

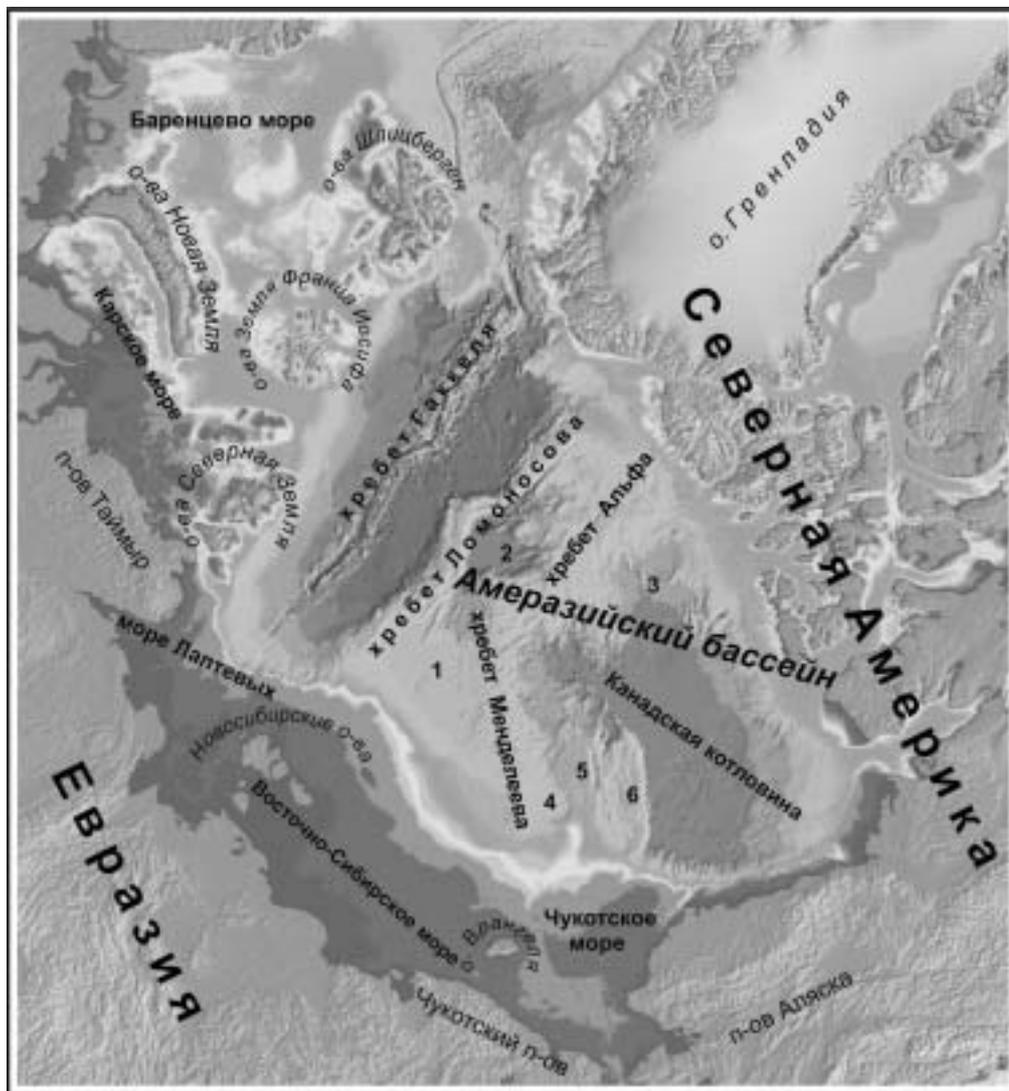
Геологическое строение шельфа Северного Ледовитого океана – пример зон перехода пассивного типа



[Лекция 5 \(1 марта 2007\)](#)

Северный Ледовитый океан занимает наименьшую площадь Мирового океана. По особенностям рельефа и геологического строения он разделяется на две части.

Названия основных географических объектов Арктики (Mazarovich, Sokolov, 2003).



1 – 4 – котловины: 1 – Подводников, 2 – Макарова, 3 - Стефанссона, 4 – Чукотская; 5, 6 – поднятия: 5 – Чукотское плато, 6 - хребт Норсуинд. Топографическая основа - International..., 2002, <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/>

- **Западная (Евразийская)** включает в себя котловины Амундсена и Нансена, которые разделены хребтом Гаккеля – наиболее северной ветвью Мировой системы срединно-океанических хребтов. Она подходит к территории России между Новосибирскими островами и полуостровом Таймыр (море Лаптевых) к устью р. Лена (трог Садко). Для хребта Гаккеля характерны предельно низкие скорости спрединга.
- **Восточная часть (Амеразийская)** объединяет две провинции – хребтов и поднятий и однородную по рельефу Канадскую котловину. К первой относятся хребт Ломоносова, а также поднятия Альфа, Менделеева, Чукотское и Нортуинд, которые сопряжены с впадинами Стефанссона, Менделеева, Чукотской и Нортуинд. Регион расположен на коре континентального типа, мощностью 30 - 35 км. На хребте Менделеева выделен осадочный слой, верхняя часть которого, судя по малым скоростям, не литифицирована. Три нижних слоя со скоростями от 2,8 до 5,5 км/с соответствуют породам разной степени консолидации. Общая мощность чехла в осевой части хребта Менделеева составляет порядка 2000 м, а западнее, в котловине Подводников, возрастает до 5000 м и более.
- **Канадская котловина** имеет глубины порядка 4000 м и ее основание сложено океанической корой, о чем свидетельствуют полосовые

океаническая кора и (или) фрагменты континентальной; PZ – комплексы мавританид; MZ1 – осадочный комплекс неясного возраста (юрский и триасовый?). Поднятие Островов Зеленого Мыса спроецировано с севера

- Арктические моря России расположены в пределах шельфа Северного Ледовитого океана. В своем основании они имеют гетерогенный и разновозрастный фундамент, который фрагментарно выходит на поверхность на островах или в прибрежных районах. Выше расположен мезозойско-кайнозойский осадочный чехол, который может достигать в мощности 10 -15 и более км.

Магматические процессы распределены неравномерно как во времени, так и в пространстве.

- **Триасовый** субвулканический магматизм известен в Восточно-Баренцевоморском трое и на Земле Франца Иосифа, а также в южной и юго-восточной частях Карского моря и юга Таймырского п-ова.
- **Юрская фаза** внедрения силлов и даек установлена в Баренцевом море.
- В **юрско-раннемеловое** время известково-щелочной вулканизм проявлялся на западе Чукотского п-ова.
- Центры **позднекайнозойского** магматизма установлены на востоке о. Северного архипелага Новая Земля и на островах Де-Лонга.

Основные черты строения Баренцева моря и его обрамления

Баренцево море расположено в западной части Евразийского шельфа.

- Граница с Атлантическим океаном проходит по линии: мыс Нордкап – о. Медвежий – мыс Серкапп, архипелаг Шпицберген.
- От Северного Ледовитого океана - по линии: мыс Лаура, архипелаг Шпицберген – о. Белый – архипелагом Земля Франца-Иосифа (север Земли Александры – о-ва Рудольфа и Ева-Лив).
- С Карским морем граница проходит по линии: восток о. Грэм-Белл (запад архипелага Земля Франца-Иосифа) – мыс Желания на севере архипелага Новая Земля – мысы Кусов Нос – Рогатый – Белый Нос (Пай-Хой).
- На юге Баренцево море ограничено побережьями Норвегии, полуостровов Кольского и Канин, а также линией побережья от хребта Пай-Хой до полуострова Канин.

Физико-географический очерк

- Баренцево море почти полностью является шельфовым, в нем преобладают глубины 100 - 350 м и только вблизи границы с Норвежским морем они увеличиваются до 600 м.
- Рельеф дна сложный, со многими пологими подводными возвышенностями и понижениями. Наиболее крупной рекой, впадающей в море является Печора.

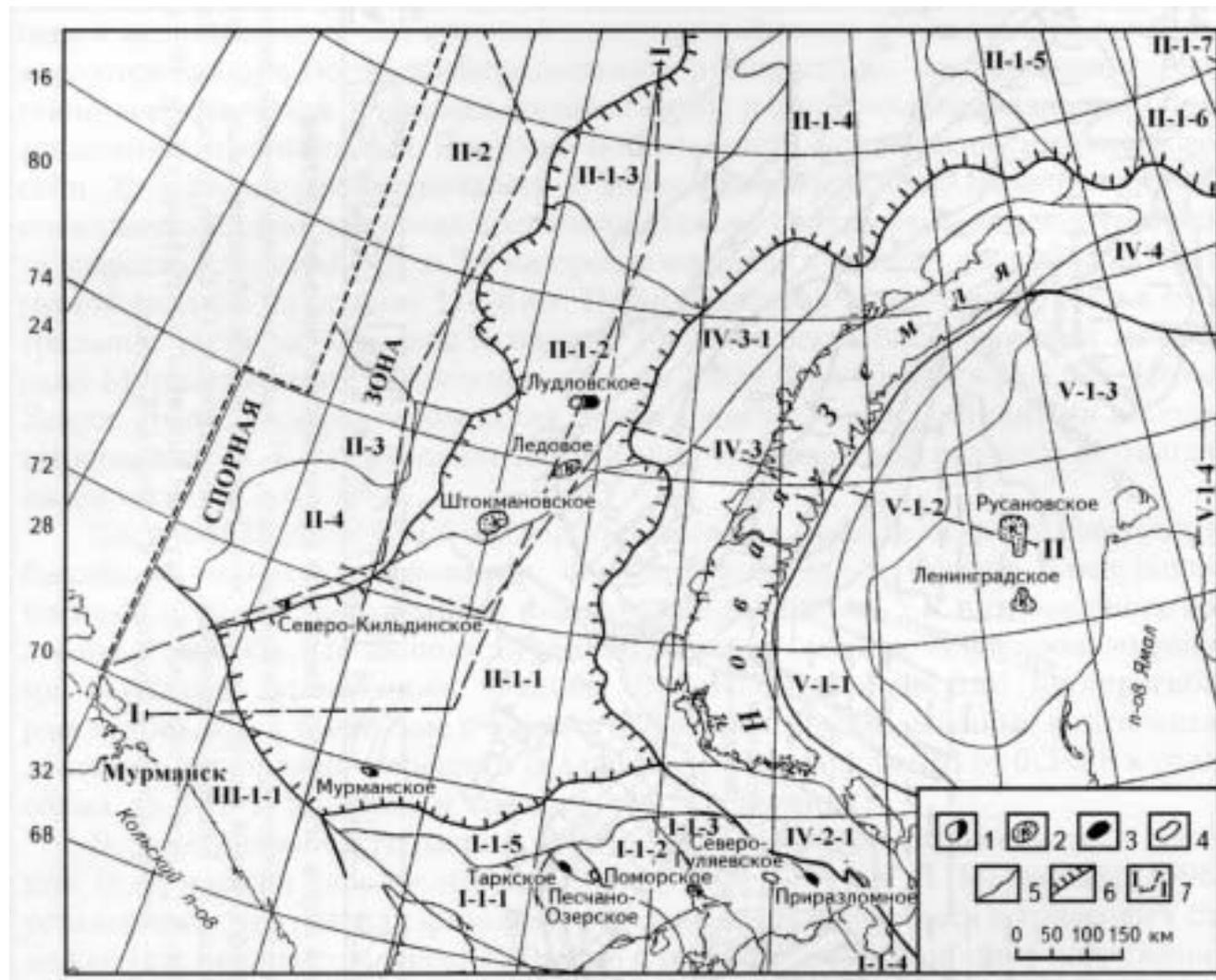
- Климатические условия юго-западной части моря благодаря влиянию теплого течения Гольфстрим довольно мягкие: в Мурманска средние температуры января выше -8° , средние температуры июля и августа лишь немного выше $+10^{\circ}$. Максимальные приливы отмечены около м. Нордкап (до 4 м), а также в Горле Белого моря и в фьордах Мурманского побережья (до 7 м).
- Южная часть моря не замерзает, за исключением отдельных фьордов Мурманского побережья. Наибольшая длительность ледового периода (до 8 месяцев) отмечается в юго-восточной части моря.
- Район Баренцева моря практически асейсмичен, за исключением его запада, где зафиксированы землетрясения с глубинами от 10 до 33 км и магнитудами до 6. Ряд мелкоглубинных сейсмических событий зафиксировано на архипелаге Новая Земля (пролив Маточкин Шар и юго-запад южного острова) с магнитудами до 6.8.

Основные черты геологического строения Баренцевоморского региона

- Баренцево море имеет континентальную кору докембрийского возраста гетерогенного строения, которая в пермское и мезозойское время претерпела несколько этапов деструкции.
- Выделяются районы с возрастом формирования континентальной коры архейского, гренвильского и байкальского возрастов. Первая развита в пределах подводного продолжения Восточно-Европейской платформы, вторая – на Баренцевоморской (Свальдбардской) плите, третья – в Тимано-Печорской провинции.
- Информация о строении Баренцева моря складывается из геологических данных о геологии обрамляющих участков суши или островов, данных бурения, а также основана на результатах интерпретации геофизических данных.
- Структуры Баренцева моря расположены на сочленении нескольких крупных тектонических областей – Восточно-Европейской платформы (Балтийского щита, Мезенской и Тимано-Печорской синеклиз), раннекиммерийского Пайхой-Новоземельского покровно-складчатого сооружения, Предпайхойского и Предвайгачского прогибов, а также байкалид Тиманского кряжа.
- На западе регион граничит со структурами Атлантического, а на севере и Северного Ледовитого океанов.
- Восточнее расположен Карско-Ямальский сектор Западно-Сибирской плиты.

Тектоническая схема шельфа Западной Арктики (по Е.В.Захарову)

(Ровнин, 2004)



Месторождения: / — газовые, 2 — газоконденсатные, 3 — нефтяные, 4 — нефтегазовые; границы: 5 - тектонических элементов, 6 - Восточно-Баренцевского прогиба; 7 - сейсмогеологические профили.

