

Строение каледоно-герцинской области Казахского нагорья и Северного Тянь-Шаня.



Казахстан, Сарысу-Тенизский водораздел. Шинсай. Фото Мазаровича А.О., 1975

Лекция 14 (15 ноября 2006)

Рельеф

Большая часть области - Казахский мелкосопочник, Центральноказахстанский мелкосопочник (Сары-Арка) — равнинно-возвышенная территория с отдельными низкогорными массивами и хребтами, расположенная в центральной и восточных частях Казахстана.

Протяжённость с запада на восток почти 1200 км. Ширина в западной части около 900 км, в восточной — 400 км. В западной части, имеющей средние абсолютные высоты от 300 до 500 м и характеризующейся большей выравненностью рельефа, имеются два низкогорных массива: Улутау (1133 м) на западе и Кокчетавская возвышенность (гора Синюха, 947 м) на севере. Восточная часть отличается большими абсолютными высотами (в среднем от 500 до 1000 м) и более расчленённым рельефом; в центре её поднимаются Каркаралинские горы с массивом Аксоран (1565 м). На востоке расположен хребет Чингизтау (1077 м). Низкогорные массивы, относительная высота которых обычно не превышает 500-600 м, окружены мелкосопочником, т. е.

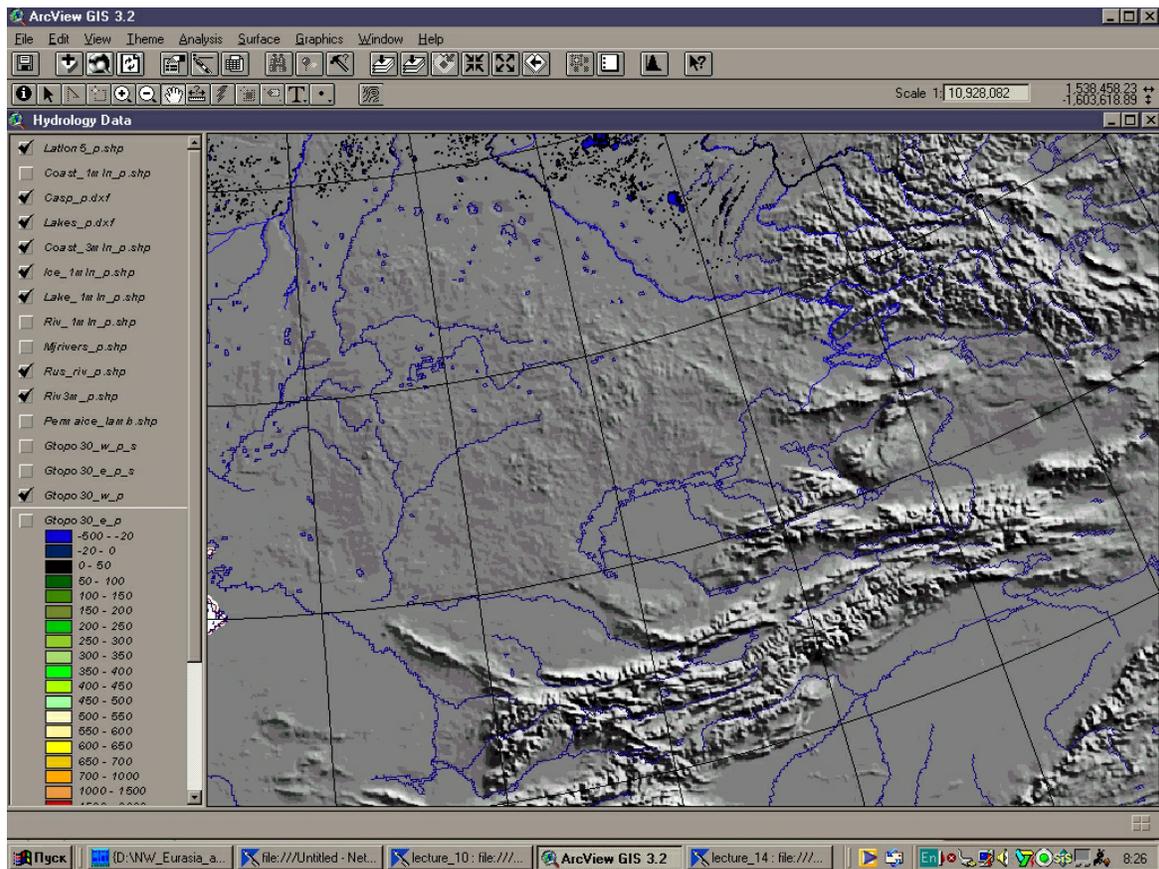
пространствами возвышенной волнистой равнины, на которой рядами или беспорядочно расположены многочисленные холмы и увалы из коренных пород, с относительной высотой от 10-50 м до 100 м.

Климат континентальный с резко возрастающей к югу засушливостью. Средние температуры января от -14 до -18 $^{\circ}\text{C}$, июля 20-24 $^{\circ}\text{C}$. Зимой морозы достигают -40 $^{\circ}\text{C}$, а летом дневные температуры поднимаются до 35 $^{\circ}\text{C}$ и более (на Ю.). Через Казахский мелкосопочник проходит водораздел бассейна Иртыша и область внутреннего стока Средней Азии. Наиболее крупные реки — Ишим (бассейн Иртыша), Нура, Сарысу. На территории Сары-Арки много озёр. Самое крупное, но неглубокое — солёное озеро Тенгиз. <http://ru.wikipedia.org/wiki>

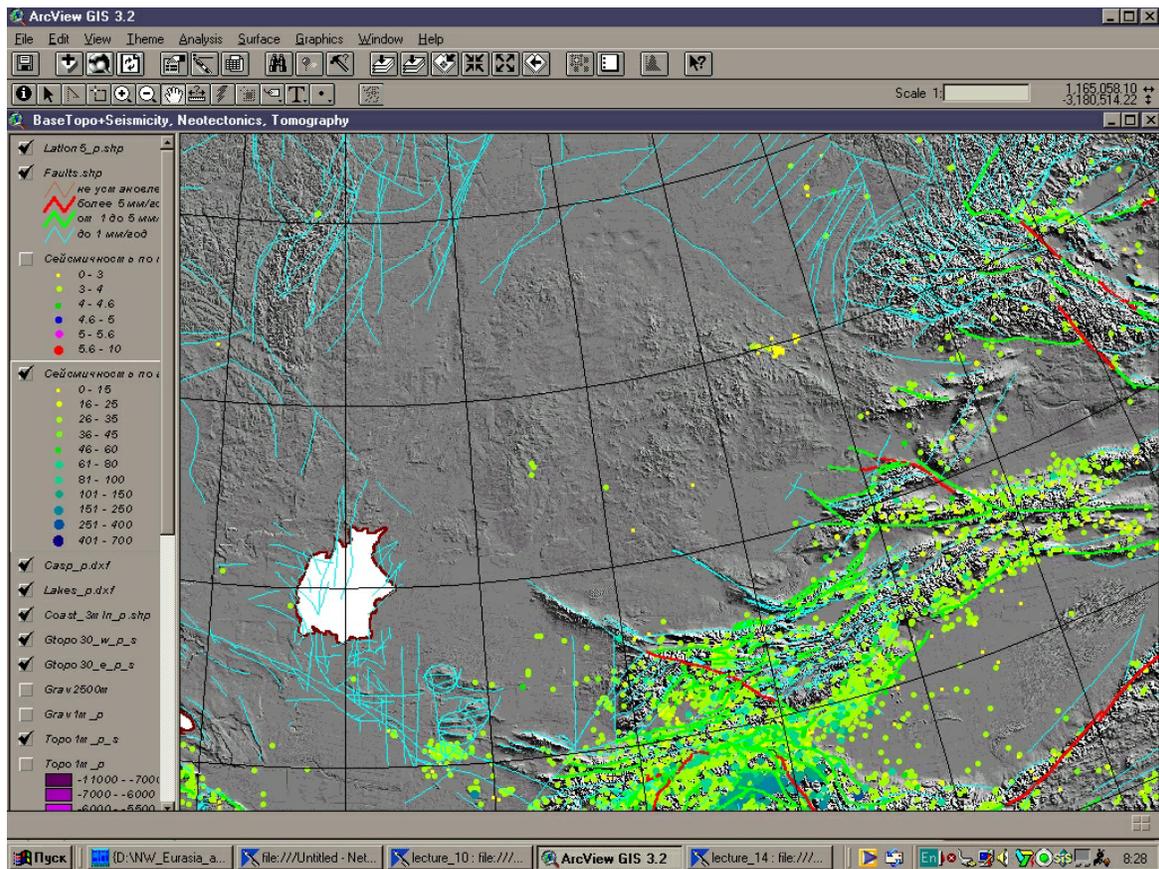


Центральный Казахстан. Мелкосопочник. Фото Мазаровича А.О., 1975

В южной и юго-восточной частях нагорья находятся плоские бессточные озерные котловины — соответственно Балхашская и Алакольская. На юго-востоке к Казахскому нагорью примыкают субширотные хребты Тарбагатай (до 3000 м) и Джунгарский Алатау (до 4500 м)



