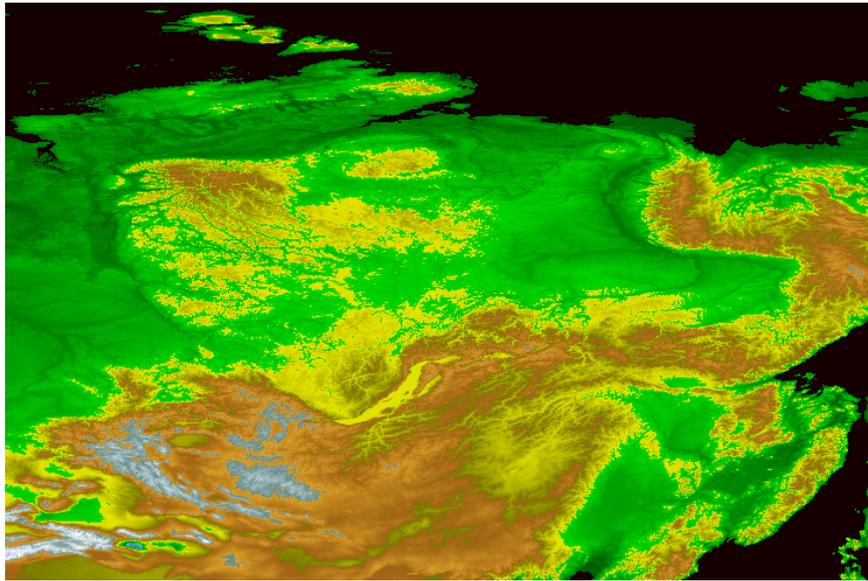


Строение Сибирской платформы. Положение. Границы. Фундамент. Авлакогены



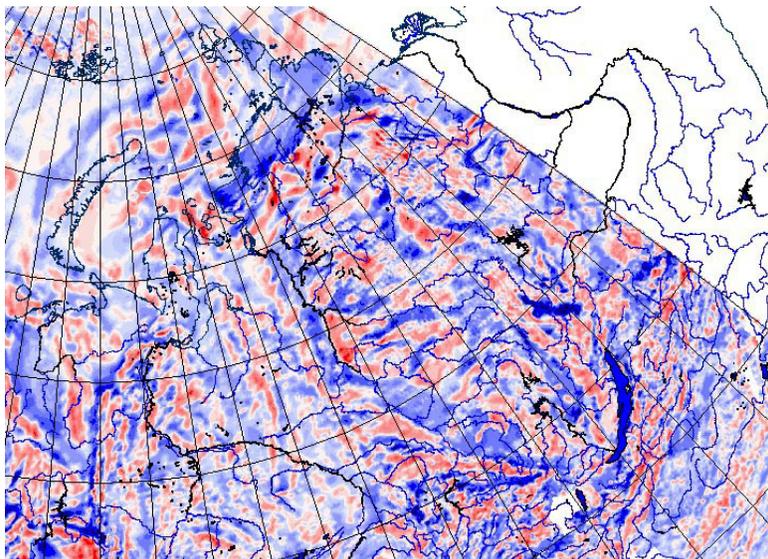
<http://www.ngdc.noaa.gov/>

Лекция 7 (22 октября 2007)

Физико-географический очерк района Сибирской платформы

Сибирский кратон, площадью около 4×10^9 км², большей частью (70 %), перекрыт рифейско-фанерозойскими отложениями чехла мощностью 1-8 км, в среднем – около 4 км.

Карта аномального магнитного поля (составлена Соколовым С.Ю.)



красные тона - положительные аномалии, синие - отрицательные

Сибирская платформа - асейсмична

Границы платформы

- **На северо-востоке и востоке** — Верхояно- Чукотская складчатая область, от которой отделяется на северо-востоке Предверхомянским краевым прогибом, а на более южном участке — Нельканской зоной краевых чешуйчатых дислокаций
 - **На востоке и юго-востоке** - Охотско-Чукотский вулканический пояс, Урало-Монгольский подвижный пояс
 - **На юге** - Байкальская область
 - **На юго-западе** - Енисейско-Присаянская область
 - **На западе** - условно под чехлом Западно-Сибирской плиты, западнее Енисея
 - **На севере** - условно под четвертичными и меловыми отложениями Енисей-Хатангской впадины Рассохинско-Балахнинской зоны валообразных поднятий и далее к востоку до дельты Лены — вдоль Оленекской антиклинальной зоны, ограничивающей с севера Лено-Хатангскую впадину.
-

Общие закономерности строения Сибирской платформы

- **Щиты**
- **Плита**
- **Авлакогены**

Основные структуры Сибирской платформы

Милановский, 1996

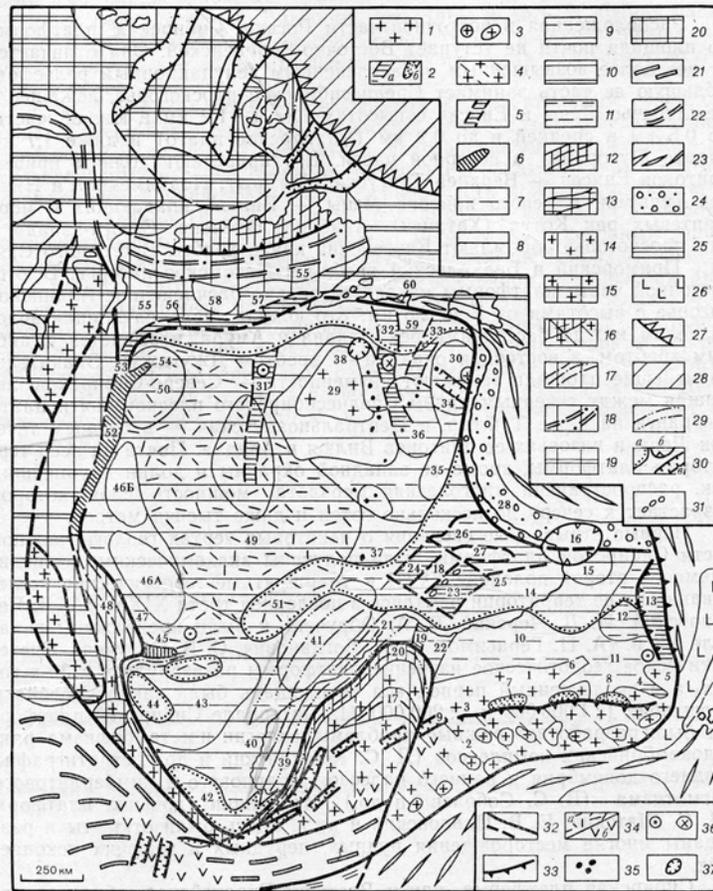


Рис. 24. Схема тектонического районирования Сибирской платформы и смежных метаплатформенных областей.

Структурные элементы, обозначенные на карте цифрами:

1—3 — Алдано-Становой щит: 1 — Алданское сводово-глыбовое поднятие, 2 — Становое сводово-глыбовое поднятие, 3 — Северо-Становая зона разломов; 4 — Учурская (Улканская) впадина; 5 — Маймаканское (Батомгское) поднятие; 6 — Суянагинский горст; 7 — Чульманская впадина; 8 — Токинская впадина; 9 — Чарская впадина (грабен); 10 — Алданская моноклиза; 11 — Учуро-Майская ступень; 12 — Юдомо-Майская впадина; 13 — Нельканская зона краевых дислокаций; 14 — Вилюйская синеклиза; 15 — Якутское сводовое поднятие; 16 — Нижнеалданская наложенная впадина; 17 — Байкальская область; 18 — Сунтарский горст; 19 — Уринский авлакоген; 20 — Байкало-Патомская складчатая зона; 21 — Нюйский прогиб; 22 — Березовский прогиб; 23 — Кемпендяйская грабенообразная впадина; 24 — Мархинская (Ыгыаттинская) грабенообразная впадина; 25 — Лунгхинская впадина; 26 — Линденская впадина; 27 — Хапчагайский выступ; 28 — Предверхооянский краевой прогиб; 29 — Анабарский свод с выступом дорифейского фундамента; 30 — Оленекский свод; 31 — Котуйский авлакоген; 32 — Уджинский авлакоген; 33 — Хастахский авлакоген; 34 — Кютюнгдинский грабен; 35 — Мунский свод; 36 — Суханская впадина; 37 — Ботубобинская седловина; 38 — Попигайская кольцевая структура (астроблема?); 39—41 — Ангаро-Ленская ступень (39 — Прибайкальский прогиб; 40 — Непско-Присяянская зона; 41 — Непский свод (Непско-Ботубобинская антеклиза)); 42 — Иркутско-Черемховская впадина; 43 — Тасеевская синеклиза; 44 — Канская впадина; 45 — Иркинеевский авлакоген; 46 — Байкитская (Вельминская) антеклиза (46А — Камовский свод, 46Б — Бахтинский свод); 47 — Приенисейский прогиб; 48 — складчатое сооружение Енисейского кряжа; 49 — Тунгусская синеклиза; 50 — Курейская впадина; 51 — Ангаро-Вилюйский прогиб; 52 — Турухано-Норильский авлакоген; 53 — Игарская антиклинальная зона; 54 — Хантайско-Рыбинская антиклинальная зона; 55 — Енисейско (Пясино)-Хатангская впадина; 56 — Рассохинский вал; 57 — Балахнинский вал; 58 — Янгодо-Горбитский выступ; 59 — Лено-Хатангская впадина; 60 — Оленекская антиклинальная зона