Элементы тектонического районирования: **Печорская плита. Печорская синеклиза:** 1-1-1 - Малоземельско-Колгуевская моноκлираль, 1-1-2 - Печоро-Колвинский мегавал, 1-1-3 - Хорейверская впадина, 1-1-4 - Варандей-Адзьвинская структурная зона, 1-1-5 - Северо-Печорская моноκлираль. **Баренцевская шельфовая плита. Восточно-Баренцевский мегапрогиб:** 11-1-1 — Южно-Баренцевская впадина, 11-1-2 — Штокмановско-Лунинский порог, 11-1-3 — Северо-Баренцевская впадина, 11-1-4 - АльбановскоТорбовский порог, 11-1-5 - впадина Святой Анны, 11-1-6 - Центрально-Карский порог, 11-1-7 - Северо-Карская впадина; 11-2 - Свальбардская антеклиз; 11-3 - Нордкапский прогиб; 11-4 - Финмаркенская (Центральная) структурная зона. **Русская платформа. Балтийская антеклиз:** 111-1-1 - Кольская моноκлираль. **Новоземельско-Уральская складчатая система. Предуральский краевой прогиб:** 111-2-1 - Кортаихинская впадина; 111-3 - Адмиралтейско-Приновоземельская структурная область, 111-3-1 - Адмиралтейский мегавал; 111-4 - Северо-Сибирский порог. **Западно-Сибирская плита. Южно-Карская синеклиза:** 111-1-1 - Вайгач-Новоземельская моноκлираль, 111-1-2 - Западно-Карская терраса, 111-1-3 - Южно-Карская впадина, 111-1-4 - Восточно-Карская терраса

Основные черты геологического строения Кольского полуострова

Балтийский щит Восточно-Европейской платформы и фундамент Мезенской синеклизы сложены метаморфическими архейско - доверхнепротерозойскими образованиями. Вдоль северо-восточного побережья Кольского полуострова расположен **Мурманский блок**, в пределах которого развиты нижнеархейские гранулиты, гнейсы, и другие метаморфические породы. Стратиграфически выше залегают верхнепротерозойские слабо метаморфизованные комплексы. Мурманский блок надвинут на структуры **Центрально-Кольской зоны**. На северо-востоке на него, в свою очередь, надвинуты складчатые образования **тиманид** байкальского возраста. В начале мезозоя здесь, несколько севернее современной береговой линии, начали формироваться осадочные отложения **Восточно- Кольской моноклинали** Баренцева моря.

На западе и северо-западе Скандинавии на структуры Балтийского щита и северо-западную часть тиманид надвинут **каледонский пакет покровов** с амплитудой горизонтального перемещения не менее чем в 500 км. В строении орогена принимают участие породы с возрастом от раннего протерозоя до раннего - среднего девона. Верхнерифейские толщи представлены преимущественно терригенными отложениями континентальной окраины, вендские - тиллитами, песчаниками и алевросланцами. Кембрий сложен маломощными битуминозными сланцами, ордовик и силур – терригенными и карбонатными осадками, а девон - мощными молассовыми толщами. В строении скандинавских каледонид установлены также ордовикские офиолиты - фрагменты палеоокеана. Основная эпоха деформаций и метаморфизма приходится на конец силура – начало девона, а заключительная - на конец среднего – начало позднего девона.

Основные черты геологического строения архипелага Шпицберген

Архипелаг Шпицберген расположен в северо-западной части Баренцева моря. Он включает в себя четыре главных острова и около 150 мелких. Площадь - более 62 тыс. км². Максимальная высота 1717 м (г. Ньютон). Около 60% территории архипелага покрыто ледниками.



Ландшафт одного из островов архипелага Шпицберген. Фото - Куренкова С.А.

По мнению В.Е.Хаина, каледониды Шпицбергена по своему строению и истории

развития ближе к каледонидам Гренландии, чем Скандинавии. Основные складчатые и разрывные структуры имеют меридиональные простирания. Крупными разломами, по которым предполагаются в конце силура – начале девона левосторонние сдвиговые перемещения до тысячи километров, архипелаг разделяется на три главных зоны – Западную, Центральную и Восточную.

- Последняя сложена гренвильским фундаментом (часть Баренцевоморской (Свальбардской) плиты) и слабо дислоцированными верхнепротерозойскими и палеозойскими породами чехла, суммарная мощность которых оценивается во многие километры.
- Разрез Центрального блока определяют верхнерифейско – ордовикские образования. Верхнерифейские породы представлены метапелитами, метасаммитами, мраморами и метавулканитами основного состава, которые метаморфизованы вплоть до амфиболитовой фации и мигматизированы. Венд имеет карбонатно-терригенный состав. Он включает также тиллиты и вулканиты основного состава. Нижнепалеозойские отложения представлены карбонатными породами. Их мощность может достигать 2500 м. В северо-восточной части блока расположен грабен, выполненный ниже-среднедевонскими молассами, мощность которых достигает 10 000 м.
- Западная зона архипелага Шпицберген обладает примерно тем же разрезом каледонского комплекса, что и Центральная, но чехол слагается конгломератами, карбонатными отложениями и каменноугольно-пермскими эвапоритами, а также триас - нижнемеловыми терригенными толщами. Разрез завершают континентальные угленосные толщи палеоцена -эоцена. В конце юры - начале мела отмечены слабые несогласия и внедрение силлов и даек долеритов. Время образования складчатых структур Западного Шпицбергена - от начала палеоцена до конца эоцена.

Основные черты геологического строения архипелага Земля Франца-Иосифа

Архипелаг островов Земля Франца-Иосифа расположен в северной части Баренцева моря. Он включает порядка 190 островов, которые разделены глубоководными (400 – 650 м) проливами (Кембридж, Британский канал и Австрийский) на три группы – западную, центральную и восточную. Площадь составляет порядка 12 тыс. км². Максимальная высота 620 м. Около 60% территории архипелага покрыто ледниками.

- Древнейшие образования вендского возраста были пробурены (скважина Нагурская, о. Земля Александры) на западе архипелага. Они представлены кварцитами, которые прорваны мезозойскими долеритами. Там же были вскрыты терригенные породы с прослоями каменного угля раннекаменноугольного возраста и известняки верхнего карбона.
- Основная часть архипелага слагается терригенными породами верхнего триаса - верхней юры.
- В них, в позднем триасе - поздней юре, внедрялись дайки и силлы долеритов, штоки габбро и габбро-диоритов. Установлены также и покровы базальтов. Внедрение даек и силлов долеритов продолжилось до конца раннего мела.

Основные черты геологического строения архипелага Новая Земля и

хребта Пай-Хой

Архипелаг Новая Земля расположен в восточной части Баренцева моря. Он включает в себя два главных острова и множество мелких. Площадь составляет около 81 тыс. км². Максимальная высота 1547 м (пик к северо-востоку от п-ова Адмиралтейства). Около 30% территории севера архипелага покрыто ледниками.

С геологической точки зрения регион состоит из Северо-Новоземельского и Пайхой-Южно-Новоземельского сегментов. Их разделяет Байдарацкий разлом, отсекающий северо-восточную часть Южного острова Новой Земли и далее протягивающийся вдоль юго-западного побережья Байдарацкой губы Карского моря.

- Первый сегмент слагается ниже - среднепротерозойским метаморфическим комплексом, который обнажен на северо-западном побережье о. Северный. Эти образования (мраморы, кристаллические сланцы, амфиболиты) рассматриваются как основание Свальбардской (Баренцевоморской) плиты. На нем несогласно залегают отложения верхнего протерозоя и кембрия - силура. Низы палеозоя, до среднего ордовика включительно, сложены слабометаморфизованными флишоидами, а верхи – молассоидными и известково-глинистыми толщами. Структура Северо-Новоземельского сегмента представляет собой серию антиформ и синформ, которые надвинуты на Баренцевоморскую плиту. Деформации охватывают все отложения до триасовых включительно. Они неоднородны и надвиговые чешуи с изоклиальной складчатостью чередуются с полосами более спокойного строения. Возраст основных движений – раннекиммерийский. Структуры прорваны интрузиями гранитоидов с возрастом 210–180 млн. лет (ладинский век – плинсбах). Они были вовлечены в надвиговые структуры, из чего следует, что возраст складчатости не древнее конца ранней юры.
- На рубеже плиоцена и плейстоцена на о. Северном архипелага Новая Земля были сформированы эксплозивные образования залива Басова (побережье Карского моря).
- Пайхой - Южно-Новоземельский сегмент включает на материке покровно-надвиговые горные сооружения Пай-Хоя, а также о. Вайгач и Южного острова Новой Земли. Он имеет северо-западное простирание, пересечен широтным разломом, проходящим через пролив Карские Ворота. Байкальский фундамент, представлен интенсивно дислоцированной флишоидной толщей позднепермско - вендского возраста и перекрыт палеозоем с угловым и азимутальным несогласием.
- На материке Пайхойское складчато-покровное сооружение окаймляется с юго-запада широким (до 100 км) Коротайхинским прогибом. Его фундамент погружен на глубину до 12–14 км и примерно на 2/3 выполнен верхнепермско - триасовой молассой.
- В пределах акватории он продолжается (Привайгачский прогиб) до разлома пролива Карские Ворота. Пайхой-Южно-Новоземельские структуры надвинуты в западном направлении на оба прогиба.
- Внутренняя структура Коротайхинского прогиба осложнена складками и надвигами, разделенными более широкими участками пологого залегания слоев.

Основные черты геологического строения Печорской впадины

- Основание Тимано-Печорской (Печорской) плиты было сформировано в байкальский этап тектогенеза (венд – кембрий). Оно обнажается в

отдельных блоках Тиманского кряжа, на п-ове Канин, на п-овах Рыбачьем и Варангер.

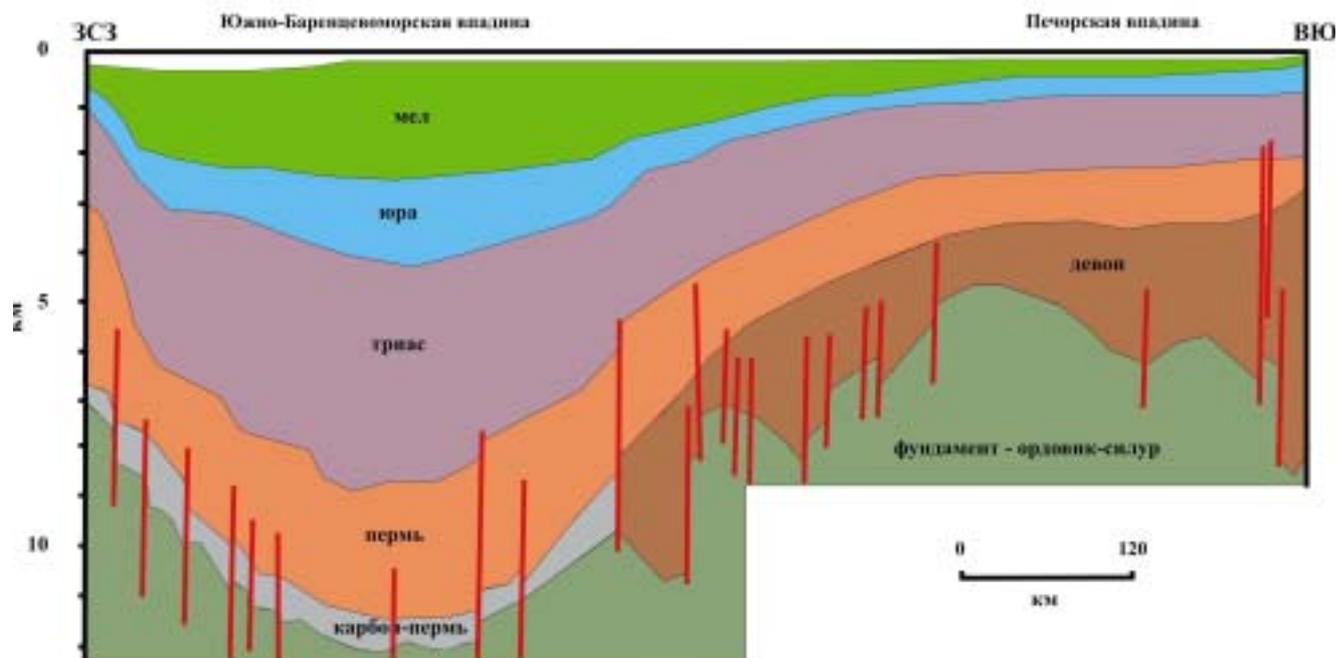
- Его рифейско-вендские породы слабо метаморфизованы и относительно умеренно деформированы и представляют собой реликты пассивной окраины Восточно-Европейского континента, его шельфа и континентального склона. Мощность пород составляет 4000 – 6000 м, возрастая на п-ове Варангер до 10 000 и более м.
- В верхнем рифее выделены породы барьерного рифа, а также интрузивные тела мафитов и ультрамафитов.
- Основными структурными элементами Тимано-Печорской плиты в пределах суши являются (с запада на восток и очень схематично): блоки Канин-Тиманской гряды, которые надвинуты на край Русской плиты, Ижма-Печорская впадина, Малоземельско-Колгуевская моноклиналь, Печоро-Колвинский силурийский авлакоген, Хорейверская впадина, наложенная на Большеземельский погребенный свод и Варандей-Адзьвинский блок. Восточнее расположены структуры Предуральско-Предпайхойских прогибов.
- В юго-западной части Печорской впадины (Ижма-Печорской зоне) фундамент погружен на 2 — 4 км, а в ее северо-восточной части (Большеземельской зоне) — до 5—9 км. Эти части впадины разделяет вытянутая в северо-западном направлении Печоро-Колвинская зона, состоящая из двух сближенных палеозойских авлакогенов — Печоро-Колвинского и Колвинского. Фанерозойский плитный чехол Печорской впадины по особенностям своего строения близок к соответствующим комплексам северной и восточной частей Русской плиты, но отличается от него большими мощностями, а также маломощными континентальными и мелководно-морскими четвертичными образованиями
- Морская часть Тимано-Печорской плиты отделена от континентальной зоной левых сдвигов, простирающихся вдоль побережья. К северу от этой зоны рельеф поверхности фундамента сглаживается и затухают практически все структуры кроме наиболее восточной - Варандей-Адзьвинской зоны. Мощность чехла возрастает, особенно за счет девона, перми и триаса. Северным ограничением Тимано-Печорской плиты, отделяющим ее от Свальбардской, служит разлом, расположенный на траверзе пролива Карские Ворота.

Основные черты геологического строения Баренцевоморской (Свальбардской) плиты

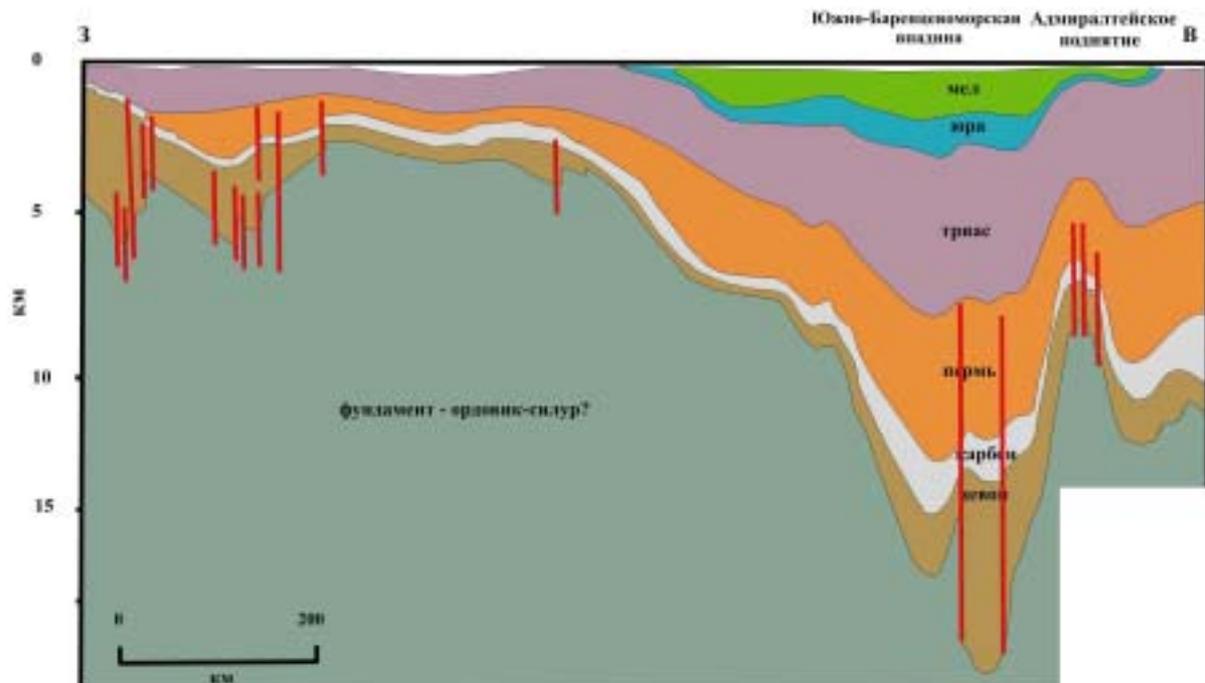
Баренцевоморская (Свальбардская) плита занимает большую часть Баренцева моря. Ее фундамент представлен добайкальскими комплексами, которые обнажены на востоке архипелага Шпицберген, на острове Медвежьем и на севере архипелага Новая Земля.