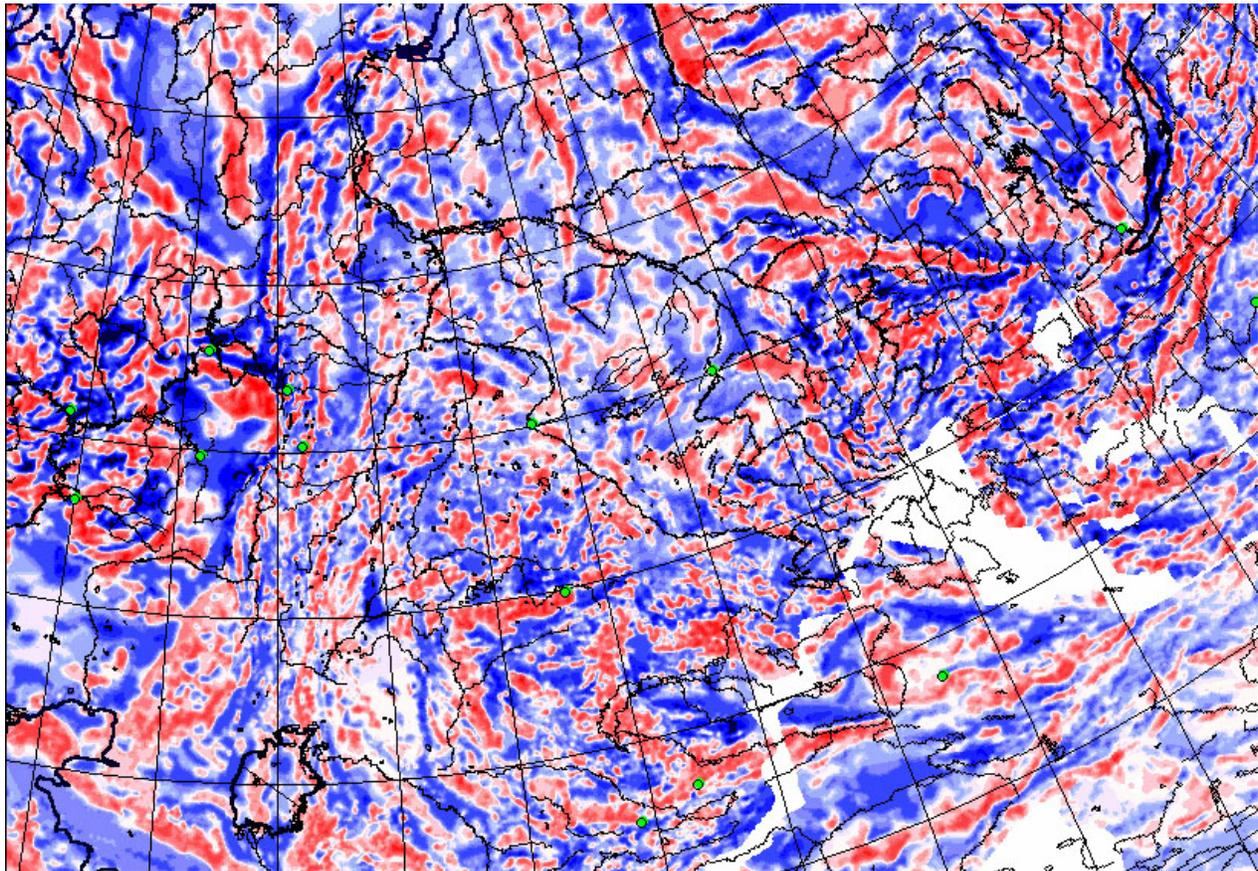
Сейсмичность и активные разломы



Отмечались землетрясения силой до 7—8 баллов

Континентальная кора - 40—50 км; в Балхашской и Алакольской впадинах она убывает до 35—40 км, а в Джунгарском Алатау достигает 55—60 км.

Аномальное магнитное поле



Геомагнитное поле в пределах нагорья обладает пятнисто-полосовидным рисунком. Ориентировка осей аномалий в целом согласуется с простираемием тектонических зон. К Балхаш-Илийскому вулканическому поясу приурочено поле положительных значений магнитных аномалий, а к позднепалеозойским складчатым зонам внутри него (Северо-Балхашской и Джунгарского Алатау) — поля отрицательных аномалий

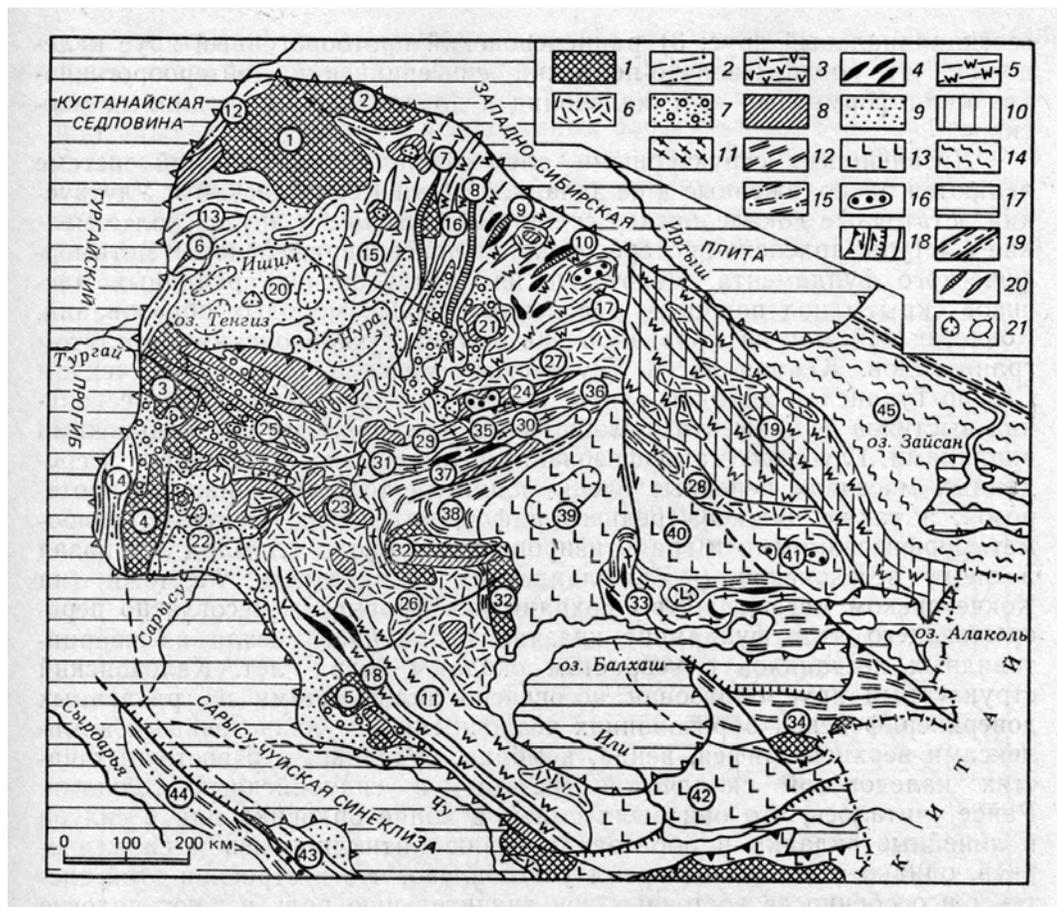
Тепловой поток - от 35 до 50 мВт/м², в Балхашской впадине и поднятии Джунгарского Алатау - до 50—60 мВт/м².

Тектоническая структура

В Казахском нагорье - две складчатых системы:

- **Казахстанско-Северотяньшаньская** - каледонская
- **Джунгаро-Балхашская** - герцинская
- На границе - краевой девонский вулканоплутонический пояс

Схема тектонического строения складчатой области Казахского нагорья



Милановский, 1996

Выступы метаморфического фундамента: 1 — Кокчетавский, 2 - Шатский, 3—4 — Улутауский, 5 — Акбастауский блок Моюнкумурского массива. **Каледонские складчатые зоны. Антиклинории:** 6 — Джаркаинагачский, 7 — Ишкеэльмеоский, 8 — Ерментауский, 9 — Бошекульский, 10 — Майкаинский, 11 — Бетпак-Далинский, **Синклинии:** 12 — Марьевский, 13 — Калмыккульский, 14 — Байконурский, 15 — Степнякский, 16 — Селетинский, 17 — Баянаульский, 18 — Джалаир-Найманский, 19 — Чингизский мегантиклинорий. **Наложённые герцинские структуры в каледонидах:** 20 — Тенгизская впадина, 21 — Шидертинская впадина, 22 — Джекказганская (Чу- Джекказганская) впадина, 23 — Каражальский прогиб, 24 — Карагандинский прогиб, 25 — Сарысу-Тенгизская зона глыбовых складок; 26— 28 — **девонский краевой вулканический пояс: Герцинская Джунгаро-Балхашская система. Антиклинории:** 29 — Спасский, 30 — Тектурмасский, 31 — Атасуйский, 32 — Актау-Моинтинский, 33 — Северо-Балхашский, 34 — Джунгарского Алатау. **Синклинии:** 35 — Нуринский, 36 — Карасорский, 37 — Успенский (с одноименной зоной смятия), 38 — Жаман-Сарысуыйский; 39—42 - **Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс:** 39 — Токрауская, 40 — Калмакэмельская, 41 — Баканасская, 42 — Илийская, 43 — **каледонская складчатая зона Малого Каратау;** 44 — **герцинская складчатая зона Большого Каратау;** 45 — Иртыш-Зайсанская позднепалеозойская система

1-13 — **палеозойская складчатая область Казахского нагорья:** 1 — выступы архейско-нижнепротерозойского и частично нижне-среднерифейского метаморфического фундамента; 2—10 — каледонская Казахстанско-Северотяньшаньская складчатая система: 2 — позднепротерозойско-ордовикский складчатый комплекс ранних каледонид, 3 — то же, в эвгеосинклинальной зоне, 4 — кембро(?)раннеордовикский офиолитовый комплекс (в каледонидах и герцинидах), 5 — кембро-нижнесилурийский складчатый комплекс в эвгеосинклинальных зонах поздних герцинид, 6 — нижнедевонско-франкий наземно-вулканогенный комплекс в девонском вулканическом поясе и частью вне его, 7 — среднедевонско-франкий молассовый пологоскладчатый комплекс, 8 — фаменско-визейский карбонатный комплекс, 9 — среднекаменноугольно-пермский молассоидный комплекс в наложенных впадинах, 10 — раннегерцинская регенерация каледонского складчатого основания Чингизской зоны; 11—14 — **герцинская Джунгаро-Балхашская складчатая система:** 11 — кемброордовикский эвгеосинклинальный комплекс в ядрах антиклинорий, 12 — силурийско-нижнекаменноугольный мезогеосинклинальный комплекс на крыльях антиклинорий и в синклиниях, 13 — среднекаменноугольно-пермский наземно-вулканогенный комплекс Балхаш-Илийского вулканического

пояса; 14 — **позднегерцинская Иртыш-Зайсанская складчатая система**; 15 — каледоно-герцинская Срединно-Тяньшаньская складчатая система; 16 — раннемезозойские впадины, выполненные континентальной угленосной юрой; 17 — позднемезозойско-кайнозойский чехол Западно-Сибирской, Северо-Туранской плит и параллаков; 18 — разломы типа надвигов и взбросов, сдвигов, сбросов и без расчленения; 19 — палеозойские зоны смятия и расланцевания; 20 — оси палеозойских антиклинорий и синклинорий; 21 — брахиморфные структуры в позднепалеозойских впадинах.