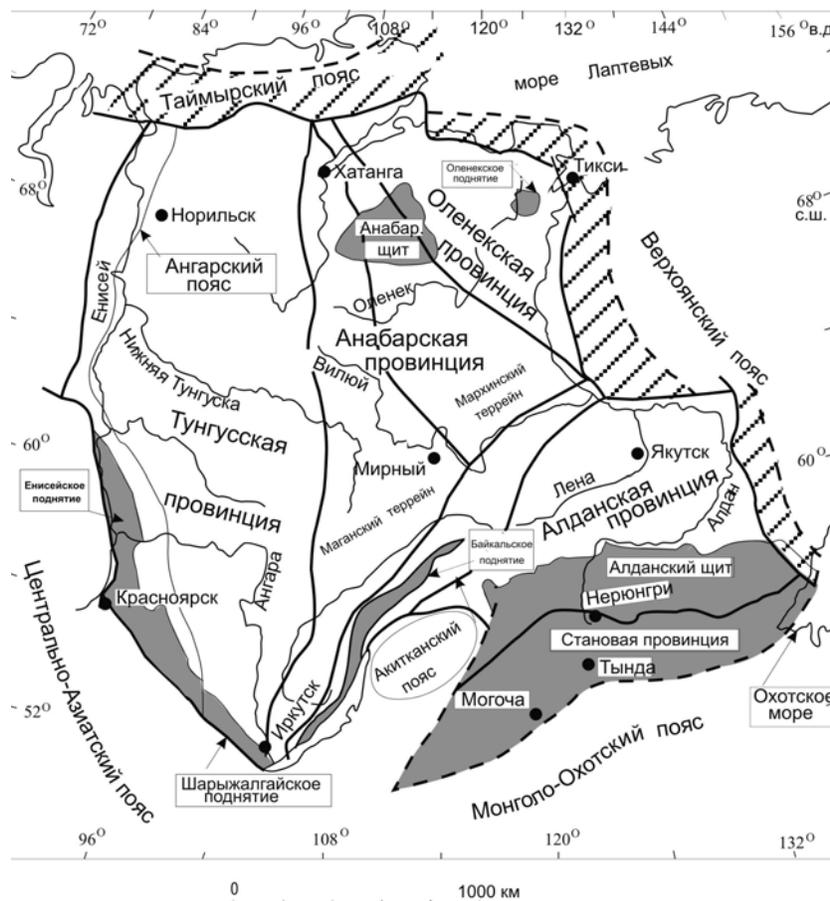
В строении платформы выделяются:

- **Алдано-Становой щит** - выступы архейско-нижнепротерозойского фундамента
- **Анабарский щит** - выступы архейско-нижнепротерозойского фундамента
- **Лено-Енисейская плита** - верхнепротерозойско-фанерозойский платформенный чехол
- **авлакогены** - рифей (частично регенерированы в девоне)

Фундамент Сибирской платформы

Основные элементы структуры фундамента Сибирского кратона

(О.М.Розен)



Розен, 2003

серое – обнаженные площади фундамента; штриховка – палеозой- мезозойские складчатые пояса Форланда; линии – главные разломные зоны (в пределах кратона - сутуры)

В структуре кратона разнообразные террейны объединены в более крупные единицы – тектонические провинции.

Выделяются следующие **тектонические провинции**:

- **Тунгусская**
- **Анабарская**
- **Оленекская**
- **Алданская**
- **Становая**

Особое место занимает Ачитканский вулканогенный пояс, разделяющий Анабарскую и Алданскую провинции.

Тунгусская провинция

Большую часть площади занимает гранит-зеленокаменный пояс. Он перекрыт отложениями платформенного чехла и выходит на поверхность лишь на юге, в пределах **Шарыжалгайского поднятия (горста)**.
 прорван тоналитами - 3.25 млрд. лет
 слабый метаморфизм - 2.7-2.8 млрд. лет
 Пояс окружен гранулитами метаморфизм - 2.4—2.5 млрд. лет (чарнокиты)
 все интродуцировано коллизионными гранитами - 1.95-1.96 и 1.82-1.87 млрд. лет

Присяянское складчато-глыбовое сооружение

- **северо-восток** - Сибирская платформа по Бирюсинскому разлому (частично скрыт под чехлом нижнепалеозойских и юрских отложений или выражен в виде флексуры)
- **юго-восток** - Ангарский надвиг, по которому это сооружение надвинуто к северу на юрские отложения Иркутской впадины
- **юго-запад** - Тувино-Северомонгольский массив и байкало-салаирские структуры Урало-Монгольского подвижного пояса (Восточно-Саянский глубинный разлом)

Шарыжалгайский горст

- (краевое поднятие Сибирской платформы)
- сложен - глубокометаморфизованные и гранитизированные породы одноименной серии нижнего архея — биотит-гранатовыми, гиперстеновыми гнейсами, амфиболитами
- структура - куполовидные и брахиморфные диапировые структуры
- метаморфизм - AR1 и AR3

Тектоническая схема Присяжно-Енисейской протерозойской складчатой системы

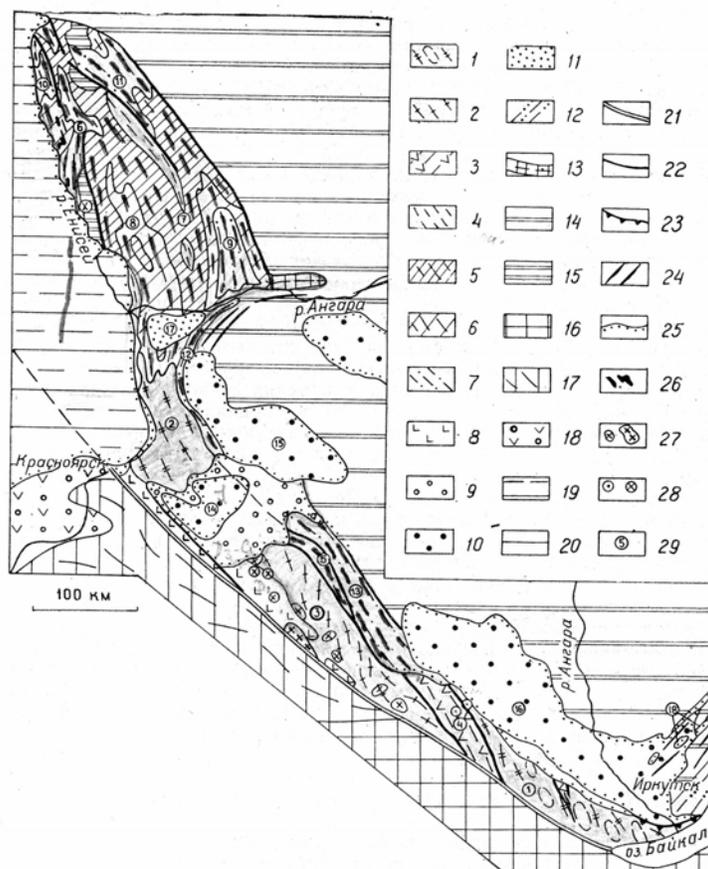


Рис. 37. Тектоническая схема Присяжно-Енисейской протерозойской складчатой системы.