- В восточной части Баренцева моря, по данным Шипилова Э.В. и Тарасова Г.А., расположен **Восточно-Баренцевский трог**, который имеет северо-северо-восточное простираение. Он протягивается субпараллельно архипелагу Новой Земли на расстояние более 1500 км и имеет ширину от 300 до 600 км. Фундамент этой структуры местами расположен на глубинах 18–20 км и более.

**Разрез через Баренцево море по линии Печорская впадина –
Южно-Баренцевская впадина
по: (Шипилов, Тарасов, 1998).**



**Разрез через Баренцево море по линии архипелаг Новая Земля –архипелаг
Шпицберген
по: <http://www.geofys.uu.se/eprobe/Projects/timpebar/Timpebar.htm>.**



- Трог распадается на две впадины Южную и Северную, разделенных Лудловской седловиной. Мощность коры во впадинах, особенно южной, составляет до 25–20 км. В осадочном выполнении впадин наибольшие мощности приходится на долю терригенных отложений верхней перми – триаса (6–8 км), а также девона, в то время как каменноугольно-пермские карбонаты имеют мощность менее 1 км. Весь разрез до нижнего мела включительно насыщен силлами долеритов, сходных по составу и возрасту с известными на Земле Франца-Иосифа.
- В юго-западной части Баренцева моря установлены две системы прогибов с корой субокеанического типа. Первая (Варангерский грабен), протягивается параллельно границе байкалид и Свальбардской плиты. Глубина грабена возрастает с востока на запад от 8–9 до 12 – 14 км. Он выполнен палеозойскими и мезозойскими (до меловых включительно) отложениями. Вторая система (Нордкапский грабен) сочленяется в Варангерском на западе, но отклоняется затем в северо-восточном направлении. Грабен, глубина которого составляет 13 - 16 км, заполнен девонско-палеогеновыми породами. В разрезе карбона и перми, а возможно и девона, установлены эвапориты, которые формируют соляные купола
- Остальная площадь Свальбардской плиты занята поднятиями (Персея, Медвежинское и др.) и разделяющими их понижениями более или менее изометричной формы, выраженными по поверхности фундамента горстами и в меньшей степени грабенами, и отраженными в структуре осадочного чехла нередко со значительными смещениями.
- Формирование востока Баренцева моря происходило на континентальном фундаменте гренвилльского и байкальского возрастов, который претерпел две основных эпохи рифтогенеза – палеозойского и пермь-триасового.
- В юрско-меловое время происходило формирование плитного комплекса, который развит не только в Баренцевом море и на Карском шельфе, но и в Западно-Сибирской низменности. Позднее этот гигантский бассейн был разобран Новоземельским орогеном на две отдельные плиты - Баренцевскую и Карско-Западно-Сибирскую.

Складчатые деформации на Западном Шпицбергене были вызваны коллизией двух континентальных плит, разделенных трансформным разломом Книповича, по которому происходило правостороннее смещение. После образования океанической впадины в Норвежско-Гренландском море с окружающих континентальных массивов в нее стал поступать обломочный материал, формируя клиноформные тела на континентальных склонах. Возраст и мощность пород, слагающих эти тела, указывают, что наиболее интенсивное поднятие Баренцевоморского региона имело место на рубеже эоцена и олигоцена (50 - 30 млн.лет) и в миоцене (15 - 5 млн.лет).

Основные черты строения Карского моря и его обрамления

Карское море отделено на западе от Баренцева моря архипелагами Новая Земля и Земля Франца Иосифа и его граница проходит по линии мыс Желания - мыс Кользат на востоке о. Грэм-Белл. От Северного Ледовитого океана море отграничено условной линией от мыса Кользат до мыса Арктический (север о. Комсомолец, архипелаг Северная Земля), а с востока островами Северная Земля и полуостровом Таймыр. На юге Карское море ограничено низменными побережьями Байдарацкой губы, полуостровов Ямал и Гыданского, а также побережьем от устья Енисея до мыса Прончищева (полуостров Таймыр).

Физико-географический очерк

- Большую часть года Карское море покрыто ледовым покровом. Толщина однолетнего льда на юге моря может достигать 120 см. Глубины в Карском море изменяются от 20 (вблизи побережья Азии) до 700 м (желоб Св. Анны). Рельеф дна моря сложный – наиболее выровненные его части расположены в южной части моря. Вдоль восточного побережья архипелага Новая Земля протягивается Новоземельский трог с максимальными глубинами до 500 м. Для Карского моря характерны трюги субмеридионального простираения, входящие в шельф - Св. Анны и Воронина.
- В северо-восточной части моря расположен ряд архипелагов островов (Арктического института и др.), на севере есть несколько изолированных островов (Ушакова, Визе, Шмидта) с высотами не более 300 м.
- В море впадают такие крупные реки, как Обь, Енисей и Пясина.
- Район практически асейсмичен, однако зафиксировано четыре события с глубинами от 10 до 25 км и магнитудами до 5, два из которых произошли на о. Октябрьской Революции.

Основные черты геологического строения архипелага Северная Земля

Архипелаг Северная Земля расположен в восточной части Карского моря. Он включает 4 главных острова и ряда мелких, которые разделены двумя главными проливами – Красной Армии и Шокальского, имеющими глубины от 50 до 200 м. Площадь более 36 тыс. км². Максимальная высота 963 м (ледник Карпинского на о. Октябрьской Революции). Около 40% территории архипелага покрыто ледниками.

- Наиболее древними образованиями архипелага, по данным (Геология

СССР, Т. XXVI), считаются породы позднепротерозойского возраста, которые описаны на о. Большевик, на котором они имеют суммарную мощность порядка 2000 м. Этот комплекс представлен ритмичным чередованием песчаников и аргиллитов. Верхний протерозой установлен также на о-вах Известий ЦИК, на которых он представлен хлоритовыми и мергелистыми сланцами.

- Нижнепалеозойские отложения широко развиты на островах Октябрьской Революции, Пионер и Большевик. Их суммарная мощность достигает 6000 - 7000 м. Основная фаза деформаций приходится на герцинскую или, вероятнее, в древнекиммерийскую эпоху.
- **Кембрий** на о. Октябрьской Революции, с разрывом и конгломератами в основании, слагается флишеидной толщей терригенного состава, в которой встречаются и карбонатные породы.
- **Ордовикские отложения** с угловым несогласием залегают на кембрийских и представлены песчаниками, мергелями и известняками с прослоями гипсов и редкими маломощными покровами кислых лав, которые несогласно залегают на кембрийских терригенных комплексах. Мощность составляет от 600 до 1900 м.
- **Силурийские отложения** широко распространены в центральной части о. Октябрьской Революции, на юго-западе о. Комсомолец, в западной части о. Пионер, на островах архипелага Седова и на о. Длинный. Они сложены известняками с прослоями доломитов и гипсов. Их мощность изменяется от 500 до 2500 м.
- Структура ордовикско-силурийского комплекса представляет собой сочетание обширных (десятки километров в поперечнике) брахисинклиналей и относительно узких гребневидных антиклиналей.
- **Нижний девон** сложен пестроцветными терригенными, карбонатными и сульфатными мелководно-морскими, лагунными, а также континентальными отложениями. Их мощность изменяется от 600 до 1200 м.
- **Среднедевонские отложения** в целом слагаются доломитами, мергелями и известняками с остатками рыб, пестроцветными кварцевыми алевролитами и песчаниками. Мощность изменяется от 600 до 1000 м.
- **Верхний девон** сложен ритмичным чередованием кварцевых песчаников и алевролитов, а также аргиллитов и мергелей. Мощность составляет 700 – 900 м.
- **Каменноугольные отложения** на архипелаге не установлены.
- **Пермские отложения** залегают горизонтально на дислоцированных породах нижнего и среднего протерозоя. Они сложены песчаниками с прослоями алевролитов, углистых аргиллитов, линзами гравелитов и мелкогалечниковых конгломератов. Мощность их не превышает 50 м.
- **Триасовые отложения** представлены пологозалегающими песчаниками и конгломератами, содержащими обломки углефицированной и пиритизированной древесины. Мощность отложений составляет от 100 до 300 м.
- На некоторых островах архипелага Северная Земля и на островах Карского моря (Кирова, Уединения, Визе, Ушакова и Свердруп) обнаружены рыхлые песчаники и светло-зеленые глины **раннемелового возраста**. Их мощность не превышает 50 м.
- **Верхний мел** на архипелаге Северная Земля и п-ове Таймыр не встречен. На некоторых островах Карского моря (о. Расторгуева, о. Свердруп и островах Арктического Института) отложения верхнего мела, представлены алевритами, песками, песчаниками, конгломератами и глиной с обломками углефицированной древесины. Мощность в целом не превышает 35 м. Верхнемеловые песчаники и глины вскрыты скважинами (Ленинградская

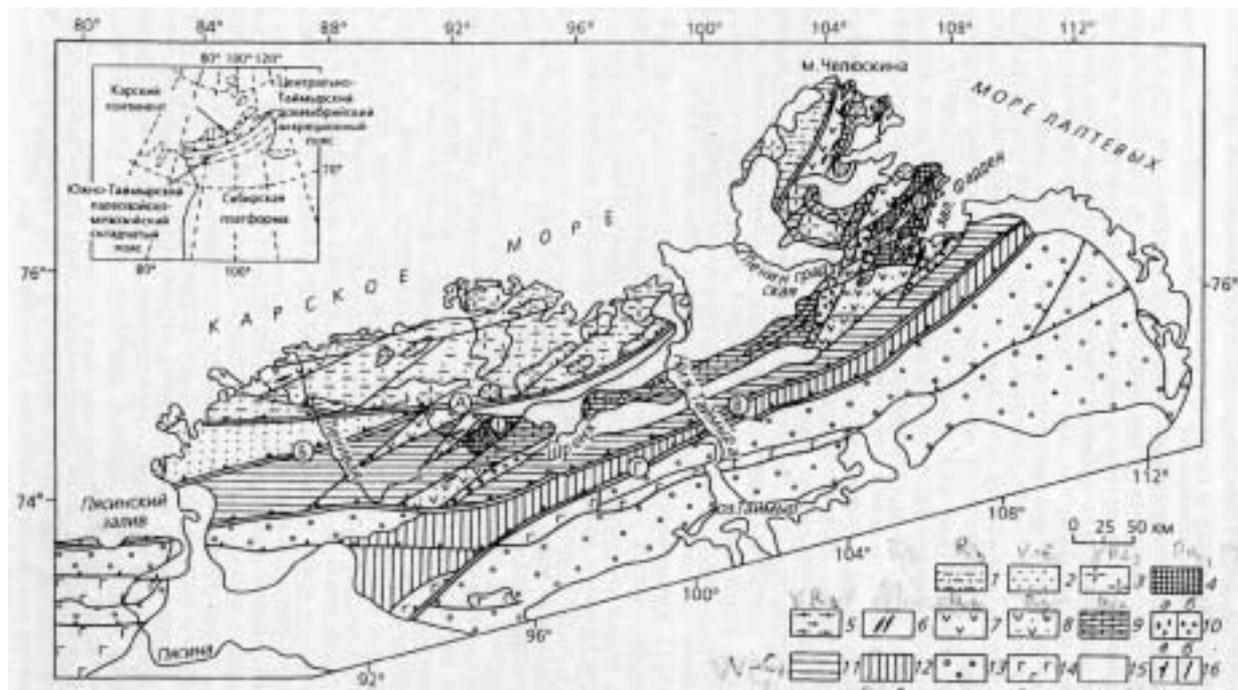
№ 1 и Русановская № 1,2) в Карском море

- Породы **палеогена** на архипелаге Северная Земля имеют весьма ограниченное распространение и представлены маломощными песками и песчаниками.

Основные черты геологического строения полуострова Таймыр

На Таймырском полуострове В.А. Верниковским выделено три тектонических зоны субширотного простираения.

Схема тектонического районирования Таймырской складчатой области (Верниковский, 1996)



Северо-Таймырская зона: 1, 2 — флишеидные отложения континентального склона Карского континента: 1 — R3, зонально-метаморфизованные и гранитизированные (PZ3), 2 — V-Cm (непереработанные); 3 — PZ3 гранитоиды. **Центрально-Таймырская зона:** 4 — дорифейские(?) кристаллические комплексы Мамонто-Шренковского (I) и Фаддеевского (II) террейнов, переработанные (R3); 5 — коллизионные граниты (R3—V); 6 — офиолитовый комплекс (R3); 7 — вулканогенные образования островодужного комплекса (R3); 8 — вулканогенно-осадочные островодужные и задуговые отложения, нерасчлененные (R3); 9 — террейны, сложенные карбонатными отложениями R3; 10 — олистостромы (а) и молассы коллизионные (б); 11 — терригенно-осадочные отложения чехла аккреционного блока (V—C1).

Южно-Таймырская зона: 12, 13 — O-C2 карбонатные (12), C3-P терригенные (13) отложения пассивной окраины Сибирского кратона; 14 — терригенно-вулканогенные образования рифтов (P2-T); 15 — отложения J-KZ; 16 — надвиги (а) и прочие разрывные нарушения (б). **Надвиги:** А — Главный Таймырский, Б — Диабазовый, В — Пясино-Фаддеевский, Г — Пограничный.

- **Северо-Таймырская зона** сложена метаморфизованными и сильно

дислоцированными породами нижнего и верхнего докембрия и отчасти кембрия, а также разновозрастными гранитоидами. Она имеет складчато-надвиговую структуру, которая формировалась в добайкальское, байкальское, салаирское и раннекеммерийское время.

