингово море - полузамкнутое море Тихого океана, расположенное между берегами Азии на западе и Северной Америки на востоке; между Алеутскими и Командорскими островами на юге и Беринговым проливом на севере. Названо по имени Витуса Беринга, руководителя экспедиций 1725-1730 и 1733-1741 годов.

Площадь 2304 тыс.км^2. Средняя глубина 1640 м. Под юрисдикцией СССР находится лишь северо-западная часть его акватории, прилегающая к берегам Азии.

На севере и востоке акватории расположена обширная материковая отмель с выровненным рельефом и глубинами от 20-25 до 120-140 м. Эта отмель, занимающая 46 % площади моря, на юго-востоке круто переходит через узкий склон (17 % площади) в глубоководные котловины - Западную и Центральную,

занимающие 37 % его площади. Эти котловины разделены подводными хребтами - вулканическими поясами (поднятие Ширшова - Олюторский подводный хребет и поднятие (банка) Бауэрса). Максимальная глубина моря 4096 м. Оно имеет сильно изрезанные скалистые берега. На них крупные заливы: Анадырский, Олюторский (СССР), Нортон и Бристольский (Аляска, США).

Наиболее крупные острова: Св.Лаврентия (США) и Карагинский (СССР). В это море впадают две крупные реки - Анадырь и Юкон (Аляска). Поверхностное течение образует круговорот против часовой стрелки. Бо́льшую часть года северные и срединные части моря покрыты плавучим льдом.

Геологическая и геофизическая изученность. К настоящему времени вся береговая зона материка, п-ва Камчатка и островов покрыта средне- и, частично, крупномасштабными геологическими съемками. Здесь осуществлены региональные геофизические исследования. На территории прилегающих к побережью впадин (Анадырской, Хатырской, ряда прогибов западной Камчатки) проводится площадная сейсмика МОВ и ОГТ и пробурены глубокие нефтегазопоисковые скважины.

На акватории Берингова моря завершен полный комплекс гравимагнитных исследований, ведется, начиная с середины 70-х годов, сейсмопрофилирование КМПВ и, главным образом, методом ОГТ. В восточном (американском) секторе моря у побережья Аляски пробурены 25 глубоких нефтегазопоисковых скважин (не давших пока положительного результата). Всеми этими работами установлены основные черты геологического строения акватории моря [I].

Региональные и надпорядковые структуры и строение разреза чехла. Шельф соответствует так называемой плите Дежнева - платформе, разбитой на блоки („Берингия" в литературе 50-70-х годов), с континентальной, по физическим параметрам, корой мощностью 25-30 км. Фундамент плиты обнажается на суше в срединных массивах - Чукотском и Юконском и на островах в Беринговом проливе. Он сложен гранитизированными образованиями. Здесь же наблюдаются покровы кайнозойских платобазальтов, которые обнажаются в срединной и восточной частях акватории, принадлежащей США, - на островах Св.Лаврентия, Св.Матвея, Св.Павла и Св.Георгия. В южной глубоководной части Берингова моря выделяется разорванная вулканическими поясами (Ширшова и Бауэрса) плита с корой субокеанического типа, сложенная базальтами. Ее мощность, по данным сейсмики, II км. Мощность рыхлых осадков от 2-4 до 5-7 км.

В прилегающей к побережью Азии части акватории отмечается множество глубинных разломов преимущественно меридионального простирания.

Опускания Берингова пролива, и вероятно, всей шельфовой зоны очень молодые. Связь Азии и Америки существовала долго, но несколько раз прерывалась; в последний раз - в конце среднего плейстоцена и затем, вероятно, от начала голоцена до ныне.