Каледонская система

несколько этапов деформаций



Выступы метаморфического фундамента: 1 — Кокчетавский, 2 - Шатский, 3—4 — Улутауский, **Каледонские складчатые зоны.** **Антиклинории:** 6 — Джаркаинагачский, 7 — Ишкеэльмеоский, 8 — Ерментауский, 9 — Бощекульский, **Синклинории:** 12 — Марьевский, 13 — Калмыккульский, 14 — Байконурский, 15 — Степнякский **Наложённые герцинские структуры в каледонидах:** 20 — Тенгизская впадина, 21 — Шидертинская впадина, 22 — Джекказганская (Чу- Джекказганская) впадина, 23 — Каражальский прогиб, 24 — Карагандинский прогиб, 25 — Сарысу-Тенгизская зона глыбовых складок; 26— 28 — **девонский краевой вулканический пояс.** **Герцинская Джунгаро-Балхашская система.** **Антиклинории:** 29 — Спасский, 30 — Тектурмасский, 31 — Атасуйский, 32 — Актау-Моинтинский, **Синклинории:** 35 — Нуринский, 37 — Успенский (с одноименной зоной смятия), 38 — Жаман-Сарысуйский;

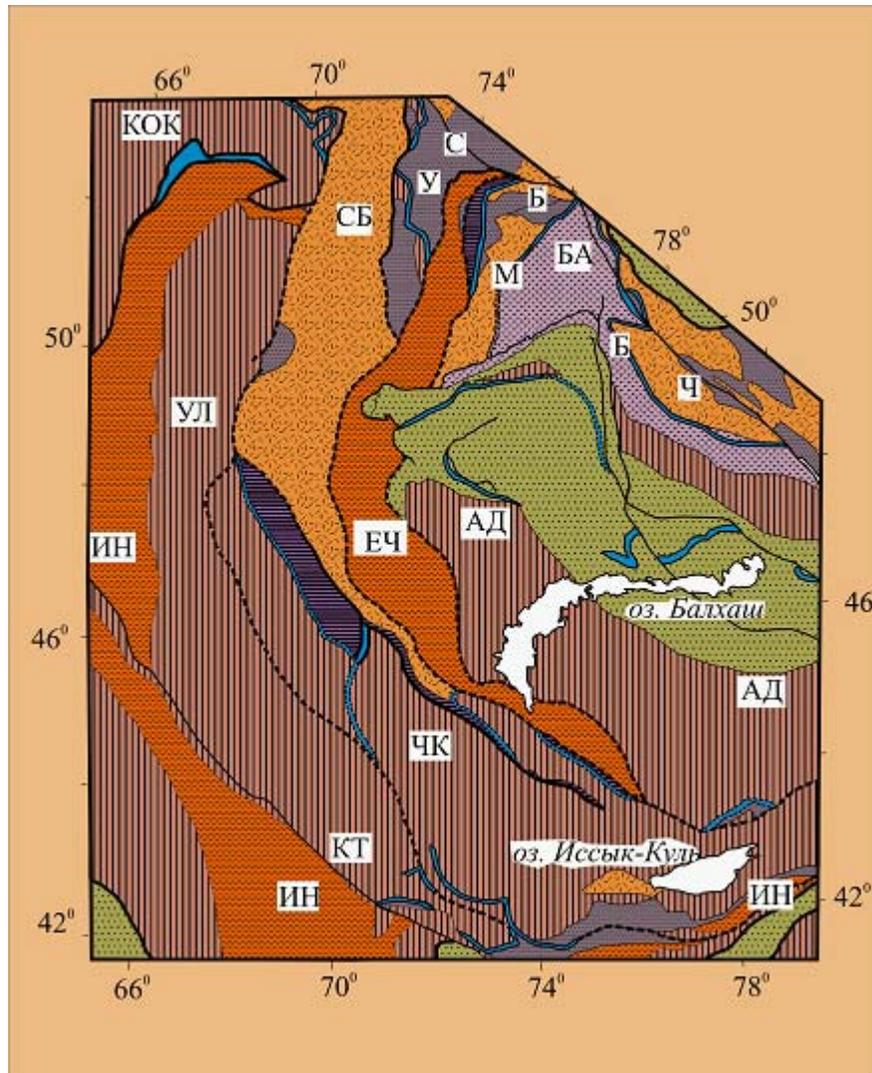
Выступы и чехлы метаморфических массивов

Кокчетавский массив

- **Глубокометаморфизованный архейский комплекс**
- **Фрагменты несогласно перекрывающего этот фундамент квазиплатформенного чехла из кварцитовидных песчаников с возрастом около 1 млрд лет.**
- **Перекрыт - толщами нижнего протерозоя, а также нижнего-среднего рифея, интенсивно смятыми, слабометаморфизованными и гранитизированными**

около 1 млрд лет назад

- Все прорывает очень крупный **каледонский батолит гранитоидов**



Рязанцев, Дегтярев, 2005

докембрийские массивы и их осадочные чехлы: КОК - Кокчетавский, УЛ - Улутауский, ЧК - Чуйско-Кендыктасский АД - Актау-Джунгарский; структурно-формационные зоны: ИН - Ишим-Нарынская, КТ - Каратау-Таласская, ЕЧ - Еремантау-Чу-Илийская, БА - Байдаулет-Акбастауская, С - Селетинская, У - Урумбайская, Б - Божекульская, М - Майкаинская, Ч - Чингиз-Торбагатайская

Упрощенный и идеализированный разрез рифейско, вендских и кембро-ордовикских толщ

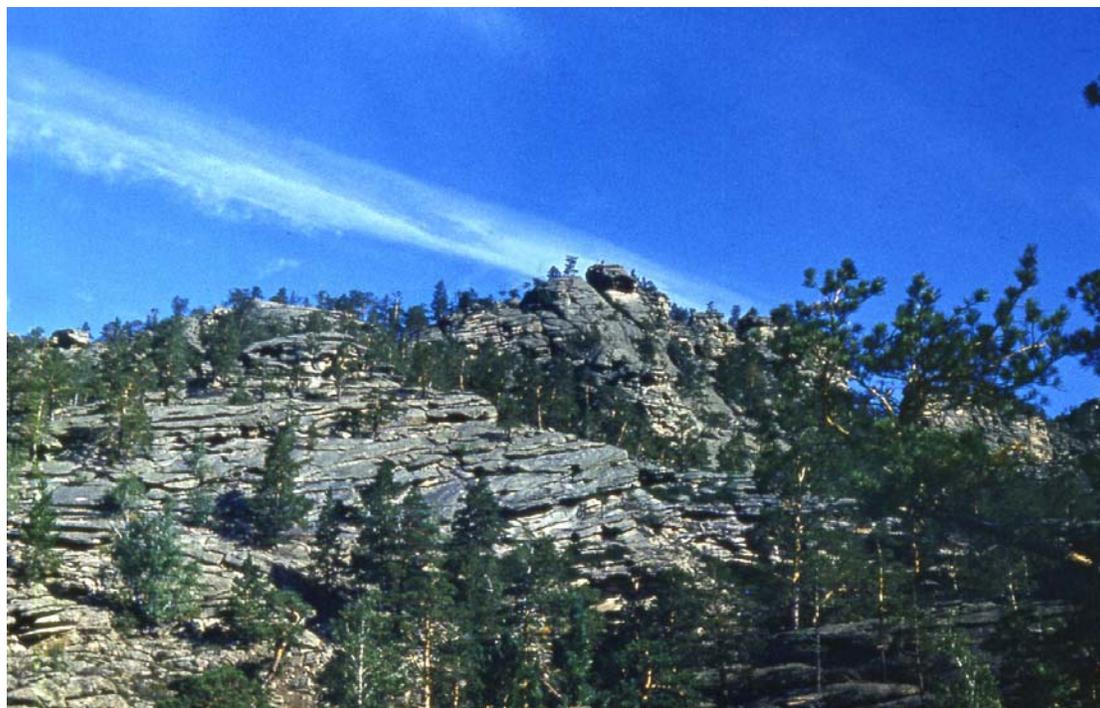
Отличительной чертой большинства сиалических докембрийских массивов Казахстана и Тянь-Шаня является присутствие в составе комплексов фундамента **средне-верхнерифейских** кварцитосланцевых толщ (кокчетавская серия и ее аналоги, мощность до 1000 м).

- **Верхнерифейские толщи** сложены эффузивами, вулканогенно-осадочными породами кислого состава повышенной щелочности (риолиты, трахириолиты, контрастные базальт-трахириолитовые серии).
- **Чехольные комплексы (венд-ордовик)** - грубообломочные (тиллитоподобные), терригенные и кремнистосланцевые комплексы (мощность до 1000 м). На севере появляются щелочные базальты. Вся ассоциация близка к начальным этапам рифтообразования.
- **Нижний-средний кембрий (кембрий-ордовик на севере)**- однообразные серые и черные углеродистые кремнистые и глинистые сланцы с повышенными содержания ванадия и фосфора. Могут сменяться по латерали карбонатами (мощность до 300 м).
- **Перекрыты (кембрий-ордовик)** тонкослоистыми, реже органогенными известняками или доломитами (мощность 30 до 300 м).
- **Нижний ордовик** - песчаники и алевролиты с линзами известняков
- **Выше (нижний - средний ордовик)** кремнистые аргиллиты и алевролиты

В целом близок к режимам пассивных окраин. Для венд-ордовикских толщ характерна непрерывность разрезов

Южная часть **Улутауского массива** скрыта под чехлом Северо-Туранской молодой плиты, а северная часть состоит из нескольких выступов фундамента, разобщенных наложенными сингерцинскими впадинами.

Основные черты каледонских комплексов и структуры



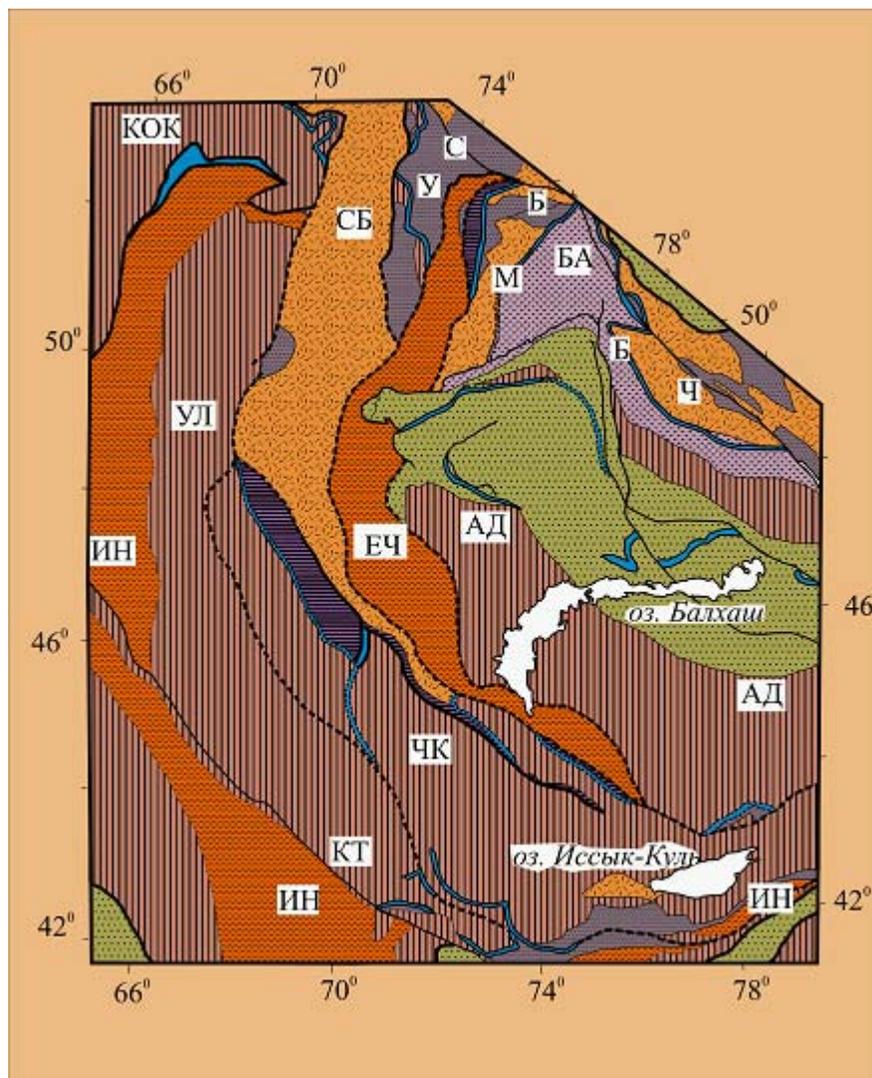
Казахстан, Каркаралинские горы, граниты. Фото Мазаровича А.О., 1975

Осадочные и вулканогенные **комплексы верхнего рифея, венда, кембрия, ордовика**, а в восточных частях — и **силурийские толщи**.