- Низы разреза слагаются черными филлитами, метаалевролитами и метапесчаниками **верхов нижнего протерозоя или, скорее всего, нижнего - среднего рифея**. Метаморфизм достигает амфиболитовой ступени, в результате чего терригенные породы превратились в гнейсы и кристаллические сланцы, подверглись мигматизации и гранитизации с образованием гнейсогранитов с возрастом около 1 млрд. лет.
- **Верхнерифейские породы** залегают несогласно и представлены слабометаморфизованными флишоидными пестроцветными терригенными породами.
- **Кембрий** слагается терригенно-карбонатными отложениями, сходными с породами архипелага Северная Земля.
- На них, с угловым несогласием и базальными конгломератами, налегают значительно менее деформированные и неметаморфизованные отложения **ордовика**.
- Докембрийские комплексы (гнейсы, сланцы) установлены и на островах Таймырского мелководья (архипелаги Плавниковых островов и Норденшельда).
- На юге Северо-Таймырская зона ограничена Таймырским надвигом с северным падением сместителя и с углами падения от 20 до 60°. Он выражен в рельефе уступом высотой до нескольких десятков метров. В его зоне, в пределах первых километров, развиты бластомилониты.
- Южнее расположена **Центрально-Таймырская зона**.
- Она сложена **дорифейскими (?) и рифейскими** осадочными, вулканогенными и интрузивными образованиями, претерпевшими метаморфические и гидротермально-метасоматические изменения разных фаций и типов.
- Эти метаморфические образования собраны в аккреционный пояс и перекрыты вендско-нижнекаменноугольным чехлом.
- В зоне широко развиты надвиговые структуры. Здесь установлены также два аллохтонных докембрийских метаморфических комплекса - Мамонто-Шренковский и Фаддеевский. Они сложены высокометаморфизованными терригенными и карбонатными породами, метабазами и базитами.
- В строении зоны участвуют также **два пояса древних офиолитов** - Челюскинский (к юго-востоку от одноименного мыса) и Становской (по побережью залива Фаддея). Они представляют собой небольшие по размерам тела (от десятков метров до 2 км в длину и до десятков метров в ширину) метаперидотитов и метаморфизованных габброидов. Офиолиты осложнены узкими зонами серпентинитового меланжа, перетертыми зелеными сланцами или метасоматитами. Вулканогенные образования представлены толеитовыми метабазами океанической и метариолит-андезит-базальтами островодужной известково-щелочной серий.
- **Верхний рифей** представлен в основном доломитами.
- Все вышеупомянутые образования с угловым несогласием перекрываются породами молассоидной формации - обломочными, в том числе грубообломочными породами, алевропелитами и горизонтами известняков.
- Пясино-Фаддеевский надвиг представляет собой границу между Центрально- и Южно-Таймырской зонами, по которой первая надвинута на вторую. Эта самая протяженная шовная зона Таймыра (около 1000 км в

длину и 30 - 40 км в ширину). В ее пределах развита сложно построенная система тектонических пластин, чешуи и клиньев. Горизонтальные амплитуды перемещения по надвигам оцениваются от 10 - 12 до 20 - 25 км, вертикальные - до 2.5—3.0 км, а смещения по сдвигам — от 2,5 до 17 км.

- **Южно-Таймырская (Быррангская) зона** представляет собой раннемезозойскую (древнекиммерийскую) складчатую систему шириной более 150 - 200 км и протяженностью более 1000 км. Она несогласно налегает на метаморфизованное и сильно деформированное верхнепротерозойское основание, которое, вероятно, подстилается нижнедокембрийским метаморфическим фундаментом.
- **Венд** сложен доломитами, которые перекрываются глинисто-карбонатными отложениями кембрия. **Ордовик, силур, девон и нижний карбон** слагаются либо относительно глубоководными глинисто-кремнисто-карбонатными комплексами, либо мелководными известняками, мергелями и доломитами. Первый комплекс содержит породы напоминающие породы доманиковой фации.
- **Средний - верхний карбон и нижняя пермь** сложены песчано-алеврито-глинистыми толщами с прослоями известняков.
- Для низов **верхней перми** характерны мелководно-морские осадки, которые постепенно сменяются вверх по разрезу континентальной терригенной угленосной толщей.
- **Нижний триас** представлен трапповым комплексом.
- Палеозойские и триасовые образования Южно-Таймырской мегазоны прорываются мелкими телами щелочных гранитов, сиенитов и нефелиновых сиенитов поздне триасового возраста.
- Складчатые деформации Южно-Таймырской зоны происходили до начала юры. Вторая, но более слабая фаза деформаций была на рубеже юры и мела.

Основные черты геологического строения Енисей-Хатангского прогиба

Южнее Южно-Таймырской зоны расположен Енисей-Хатангский прогиб, который по особенностям строения и первичной седиментации, включая Усть-Енисейскую впадину, должен рассматриваться как часть Западно-Сибирской (Карско-Западно-Сибирской) плиты. Он протягивается побережья Карского до моря Лаптевых, частично продолжаясь и в акваториях.

В мезозойско-кайнозойском этаже Енисей-Хатангского прогиба установлен ряд положительных структур северо-восточного простирания (с юго-запада на северо-восток) Мессояхский порог, Малохетский, Рассохинский и Балахнинский валы. Амплитуда воздыманий в неокме этих структур увеличивается в северо-восточном направлении, составляя от 1000 - 1200 м (Мессояхский порог) до 3000-4000 м (Балахнинский вал). Мощность мезозойско-кайнозойского чехла достигает в Усть-Енисейской впадине 10 - 12 км. В пределах наиболее изученного Мессояхского порога открыт целый ряд месторождений, большей частью гигантских и крупных (Ямбургское, Находкинское и др.).

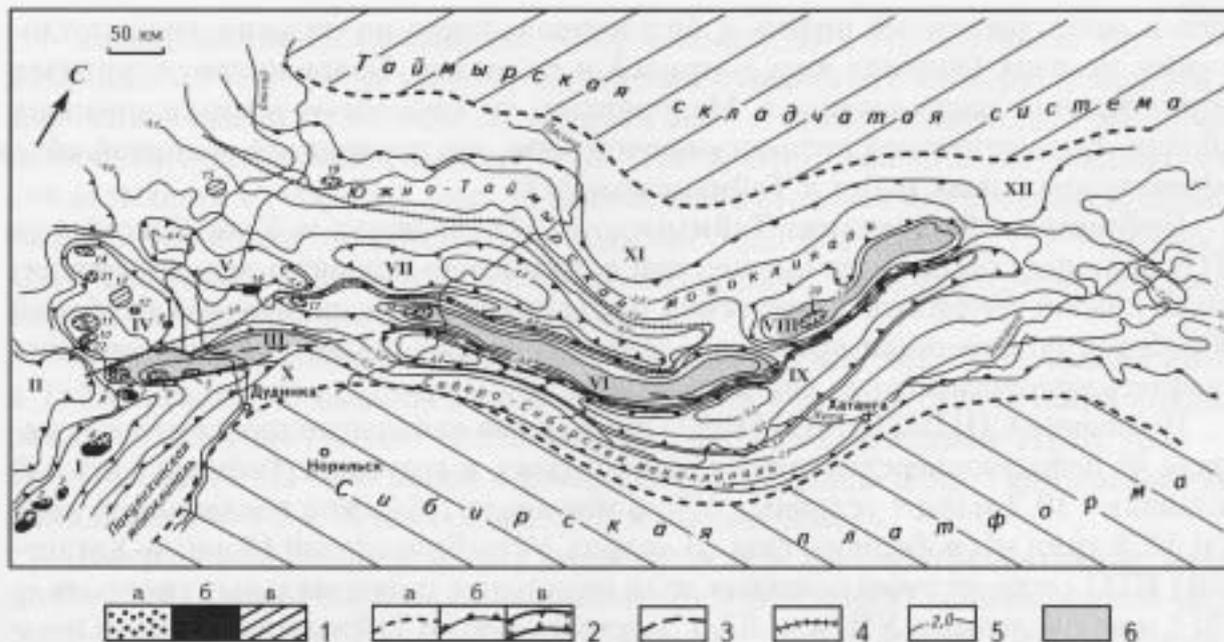


Рис. 2. Структурно-тектоническая схема Енисей-Хатангского регионального прогиба

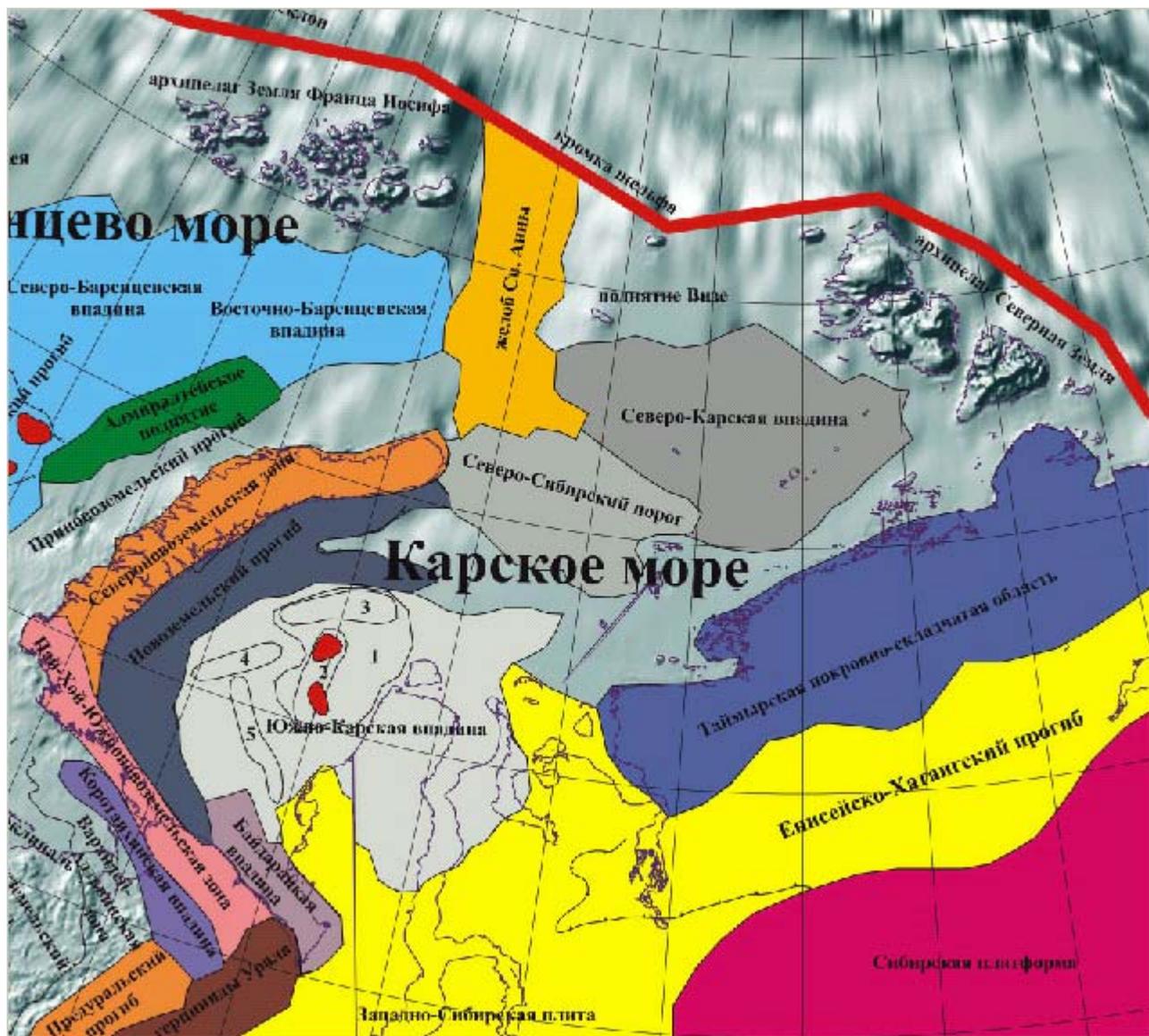
1 – месторождения: а – газовые, б – нефтяные, в – газоконденсатные (1 – Тагульское, 2 – Лодочное, 3 – Ванкорское, 4 – Сузунское, 5 – Нижнехетское, 6 – Зимнее, 7 – Горчинское, 8 – Мессояхское, 9 – Казанцевское, 10 – Южно-Соленинское, 11 – Северо-Соленинское, 12 – Ушаковское, 13 – Пеляткинское, 14 – Нанадянское, 15 – Дерябинское, 16 – Пайяхское, 17 – Озерное, 18 – Хабейское, 19 – Джангодское, 20 – Балахнинское, 21 – Яровское, 22 – Ново-Соленинское); 2 – границы: а – прогиба, б – зон выклинивания среднеюрских отложений, в – структур I-II порядков (I – Большехетский мегавал, II – Пендомаяхская впадина, III – Малохетский мегавал, IV – Танамский свод (структурная терраса), V – Носковский прогиб, VI – Рассохинский мегавал, VII – Агапский прогиб, VIII – Балахнинский мегавал, IX – Жданихинский (Дудытинско-Жданихинский) мегапрогиб, X – Агапский выступ, XI – Янгодо-Горбитский выступ, XII – Киряко-Тасский выступ); 3 – главные разрывы системы Малохетско-Рассохинско-Балахнинского глубинного разлома; 4 – область развития клиноформ неокома; 5 – изогипсы поверхности среднеюрских пород; 6 – зоны эрозионного размыва юрско-валанжинских отложений

(В.А.Балдин, В.И.Казаис, 2004)

Основные черты строения Карского моря

Шельф Карского моря, Обской и Тазовской губ является северным продолжением Западно-Сибирской плиты. В юго-западной части Карского моря, а также на полуостровах Ямал и Гыданский, расположена Южно-Карская впадина, выполненная терригенными отложениями юры и мела с общей мощностью от 8 до 14 км. Здесь расположен один из крупнейших нефтегазоносных бассейнов России. В его пределах как на суше (Харасавейское, Бованенковское и др.), так и в акватории на глубинах дна от 50 до 100 м открыты гигантские месторождения газа и конденсата, реже нефтегазоконденсата (Ленинградское и Русановское с суммарными запасами, превышающими 9 трлн. м³). Залежи расположены в неоком-аптских и альб-сеноманских толщах. Месторождения в акватории расположены в 60 – 100 км от побережья п-ова Ямал.

Схема расположения основных элементов структуры Баренцева и Карского морей и их обрамления.