Опускание отдельных блоков создало крупные впадины у края азиатского и американского материков. Основными структурными элементами северной и западной частей Берингова моря являются (рис.II): впадина Нортон, Анадырская впадина (250 х 500 км, площадь 100 тыс.км^2, мощность чехла - до

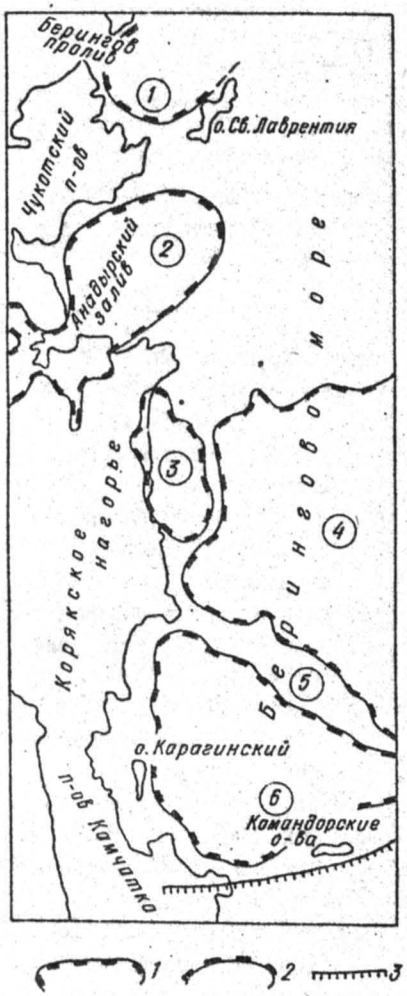


Рис.11. Структурно-тектоническое районирование Берингова моря (по [4])
Структуры (номера в кружках):
1 - впадина Нортон; 2 - Анадырская впадина; 3 - Хатырская впадина; 4 - Беринговская впадина; 5 - поднятие Ширшова; 6 - Командорская впадина
1 - границы впадин; 2 - границы поднятий; 3 - глубинные разломы

3-4 км); Хатырская впадина (100 х 200 км, площадь 20 тыс.км^2, мощность чехла - до 6 км); поднятие Ширшова (Олюторское), а также Командорская впадина, ограниченная с юга дугой Командорских и Алеутских островов.

Основную часть акватории образует огромная Беринговская (Центральная) впадина, лежащая, как мы уже отмечали, на коре субокеанического типа и характеризующаяся мощным (5-7 км) чехлом.

Материковый склон узкий, крутой (4-5°). Это раздробленный край плиты.

Возраст, состав и мощность осадков чехла в пределах северо-западной, шельфовой и прибрежной частей моря подробно изучены в разрезах Анадырской и Хатырской впадин.

Во вскрытом скважинами разрезе Анадырской впадины на мезозойском основании - фундаменте, сложенном гранитоидами и, главным образом, вулканогенными породами основного состава, залегают базальные конгломераты и толща угленосных песчаников позднемелового возраста мощностью до 1200 м. Выше располагаются отложения палеогена и неогена - песчаники, алевролиты и аргиллиты, содержащие отдельные прослои битуминозных известняков и прослойки угля. Их мощность достигает 3500 м. Верхи разреза, плиоцен-четвертичная толща, - угленосные, озерно-болотные и аллювиальные осадки мощностью до 400 м.

В пределах Хатырской впадины - на основании (фундаменте) альпийского возраста залегают верхнемеловая-палеоценовая кремнисто-терригенная, песчаниково-аргиллитовая толща мощностью до 500-600 м, выше - эоцен-плиоценовая преимущественно песчаниковая толща мощностью 4200-4400 м. Верхи разреза - плиоцен-четвертичные терригенные осадки - имеют мощность до 500 м.

Близкий характер имеют, по данным сейсмики, и разрезы впадин, расположенных на акватории и протягивающихся вдоль вос-

точного побережья Камчатки. Их отличие от разреза Хатырской впадины в них существенна роль эффузивов, слагающих как низы разреза - отложения верхнего мела, так и самые его верхи - плиоцен-четвертичную толщу.

Полезные ископаемые. В 1983 г. из скважины в Анадырской впадине был, наконец, получен промышленный приток нефти - она превратилась в важный объект нефтеразведочных работ. Началось бурение в Хатырской впадине, изобилующей поверхностными нефте- и газопроявлениями.

Для поисков благородных металлов, слова и тяжелых металлов представляют интерес прибрежные россыпи южного побережья Чукотки (хребты Рарыткин, Золотой) и развитые здесь береговые морские террасы.

Охотское море

Границы. Это полузамкнутое море, получившее наименование по р.Охота, отделено от океана п-вом Камчатка и Курильскими островами. Острова Сахалин и Хоккайдо отделяют его от Японского моря (проливы Татарский и Лаперуза). Площадь его 1540 тыс.км^2, средняя глубина 859 м.