В строении этой системы и особенно ее восточных зон **значительную роль играют пологие надвиги и шарьяжи**.

В каледонской системе - 2 структурно-формационные зоны

- **Кокчетав-Каратауская мегазона** - осадочные кремнисто-карбонатно-терригенные толщи при подчиненной роли вулканитов.
- **Восточная** - толщи нижнего палеозоя основных и средних вулканитов
- В ряде зон — офиолитовые комплексы (Божекульская, Майкаинская, Джалаир-Найманская и др. зоны) и олистостромовые толщи.



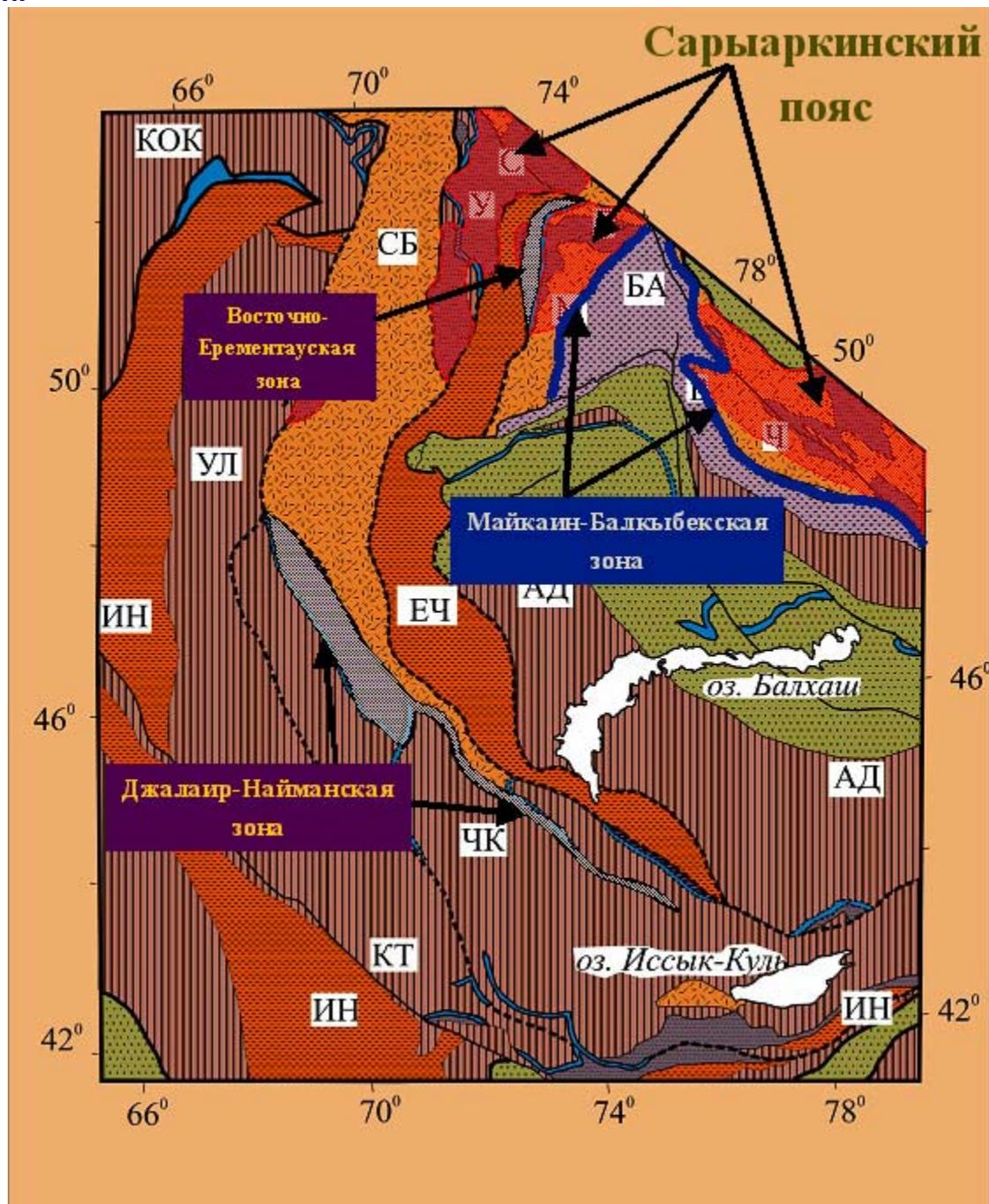
Рязанцев, Дегтярев, 2005

докембрийские массивы и их осадочные чехлы: КОК - Кокчетавский, УЛ - Улутауский, ЧК - Чуйско-Кендыктасский АД - Актау-Джунгарский; структурно-формационные зоны: ИН - Ишим-Нарынская, КТ - Каратау-Таласская, ЕЧ - Ерементау-Чу-Илийская, БА - Байдаулет-Акбастауская, С - Селетинская, У - Урумбайская, Б - Божекульская, М - Майкаинская, Ч - Чингиз-Торбагатайская

Кембрийские и нижнеордовикские комплексы в западной и юго-западной частях Казахстана сложены в основном терригенно-карбонатными и кремнисто-терригенными толщами. Они залегают на докембрийском сиалическом фундаменте и являются фрагментами чехла пассивной континентальной окраины. В юго-западной части Центрального Казахстана развиты **кембрийские офиолиты** и кремнисто-карбонатно-базальтовые толщи (Чу-Илийский пояс), которые совмещены с верхнекембрийско-нижнеордовикскими терригенными и

кремнисто-карбонатно-терригенными разрезами (Джелаир-Найманская зона) В структуру включены также докембрийские метаморфические породы и островодужные нижнеордовикские вулканиты.

В востоке, северо-востоке и северо-западе Центрального Казахстана развиты островодужные, вулканогенные и вулканогенные толщи, которые могут быть объединены в Сарыаркинский пояс. Они совмещены с задуговыми и преддуговыми прогибами.



докембрийские массивы и их осадочные чехлы: КОК - Кокчетавский, УЛ - Улутауский, ЧК - Чуйско-Кендыктасский АД - Актау-Джунгарский; структурно-формационные зоны: ИН - Ишим-Нарынская, КТ - Каратау-Таласская, ЕЧ - Еремантау-Чу-Илийская, БА - Байдаулет-Акбастауская, С - Селетинская, У - Урумбайская, Б - Божекульская, М - Майкаинская, Ч - Чингиз-Торбагатая

Комплексы Сарыаркинской дуги (от Степнякского района до Ченгиз-Торбагатая).

В основании - офиолитоподобная ассоциация plutонических пород и контрастных базальт-риолитовых серий с натровым типом щелочности. Выше - дифференцированные эффузивы среднего-кислого составов.

Комплексы бассейнов с корой океанического типа (Восточно-Ерентаусская, Джалаир-Найманская зоны)

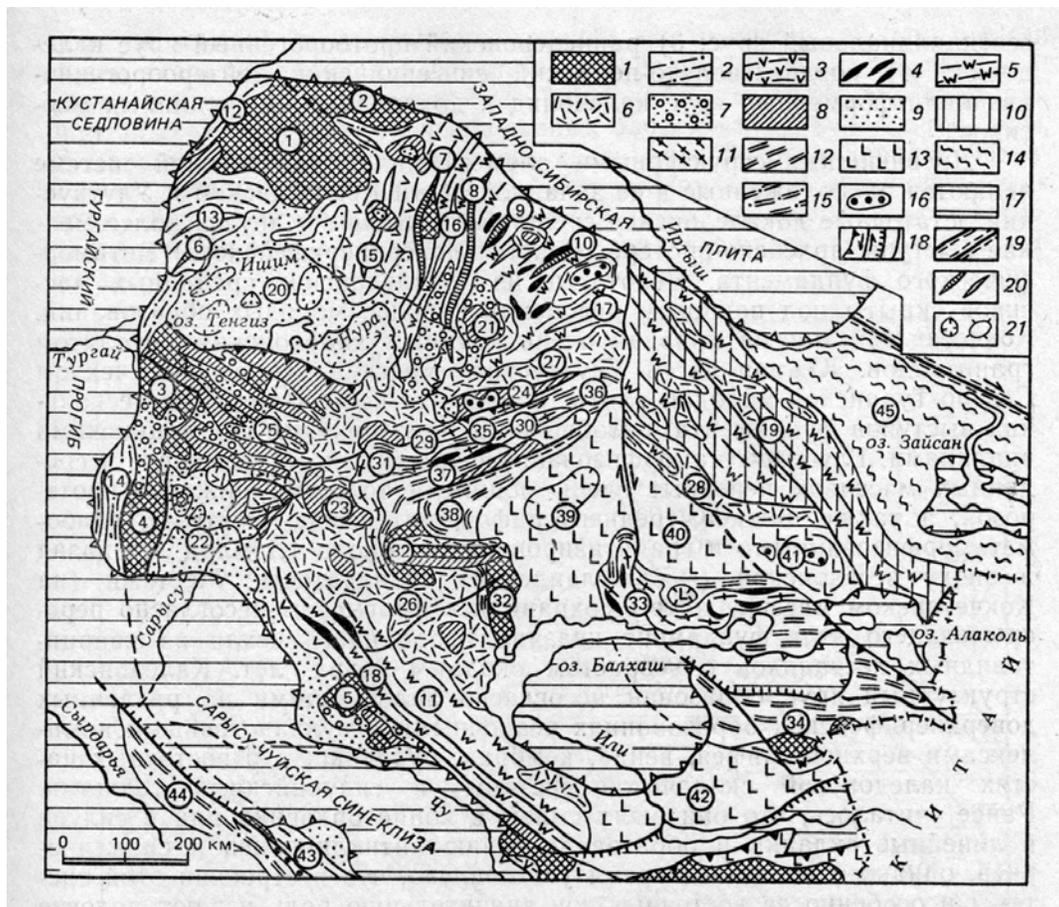
Пакеты раннесилурийских покровов базальты, яшмы, туфоалевролиты, гиалокластика, линзы известняков. Офиолиты - ранний кембрий

В среднем кембрии - коллизия. Сближены все комплексы. Метаморфизм до амфиболитовой фации.

Олентинская, Кубдыкольская и др сутуры.

Кумдыколь. Северо-восток Кокчетавского массива. Протяженность до 150 км. Эклогиты и алмазоносные породы образуют глыбы и блоки среди дистен-гранатовых сланцев и биотитовых гнейсов. Метаморфизм - 530 млн. лет (средний кембрий).