Милановский, 1996

1 — 2 — Ангаро-Канское поднятие, 3 — Бирюсинское поднятие, 4 — Урикско-Ийская грабен-синклиналь,
 5 — Туманшетская грабен-синклиналь **антиклинории**: 6 — Приенсейский, 7 — Центральный (Панимбинский)
 8 — Большепитский синклиорий, 9 — Ангаро-Питский синклиорий, 10 — Вороговский прогиб, 11 — Тейская группа впадин, 12 — Ангаро-Канский прогиб, 13 — Присяянский прогиб, 14 — Рыбинская впадина, 15 — Канская впадина,
 16 — Иркутско-Черемховская впадина; 17 — Нижнеангарская впадина, 18 — Прибайкальская впадина Шарышалгайское поднятие

Присяянское сооружение морфологически выражено сравнительно узкой зоной (от 50 км на юго-востоке до 150 км на северо-западе) с низко- и среднегорным рельефом,

Бирюсинский горст

- сложен - метаморфические породы архея и (или) нижнего протерозоя (более 7 км).
- нижняя часть серии - гнейсы и амфиболиты, образовавшиеся из вулканогенно-осадочных пород, и присутствуют реликты пород гранулитовой фации метаморфизма (гранулиты, гиперстен-амфиболовые гнейсы)

- верхняя часть - первично-осадочные породы амфиболитовой фации — слюдяные и высокоглиноземистые сланцы, железистые кварциты и мраморы.
- структура - система куполовидных поднятий и сильно сжатых синклинальных структур.
- В бирюсинской серии широко распространены продукты гранитизации—мигматиты и гнейсограниты

Присянском прогиб

- на протерозое несогласно залегает
- средний (?)—верхний рифей - почти не метаморфизованная ритмично построенная терригенно-карбонатная серия (до 2 км)
- с размывом перекрыта
- верхний рифей — нижний юдомий - пестроцветные молассы (до 2,5 км)
- верхний - юдомий — терригенно-карбонатными отложениями верхнего юдомия.
- толщи смяты в самом конце позднего протерозоя в умеренно сжатые линейные складки, (байкальская эпоха)

Рыбинская впадина

- средне-верхнедевонские конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослой мергелей (красноцветная континентальная моласса) (до 2—3 км)
- нижняя-средняя юра - маломощные лимнические угленосные отложения

Тектономагматическая активизация Присянского сооружения - становление в его юго-западной части массивов гранитоидов и сиенитов, а в северо-восточной — в формировании зиминского комплекса щелочно-ультраосновных массивов центрального типа с карбонатитами, а также трубок и даек кимберлитов.

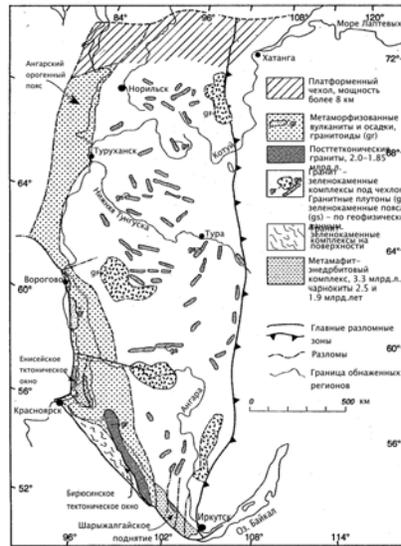
Ангаро-Канский горстообразный выступ

Отделен от структур Енисейского кряжа субширотной зоной Нижнеангарского глубинного разлома.

Архей - метаморфизованные в гранулитовой и амфиболитовой фациях, сложен пироксеновыми гнейсами, гранулитами, чарнокитами, а в верхней части — высокоглиноземистыми гнейсами и амфиболитами (канская серия).

Нижний протерозой - метаморфизм амфиболитовой фации, представлен биотитовыми сланцами, гнейсами и амфиболитами с прослоями кварцитов и мраморов (енисейская серия)
гранитоиды - 1,85 млрд лет

Тунгусская тектоническая провинция



- 1 – платформенный чехол, мощность более 8 км;
- 2 – метаморфизованные вулканиты и осадки,
- гранитоиды (gr);
- 3 – посттетконические граниты, 2,0-1,85 млрд. лет;
- 4 – гранит - зеленокаменные комплексы под чехлом, гранитные плутоны (gr), зеленокаменные пояса (gs) по геофизическим данным;
- 5 – гранит-зеленокаменные комплексы на поверхности;
- 6 – метамафит-эндербитовый комплекс, 3,3 млрд. лет, чарнокиты, 2,5 и 1,9 млрд. лет;
- 7 – главные разломные зоны;
- 8 – то же, с надвиговой составляющей;
- 9 – разломы;
- 10 – граница обнаженных регионов

Розен, 2003

Ангарский складчатый пояс обрамляет Тунгусский террейн с запада и юго-запада, обнажен в Енисейском Кряже и Присянье. Он прослеживается под чехлом на север до Таймыра.

Сложен - зеленокаменными комплексами (Енисейское тектоническое окно) и гранулитовый фундамент сформированы 2,73 млрд. лет назад, последний содержит чарнокитовые мобилизаты с возрастом 1,84 млрд. лет. Метавулканиты (биотит-роговообманковые гнейсы) здесь формировались одновременно с гранито-гнейсовыми куполами 1,9-2,2-млрд. лет назад, а гигантские линейные массивы гранитов (Саянский и Таракский) внедрились вдоль южной и западной окраин Тунгусского террейна примерно 1,78-1,90 млрд. лет назад.

Енисейский кряж

сооружение Енисейского кряжа представляет собой несколько более широкую (до

100—200 км) низкогорную область (высоты - до 1200 м).



Фото Кузьмичева А.Б., 2005

нескольких анти - синформ, состоящих из вытянутых в север-северо-западном направлении линейных складок, более сжатых в антиклинориях и более широких и пологих в синклинориях и осложненных покровно-надвиговыми деформациями.

- **Фундамент на 80% сложен гранито-гнейсами и гнейсогранитами. Преобладают синскладчатые (синсдвиговые) метасоматические очковые гнейсы позднерифейского возраста. Возможно, более ранними являются высокотемпературные плагио?мigmatиты, ремобилизованные в рифее.**
- **Субстрат сложен слюдяными и гранат-слюдяными кристаллическими сланцами, встречаются редкие амфиболиты, мраморы и кварциты. По составу и степени метаморфизма аналогичен породам тейской серии.**

Обобщенный разрез Енисейского кряжа (материал Кузьмичева А.Б.)

- **граниты докембрийские?**
- **граниты 860 - 875 млн. лет (верхний рифей)**
- **граниты 720 - 750 млн. лет (верхний рифей)**
- **граниты 630 - 650 млн. лет (верхний рифей)**

"Архейский" "фундамент" Приенисейского террейна

Архейские мигматиты и рифейские очковые гнейсы

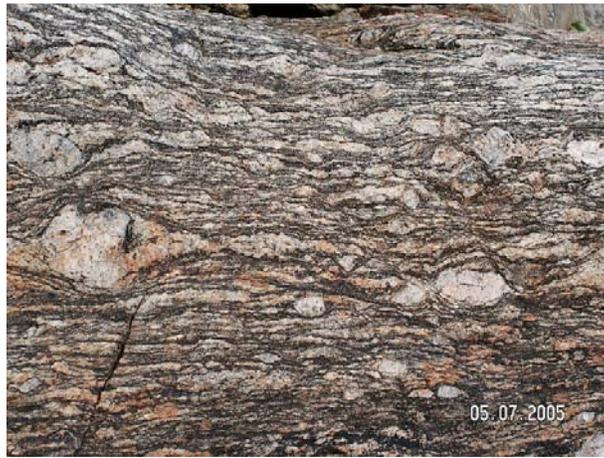


Фото Кузьмичева А.Б., 2005

Порфиробластические гнейсо-граниты

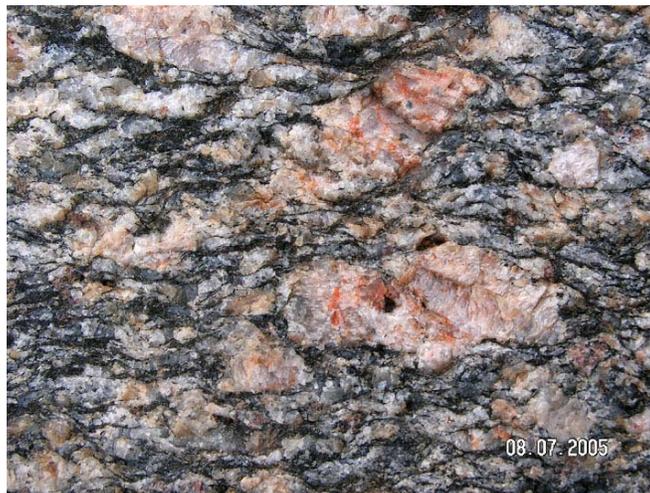


Фото Кузьмичева А.Б., 2005

Гнейсы с гранатом



Фото Кузьмичева А.Б., 2005

Складки



Фото Кузьмичева А.Б., 2005

Рифейский платформенный чехол Приенисейского континентального блока



Фото Кузьмичева А.Б., 2005

Осадочные толщи всех отделов рифея до 10—12 км

- **нижний рифей** - кординская свита (сланцево-карбонатная толща 1500 м)
 - **средний рифей** - сухопитская серия (терригенно-карбонатные серии)
 - **верхи верхнего рифея** - тунгусикская серия (конгломераты, аркозовые песчаники и сложены в основном филлитизированными глинистыми сланцами и алевролитами с прослоями известняков и доломитов, нередко с флишоидной ритмичностью)
- Породы предполагаемого чехла метаморфизованы и гранитизированы слабее, чем породы предполагаемого фундамента. Метаморфическое несогласие в основании чехла отсутствует: чехол и фундамент слагают единый зональный метаморфический комплекс. Конгломераты в составе кординской свиты не найдены. Несогласие в основании "аркозового горизонта" неочевидно. Первичная природа "аркозов" осталась неясной. Возможны 4 варианта интерпретации: 1) обломочные породы, 2) кислые вулканиты, 3) метасоматиты,

Серпентиниты, океанические габбро, диабазы (Исаковские офиолиты)

Единственный природный процесс, который мог привести к многократной сдвоенности разреза и сформировать чешуйчатую структуру Исаковского пояса — процесс непрерывного подслаивания, который осуществляется в основании аккреционной призмы.