На побережье материка протекают реки Амур, Уда, Охота, Гижига, Пенжина. Берега моря высокие, скалистые, кроме устьевых частей рек. Выделяются заливы - Шелихова (с Гижигинской и Пенжинской губами), Удский и др. У берега Сахалина расположены заливы Сахалинский, Анива и Терпения. Шантарские острова и ряд других размещаются вблизи берегов, и только единственный о.Иона находится на значительном удалении от побережья.

Северная и северо-западная части моря - это огромная материковая отмель с глубинами 200-300 м. Она занимает 42 % площади. В средней части акватории располагается широкий и очень пологий материковый склон (глубины от 300 до 2000 м), в пределах которого выделен ряд впадин и поднятий. Эта часть акватории составляет 48 % площади моря. Всю южную часть бассейна занимает обширная Южно-Охотская котловина (10 % его площади), протягивающаяся к западу от Курильских островов с глубинами, достигающими 3374 м.

Поверхностное течение образует общий круговорот. С октября по июнь море покрыто льдом.

Геологическая и геофизическая изученность. Для всей береговой зоны материка, о.Сахалин, Курильских островов составлены средне- и крупномасштабные геологические карты, проведен комплекс региональных, а на незначительной площади - и детальных геофизических исследований, пробурены множество колонковых и глубоких скважин (о.Сахалин).

Акватория Охотского моря полностью покрыта региональными гравимагнитными съемками. Здесь осуществлен значительный объем сейсмопрофилирования МОВ и ОГТ, позволившего наметить и оконтурить множество структур различных порядков, а работы с применением методов ГСЗ и КМПВ определили общие черты тектонического строения акватории - мощность земной коры, простирание тектонических нарушений.

В настоящее время здесь, на островах и на шельфе близ Магадана, в северо-восточной, западной и южной прибрежной зонах Сахалина, в Татарском проливе, ведется бурение параметрических и нефтегазопоисковых глубоких скважин, давших возможность подробно изучить и стратифицировать основную часть разреза чехла. Проведено исследование донных кайнозойских осадков материковой отмели и глубоководной впадины.

Региональные и надпорядковые структуры и строение разреза чехла. За пределами акватории Охотского моря, восточнее Курильских островов, располагается огромная глубоководная впадина. Этот гигантский желоб образовался в результате активных блоковых опусканий с амплитудой 2-4 км и более, происходящих с конца неогена, что соответствует времени наиболее интенсивных неотектонических движений и на прилегающих участках суши (Камчатка, Курилы). Именно здесь, в зоне, ограничивающей Охотское море с востока (Курильский желоб), проходит область максимальной сейсмичности в пределах СССР - отмечены землетрясения силой 9-10 баллов, эпицентры которых располагаются на глубине от 10-20 до 500-600 км. Глубина их возрастает в сторону континента.

Участки сгущения эпицентров выделяются плитотектонистами как сейсмофокальная зона (Беньофа - Заварицкого), падающая под континент в среднем под углом 45° и прослеживающаяся до глубины 700 км. Считается, что по этим сколам, составляющим зону, материковые блоки надвигаются на океаническую кору, или наоборот, океаническая кора подлезает под материковую.

Однако уточнение строения зон, проведенное в середине 80-х годов, показало, что очаги землетрясений распределены неравномерно: контуры зон расплывчаты, в ряде интервалов они вообще отсутствуют. Единой зоны (поверхности) нет. Анализ напряжений в очагах (работы Института механики АН СССР) указывает скорее на смещение по крутопадающим поверхностям сбросов и на преобладание растяжений, а не сжатия. Таким образом, этот вопрос еще не решен.

Морфология структурных элементов Курильской островной дуги, ее пространственное положение, слагающие ее формационные комплексы, характер вулканизма позволяют считать как эту гряду, так и прилегающую часть Южно-Охотской впадины внешней зоной современной, ныне живущей геосинклинали.