Схема тектонического строения складчатой области Казахского нагорья



Милановский, 1996

Выступы метаморфического фундамента: 1 — Кокчетавский, 2 - Шатский, 3—4 — Улутауский, 5 — Акбастауский блок Моюнкумского массива. **Каледонские складчатые зоны. Антиклинории:** 6 — Джаркаинагачский, 7 — Ишкеэльмеоский, 8 — Ерментауский, 9 — Бошекульский, 10 — Майкаунский, 11 — Бетпак-Далинский, **Синклинории:** 12 — Марьевский, 13 — Калмыккульский, 14 — Байконурский, 15 — Степнянский, 16 — Селетинский, 17 — Баянаульский, 18 — Джалаир-Найманский, 19 — Чингизский мегантиклинорий. **Наложённые герцинские структуры в каледонидах:** 20 — Тенгизская впадина, 21 —

Шидертинская впадина, 22 — Джезказганская (Чу- Джезказганская) впадина, 23 — Каражальский прогиб, 24 — Карагандинский прогиб, 25 — Сарысу-Тенгизская зона глыбовых складок; 26— 28 — **девонский краевой вулканический пояс: Герцинская Джунгаро-Балхашская система. Антиклинории:** 29 — Спасский, 30 — Тектурмасский, 31 — Атасуйский, 32 — Актау-Моинтинский, 33 — Северо-Балхашский, 34 — Джунгарского Алатау. **Синклинии:** 35 — Нуринский, 36 — Карасорский, 37 — Успенский {с одноименной зоной смятия}, 38 — Жаман-Сарысуйский; 39—42 - **Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс:** 39 — Токрауская, 40 — Калмакэмельская, 41 — Баканасская, 42 — Илийская, 43 — **каледонская складчатая зона Малого Каратау;** 44 — **герцинская складчатая зона Большого Каратау;** 45 — Иртыш-Зайсанская позднепалеозойская система

Выступы метаморфического фундамента: 3—4 — Улутауский, **Каледонские складчатые зоны. Антиклинории:** 6 — Джаркаинагачский, 7 — Ишкеэльмеоский, 8 — Ерментауский, 9 — Бошекульский, 10 — Майкаинский, 19 — Чингизский мегантиклинорий **Синклинии:** 13 — Калмыккульский, 14 — Байконурский, 15 — Степнякский, 16 — Селетинский, 17 — Баянаульский. **Наложенные герцинские структуры в каледонидах:** 20 — Тенгизская впадина, 21 — Шидертинская впадина, 22 — Джезказганская (Чу- Джезказганская) впадина, 23 — Каражальский прогиб, 24 — Карагандинский прогиб, 25 — Сарысу-Тенгизская зона глыбовых складок; 26— 28 — **девонский краевой вулканический пояс. Герцинская Джунгаро-Балхашская система. Антиклинории:** 29 — Спасский, 30 — Тектурмасский, 31 — Атасуйский, 32 — Актау-Моинтинский, 33 — Северо-Балхашский, 34 — Джунгарского Алатау. **Синклинии:** 35 — Нуринский, 36 — Карасорский, 37 — Успенский {с одноименной зоной смятия}, 38 — Жаман-Сарысуйский; 39—42 - **Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс;** 45 — Иртыш-Зайсанская позднепалеозойская система

Еще восточнее, за субмеридиональным Центральноказахстанским глубинным разломом, простирается в юго-восточном направлении на 700 км Чингиз-Тарбагатайский мегантиклинорий, каледонская структура которого была переработана в герцинском этапе, в частности в середине раннего карбона.

В юго-западной части каледонской «подковы» выделяются вытянутые в том же направлении Джалаир-Найманский синклиний с одноименной офиолитовой зоной и Бетпак-Далинский (Чу-Илийский) антиклинорий.

Нижнепалеозойский и местами силурийский складчатый комплекс каледонид на значительной части их площади несогласно перекрыт менее деформированными вулканогенными и осадочными образованиями девона, карбона и перми.

Девонский вулканоплутонический пояс - мощные наземные вулканогенные толщи **нижнего - низов верхнего девона.** Нижнедевонские и среднедевонско-франские комплексы разделены перерывом и пологоскладчато-глыбовыми деформациями в начале среднего девона.

Гранитоиды

В более узкой внутренней зоне - девонские морские вулканогенно-терригенные толщи согласно залегают на силурийских отложениях.

К западу и к северу от краевого пояса девонские вулканы замещаются континентальными молассами, выполняющими ряд мульд, наложенных на различные зоны каледонид и на выступы докаледонского фундамента.

В фаменском веке позднего девона и начале карбона большая часть каледонской системы была перекрыта чехлом мелководно-морских терригенно-карбонатных отложений, наиболее мощным в районе Сарысу-Тенгизского водораздела и в наложенном на средний сегмент вулканического пояса субширотном Карагандинском

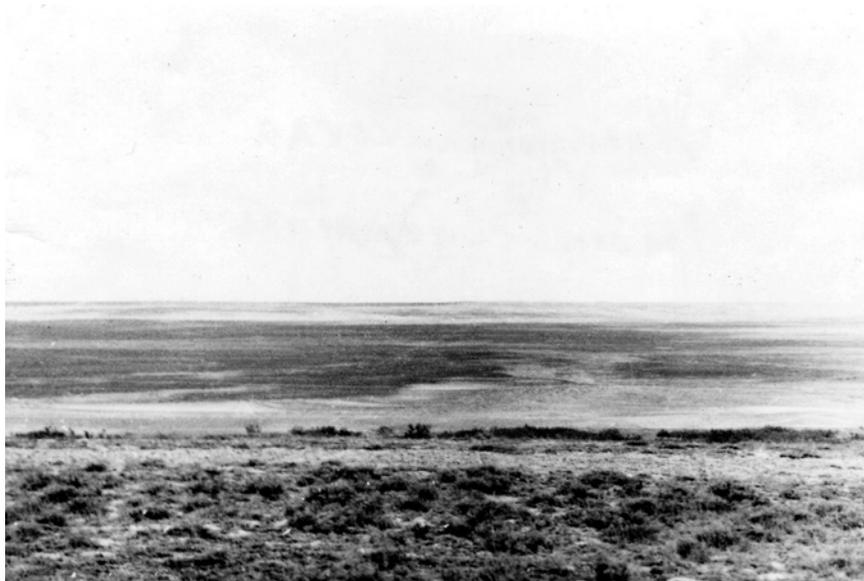
прогибе.

В конце карбона этот прогиб подвергся сжатию и приобрел асимметричную складчатую структуру, осложненную надвигами со стороны герцинид.

В позднем палеозое большая часть территории каледонид - поднятия и денудация

Погружение с накоплением континентальных молассоидных толщ продолжалось в основном **в огромной Тенгизско-Чуйской впадине**; впоследствии, в связи с воздыманием в зоне Сарысу-Тенгизского водораздела, она распадалась на две обширные мульды с внутренней пологой брахискладчатой структурой — округлую Тенгизскую и удлиненную в юго-восточном направлении Чу-Джезказганскую

Наиболее интенсивно была деформирована в герцинском этапе Сарысу-Тенгизская зона, рассеченная серией крутых разломов на ряд узких блоков запад-северо-западного простирания. В каледонском фундаменте они представляют систему горстов и грабенов, а в герцинском (девонско-каменноугольном) комплексе преобразуются в систему коробчатых складок (горст-антиклиналей и грабен-синклиналей).



Казахстан, Сарысу-Тенгизский водораздел. Жалтырбулакская грабен-синклиналь. Фото Мазаровича А.О., 1975





Казахстан, Сарысу-Тенизский водораздел. Известняки нижнего турне. Фото Мазаровича А.О., 1975



Казахстан, Сарысу-Тенизский водораздел. Мергели визе. Фото Мазаровича А.О., 1975



Казахстан, Сарысу-Тенизский водораздел. Мергели визе с кольцами Лизеганга. Фото Мазаровича А.О., 1975

Заложение этой субширотной системы рифтоподобных структур, продолжавшейся к востоку в северную часть Джунгаро-Балхашской системы, происходило в позднем девоне в условиях растяжения, которое в позднем палеозое сменилось сжатием.

Джунгаро-Балхашская герцинская складчатая система

Занимает внутреннюю часть складчатой области Казахского нагорья

с запада, севера и северо-востока граничит с каледонидами
на юго-востоке, в пределах Китая, граничит с Джунгарским массивом

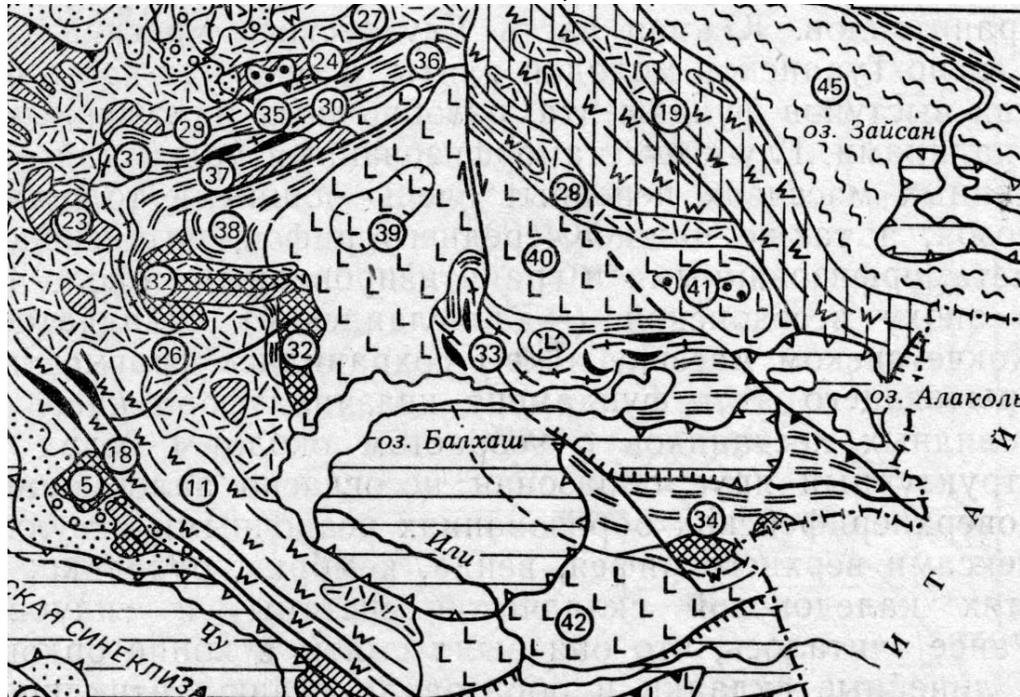
Северо-западная часть Джунгаро-Балхашской системы отличается наиболее сложной и длительно формировавшейся складчато-надвиговой структурой.