Фото Кузьмичева А.Б., 2005

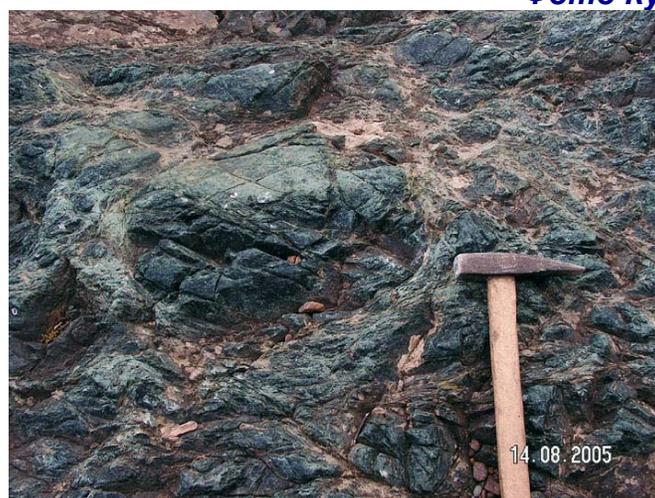


Фото Кузьмичева А.Б., 2005

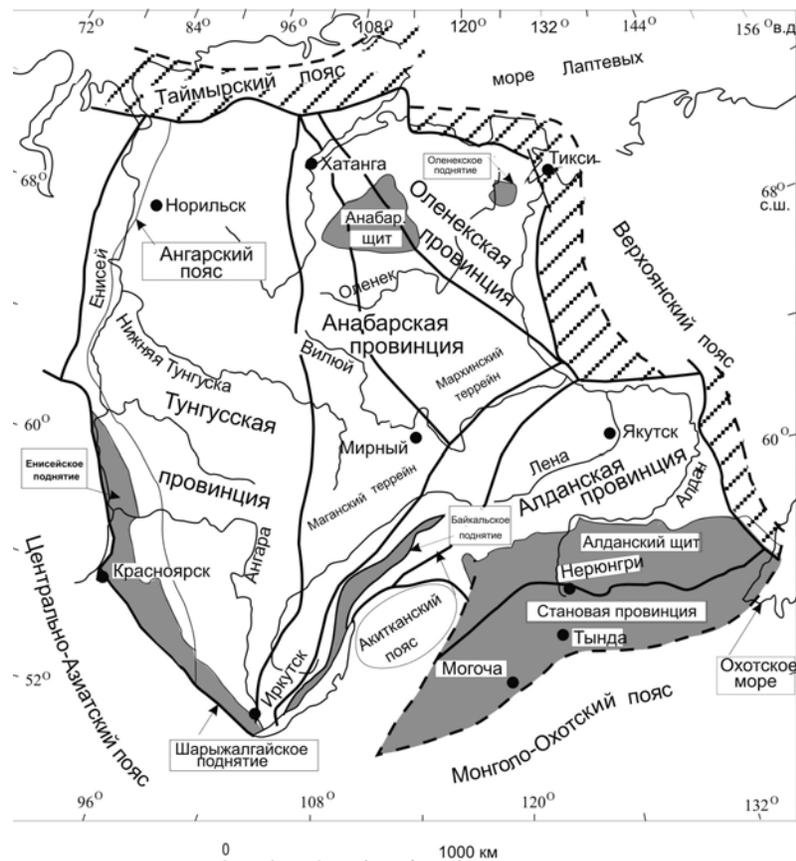
- **венд** - наложенные впадины - терригенные толщи, глинисто-карбонатный состав и конгломерато-песчано-глинистая молассовая толща (500 м)
- **Платформенный чехол** - палеозой-мезозой. Нижний кембрий - трансгрессивно - терригенно-карбонатными отложения

Ассоциация архейского фундамента, раннепротерозойских вулканитов и окаймляющих кратон гигантских полосовых гранитоидных плутонов позволяет предполагать здесь **режим активной континентальной окраины в конце раннего протерозоя**. Этот режим, по-видимому, сохранился также и в рифее, когда накапливались вулканиты (возраст 0,87 млрд. лет) и формировались гранито-гнейсовые купола. Позднее, при закрытии

рифейского палеоокеана в венде, на эту активную рифейскую континентальную окраину были надвинуты рифейско-вендские офиолиты и островодужные вулканиты Исаковского и Прединского комплексов с возрастом 0,64 млрд. лет

На востоке Тунгусская провинция ограничена гигантской субмеридиональной **Саяно-Таймырской разломной (коллизией) зоной**, которая прослеживается под отложениями платформенного чехла по геофизическим данным. Лишь на юге эта зона выходит на поверхность западнее оз. Байкал.

Основные элементы структуры фундамента Сибирского крата (О.М.Розен)



Розен, 2003

серое – обнаженные площади фундамента; штриховка – палеозой- мезозойские складчатые пояса фундамента; линии – главные разломные зоны (в пределах крата - суртуры)

Анабарский щит

- Расположен на севере Сибирской платформы в пределах Анабарского плато между реками Котуй (на западе) и Анабар (на востоке)

- В строении Анабарского щита выделяется два главных элемента: архейский (анабарский) комплекс (породы гранулитовой фации метаморфизма - гиперстеновые, биотит-гиперстеновые, амфиболовые сланцы с прослоями кварцитов- эндербитоиды и анортозиты. Породы гранулитовой фации слагают три серии: далдынскую, верхнеанабарскую и хапчанскую.
- Блоки, сложенные породами анабарского комплекса разделены узкими зонами диафтореза (ламуйский комплекс).

Рельеф



Фото Злобина В.Л.

Анортозиты котуйканского комплекса. Анабарский щит.



Фото Злобина В.Л.

включает Маганский и Далдынский гранулитогнейсовые террейны, выходящие на поверхность в пределах Анабарского щита.

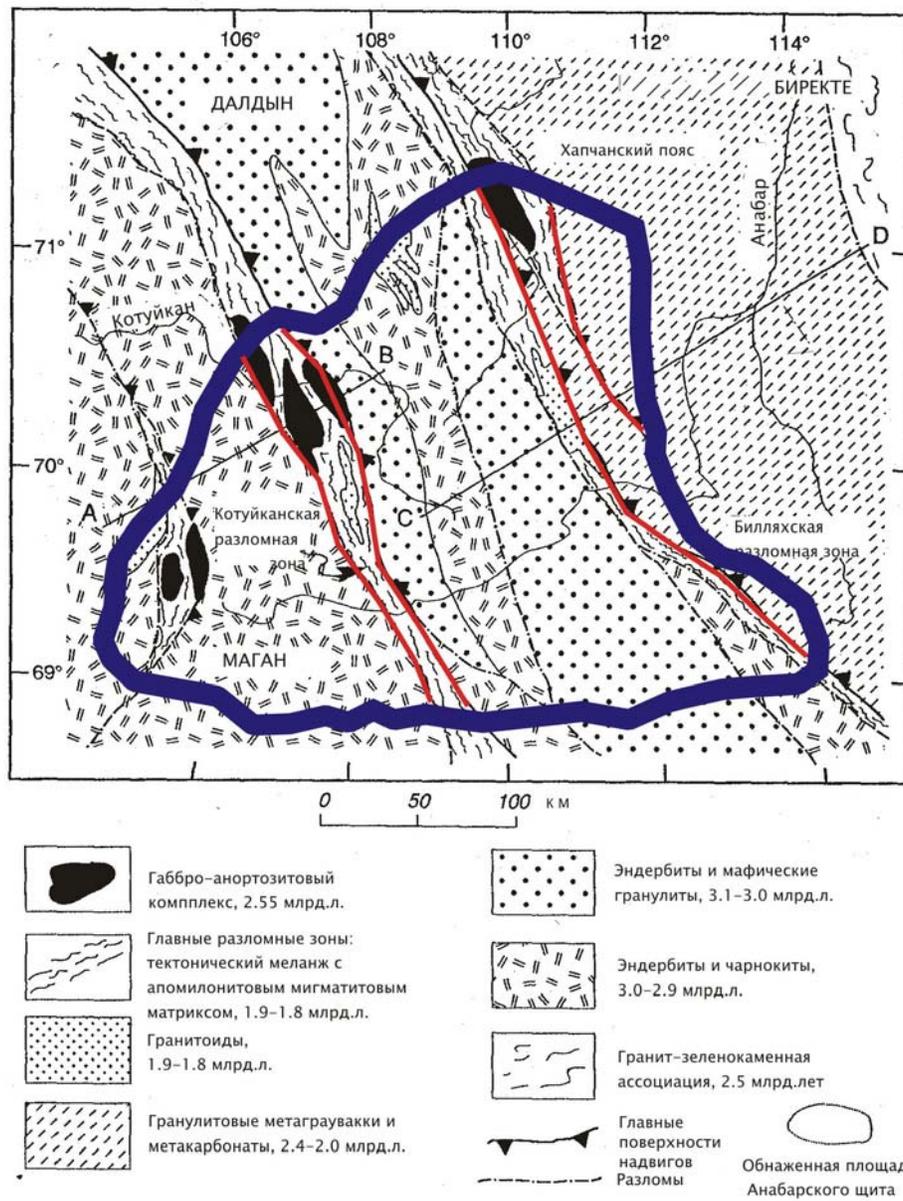
Анабарский щит и его окружение, Маганский, Далдынский, Биректинский террейны и Хапчанский складчатый пояс