1 – Русановский свод; 2 – Ленинградско-Русановская группа поднятий; 3 – 5 – валы: 3 – Кропоткина, 4 – Воронина, 5 – Обручева, по: (Геология и полезные ископаемые... , 2002, упрощено, с добавлениями). Черные поля – соляные купола, красные – газовые и газоконденсатные месторождения. Топографическая основа: акватория - ETOPO5 Set. Global Relief Data CD. NOAA Product # G01093-CDR-A0001; суша - GTOPO30 Global Digital Elevation Model. EROS Data Center. 1996. (<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdac/gtopo30/gtopo30.html>)

Тектоническая схема Южно-Карской синеклизы
(Ровнин, 2004)

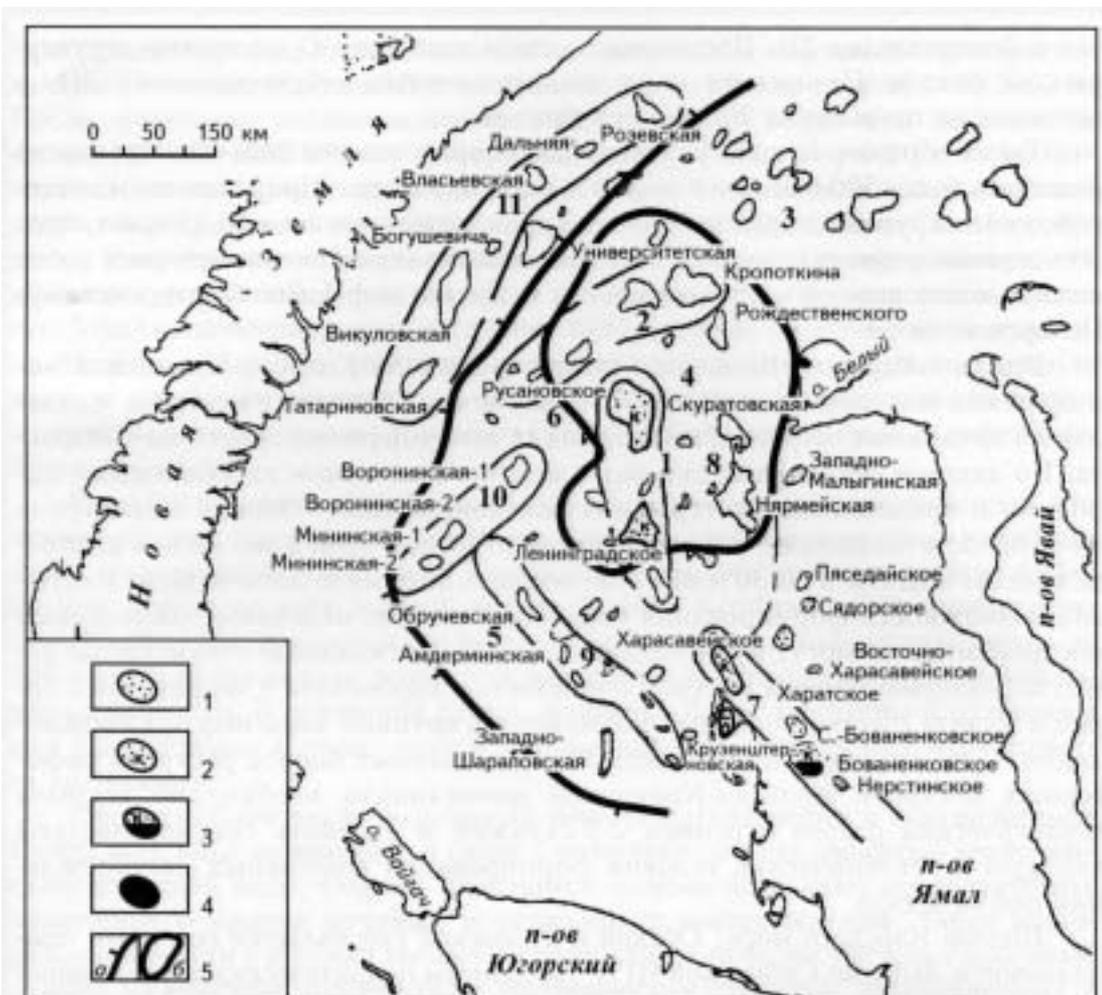


Рис. 3. Тектоническая схема Южно-Карской синеклизы

Месторождения: 1 – газовые, 2 – газоконденсатные, 3 – нефтегазоконденсатные; 4 – выявленные структуры; 5 – тектонические элементы: граница Новоземельско-Югорской моноклинали (а) и Русановского свода (б); группа поднятий: 1 – Ленинградско-Русановская, 2 – Кропоткинская, 3 – Верновская; прогибы: 4 – Рождественский, 5 – Южный; впадины: 6 – Ноябрьская, 7 – Пахучанская; структурные валы: 8 – Прибрежный, 9 – Обручевский, 10 – Воронинский, 11 – Викуловский

В строении осадочного разреза принимают участие два структурно-формационных комплекса. Верхний (плитный), сложен терригенными юрско-меловыми отложениями; нижний (рифтовый) – триасовыми вулканогенно-терригенными образованиями. Первый построен просто и его строение осложнено крупными пликативными структурами. Самая крупная из них - Русановский свод. Он включает в себя Ленинградско-Русановскую и Кропоткинскую группы локальных поднятий в мезозое, в том числе обширные по площади Ленинградское, Русановское, Кропоткинское, Скуратовское и др. поднятия. На Южно-Карском шельфе установлены также протяженные линейные валы.

В основании Южно-Карской впадины развиты западные и восточные рифтовые прогибы преобладающего северо-восточного простирания. Первые протягиваются примерно на 400 км вдоль Северо-Новоземельской ступени. Вторые включают Западно-Ямальскую и Белоостровскую систему рифтовых впадин, которые имеют асимметричное строение (западный борт относительно пологий, восточный – крутой).

Разрез через Карское море

по: (Шипилов, Тарасов, 1998). На врезке – положение профилей.

Породы, выполняющие эти структуры не вскрыты бурением. По геофизическим данным наиболее вероятным представляется, что они слагаются терригенными комплексами с возможным присутствием вулканогенных пород.

В северо-восточной части Карского моря расположена Северо-Карская впадина, в пределах которой кристаллический фундамент залегает на глубине 12 - 20 км. Она сложена отложениями палеозоя и мезозоя и обладает огромным нефтепроизводящим потенциалом. Ее геологическое строение и нефтегазоносность остаются пока не изученными из-за трудных природно-климатических условий.

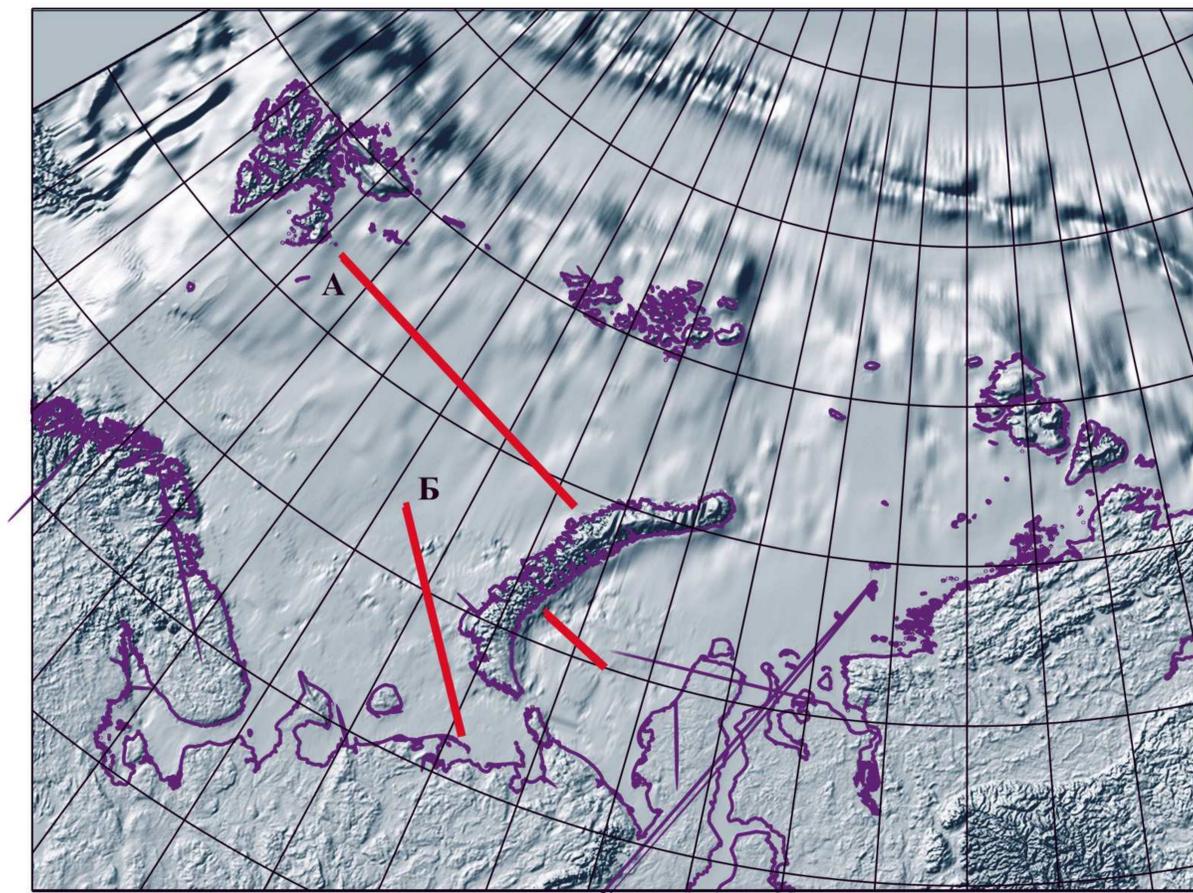
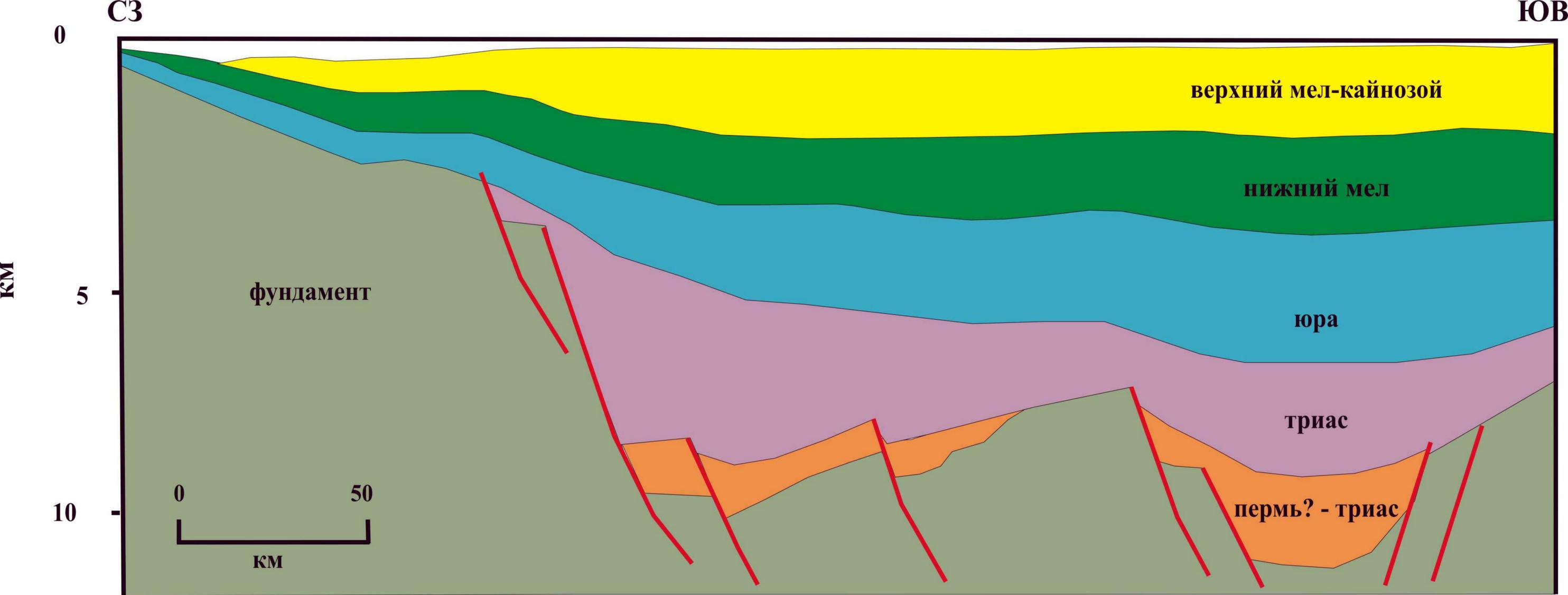
Строение дна Карского моря осложнено двумя узкими структурами субмеридионального простирания – трогами Св. Анны и Воронина, строение которых исследовано крайне поверхностно.

Основные черты строения моря Лаптевых и его обрамления

Море Лаптевых отделено на западе от Карского моря архипелагом Северная Земля и побережьем полуострова Таймыр, строение которых было кратко описано выше. На востоке оно граничит с Восточно-Сибирским морем, с которым соединяется рядом проливов (Санникова, Этирекан и др.), расположенных внутри архипелага Новосибирских островов. На юге море Лаптевых ограничено побережьями северо-востока полуострова Таймыр, Хатангского залива, а также побережьем от востока последнего до мыса Святой Нос.

Физико-географический очерк

- Глубины моря Лаптевых изменяются от 10 - 20 м около побережья Азии до



3385 м около кромки шельфа. Рельеф дна представляет собой полого наклоненную к северу равнину, которая осложнена двумя желобами с глубинами порядка 40 м. Один из них расположен примерно на линии окончания хребта Гаккеля – дельта р.Лена, второй повторяет очертания востока полуострова Таймыр.

- В акватории, в Хатангском заливе, есть несколько островов – Бол. и Мал. Бегичев, Преображения и Песчаный.
- В море впадают несколько крупных рек, такие как Хатанга, Оленек, Лена и Яна.
- На шельфе расположены дельты крупнейших сибирских рек - Лены и Яны (площадь – 2418 x 103 км²; снос - 11.3 x 106 т/год). Большую часть года море Лаптевых покрыто ледовым покровом.
- Море Лаптевых сейсмично в восточной части, в пределах которой, западнее Новосибирских островов, прослеживается полоса землетрясений с глубинами очагов от 10 до 33 км и магнитудами до 6. Ряд мелкоглубинных сейсмических событий с магнитудами до 5 отмечался на полуострове Таймыр, в устье р. Хатанга и в дельте р. Лена. На продолжении хребта Гаккеля расположена высокосейсмичная Лаптевоморско - Момская рифтовая система в пределах которой, особенно в ее континентальной части, выделяются зоны 8 - и даже 9 -балльных землетрясений, тогда как большая часть Верхояно-Чукотской складчатой системы попадает в 5 - 6-балльную зону.

Основные черты геологического строения островов моря Лаптевых

На островах моря Лаптевых установлены отложения позднеюрского, раннемелового и четвертичного возрастов. На островах Бол. Бегичев и Преображения

- наиболее древние породы имеют **келловейский возраст** и их видимая мощность не превышает 50 м. Они представлены алевролитами и аргиллитами с конкрециями сидеритового и карбонатного состава.
- Здесь же широко развиты отложения **нижнего мела**. Они сложены аргиллитоподобными глинами, алевролитами и песчаниками (валанжин – низы готерива).
- В верхах **готерива** и в **альбе** появляются каменные угли, пески и песчаники.
- Все мезозойские породы слагают моноклираль, которая местами осложнена пологими пликативными дислокациями и перекрыты четвертичными отложениями

Основные черты геологического строения побережья моря Лаптевых

Все южное побережье моря Лаптевых слагается породами покровно-складчатого Верхояно-Чукотского пояса, а также четвертичными отложениями дельты Лены и запада Яно-Индибирской низменности.

В самом общем виде породы верхоянского комплекса сложены каменноугольно-юрскими терригенными ассоциациями пород. Они слагают, по данным В.С. Оксмана, около побережья моря Лаптевых субмеридиональный Верхоянский мегантиклинорий с его Хараулахским сегментом. Практически подходят к побережью структуры Оленекской складчатой зоны, Ольджойского (Полоусненского) и Омолойского синклинориев, а также Куларское поднятие как часть Кулар-Нерского пояса.