Здесь расположен ряд зон восток-северо-восточного простирания, на востоке ограниченных Центральноказахстанским долготным разломом, а на западе граничащих с девонским вулканическим поясом

Сложены мощными толщами силура и девона, нижнего карбона, нижнепалеозойской офиолитовой ассоциацией

Фрагмент схемы тектонического строения складчатой области Казахского нагорья (герциниды)

Милановский, 1996



Милановский, 1996

Выступы метаморфического фундамента: 5 — Акбастауский блок Моюнкумского массива. Каледонские складчатые зоны. Антиклинории: 11 — Бетпак-Далинский, Синклинии: 18 — Джалаир-Найманский, 19 — Чингизский мегантиклинорий. Наложённые герцинские структуры в каледонидах: 23 — Каражальский прогиб, 24 — Карагандинский прогиб; 26— 28 — девонский краевой вулканический пояс: Герцинская Джунгаро-Балхашская система. Антиклинории: 29 — Спасский, 30 — Тектурмасский, 31 — Атасуйский, 32 — Актау-Моинтинский, 33 — Северо-Балхашский, 34 — Джунгарского Алатау. Синклинии: 35 — Нуринский, 36 — Карасорский, 37 — Успенский {с одноименной зоной смятия}, 38 — Жаман-Сарысуйский; 39—42 -

Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс: 39 — Токрауская, 40 — Калмакэмельская, 41 — Баканасская, 42 — Илийская, 43 — каледонская складчатая зона Малого Каратау; 44 — герцинская складчатая зона Большого Каратау; 45 — Иртыш-Зайсанская позднепалеозойская система

Субширотные зоны

Тектурмасская

Три соскладчатых покрова. Два нижних сложены разновозрастными и разнотипными офиолитовыми комплексами. Они разделены серпентинитовым меланжем. Нижний покров - апоперидотитовые серпентиты, габброиды расслоенного комплекса, диабазовыми дайками и толеитовыми базальтами с линзами кремней.

средний ордовик - базальтовые и кремнисто-туфогенные толщи (200-300 м)

верхний ордовик - кремнисто-терригенные породы (400-500 м)

Нуринский синклиорий

нижний силур голубовато-зеленые алевролиты, песчаники и редкие горизонты конгломератов (4000 - 5000 м)

верхний силур зеленовато-серые и пестрые алевролиты, песчаники, линзы конгломератов и органогенных известняков (3000 м)

д е в о н - терригенные толщи

Простая складчатая структура

Успенская зона

средний-поздний ордовик (глыбы, пластины) - кремни и базальты с яшмами в **нижний-верхний силур** - флиш

сложена силурийскими аккреционными и флишевыми толщами. Надвинута на север

Актау-Моинтинская зона

- **основание** - доверхнерифейские метаморфические образования
- **перекрыты** - толщами венда — нижнего палеозоя и разобщенные наложенными грабен-синклиналями, выполненными девоном.

Балхаш-Илийский вулканический пояс

- **позднепалеозойские наземные, преимущественно кислые вулканы** (лавы - андезитобазальты, дациты, липариты туфы, игнимбриты, в верхах разреза - вулканы субщелочного и щелочного состава).
- **В позднем карбоне и перми** в Балхаш-Илийском поясе и некоторых других зонах Джунгаро-Балхашской системы, а также в прилегающих к ней зонах поздних каледонид формировались многочисленные массивы гранитоидов.



Казахстан, Каркаралинские горы, восточнее Караганды. фото Мазаровича А.О., 1974

Северо-Балхашская зона

- сложно деформированные породы офиолитовой ассоциации и другие нижнепалеозойские образования, перекрытые толщами силура, девона и нижнего карбона,

Позднегерцинские правосторонние сдвиги пересекают каледонскую складчатую систему (Чингизский, Джалаир-Найманский разломы северо-западного простирания) либо и герциниды и каледониды (субмеридиональный Центральноказахстанский разлом).

Мезозойско - кайнозойский этап

слабое или умеренное дифференцированное воздымание, осложненное формированием отдельных впадин

- **Первая генерация** - небольшие мульды, выполненными ниже-среднеюрскими лимническими отложениями (Карагандинская)
- **Вторая, кайнозойская** - генерация впадин представлена более обширными блюдцевидными субизометричными депрессиями (Балхашская, Алакольская, Тенгизская)

Из книги Милановский Е.Е. "Геология России и ближнего зарубежья". Из-во Московского университета. 1996.

В геологическое изучение Казахского нагорья, начатое в конце XIX в., крупный вклад внесли в советский период Н. Г. Кассин, Н. С. Шатский, А. А. Богданов, Л. И. Боровиков,

К. И. Сатпаев, создавшие школы исследователей Казахстана в Санкт-Петербурге (ВСЕГЕИ), Москве (МГУ и др.) и Алма-Ате.

Полезные ископаемые

Месторождения черных металлов представлены магнетитовыми железными рудами в раннепротерозойской джеспилитоносной серии массива Улутуа, **скарновые месторождения** в контактовых зонах палеозойских гранитоидов, **стратиформными гидротермально-осадочными железомарганцевыми рудами** в фаменских отложениях (Каражал, Жайрем, Джезды).

Медные руды представлены Джезказганским стратиформным месторождением типа медистых песчаников в континентальных отложениях среднего-верхнего карбона в одноименной впадине, меднопорфировыми месторождениями в Прибалхашье (Коунрад и др.), связанными с позднепалеозойскими гранитоидами, и медноколчеданными месторождениями в каледонидах (Бошекуль, Майкаин).

В Джунгаро-Балхашской герцинской системе известны **медно-полиметаллические** (Карагайлы, в Успенской зоне смятия и др.) и **молибден-вольфрамовые месторождения** (в Актау-Моинтинской, Жаман-Сарысуйской зонах).

В Степнякской и Бетпак-Далинской зонах каледонид имеются месторождения **золота**. На западной окраине нагорья к карстовым полостям фаменских известняков приурочены **верхнемеловые залежи бокситов** (Тургайское и другие месторождения). Вендские и кембрийские отложения Байконурского и Калмыккульского прогибов каледонид **ванадие-, барито- и фосфатоносны**.

К отложениям карбона приурочены крупнейшие бассейны лимно-паралического типа с большими запасами коксующихся (Караганда) и энергетических (Экибастуз) **углей**. С юрскими лимническими отложениями связаны **буроугольные месторождения** (Майкюбенское, Карагандинское, Шубаркульское и др.).

Штольня Кумдыколь (месторождение алмазов)



Фото Третьякова А., 2004

Современные представления о строении Центрально-Азиатского складчатого пояса



Алайский хребет. фото А.О.Мазаровича

Расположен между Сибирской платформой и системой древних континентальных масс Катазии (Северо-Китайская, Таримская платформы и ряд более мелких массивов)

Объединяет рифейские, салаирские, каледонские и варисцийские аккреционные зоны Казахстана, Алтая, Саян и Монголии, каледонские, варисцийские и индосинийские коллизионные зоны Южного Тянь-Шаня, Джунгарии, Южной Монголии и Северного Китая, а также тесно связанные с развитием этих зон многочисленные докембрийские массивы — Тувино-Монгольский, Дзабханский, Южно-Гобийский, Улутау-Северо-Тяньшаньский и др.

По структурно-морфологическим особенностям Центрально-Азиатский складчатый пояс распадается на две принципиально различные категории тектонических областей - мозаичные и линейные.

Мозаичные области

похожи на современный западно-тихоокеанского тип переходных зон - глубоководный желоб-островная дуга-окаинное море

Сложены:

- 1 - многочисленные докембрийские, в том числе и дорифейские, континентальные блоки разных размеров (Кокчетавский, Улутауский, Актау-Моинтинский, Илийский, Северо-Тяньшаньский, Тувино-Монгольский, и ряд более мелких).
- 2 - рифейские, венд-раннепалеозойские и среднепалеозойские вулканические комплексы островных дуг (энсиматических и энсиалических),

- 3 - рифейские, венд-раннепалеозойские и среднепалеозойские мощные серии терригенных отложений окраинных морей, задуговых и преддуговых бассейнов

Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса
 Моссаковский и др., 1993

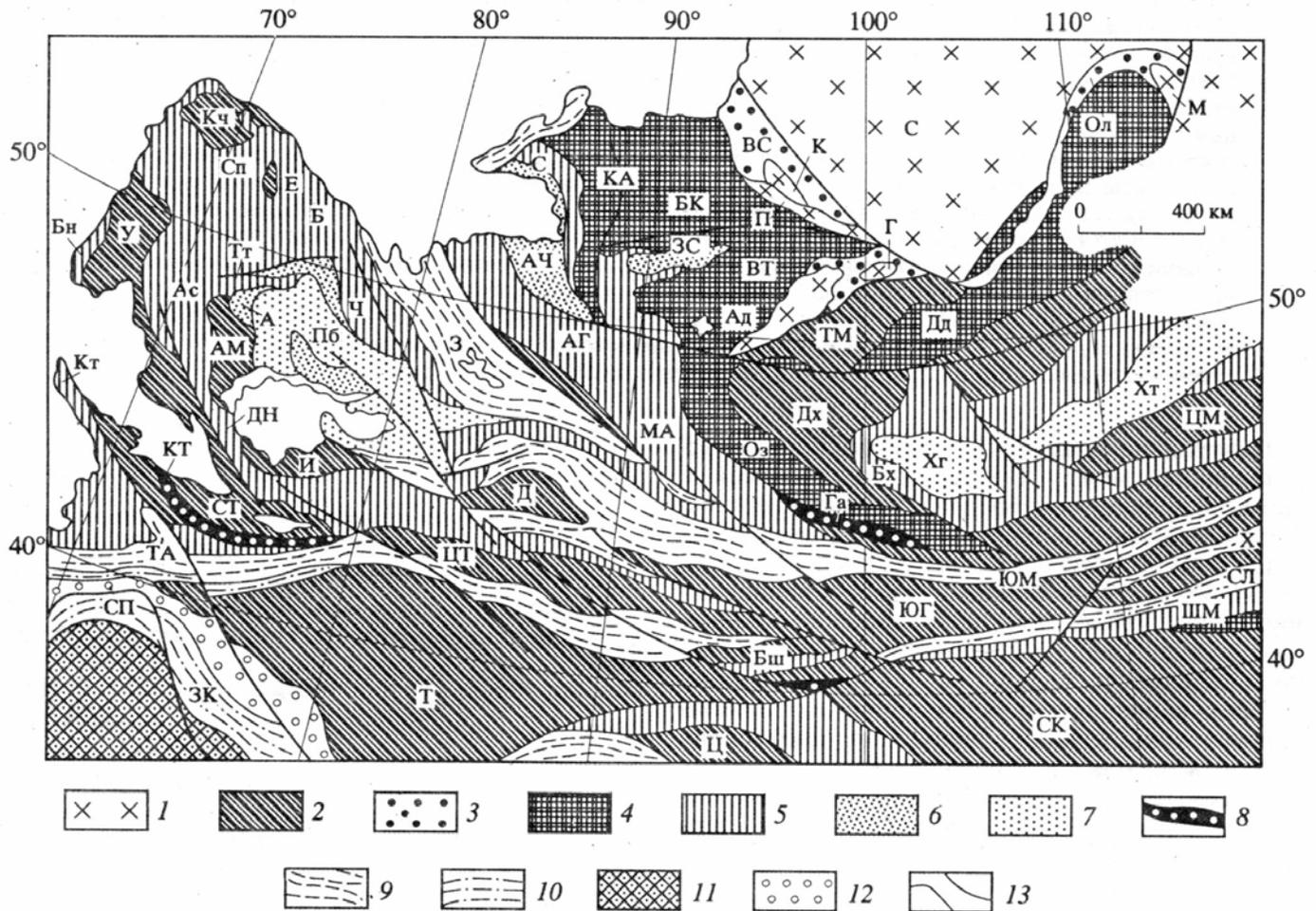


Рис. 1. Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса.