Розен, 2003

1– габбро-анортозитовый комплекс, 2,55 млрд. лет; 2– главные разломные зоны: тектонический меланж с апомилонитовым мигматитовым матриксом, 1,9-1,8 млрд. лет; 3– гранитоиды, 1,9-1,8 млрд. лет; 4– гранулитовые метаграувакки и метакarbonаты, 2,4-2,0 млрд. лет; 5– эндербиты и мафические гранулиты, 3,1-3,0 млрд. лет; 6– эндербиты и чарнокиты, 3,0-2,9 млрд. лет; 7– гранит-зеленокаменная ассоциация, 2,5 млрд. лет; 8– главные поверхности надвигов; 9– разломы; 10– обнаженная площадь Анабарского щита

Схематическая геологическая карта Анабарского щита и его окружения, Маганский, Далдынский, Биректинский террейны и Хапчанский складчатый пояс (Розен, 2003)



Розен, 2003

1– габбро-анортозитовый комплекс, 2,55 млрд. лет; 2– главные разломные зоны: тектонический меланж с апомилонитовым мигматитовым матриксом, 1,9-1,8 млрд. лет; 3– гранитоиды, 1,9-1,8 млрд. лет; 4– гранулитовые метаграувакки и метакarbonаты, 2,4-2,0 млрд. лет; 5– эндербиты и мафические гранулиты, 3,1-3,0 млрд. лет; 6– эндербиты и чарнокиты, 3,0-2,9 млрд. лет; 7– гранит-зеленокаменная ассоциация, 2,5 млрд. лет; 8– главные поверхности надвигов; 9– разломы; 10– обнаженная площадь Анабарского щита

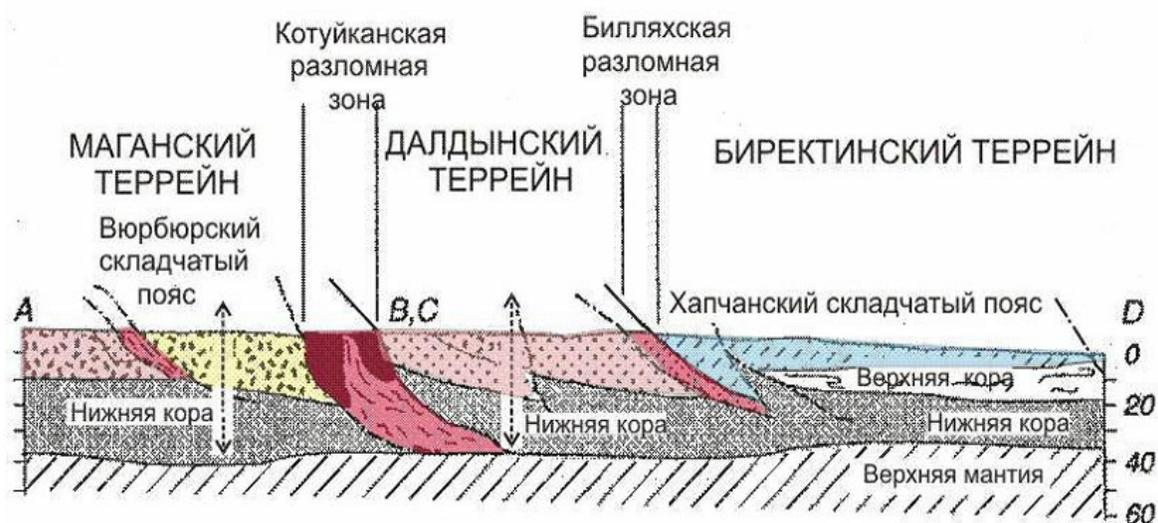
Маганский, Далдынский, Биректинский террейны и Хапчанский складчатый пояс сложены метавулканиитами ряда базальт-андезит-дацит-риолит, относящимися к толеитовой, известково-щелочной, и высококалиевой сериям, предположительно островодужными, с возрастом формирования вещества 3,1 млрд. лет. Возраст гранулитового метаморфизма и выплавления гранитоидов определен в 1,8 и 1,9 млрд. лет.

К Анабарской провинции также относится перекрытый отложениями чехла Мархинский гранит-зеленокаменный террейн в бассейне р. Марха.

Возраст формирования субстрата датируется Sm-Nd модельным методом по коровым ксенолитам в кимберлитах в 2,5 млрд. лет, а метаморфизма – Sm-Nd минеральная изохрона – в 1,76 млрд. лет.

Котуйканская коллизионная (разломная) зона расположена между Далдынским и Маганским террейнами. При ширине от первых километров и до 30 км она представляет собой коллизионный бластомилонитовый макромеланж. В гнейсово-мигматитовом апомилонитовом матриксе (амфиболитовая фация метаморфизма), содержащем согласные и секущие жиллообразные тела автохтонных гранитов, заключены тектонические блоки анортозитов и крупные, до десятков километров в длину, отторженцы гранулитов из прилегающих террейнов. Анортозиты сформировались в нижней коре $2,55 \pm 0.5$ млрд. лет назад. Характерным элементом меланжа являются согласные с расслоенностью тектонитов лентовидные прослои седиментогенных кварцитов, карбонатов и аповулканогенных высокомагнезиальных амфиболитов. Возраст бластотектонитов, а также мигматитов и гранитоидов, выплавившихся во время коллизионного утолщения коры при аккреции террейнов, составляет 1,8 и 1,9 млрд. лет.

Билляхская коллизионная (разломная) зона отделяет Анабарскую провинцию от Оленекской. Возраст гранулитового метаморфизма приуроченных к ней отложений Хапчанского пояса составляет 1,97 млрд. лет, а коллизионных мигматитов и гранитоидов – 1,8 млрд. лет. Судя по наблюдаемым направлениям падения метаморфической полосчатости, в процессе аккреции Анабарского и Оленекского супертеррейнов происходило надвигание с северо-востока на юго-запад.



Информация предоставлена Злобиным В.Л.

Оленекская провинция

На западе провинции, в пределах окраины Анабарского щита, на поверхность выходят гранулитовые метаграувакки (гранатовые гнейсы) и метакарбонаты (известково-силикатные породы и кальцифиры) Хапчанского складчатого пояса. Возраст источника обломочного материала составляет 2,4 млрд. лет, а гранулитового метаморфизма – 1,97 млрд. лет.

Очевидно, что таким источником не могли быть породы прилегающего с запада Далдынского террейна с возрастом 3,1 млрд. лет. Размывался, вероятно, фундамент Биректинского гранит-зеленокаменного террейна (полностью перекрытого чехлом в настоящее время), а отложения Хапчанского пояса накапливались на его пассивной (западной в современной структуре) окраине.