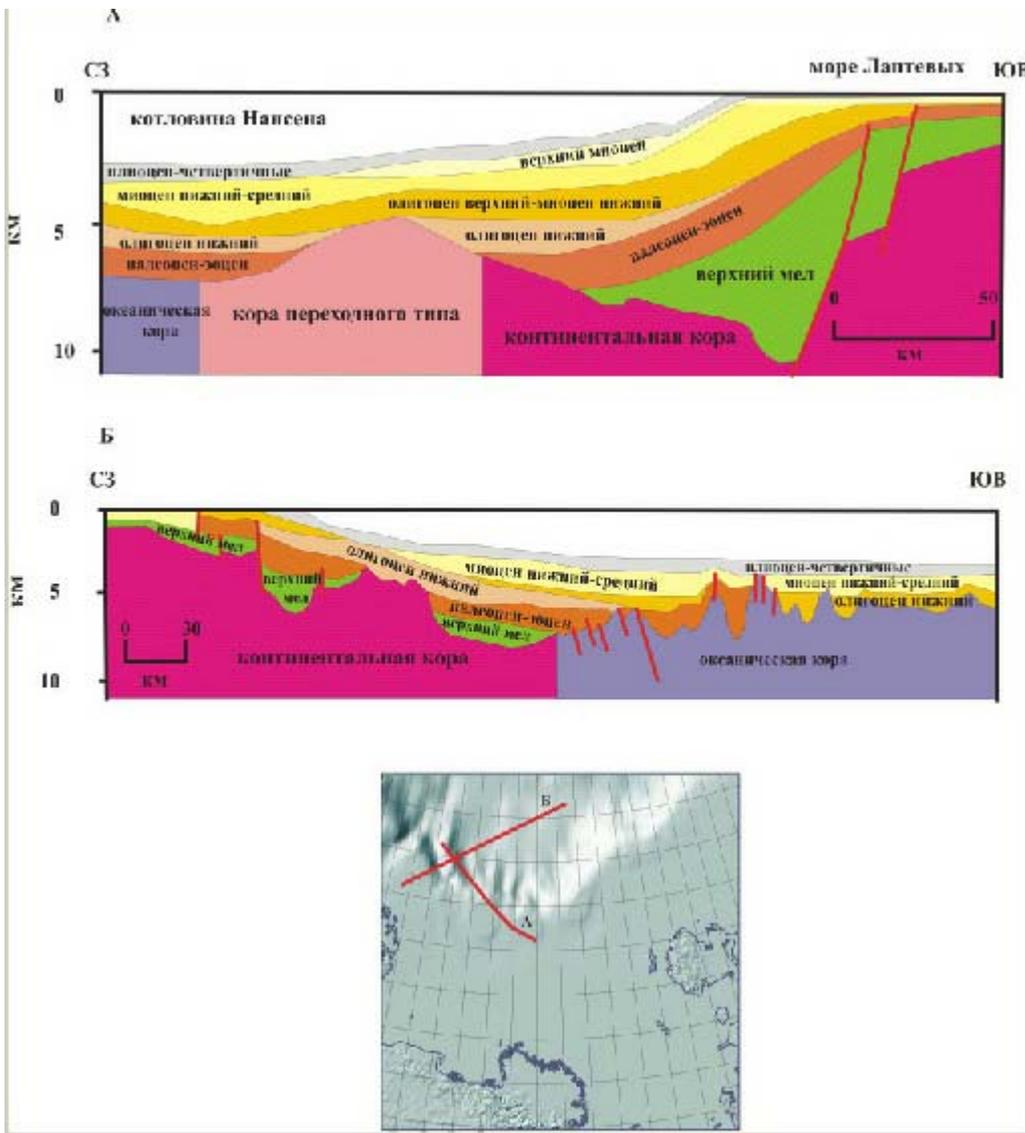
- **Предверхоянский краевой прогиб** протягивается в виде выпуклой к юго-западу дуги от низовий Лены до среднего течения Алдана. На востоке он граничит с надвинутыми на него северным и средним сегментами Верхоянского мегантиклинория. Дорифейский фундамент погружен в нем на глубины от 5 до 10 - 15 км. Прогиб был заложен на окраине Сибирской платформы и выполнен отложениями палеозоя - юры платформенного типа, а также мощными (до 4 - 5 км) тонкообломочными угленосными молассами нижнего и отчасти верхнего мела. На большей части площади прогиба они залегают полого моноклинально и лишь в узкой внутренней зоне смяты в линейные складки, осложненные надвигами.
- **Верхоянский мегантиклинорий** выражен в рельефе одноименным хребтом и сложен мощными карбонатными и терригенными отложениями карбона и перми, которые накапливались вдоль окраины Сибирского континента. В их составе различаются осадки шельфа, континентального склона и подножия.
- **Куларское поднятие** слагается ритмичным переслаиванием пермских алевролитов и кварцевых песчаников, метаморфизованных в разных ступенях зеленосланцевой фации метаморфизма. В них часто отмечается косая слоистость. Для триасовых отложений характерно чередование аргиллитов, алевролитов и песчаников. Здесь установлены подводно-оползневые и градационные текстуры.
- **Полосуенский синклинорий** сложен средне-верхнеюрскими отложениями, которые в основании разрезов представлены флишевыми пачками ритмичного переслаивания турбидитов и олистостром. Выше расположены песчаники, перекрытые глинистыми осадками со значительным количеством вулканогенных пород (андезиты, андезито-базальты и базальты, их туфы).
- На многие структуры северной части Верхояно-Чукотской области наложены многочисленные **грабены северо-восточного простираения**. Наиболее крупный из них протягивается вдоль Момско - Селеняхского прогиба. Эта одноименная структура имеет кайнозойский возраст и к нему приурочен неогеновый липаритовый купол и голоценовый базальтовый вулкан. В грабенах отлагались лимнические отложения олигоцена - среднего миоцена и грубообломочные аллювиально - пролювиальные образования верхнего миоцена - антропогена. По разломам Момской рифтовой системы происходят сбросовые, взбросовые и правосдвиговые перемещения.

Основные черты геологического строения моря Лаптевых и его обрамления

В море Лаптевых установлено от 0,5 до 8 - 12 км осадочных пород аптско-кайнозойского возраста. На горстовых поднятиях их мощность сокращается до 1 - 1,5 км. Рифтовые структуры перекрыты осадками плиоцен-четвертичного возраста. Все постверхнеолигоценые отложения наращивают континентальный склон в виде мощных клиноформ.

В пределах шельфа в потенциальных полях идентифицируются линеаменты северо-западного простираения, согласные направлению складчатых структур мезозоид.

Основной особенностью моря Лаптевых представляется его расположение на стыке подводного хребта Гаккеля как наиболее северного сегмента Мировой системы срединно-океанических хребтов, структур Верхояно-Чукотской и Таймырских областей, а также Сибирской платформы. На продолжении хребта Гаккеля



Основные черты строения Восточно-Сибирского и Чукотского морей и их обрамления

Чукотское и Восточно-Сибирское моря расположены в пределах восточной части Евразийского шельфа и представляют собой акватории России с наименьшей степенью изученности.

Физико-географический очерк.

Восточно-Сибирское море расположено между Новосибирскими островами и о. Врангеля.

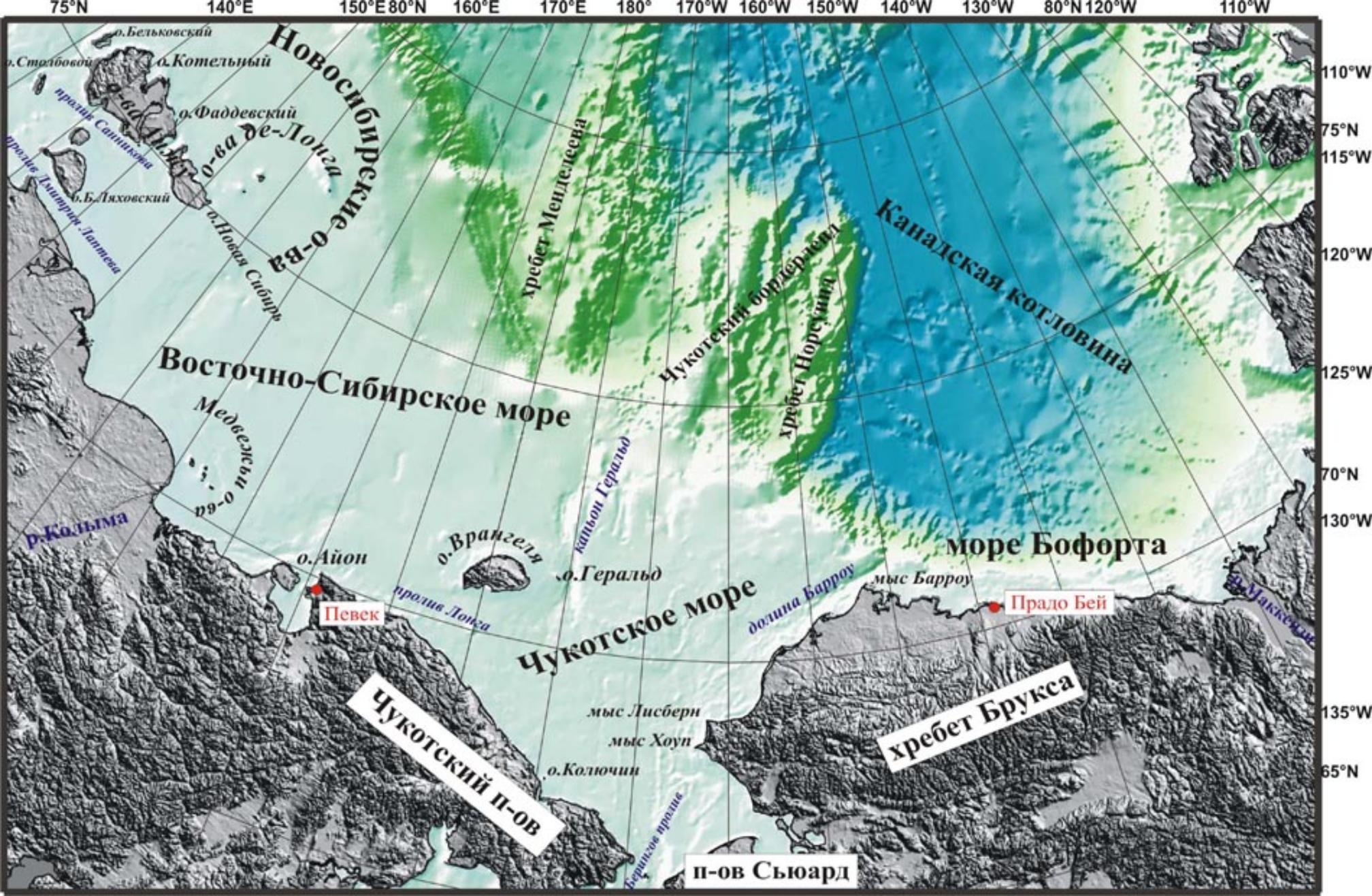
Основные географические объекты Восточно-Сибирского и Чукотского морей

по: (Mazarovich, Sokolov, 2003)

- На западе граничит с морем Лаптевых, соединяясь с ним примерно по долготе 140° в.д. проливами Дмитрия Лаптева, Этерикан, Санникова и акваторией севернее о. Котельный, на востоке – с Чукотским морем, соединяясь с ним проливом Лонга и севернее о. Врангеля, примерно по меридиану 180°. Северная граница проходит примерно по изобате 200 м. Средняя глубина Восточно-Сибирского моря составляет 45 м, максимальная – 155 м.
- Здесь располагаются архипелаги Новосибирских и Медвежьих островов и отдельные острова – Айон, Роутан Шалаурова.
- В море впадают несколько крупных рек, такие как Колыма, Алазея, Индигирка и Хрома.

Чукотское море на западе соединяется проливом Лонга с Восточно-Сибирским морем, а на юге Беринговым проливом с Беринговым морем. Восточная граница с морем Бофорта условна и проводится по меридиану мыса Барроу (США).

- Средняя глубина Чукотского моря составляет 77 м. К северу глубины возрастают до 200 м и более. Максимальные глубины - 1256 м. В центральной части моря находится поднятие (мель Ханна) с минимальными глубинами порядка 30 м, которое протягивается в восток-северо-восточном направлении. Оно отделено от поднятия островов Врангеля и Геральд субмеридиональным каньоном Геральд (примерно вдоль 175° з.д.) с глубинами 50 - 60 м. Субпараллельно побережью Аляски протягивается каньон, точнее долина, Барроу с глубинами 50 - 140 м.



- В пределах акватории расположены острова Врангеля, Геральд и Колючен.
- Климатические условия обеих морей исключительно суровые. По данным метеостанции Певек, ближайшей на территории России к акваториям (<http://www.weather.com/>), среднегодовая температура за 13 лет наблюдений изменялась от -27° (февраль) до $+8^{\circ}$ (июль). За тот же интервал времени максимальная температура достигала 20° , минимальная – -50° . Среднегодовое (за 18 лет) количество дней в году с температурой менее 0° достигает 271. Большую часть времени моря покрыты многолетним или (и) сезонным ледовым покровом. При этом мощность новообразованного льда может достигать 2-х метров.
- Район Восточно-Сибирского моря практически асейсмичен. Несколько землетрясений с глубинами от 10 до 33 км и магнитудами до 5 отмечались севернее и южнее Новосибирских островов.
- В Чукотском море сейсмичность с глубинами от 10 до 33 км и магнитудами до 6 фиксируется в районе Берингова пролива.