Ее внутренней зоной является глубоководный Тихоокеанский желоб и приостровной (со стороны океана) склон. Механизм формирования земной коры этой пограничной с Охотским морем зоны - предмет острых дискуссий. Одни ученые считают, что здесь происходит постепенное преобразование океанической коры в континентальную. Участки „гранитного слоя" под Курилами, выходы гранитоидов, установленные на островах и под ними, считаются этими исследователями ядрами роста континентальной коры. Другие, наоборот, полагают, что в этой зоне континентальная кора постепенно перерабатывается в океаническую. В работе [I] показано, что мощность земной коры на всем пространстве вдоль Курильской дуги и ограничивающего ее с востока глубоководного желоба изменяется от 30 до 12-15 км, постепенно уменьшаясь в направлении на восток. Здесь выделяется кора переходного типа.

Что же представляет собой днище Охотского моря? Оно, как известно, расположено между мезозоидами Верхояно-Чукотской области, позднемезозойскими (ларамийскими) Сихотэ-Алинской и Тайгоносско-Корякской системами и окраинным вулканическим поясом - с одной стороны, и областями альпид, включающими Камчатскую складчатую систему, Курильские острова и о.Сахалин - с другой.

По его периферии наблюдаются участки типичной коры континентального типа. Западная и центральная части его площади - это Центрально-Охотский массив („Охотия" в литературе 60-70-х годов), в пределах которого ныне выделяется континентальная кора, включающая „гранитный" и „базальтовый" слои мощностью от 32 до 25 км, имеющая добайкальский возраст. Эта жесткая глыба - срединный массив, прослеживающийся на востоке до границы с Курильской островной дугой или даже до глубоководной впадины, с палеозоя влияла на развитие и простирание облекающих ее складчатых подвижных поясов. Этот массив, судя по геологическим разрезам окружающих его регионов, на протяжении всего мезозоя и почти всего палеогена (до олигоцена) был сушей, огромной областью сноса - источником терригенного материала, погружение которой началось в олигоцене и резко усилилось в конце неогена и в четвертичном периоде. Своим западным краем он захватывает юго-западную часть Камчатки (Большерецкий прогиб) и часть материка - Охотский срединный массив, по строению которого можно судить о возрасте и составе фундамента.

Охотский массив сложен гранитизированными архей-нижнепротерозойскими образованиями. Видимо, таков же фундамент и Центрально-Охотского массива. За палеозой и мезозой он был разбит на блоки (их множество, по гравимагнитным данным) и опущен под воды моря. На этом фундаменте лежит осадочный и осадочно-вулканогенный комплекс мощностью, по данным сейсмики, от нуля до 1000 м на поднятиях и от 3-4 до 6 км в прогибах.

Наиболее полный разрез прогибов имеет по этим материалам следующий характер.

На архейско-нижнепротерозойском фундаменте залегают, вероятно, отложения верхнего мела - морская песчано-глинистая толща мощностью до 800 м.

Лежащие выше осадки палеоцена и эоцена - это континентальная угленосная толща озерно-болотного генезиса. Ее мощность 1100-1400 м. Отложения олигоцена и миоцена - это глинистые и выше - песчано-глинистые морские толщи мощностью 2800-3500 м. Плиоцен-четвертичные отложения - илы и глины мощностью 400-500 м.

В южной части акватории Охотского моря мощность земной коры изменяется от 25-27 до 12 км (Южно-Охотская глубоководная впадина). Возраст основания - альпийский. Здесь, в обширнейшем прогибе, охватывающем также и территорию основной части о.Сахалин, детально, с использованием глубокого бурения, изучен следующий разрез, имеющий суммарную мощность до 8 тыс.м.

На фундаменте (комплексе основания), имеющем, по-видимому, раннемеловой (аптский) возраст консолидации, располагается верхнемеловая терригенно-эффузивная и эффузивная толща мощностью до 1000 м. Выше, с перерывом, залегает олигоценовая пестроцветная грубая моласса мощностью 200-300 м. Затем фиксируется толща миоцена - в низах преимущественно угленосная, в верхней части -