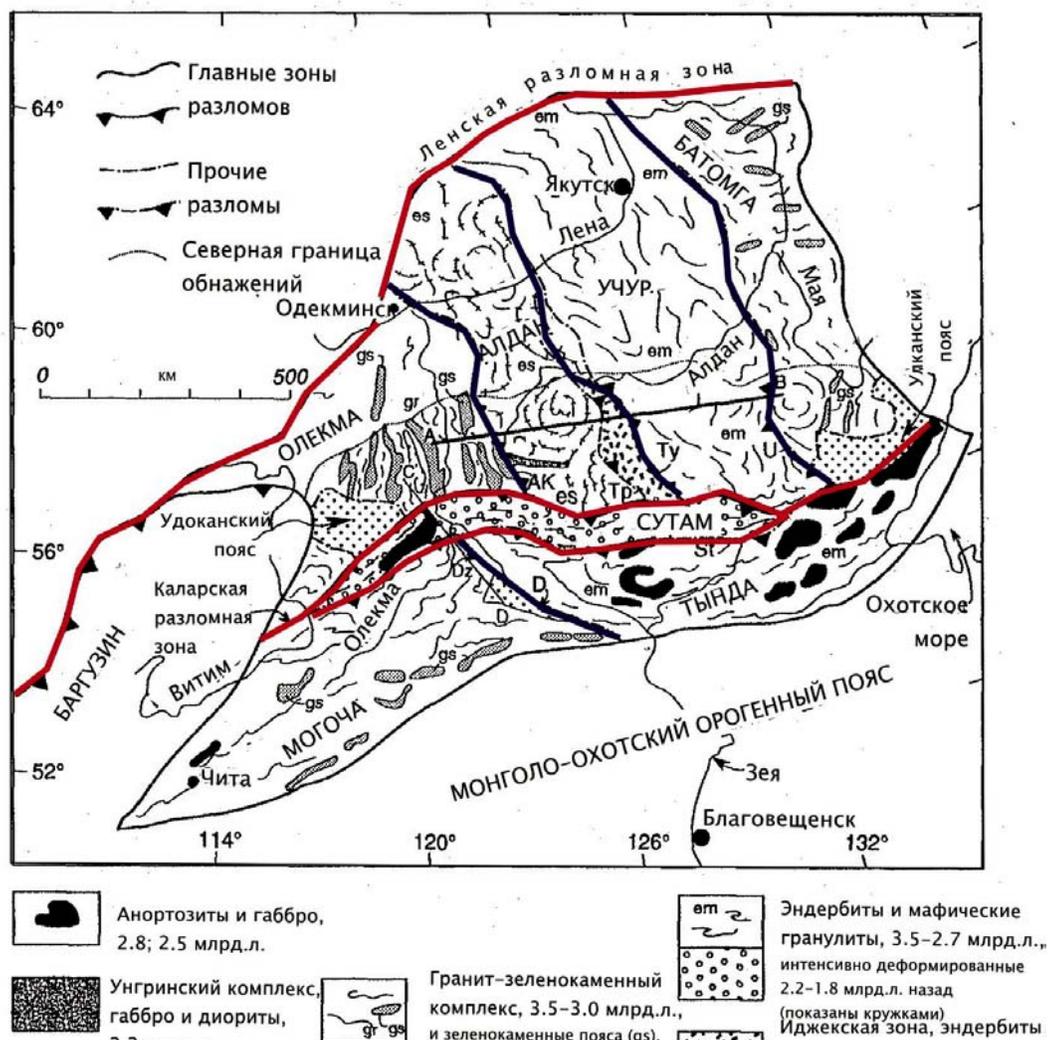
На **Оленекском поднятии**, где, вероятно, располагалась восточная, активная окраина, накапливались кислые вулканиты и углеродистые силициты Эекитского складчатого пояса, метаморфизованные 1,98 млрд. лет назад в зеленосланцевой фации и прорванные гранитоидами около 1,85 млрд. лет назад.

Алданский щит

включает Олекминский (на западе) и Батомгский (на востоке) гранит-зеленокаменные террейны, между которыми располагаются Алданский и Учурский гранулитогнейсовые террейны.

Алданская провинция (Олекминский, Алданский, Учурский и Батомгский террейны)

и Становая провинция (Могочинский, Тындинский, Сутамский террейны и Желтулакский складчатый пояс)



Розен, 2003

D- Желтулакский складчатый пояс, главные разломы: АК- Алдан-Килиерский; St- Становой; Тр- Тимптонский; Ту Тыркандинский; U - Улканский; Dz- Желтулакский

Особенностью структуры Алданского и Учурского гранулитогнейсовых террейнов являются крупные овалы антиформы, до 100 км в поперечнике, сложенные эндебитами и гранитоидами, относимые к категории куполов.

В Олекминском гранит-зеленокаменном и в Алданском гранулитогнейсовом террейнах корообразующие процессы датированы U-Pb методом по цирконам в ~3,0 млрд. лет, время последующих преобразований в ~2,0 млрд. лет, а полученные Sm-Nd методом - 3,5-3,6 ± 0,1 и 3,0 ± 0,1 млрд. лет. Метакарбонаты по диаграмме 207Pb/204Pb – 206Pb/204Pb показали изохрону 2,02 ± 0,08 млрд. лет, что очевидно соответствует последнему термальному событию, а именно – протерозойской коллизии.

Гранулитовые плагиогнейсы Алданского террейна позднее датированы как 3,25 млрд. лет и 2,74 млрд. лет, а метапелиты – T(DM)Nd (интегральный возраст области размыва) – 2,18-2,21 млрд. лет, что оказалось близко к времени внедрения базитов Унгринского блока с T(DM)Nd 2,22 млрд. лет. На гранит-зеленокаменном основании Олекминского и Батомгского террейнов располагаются чехольные вулканогенно-осадочные комплексы, соответственно, Удоканского) и Улканского складчатых поясов.

Три основных комплекса пород

Алданский
Троговой
Удоканский

Алданский комплекс

- **Алданский комплекс** архея (12—20 км), подвергшийся метаморфизму гранулитовой ступени
- накопление пород - близко к 3,5 млрд лет, а его гранулитовый метаморфизм — к 3—3,5 млрд лет с запада на восток
- **Нижняя — иенгрская серия** - толщи кварцитов и переслаивающихся с ними высокоглиноземистых (силлиманит- и кордиерит-биотитовых) гнейсов и сланцев, а также гранат-биотитовых, гиперстеновых гнейсов и амфиболитов (видимая мощность превышает 4—6 км) - **были** - кварцевые песчаники, алевролиты и высокоглиноземистые пелиты, являвшиеся продуктами переотложения древнейших кор выветривания, и меньшую роль — граувакки и вулканиты основного и кислого состава
- **Тимптонская серия** (налегает на иенгрскую с несогласием) - гиперстеновые гнейсы и кристаллические сланцы (чарнокиты), двупироксеновые гранатовые гнейсы и мраморы (5—8 км) - **были** - вулканиты основного состава с

прослоями карбонатов

- **Джелтулинская серия** - гранат-биотитовые, диопсидовые гнейсы и, гранулиты с прослоями мраморов и графитовых сланцев (3—5 км) - **были** - алевроито-глинистые осадки с прослоями карбонатов и вулканитов

Троговый комплекс

- вулканогенно-осадочные толщи (мощность: 2—7 км), метаморфизм зелено-сланцевой и амфиболитовой фаций - были - лавы основного состава в нижней и кислого — в верхней части разреза, осадочные образования — кварциты, метаконгломераты, хлорит-серицитовыми и черные углеродсодержащие сланцы, мраморы и железистые кварциты.
- Поздний архей (2,5—2,8 млрд лет), сжатие
- гранитоидный магматизм и зональный метаморфизм в раннем протерозое—1,8—2 млрд лет назад
- Развивался в узких прямолинейных субмеридиональных грабенообразных прогибах

Удоканский комплекс

- залегает трансгрессивно на породах трогового комплекса и более древних толщах архея (юго-западная часть Алданского блока - Кодаро-Удоканский прогиб) сложен слабометаморфизованными терригенными отложениями — метаконгломераты, метапесчаники, кварциты, метаалевролиты, глиноземистые сланцы (6—12 км). Возраст - 2,5—2 млрд лет. Кодаро-Удоканский прогиб осложнен полями гранитогнейсовых мигматитов, возникших при ремобилизации архейского гнейсового фундамента.
- **Завершение развития прогиба** - 1,8—2 млрд лет назад (Кодарский лополит - породы близки к рапакиви)
- В восточной части - **Учурский авлакоген** (рифей), наследующий Улканскую грабенообразную впадину, возникшую в конце раннего протерозоя.
- Вдоль южного края поднятия вытянута субширотная цепочка асимметричных грабенообразных впадин (**Чульманская, Токинская и**

др.), выполненных мощными (до 3—5 км) континентальными отложениями юры и нижнего мела.

- На западе грабенообразная **Чарская впадина** (неогена-антропоген)

Зверевско-Сутамский блок

Сутамский гранулитогнейсовый террейн отличается повышенным содержанием в разрезе, до 40 %, базитов и высокобарным гранулитовым метаморфизмом.