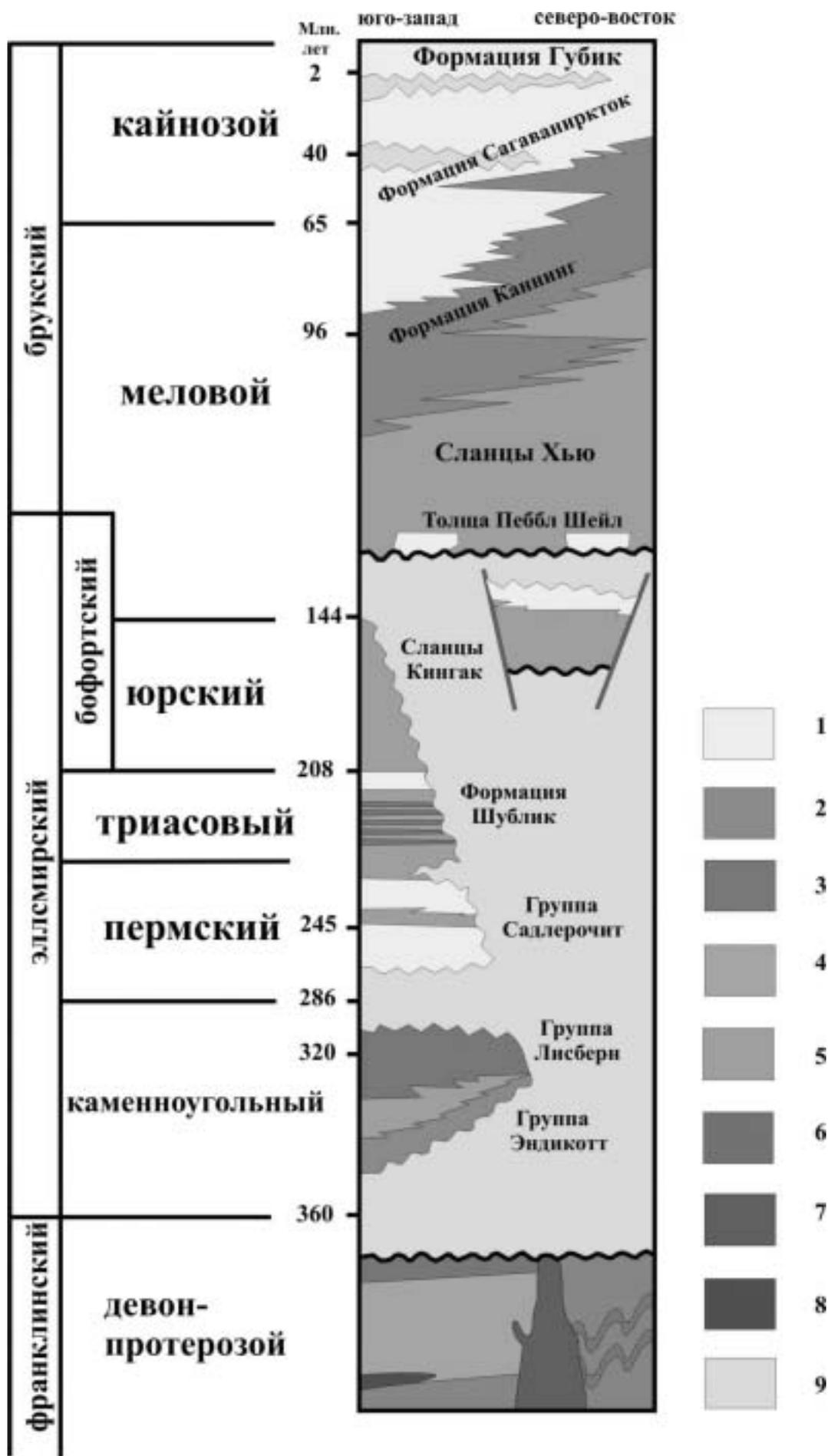
Основные черты геологического строения американского побережья Чукотского моря

Геология северной Аляски представляет наибольший интерес для понимания строения Чукотского моря, т.к. все основные структуры трассируются непосредственно в акваторию.

На территории северной Аляски, в самом общем виде, выделены следующие комплексы от верхов протерозоя до кайнозоя включительно: франклинский (или додевонский), элсмирский и брукский.

Сводная стратиграфическая колонка северной Аляски (упрощено)

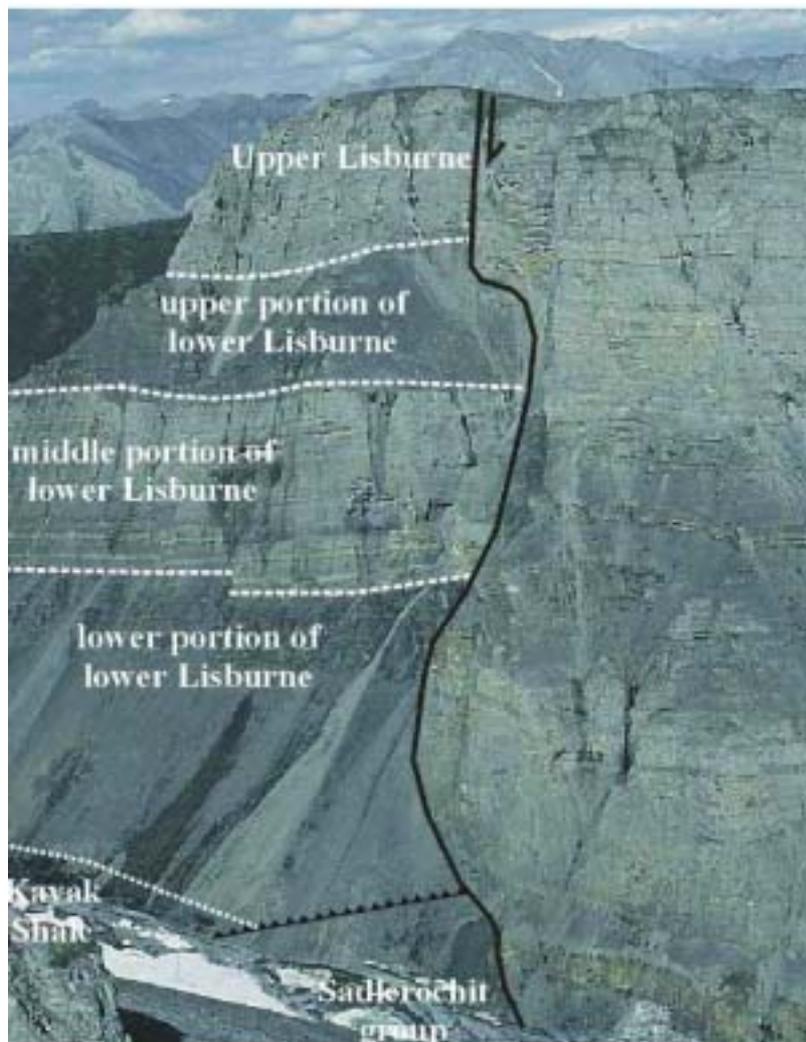
по: <http://energy.cr.usgs.gov/OF98-34>, и Mazarovich, Sokolov, 2003)



1-2 - терригенные комплексы разного генезиса: 1- морского, 2 – континентального; 3 – известняки; 4 – доломиты; 5 – преимущественно глинистые породы; 6 – аргиллиты; 7 – граниты; 8 – базальты; 9 – перерывы. Прямые линии – разломы. Волнистые –

несогласия.

- **Франклинский комплекс** кембрийско-раннедевонского возраста представлен метаморфизованными кремнями, известняками и терригенными породами, а также вулканитами основного состава. Эти образования прорваны интрузивами (граниты и кварцевые монцитоны с абсолютными датировками 380 ± 10 млн. лет). В пределах российского сектора Арктики комплекс, аналогичный франклинскому, выделен на острове Врангеля. В пределах Канадской котловины, в восточной части Чукотского бордерленда на хребте Нортуинд (Northwind) был получен каменный материал, позволяющий предполагать, что в пределах этой морфоструктуры также развиты породы франклинского комплекса. Таким образом, комплекс основания развит на обширной территории от востока Аляски до Новосибирских островов и его можно рассматривать как основание для осадочных бассейнов Чукотского и значительной части Восточно-Сибирского морей.
- **Элсмирский комплекс** каменноугольного-юрского возраста в предгорьях хребта Брукса включает пестрый по составу набор пород (снизу вверх): каменноугольные известняки, пермо-триасовые терригенные отложения, триасовые песчаники, глинистые песчаники и известняки, алевролиты, терригенные породы, обогащенные органическим веществом и юрско-раннемеловые глины.



Известняки группы Лисбурн *Wallace et al., 2001*

- **Брукский комплекс** мел-кайнозойского возраста представлен терригенными

морскими и континентальными отложениями, которые широко развиты как в пределах Аляски, так и в сопредельных акваториях Северного Ледовитого океана. Мощность пород увеличивается в северном направлении до 5000 и даже 12 000 м.



Терригенные породы брукского комплекса по: <http://energy.cr.usgs.gov/>

- На севере Аляски выделяется три субширотные зоны, которые отличаются по стилю деформации и, несколькими, интервалами времени ее образования.

Покровно-складчатая область хребта Брукса представляет собой пакет покровов, который смят в многопорядковые складки. Эти структуры были сформированы в результате сжатия на 400 – 500 км в позднеюрско-поздне меловое время. На продолжении покровно-складчатой области в Чукотском море расположена мощная отрицательная гравитационная аномалия в редукциях Фая и Буге, которая имеет сигмовидный характер и протягивается в район пролива Лонга.

Можно предполагать, что именно в этот район прослеживаются структуры хребта Брукса. Впоследствии здесь сформировался Южно-Чукотоморский прогиб (Лонго-Хоупская зона).

Севернее прослеживается зона с умеренными деформациями, которые проявляются в складчатости и существовании чешуйчатых надвигов или взбросов. Она протягивается по гравитационным и магнитометрическим данным к острову Врангеля.

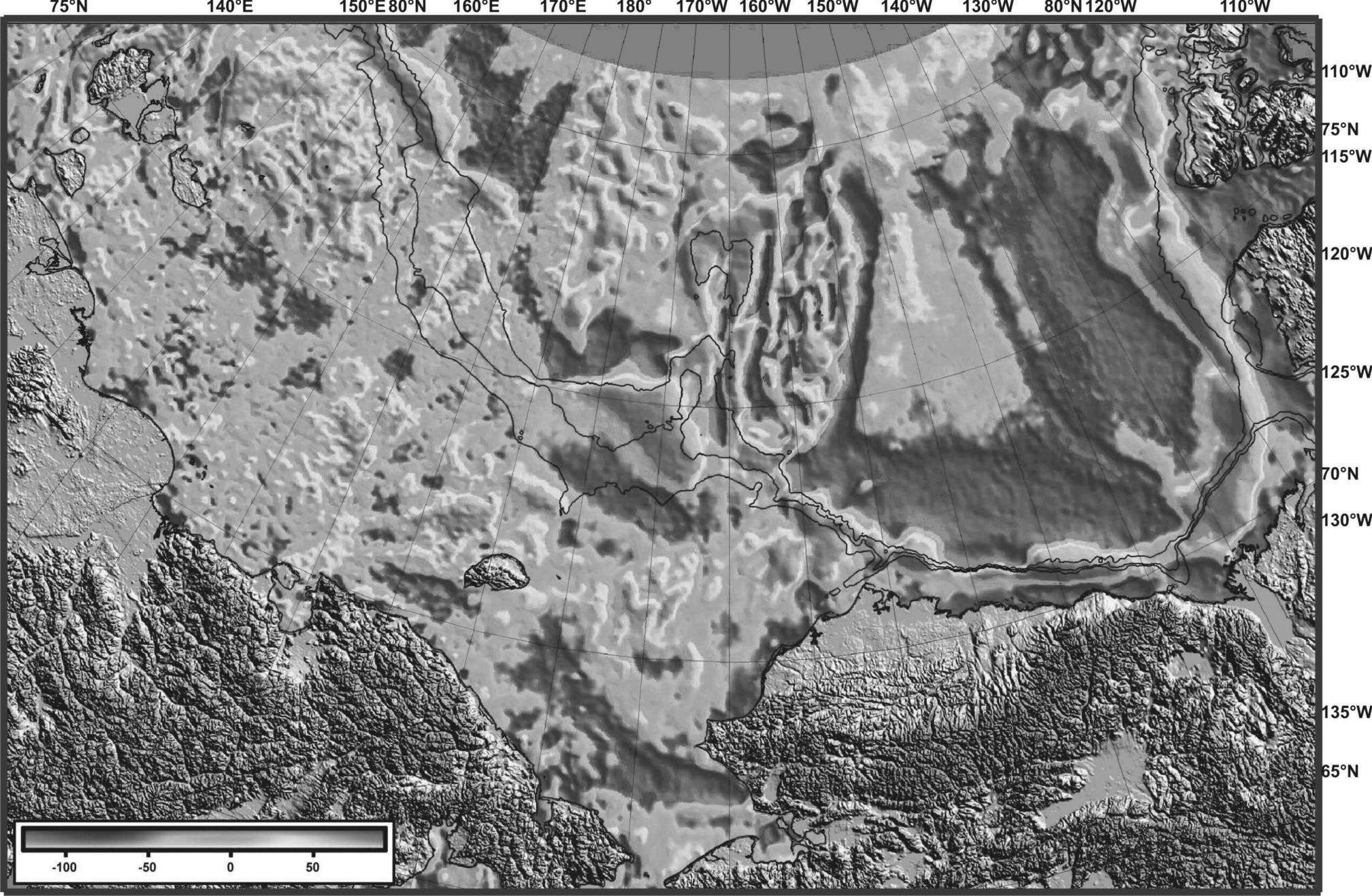
Аномалии гравитационного поля (редукция Буге) Восточно-Сибирского и Чукотского морей и прилегающих территорий. Шкала – мгал
по: (Mazarovich, Sokolov, 2003)

Аномалии магнитного поля Восточно-Сибирского и Чукотского морей и прилегающих территорий. Шкала – нТ
по: (Mazarovich, Sokolov, 2003)

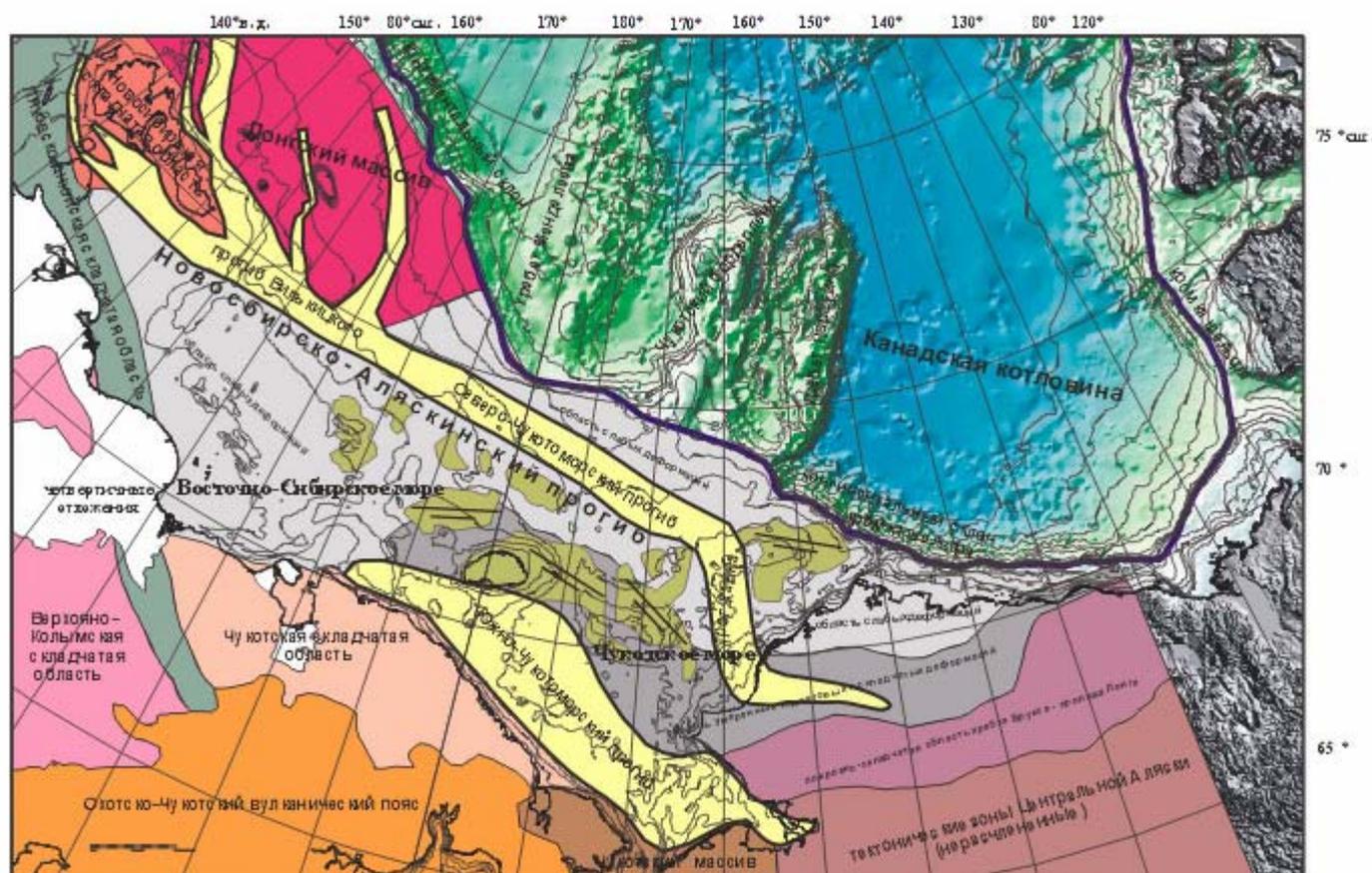
Наконец, наиболее северная зона Аляски, скрытая в настоящий момент под мощным чехлом верхнемезозойских-кайнозойских отложений прогиба Колвилл практически не деформирована. Она может быть протрассирована севернее острова Врангеля.