1, 2 — платформы и микроконтиненты: 1 - сибирской группы (С — Сибирская платформа, П - Протеросаян, К - Канская, Г - Гарганская, М - Муйская "глыбы"), 2 - гондванской группы: Т - Таримская, СК - Северо-Китайская платформы, Кч - Кокчетавский, У - Улутауский, АМ - Актау-Моинтинский, И - Илийский, СТ - Северо- Тяньшаньский, ЦТ - Центральнo- Тяньшаньский, Д - Джунгарский, ТМ - Тувино- Монгольский, Дх - Дзабханский, ЦМ - Центральнo- Монгольский, ЮГ - Южно-Гобийский, Ц - Цайдамский массивы 3 - 5 - мозаичные (аккреционные) складчатые системы: 3 - позднерифейские ВС - Восточный Саян, 4 - салаирские (КА - Кузнецкий Алатау, БК - Батеневский кряж, ЗС - Западный Саян, ВТ - Восточно-Тувинская, 5 - каледонские Бн - Байконурская, Кт - Каратауская, ДН - Джалаир- Найманская, Ас - Атасуйская, Тт - Тектурмаская, Сп - Степняжская, Е - Ерементауская, Б - Бошекульская, Ч - Чингизская зоны, С - Салаир, АГ—Алтай Горный)

Особенность - очень широкое проявление разновозрастных генераций гранитоидов разных формационных типов - от плагиогранитов до калий-натровых батолитов пестрого состава, возраст которых четко коррелируется с возрастом соответствующих складчатых зон

Офиолиты

Залегают - в виде аллохтонных пластин, образующих небольшие по протяженности (десятки, первые сотни километров) узкие пояса, подчеркивающие их мозаичный структурный рисунок.

Возраст офиолитов

- **довендский (средне-позднерифейский)** - рифейские складчатые зоны Енисейского кряжа, Протеросаяна, на юго-востоке Восточного Саяна, возможно в Кузнецком Алатау,
- **венд-раннекембрийский** - в основной части салаирских и в каледонских зонах (Западный Саян, Горная Шория, Горный и Монгольский Алтай, Северная и Центральная Монголия, Бейшань и зона Шар-Мурэн в Северном Китае, видимо, в Джалаир-Найманской зоне Центрального Казахстана)
- **позднекембрийско-раннеордовикский** - на севере и востоке центрально-казахстанских каледонид и в Северном Тянь-Шане
- **средне-позднеордовикский** - в Тектурмасской и Прибалхашской зонах Центрального Казахстана.

Имеют полные разрезы офиолитовой ассоциации, включающие деплетированные ультрабазиты, кумулятивные и изотропные габбро, комплекс пластинчатых даек, толеитовые и бонинитовые лавы, перекрывающие или прослаивающие их глубоководные карбонатно-кремнистые отложения

Главным структурообразующим фактором в мозаичных областях были аккреционные процессы, приуроченные к границам палеоокеанов и палеоконтинентов, последовательно наращивавшие площадь последних

Линейные зоны

Варисцидские и индосинийские складчатые системы Южной и Внутренней Монголии, Джунгарии, Южного Тянь-Шаня, а также Зайсанская и, кроме того, некоторая часть каледонских складчатых зон Южной Монголии, Бейшаня и Тянь-Шаня. линейные коллизионные покровно-складчатые зоны поздних каледонид, варисцид и индосинид, на месте которых реконструируются протяженные океанические бассейны, а также вулканические дуги и задуговые бассейны.

Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса

Моссаковский и др., 1993

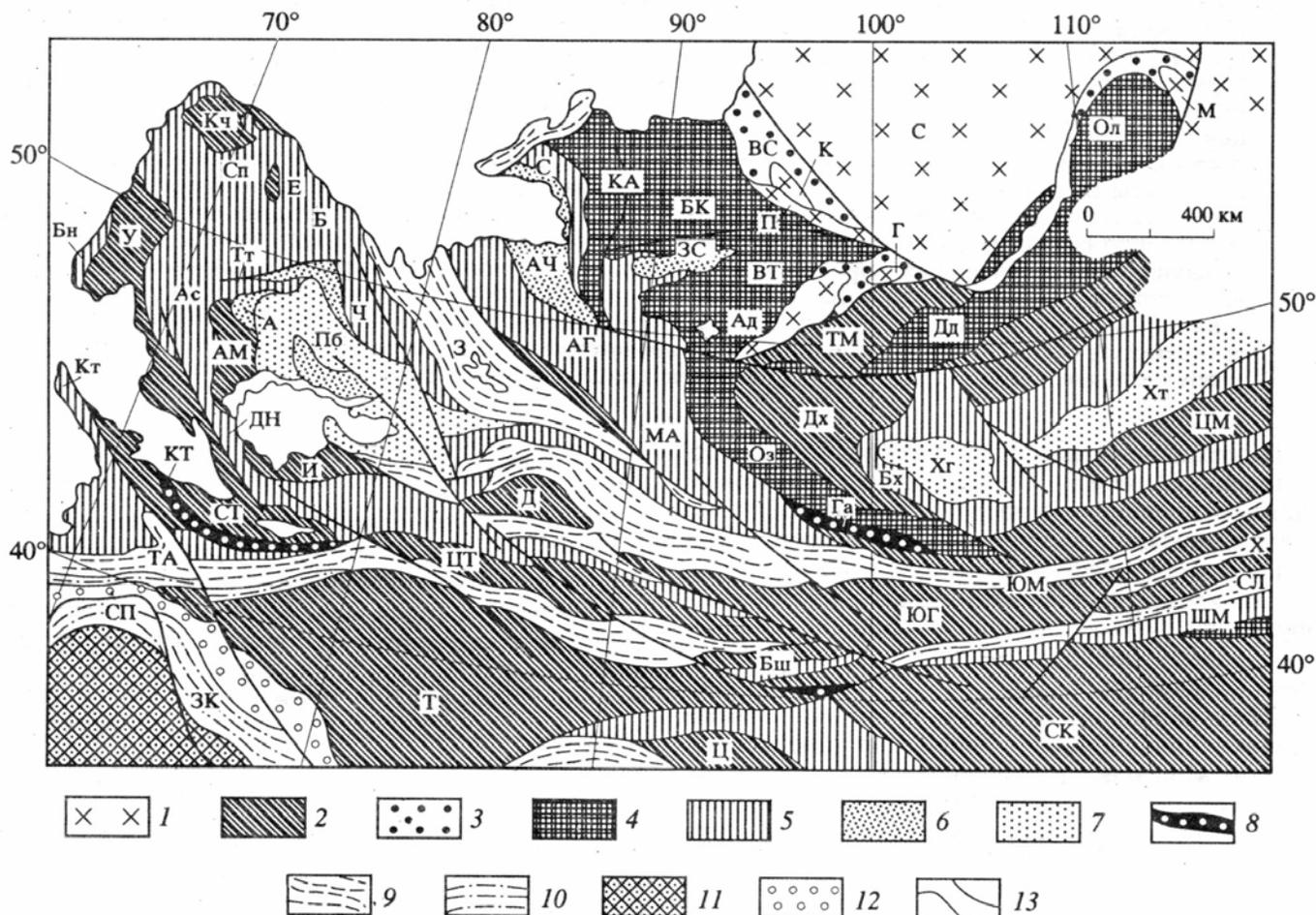


Рис. 1. Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса.

8-11 - линейные (коллизийные) складчатые системы и сuture: 8 - каледонские (КТ - Киргизско-Терскойская, ГА - Гоби-Алтайская), 9 - герцинские (ТА - Туркестано-Алайская, 3 - Зайсанская), 10 - индосинийские и поздневарисийские (СЛ - Солонкер-Линьсийская, ЗК - Западный Куньлунь, СП - Северный Памир), 11 - киммерийская;

Это - относительно узкие (десятки - первые сотни километров), но весьма протяженные (тысячи километров) покровно-складчатые сооружения, резко дискордантные по отношению к структурному плану их обрамления.

Ограничения линейных зон во всех случаях имеют разломный, надвиго-шарьяжный характер.

Наиболее крупные линейные системы - Джунгаро-Южномонгольская и Туркестано-Алайская, а также Зайсанская - имеют герцинский возраст.

Гораздо меньшие размеры имеют каледонские (акадские) Гобийском Алтае, Бейшане и в Тянь-Шане (Киргизско-Терскойская)

возникли - на месте деструктивных зон с океанической корой, покровно-складчатая структура которых формировалась одноактно в результате сближения и столкновения консолидированных континентальных масс.

Деформации - напряженные, нередко характеризуются двусторонней вергентностью складчато-покровных структур. Широко развиты узкие протяженные системы смятых в

складки и расчешуенных тектонических покровов, которые сопровождаются многочисленными пластинами серпентинитового меланжа, зонами рассланцевания, динамометаморфизма и дисгармоничной складчатости.

Комплексы пород - те же типы, что и в мозаичных областях - островодужные вулканические, терригенные окраинно-морские, задуговых и преддуговых бассейнов, офиолиты. Однако все они представлены настолько фрагментарно и структурно перемешаны, что восстановить их первоначальное местоположение крайне затруднительно и удается лишь в редких случаях.

Важной особенностью линейных зон является то, что между собой они различаются по возрасту офиолитов, тогда как в пределах каждой из них офиолиты имеют, как правило, единый возраст:

- в каледонских зонах - средне-позднеордовикский (Гобийский Алтай, Бейшань).
- в варисцидах - позднесилурийско- раннедевонский (Джунгаро-Южномонгольская система) или позднедевонско-раннекаменноугольный (Западный Синьцзян, Южный Гиссар),
- в индосинидах - средне-каменноугольно-раннепермский (Солонкер-Линьсийский пояс),

Исключением является Туркестано-Алайская варисцидская система, в которой офиолитовая ассоциация имеет скользящий возраст **от раннего ордовика до турне**.

Офиолиты

Офиолитовые ассоциации в линейных системах отличаются, как правило, нестандартным сокращенным разрезом, в котором очень мало габбро, крайне редуцирован полосчатый кумулятивный комплекс и практически отсутствует комплекс "дайка в дайке", а лавовая часть может быть представлена как толеитовыми, так и известково-щелочными сериями.