курультино-гонамский комплекс - гранат-пироксеновые и пироксен-плагиоклазовые кристаллические сланцы - были - основные и ультраосновные вулканиты, с прослоями кварцитов, гнейсов

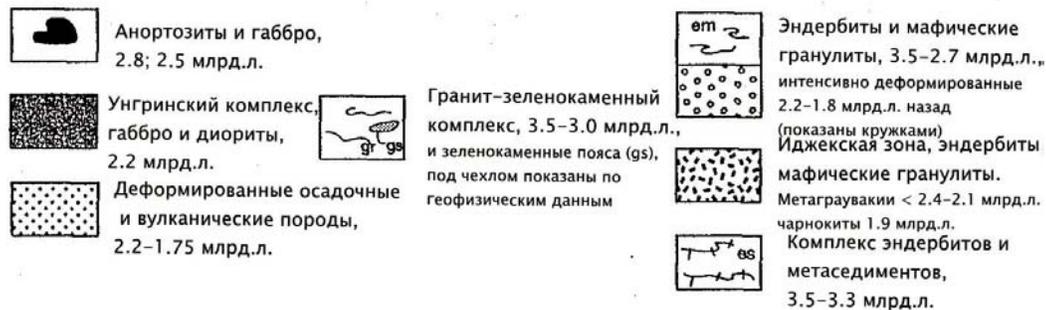
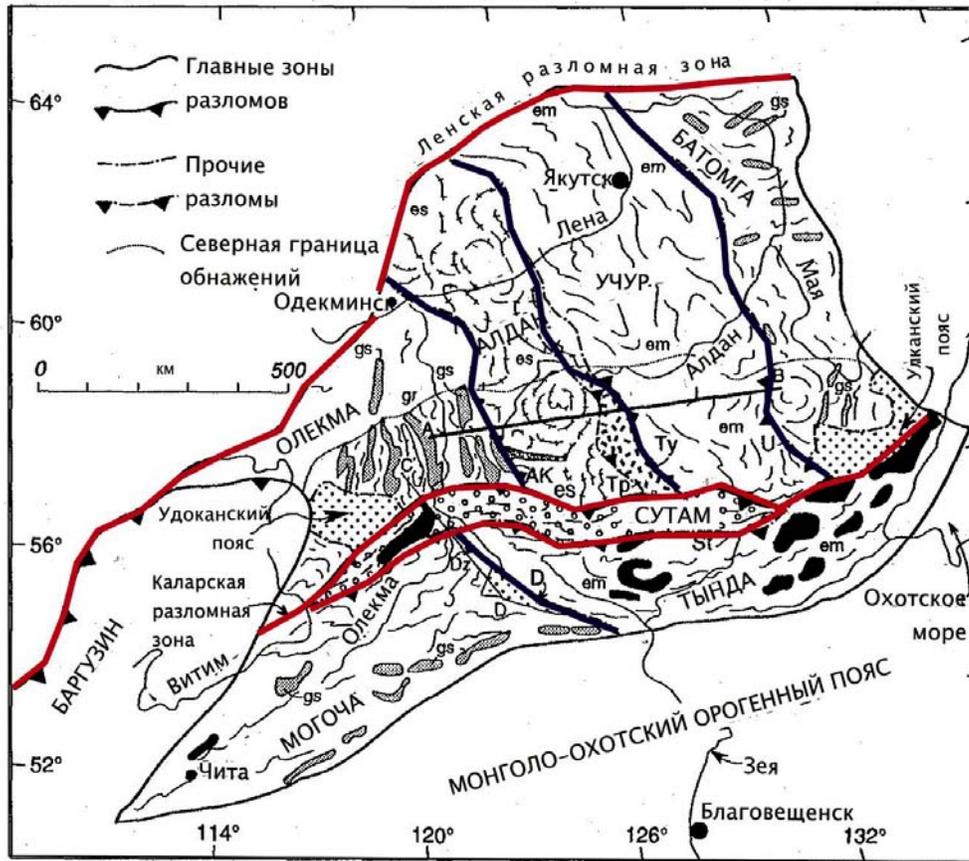
Характерно присутствие массивов основных–ультраосновных пород и анортозитов (Каларский массив и др.), достигающих 50 км в длину. Ксенокристы циркона в метагббро датируются в 3,46 млрд. лет, циркон в чарнокитах – 2,66 млрд. лет (ранняя коллизия), гранулитовый метаморфизм – 2,2 и 1,8 млрд. лет (циркон), и 1,95 млрд. лет (Sm-Nd минеральная изохрона).

Важную роль в его структуре играют так называемые «гнейсовые овалы» — до 350 км в поперечнике; в плане - сложные складчатые формы, состоящие из концентрически расположенных сильно сжатых, изоклиналильных складок, либо узких антиклинориев. В ядрах - аляскитовые граниты и мигматиты. Между «овалами» размещаются более мелкие купола.

Наблюдаемые направления падений сланцеватости и метаморфической полосчатости позволяют предполагать, что Алданский террейн был надвинут на Олекминский террейн.

Становая провинция

Располагается на юго-восточной окраине Сибирского картона.



Розен, 2003

1-главные разломные зоны (а), то же с надвиговой составляющей (б); 2-прочие разломы (а), то же с надвиговой составляющей (б); 3-северная граница обнаженных регионов; 4- анортозиты и габбро, 2,8; 2,5 млрд. лет; 5- Унгринский комплекс, габбро и диориты, 2,2 млрд. лет; 6- деформированные осадочные и вулканические породы, 2,2-1,75 млрд. лет; 7- гранит-зеленокаменный комплекс, 3,5-3,0 млрд. лет, гранитоиды (gr) и зеленокаменные пояса (gs), под чехлом показаны по геофизическим данным; 8- андербиты и мафические гранулиты (em), 3,5-2,7 млрд. лет (а), интенсивно деформированные 2,2-1,8 млрд. лет назад (б); 9- идрекская зона, андербиты, мафические гранулиты; метаграуваки < 2,4-2,1 млрд. лет, чарнокиты 1,9 млрд. лет; 10- комплекс андербитов и метаседиментов, 3,5-3,3 млрд. лет. D- Джелтулакский скалчатый пояс, главные разломы: АК- Алдан-Килиерский; St- Становой; Tr- Тимптонский; Ty Тыркандинский; U - Улканский; Dz- Джелтулакский

На юго-западе она включает Могочинский гранит-зеленокаменный террейн (гранитообразование 1,93 млрд. лет, последний метаморфизм 1,87 млрд. лет). На востоке - Тындинский террейн, в строении которого участвуют породы амфиболитовой фации метаморфизма (Становой комплекс) и гранулитовой фации

(Ларбинский комплекс). Внедрение тоналитов датируется в 2,78 млрд. лет, а наложенный метаморфизм – 1,96 млрд. лет.

Между этими террейнами 2,0 млрд. лет назад был зажат Желтулакский складчатый пояс, сложенный обломочными отложениями и доломитами с прослоями базальтов, метаморфизованными в амфиболитовой – зеленосланцевой фациях.

По Становой зоне разломов оба террейна надвинуты к северу на Сутамский террейн, который в свою очередь вдоль Каларской зоны разломов надвинут на прилегающие с севера террейны Алданской провинции.

Важную роль в обособлении Алданского и Станового мегаблоков играют крупные массивы анортозитов и связанных с ними габброидов и пироксенитов позднеархейского и (или) раннепротерозойского возраста,

Авлакогены Сибирской платформы

Доплитный комплекс чехла Сибирской платформы

заложение - рифей

приурочен к авлакогенам (Туруханскому, Иркиннеевскому, Уринскому и др.), но в менее полном и мощном виде распространен на некоторых прилегающих к авлакогенам участках Сибирской платформы, а также в перикратонных прогибах

- **Иркиннеевский и Турухано-Норильский**
- **Котуйский, Уджинский, Хастахский**
- **Юдомо-Майский, Учурский**
- **Уринский**
- **Вилюйско-Патомская рифтовая система**

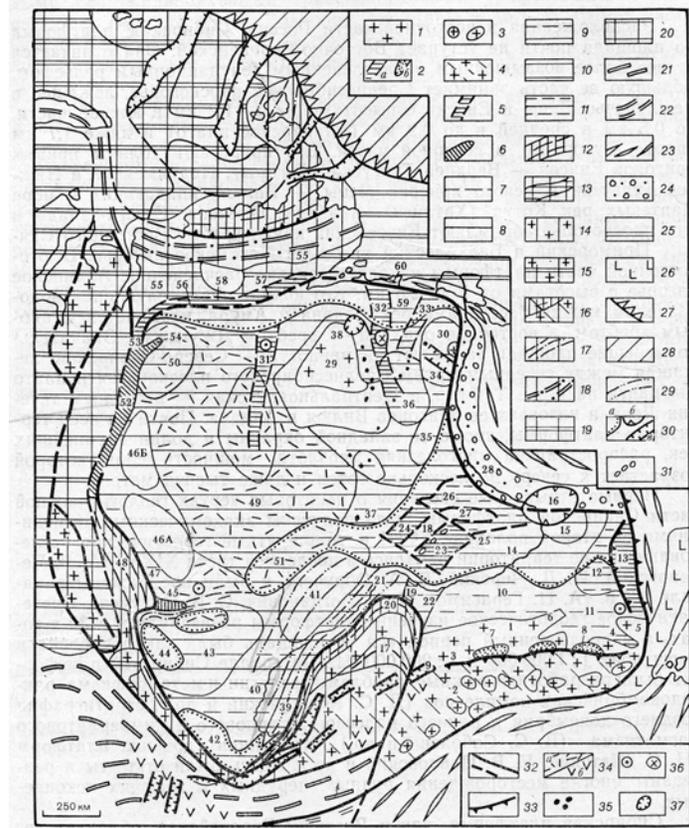


Рис. 24. Схема тектонического районирования Сибирской платформы и смежных метаплатформенных областей.