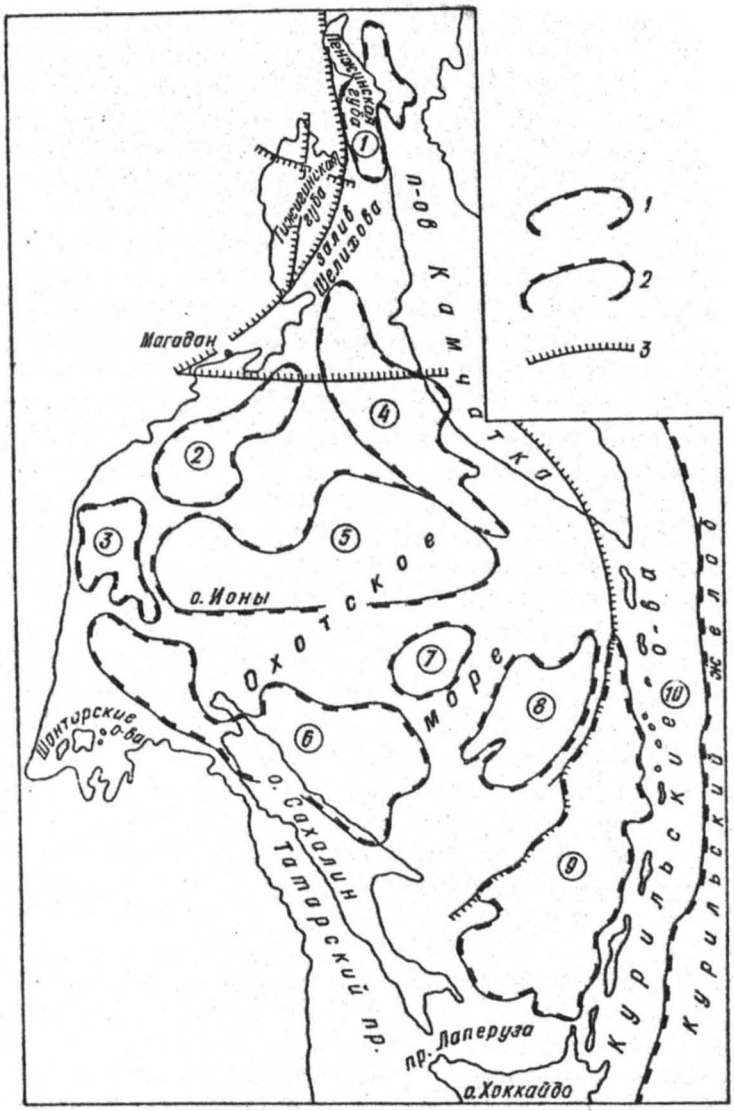


Рис.12. Структурно-тектоническое районирование Охотского моря (по [4])

Структуры (номера в кружках): 1 - Кинкильско-Пусторецкий прогиб; 2 - Северо-Охотский прогиб; 3 - Южно-Мареканский прогиб; 4 - Охотско-Камчатский прогиб; 5 - Северо-Охотское поднятие; 6 - Охотско-Сахалинский прогиб; 7 - поднятие Института Океанологии; 8 - поднятие Академии наук СССР; 9 - Прикурильский прогиб (впадина); 10 - Курильская гряда

1 - границы впадин и прогибов; 2 - границы поднятий и гряд; 3 - глубинные разломы

сероцветная песчано-глинистая морская мощностью от 4,5 до 6,5 тыс.м. Плиоцен сложен песчано-глинистыми морскими осадками мощностью до 1200 м. Четвертичные глинисто-кремнистые отложения имеют мощность от 50-100 до 500-600 м.

В результате комплекса сейсмических и других видов геофизических работ в пределах акватории Охотского моря выделен целый ряд крупнейших и крупных структур, в расположении которых наблюдается определенная закономерность.

Так, в северной части моря, в пределах древнего блока „Охотия", в полосе, приближенной и к берегу материка,и к западному побережью Камчатки, выделяется система обширных прогибов - Южно-Мареканский, Северо-Охотский, Охотско-Камчатский и др. Они почти кольцом окружают срединную часть акватории, где располагается Северо (Центрально)-Охотское поднятие (рис.12).

Та же закономерность повторяется и в южной половине Охотского моря. Два прогиба - Охотско-Сахалинский (включающий и север Сахалина) и Прикурильский (вытянутый западнее Курильских островов), окружают два округлой формы поднятия, располагающиеся в срединной части акватории. Это поднятие Института Океанологии и поднятие Академии наук СССР. В их пределах, как отмечалось, мощность чехла не превышает 1 км, а местами чехол отсутствует вообще [1].