Основные черты геологического строения азиатского побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей

На востоке Чукотки расположен Чукотский массив. Он образует докембрийский



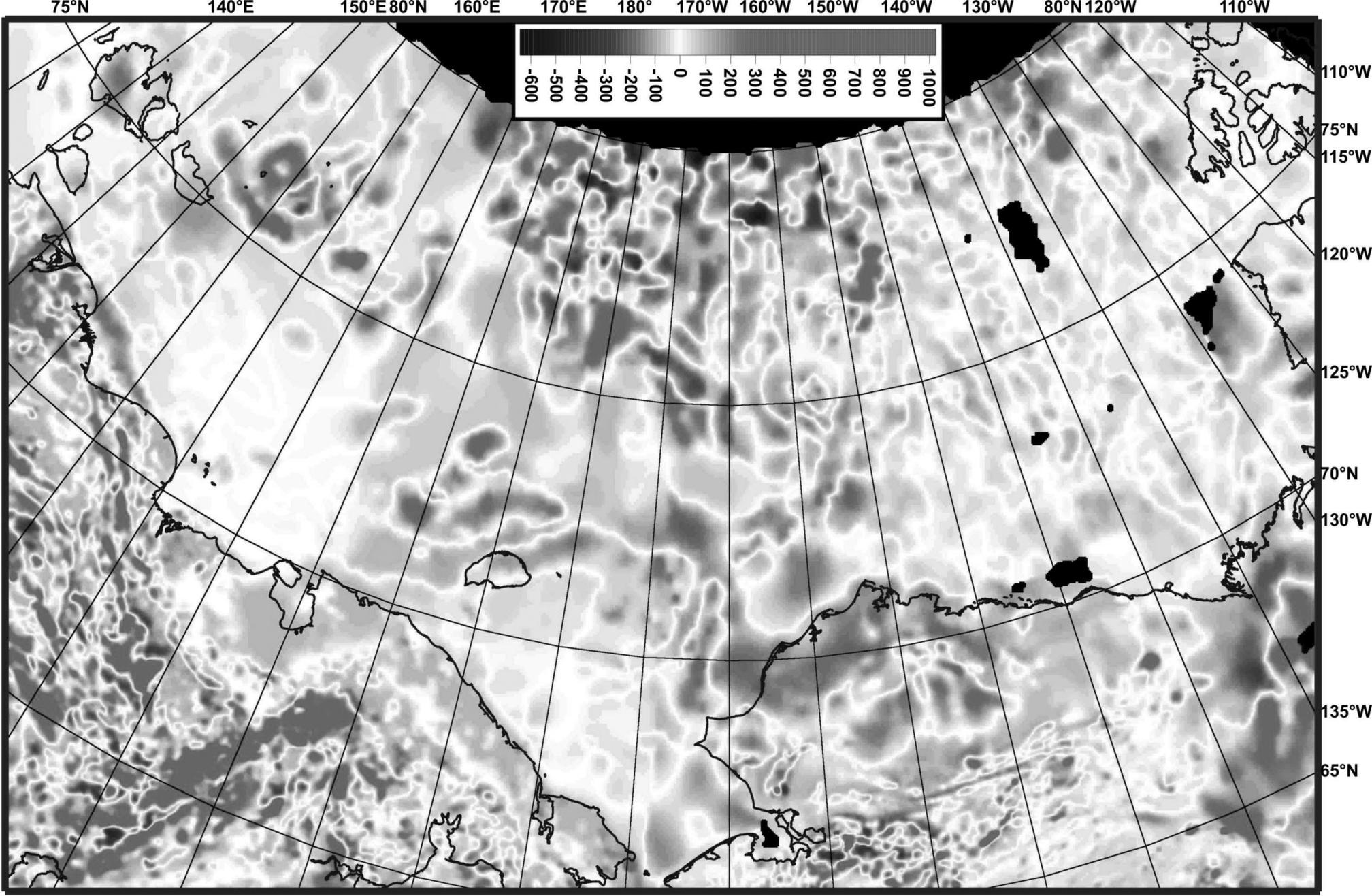
выступ метаморфического фундамента и протягивается вплоть до востока п-ова Сьюард, где он ограничен надвигом. Здесь древние породы участвуют в строении гранито-гнейсовых куполов мелового возраста, которые облекаются ордовикскими и более молодыми образованиями.



На западной Чукотке расположена **Чукотская (Ануйско-Чукотская) складчатая область**. Она имеет в основании древний метаморфический фундамент, который залегает на незначительной глубине и перекрывается пермско-триасовым карбонатно-терригенным комплексом. Он сложен песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Породы сильно деформированы, вплоть до образования изоклиальной складчатости. Они несогласно перекрыты аргиллитами, алевролитами и песчаниками триасового возраста, которые формировались за счет деятельности турбидитовых потоков. В северном направлении эти отложения сменяются шельфовыми фациями. Верхи разреза сложены верхнеюрско-нижнемеловыми образованиями, которые подразделяются на туфо-терригенную и вулканотерригенные толщи. Вулканы относятся к известково-щелочной серии.

Южнее расположена **Южно-Ануйская складчатая зона**, которая протягивается с юго-востока на северо-запад от верховьев рек Бол. и Мал. Ануй до долины р. Колыма. По магнитным данным она прослеживается до пролива Дмитрия Лаптева (между Азией и Новосибирскими островами). Она рассматривается как коллизионная сутура, которая была сформирована в раннем мелу при закрытии Южно-Ануйского палео-океанического бассейна при столкновении Евразии с микроконтинентом Чукотка – Арктическая Аляска.

Южно-Ануйская зона складывается, по данным С.Д. Соколова, с соавторами, тектонически расчлененными офиолитами, верхнеюрскими кремнисто-вулканогенными толщами (фрагменты островодужных разрезов), динамометаморфизованными образованиями и терригенными меланжами. Все



образования слагают покровно-складчатую структуру, которая надвинута на север и прорвана юрскими гранодиоритами и гранитами и сиенитами раннемелового возраста. На юго-востоке, в районе Анадырского плоскогорья она перекрывается вулканитами Охотско-Чукотского вулканического пояса альб-позднемелового возраста.

На юге Южно-Ануйская зона граничит с **Алазейско-Олойской складчатой системой**, которая сложена дислоцированными верхнепалеозойскими - мезозойскими островодужными осадочно-вулканогенными породами, которые были шарьированы в северном направлении.

Основные черты геологического строения Медвежьих островов, о-вов Айон и Роутан

Медвежьи острова расположены севернее устья р. Колыма. Они включают острова: Крестовский, Четырехстолбовой, Пушкарева, Леонтьева и Безымянный. Архипелаг сложен нижнемеловыми гранитоидами, углистыми, глинистыми и песчано-глинистыми породами поздне триасового возраста, а также современными осадками.

Острова Айон и Роутан расположены в Чаунской губе и слагаются среднеплейстоцен-голоценовыми озерно-болотными и озерно-аллювиальными песками, суглинками и супесями с остатками древних млекопитающих (мамонты, носороги, бизоны и пр.)

Основные черты геологического строения архипелага Новосибирские острова

Архипелаг Новосибирских островов объединяет три группы островов – Де-Лонга (Беннета, Жохова и Вилькицкого, Жанетты и Генриеты), Анжу (3 главных - Котельный, Фаддеевский и Новая Сибирь) и Ляховские (2 главных – Большой и Малый Ляховский). Общая площадь островов чуть меньше 36 тыс. км². Максимальная высотная отметка (г. Малакатын-Тас на юге о. Котельный) 374 м.

Новосибирские острова характеризуются, по данным В.К.Дорофеева с соавторами, гетерогенным геологическим строением.

- **Основание о. Беннета** слагается алевролит-аргиллитовыми толщами среднекембрийского-среднеордовикского возраста, образующими пологую антиклиналь север-северо-западного простирания. Оно перекрыто горизонтально залегающими породами раннемеловой терригенно-вулканогенной формации.
- **Острова Жохова и Вилькицкого** сложены неоген-четвертичными оливиновыми базальтами и щелочными ультраосновными породами. В базальтах обнаружены ксенолиты известняков каменноугольного возраста.
- **На островах Жанетты и Генриеты** обнажены сильно дислоцированные каменноугольные (?) терригенно-вулканогенные образования. Здесь развиты также многочисленные силлы, дайки, покровы базальтов и долеритов. В целом предполагается, что острова Де-Лонга представляют собой фрагменты Гиперборейской платформы.
- **Острова Фаддеевский и Новая Сибирь** полностью перекрыты позднемеловыми -кайнозойскими отложениями. В центральной части последнего бурением были вскрыты терригенные осадки дислоцированные в складки запад-северо-западного простирания. На о. Котельный обнажены палеозойско-мезозойские породы, смятые в складки северо-западного простирания. Палеозойские образования представлены доломито-известковистым комплексом ордовикско-девонского возраста, а

также терригенными толщами верхнего девона – нижнего карбона. Верхи разреза слагаются пермско-юрскими терригенными образованиями.

- **Основание Ляховских островов** слагается протерозойскими амфиболитами и кристаллическими сланцами, пермь-триасовой флишоидной формацией и позднеюрским -нижнемеловым флишем. На этой территории установлены офиолиты, которые послужили основанием для выделения океанической структуры позднепалеозойского возраста.

На всех островах известны магматические тела основного и кислого составов широкого возрастного интервала, включая мел.



Вулканические аппараты триасового возраста на западе о.Бельковский. Фото А.Б.Кузьмичева

Основные черты геологического строения острова Врангеля

Остров Врангеля имеет площадь порядка 8000 км². Центральная часть острова имеет горный ландшафт. Максимальная высота чуть менее 1100 м (г. Советская). Береговая линия в южной части острова представлена сериями обрывов с высотой до 450 м. На севере рельеф представлен пологой наклонной равниной с высотами менее 50 м (Тундра Академии). Остров Геральда, расположенный восточнее о. Врангеля, представляет собой утес высотой около 380 м и площадью порядка 10 км². Он сложен катаклазированными граносиенитами, песчаниками, филлитами, кварц-хлорито-серицитовыми сланцами видимо позднедевонского – раннекаменноугольного возраста.

Остров Врангеля сложен, по данным М.К. Косыко с соавторами, серией тектонических пластин субширотного простирания, которые полого (около 20°) погружаются на юг. Амплитуда горизонтального перемещения оценивается в 12 - 15 км. Структура нарушена многочисленными сдвигами северо-западного простирания. По характеру отложений и надвиговых структур обнаруживается большое сходство острова Врангеля с северными склонами хр. Брукса на Аляске.

Основные черты геологического строения Восточно-Сибирского и Чукотского морей

Этот регион России, особенно Восточно-Сибирское море, изучен плохо – здесь практически не проводилось бурение и представление о его геологическом строении может основываться на редких геофизических профилях, экстраполяции данных наземной геологии и результатах бурения в американском и канадском секторах. Значительный объем работ проводился советскими и российскими геологами в пределах арктических островов – на архипелаге Новосибирских островов, на островах Врангеля и Геральда.

В американском секторе акватории Чукотского моря были пробурены поисковые скважины Клондайк (Klondike), Бюргер (Burger), Попкорн (Popcorn), Крэкерджэк (Crackerjack) и Даймонд (Diamond). Огромный объем геолого-поисковых и геофизических исследований был проведен на территории, так называемого, Северного склона Аляски.

Южно-Чукотоморский прогиб протягивается почти на 1300 км от залива Коцебу на Аляске до долготы мыса Шелагского. Он имеет гетерогенное строение и может быть разделен, по данным Б.И. Кима, на ряд впадин (с запада на восток): Хоуп, Северо-Шмидтовскую и Лонга. Максимальные мощности осадочного чехла составляют соответственно 8200, 2700 и 4000 м. Судя по сейсмическим данным, во впадине Хоуп, основное осадконакопление происходило в апт-альбское и палеогеновое время. Многочисленные разломы практически не затрагивают неоген-четвертичную часть разреза.

По данным альтиметрии в пределах акватории, на простирании двух северных тектонических зон Аляски, расположена полоса положительных аномалий, которые протягиваются в пределы Восточно-Сибирского моря вплоть до 165° в.д. Наиболее вероятным представляется, что она соответствует поднятиям элсмирского комплекса, на одном из которых велось бурение пяти скважин в пределах территории США. Зоны сильных и умеренных деформаций выклиниваются («затухают») не доходя до траверза о. Айон.

Северо-Чукотоморский прогиб расположен южнее кромки шельфа. По данным спутниковой альтиметрии, он протягивается до прогиба Вилькицкого, но отделен от него поднятием, возможно, связанным с зонами разломов. Прогиб представляет собой протяженную структуру с ответвлениями, которые глубоко проникают в Лонгский массив. Эта рифтоподобная структура осложнена отдельными поднятиями фундамента и имеет несколько переуглубленных депрессий. Судя по изостатическим аномалиям и нескольким сейсмическим событиям, произошедшими с 1973 по 1986 гг., ее западная часть активно прогибается и в настоящее время. Судя по сейсмическим данным и по градиентным зонам, южным обрамлением прогиба служит флексура, осложненная крутопадающими разрывами того же простирания.

На востоке Чукотского моря тектоническая ситуация более сложная. Здесь расположен **трог Ханна**, мощности осадочного чехла в котором превышают 15 км. Он рассматривается как рифт девон-пермского возраста, который представляет собой асимметричную структуру с пологим западным бортом и крутым – восточным. Трог Ханна расположен на простирании Чукотского бордерленда и влияние субмеридиональных структур прослеживается до южной границы Южно-Чукотоморской впадины (порог Коцебу, с которым связана активная современная сейсмическая активность). В пределах американского сектора, сейсмическими работами установлена система правых сдвигов (сдвиговая зона Ханна) субмеридионального простирания с развитием от палеоцена до среднего эоцена. Вертикальные смещения в некоторых местах достигают 3000 м.