Структурные элементы, обозначенные на карте цифрами:

9 — Чарская впадина (грабен); 10 — Алданская моноклиза; 11 — Учуро-Майская ступень; 12 — Юдомо-Майская впадина; 18 — Сунтарский горст; 19 — Уринский авлакоген; 23 — Кемпендяйская грабенообразная впадина; 24 — Мархинская (Ыгыаттинская) грабенообразная впадина; 25 — Лунгхинская впадина; 26 — Линденская впадина; 27 — Хапчагайский выступ; 31 — Котуйский авлакоген; 32 — Уджинский авлакоген; 33 — Хастахский авлакоген; 34 — Кютюнгинский грабен; 45 — Иркинеевский авлакоген; 52 — Турухано-Норильский авлакоген; 53 — Игарская антиклинальная зона; 54 — Хантайско-Рыбинская антиклинальная зона

Милановский, 1996

Иркинеевский авлакоген - грабенообразный прогиб, выполненный толщами рифея

Конец рифея - складчатость, а затем несогласно перекрыты отложениями венда и нижнего палеозоя

В конце триаса (?) вместе со смежной частью Тасеевской синеклизы подверглась повторным пологоскладчатым деформациям

Котуйский, Уджинский, Хастахский - рифейский комплекс (до 1—2 км)
Уджинский авлакоген - в конце рифея началось инверсионное поднятие, периодически возобновлявшееся в палеозое и мезозое, а в среднем (?) палеозое образовались щелочные массивы центрального типа (над южной частью - Суханская впадина)

В Котуйском авлакогене в конце перми и триасе мощно проявился **эффузивный и интрузивный магматизм**

Вилуюско-Патомская рифтовая система - три сегмента с общей шириной - 250—300 км

- **1. юго-западный Уринский авлакоген** - рифей (до 6—8 км), венд, нижний палеозой? к началу девона - узкий Уринский антиклинорий, обрамленный с запада и востока Ньюским и Березовским синклинальными прогибами
- **2. средний сегмент** имеет сложное строение

Мархинская (Ыгыаттинская) грабенообразная впадина
Сунтарский горст
Кемпендяйская грабенообразная впадина (до 6—7 и 8—11 км)

рифейско-силурийский этаж несогласно перекрыт мощными (до 3—5 км) средне-верхнедевонскими осадочными (в том числе соленосными) и вулканическими образованиями и менее мощным карбоном

верхи эйфеля — живет- пестроцветные карбонатно-терригенно-туфогенных отложения (песчаники, алевролиты, аргиллиты, мергели, известняки, изредка гипсы, а также туфопесчаники и туффиты) с подчиненными покровами базальтов

верхний девон - терригенные, туфогенные и отчасти карбонатные отложения, а в Кемпендяйской впадине — также соленосная толща с мощными пластами галита, лавы и пирокластиче оливинных базальтов, а в Кемпендяйской впадине — также трахибазальтов и трахитов и прорываются дайками и силлами аналогичных по составу пород.

Общая мощность девонских вулканитов достигает многих сотен метров,

- **3. северо-восточный сегмент** - **Линденская и Лунгхинская впадины** (до 10—14 км), разделенные Хапчагайским поднятием (5—8 км). В позднем палеозое или триасе в грабенах произошли взбросовые подвижки и выполняющие отложения были надвинуты на их борта.

Нижний рифей

- **Котуйский, Уджинский авлакогены и др.** - конгломераты, песчаники, алевролиты и базальты, пирокластиче щелочного состава) перекрываются доломитами и тонкообломочными породами (общая

мощность до 0,5—1 км)

- **Учурский и Юдомо-Майский авлакогены** - кварцевые и аркозовые и терригенно-карбонатные отложения с прослоями туфогенного материала (до 3 км)

Средний и верхний рифей

Распространен - шире нижнего рифея

На северо-западе

- **В Турухано-Норильской** - кварцитовидные песчаники, алевролиты и аргиллиты, сменяющихся вверху - доломиты и известняки со строматолитами (мощность 3—4 км)
- **В районе Игарки** - покровы спилитов, порфиритов и горизонты туфов и туфобрекчий.

На севере

- **Котуйский, Уджинский, Оленекский авлакогены** - лавы и силлы базальтов и трахибазальтов, туфобрекчий, туфы и туффиты субщелочного и щелочного существенно калиевого состава + песчаники и алевролиты в нижней и доломиты и известняки в верхней части разреза.

На юге

- **Иркинеевский и Уринский авлакогены** - кварцевые глауконитовые песчаники, алевролиты и аргиллиты и верхи - известняки и доломиты (до 3—4 км)

На юго-востоке

- **Учуро-Майская плита** - до 2—2,5 км, а еще восточнее — в Юдомо-Майском авлакогене, разделявшем в рифее Алданский щит и Охотский массив с архейским фундаментом— даже до 4—10 км.
На рубеже между рифеем и юдоимом на Учуро-Майской плите и в северо-восточной части Алдано-Станового щита - внедрение интрузивных тел щелочно-ультраосновного состава от крупных массивов центрального (кольцевого) типа (Ингилийский массив) до мелких некков и даек.

Схема развития рифейских комплексов (до вендского несогласия)

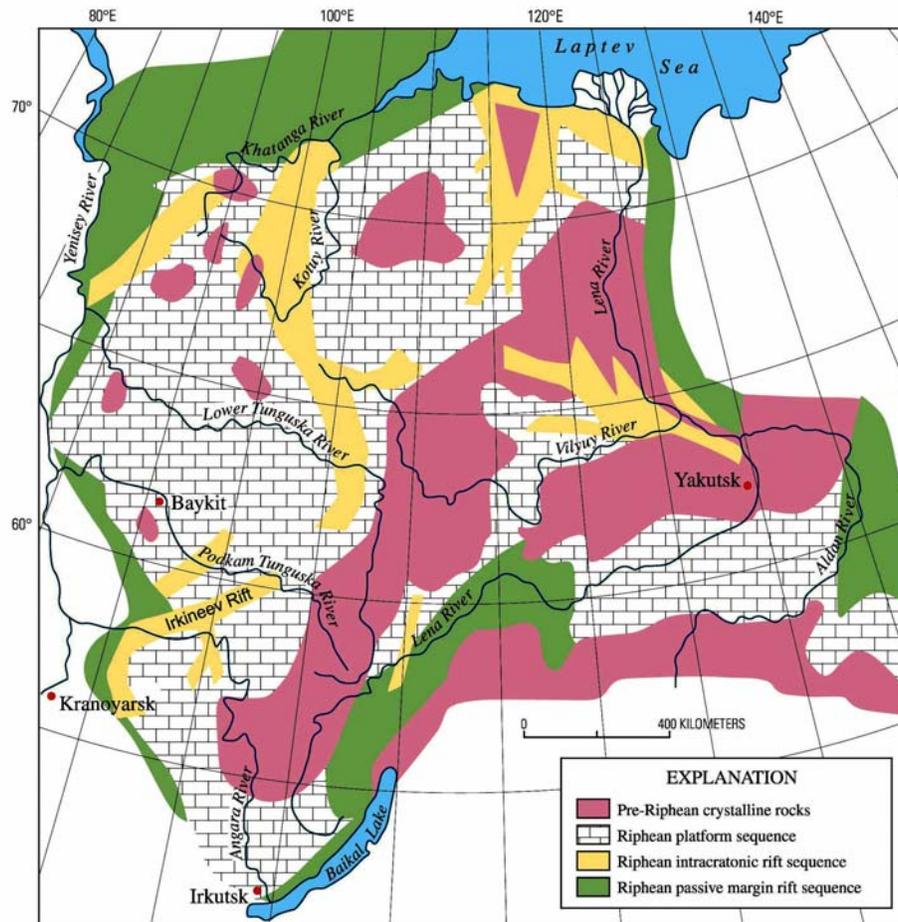


Figure 2. Distribution of Riphean rocks of Siberian craton beneath pre-Vendian unconformity. Modified from Kuznetsov (1997).

<http://pubs.usgs.gov/bul/>

Условные обозначения (сверху вниз): дорифейские кристаллические породы;
отложения платформенного типа; внутриплатформенные рифты (авлакогены);
отложения пассивных окраин