П о л е з н ы е и с к о п а е м ы е. Для акватории Охотского моря и особенно для выделенных в его пределах прогибов с мощностью чехла от 2,5 до 8 тыс.м основное значение имеет оценка перспектив нефтегазоносности. Значение этих работ особенно возросло после открытия у северо-восточного побережья Сахалина месторождения Одопту-Море и еще пяти месторождений в отложениях неогена и получения в 1984 г. первого промышленного притока газа из олигоценовой толщи в береговой части Охотско-Камчатского (Колпаковского) прогиба, на суше западной Камчатки.

Ныне акватория Охотского моря включается в состав Охотской нефтегазоносной провинции (вместе с о.Сахалин, Татарским проливом и береговой зоной юго-запада Камчатки). В нее же входит и крайняя северная часть Японского моря (2, 4). Начато параметрическое и поисковое бурение, охватившее кроме указанных выше участков также зал.Анива и Татарский пролив.

Прикурильский прогиб Охотского моря вместе с Курильскими островами, восточным побережьем Камчатки и Алеутскими островами объединяются в Притихоокеанскую (Курило-Алеутскую) перспективно-нефтегазоносную провинцию.

Помимо изучения нефтегазоносности представляет интерес и проблема россыпей в береговой зоне, в толщах, слагающих морские террасы вдоль краевого вулканогенного пояса.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК[x]

1. Восток СССР / Под ред. Л.И.Красного и В.К.Путинцева. Л.: Недра, 1984. 560 с. (Геолог. строение СССР и закономерности размещения полезн. ископ.; Т. 8).

2. Историческая геология с основами палеонтологии / Е.В.Владимирская, А.Х.Кагарманов, Н.Я.Спасский и др. Л.: Недра, 1985. 423 с.

3. Моря Советской Арктики / Под ред. И.С.Гамберга и Ю.Е.Погребицкого. Л.: Недра, 1984. 280 с. (Геолог. строение СССР и закономерности размещения полезн. ископ.; Т. 9).

4. Смирнова М.Н. Основы геологии СССР. М.: Высшая школа. 1984. 384 с.

5. Чочиа Н.Г. Молодые плиты СССР в связи с их нефтегазоносностью / Ленингр. горный ин-т. Л., 1982. 62 с.

6. Чочиа Н.Г. Элементы геологии СССР и их связь с нефтегазоносностью / Ленингр. горный ин-т. Л., 1974. 62 с.

СПИСОК ИЗУЧАЕМЫХ КАРТ[x]

1. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:2 500 000. Гл. ред. Д.В.Наливкин. 1980.

2. Карта нефтегазоносности СССР. Масштаб 1:2 500 000. Гл. ред. В.В.Семенович. 1976.

3. Тектоническая карта Евразии. Масштаб 1:5 000 000. Гл. ред. А.Л.Яншин. 1966.

4. Тектоническая карта нефтегазоносных территорий СССР. Масштаб 1:2 500 000. Гл. ред. В.В.Семенович. 1983.

---

[x] В тексте ссылки на литературу даны в квадратных скобках, на карты – в круглых скобках.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Северный Ледовитый океан 4

Баренцево море 6

Карское море 15

Море Лаптевых 21

Восточно-Сибирское море 27

Чукотское море 31

Моря Тихоокеанского пояса 36

Берингово море 36

Охотское море 39

Рекомендательный библиографический список 44

Список изучаемых карт 44

Св. план, 1989, поз. 1171

Николай Григорьевич Чочиа

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МОРЕЙ СССР

Текст лекций

Редактор И.В.Неверова
Технический редактор Р.И.Кравцова
Корректор Н.Н.Высоцкая

Сдано в набор 03.11.89. Подписано в печать 29.12.89. М-37942.
Формат 70 х 108/16. Бум.тип. № 2. Печать офсетная. Усл.печ.л. 3,9.
Усл.кр.-отт. 3,9. Уч.-изд.л. 3. Тираж 500 экз. Изд. № 145. Заказ 671.
Цена 40 коп.

Ленинградский горный институт им.Г.В.Плеханова
Ротапринт Ленинградского горного института
Адрес института и ротапринта: 199026 Ленинград, 21-я линия, 2

ЛЕНИНГРАДСКИЙ
ГОРНЫЙ
ИНСТИТУТ