главным структурообразующим фактором в линейных поясах - коллизионные процессы, связанные с раздавливанием палеоокеанических бассейнов в результате двустороннего сближения континентальных масс

Аккреционные области

занимают большую часть площади Центрально-Азиатского складчатого пояса. Их основная масса формировалась у юго-западного края Сибирского палеоконтинента и в Центральном Казахстане, в меньшей мере - вдоль северных окраин наиболее крупных катазиатских континентальных блоков - Тарима и Северо-Китайской платформы.

Основные этапы аккреции

- позднерифейский,
- средне-позднекембрийский,
- средне-позднеордовикский,
- средне-позднекаменноугольный

четко фиксируются по времени образования соответствующих складчатых зон и

областей, что давно нашло отражение на Тектонических картах СССР и Евразии.

Аккреционные зоны формировались в краевых частях Палеоазиатского океана, постепенно смещаясь во времени по к его центру.

Наиболее ярко это проявлено у юго-западного края Сибирского палео-континента, к которому последовательно причленились сначала

- позднерифейская аккреционная складчатая зона Восточного Саяна,
- затем средне-позднекембрийская (салаирская) аккреционная складчатая область Кембросаяна (западная часть Восточного Саяна),
- Кузнецкого Алатау,
- Тувы,
- Западной и Северной Монголии,
- Бурятии,
- к которой, в свою очередь, причленился обширный поздне-ордовикский аккреционный массив, включивший Горный и Монгольский Алтай, Центральную и часть Южной Монголии,
- а завершился этот процесс образованием позднесилурийских аккреционных складчатых зон на месте остаточных прогибов Салаира и Западного Саяна

После работ Л.П. Зоненшайна, впервые обосновавшего существование Палеоазиатского океана, с которым он связал практически все рифейские и палеозойские офиолитовые комплексы Центрально-Азиатского складчатого пояса, многие исследователи стали рассматривать историю формирования складчатых сооружений Центральной Азии как результат тектонической эволюции и закрытия этого крупного палеоокеана.

Применительно к рифейским и ранне-среднепалеозойским аккреционным зонам такая точка зрения представляется совершенно справедливой.

Палеоокеанические структуры аккреционных зон, которые **имеют преимущественно венд-раннекембрийский**, в меньшей мере позднерифейский, позднекембрийско-раннеордовикский или средне-позднеордовикский возраст, представлены сложным сочетанием структурно-вещественных комплексов океанических котловин, малых океанических бассейнов, островных вулканических дуг и краевых морей, ансамбль которых соответственно и выделяется в качестве реликтов Палеоазиатского океана.

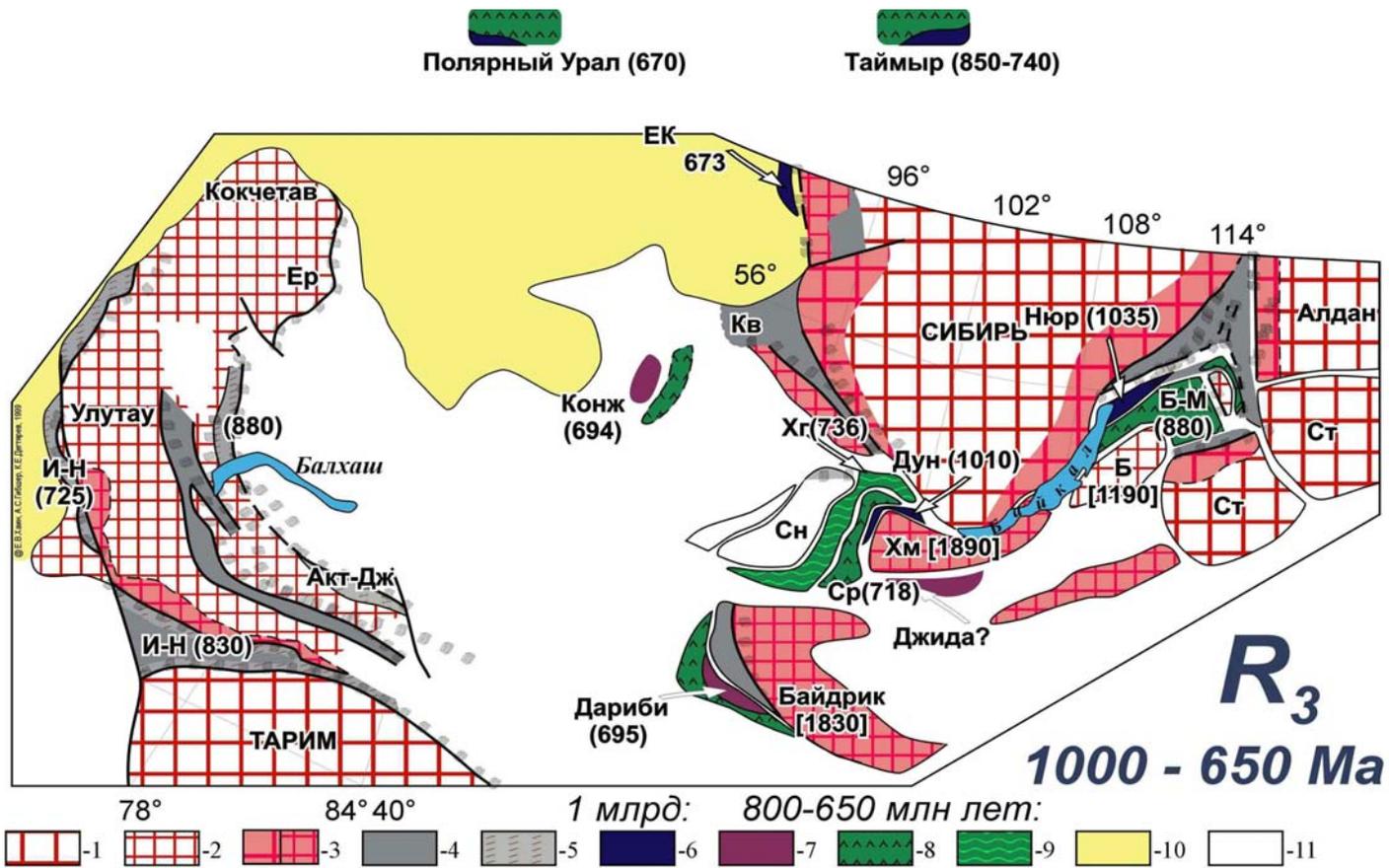
Судя по многочисленным палинспастическим реконструкциям основанным на палеомагнитных данных по рифею и раннему палеозою крупнейших континентальных массивов (Сибирский, Северо-Китайский, Восточно-Европейский и другие палеоконтиненты), Палеоазиатский океан открывался на север, сливаясь с Палеопацификой.

Палеорекострукции Центрально-Азиатского океана

Федотова, Хаин, 2002

Основные тектонические единицы Казахстанской и Сибирской окраин Палеоазиатского океана для позднерифейского времени (современные координаты)

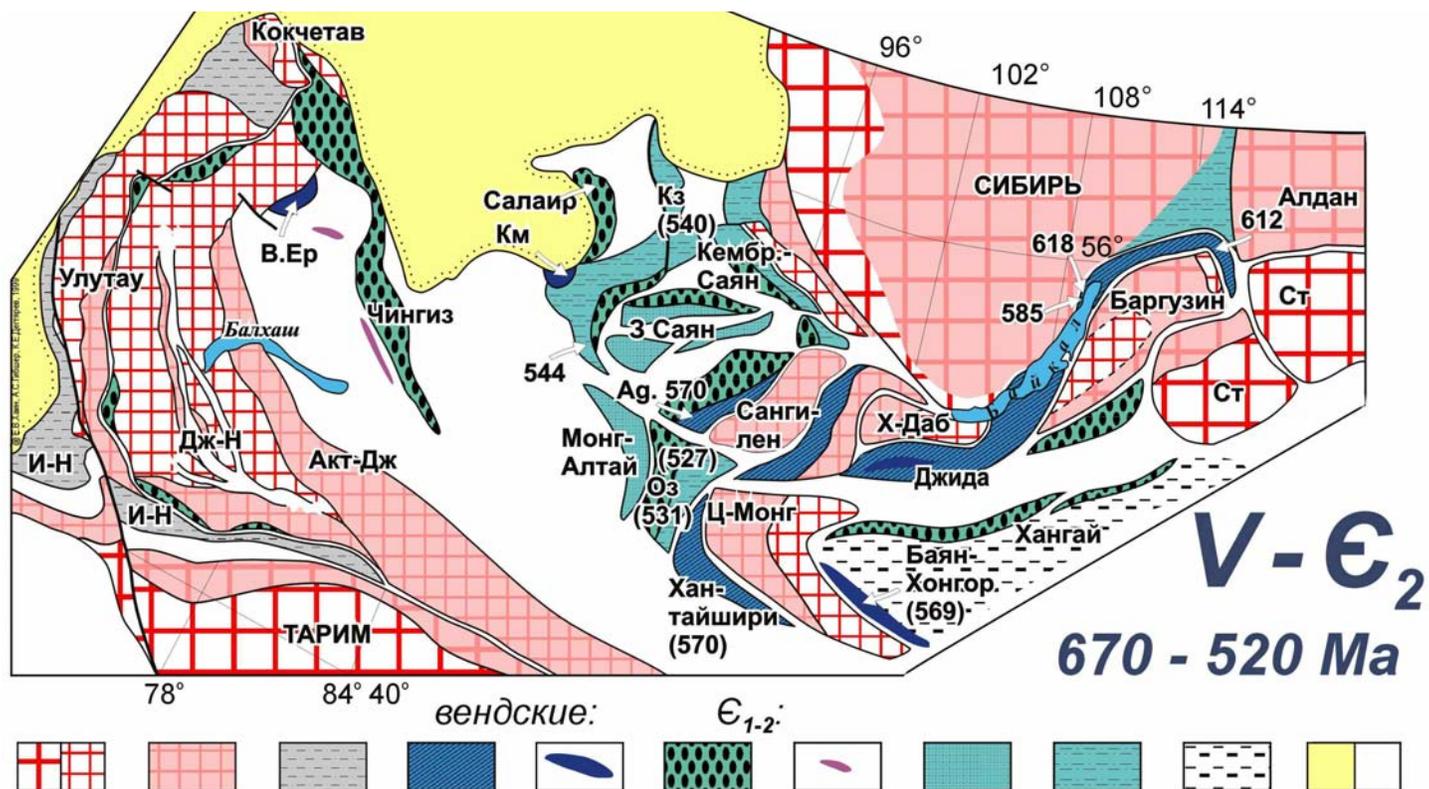
Федотова, Хаин, 2002



1 - континенты, 2 - микроконтиненты, 3 - пассивные окраины, 4 - рифты, 5 - офиолиты (1000 млн.лет), 6- офиолиты (800-650 млн.лет), 7 - островодужные комплексы (800-650 млн.лет), 8 - аккреционные комплексы (800-650 млн.лет), 9 - пострифейские комплексы

Основные тектонические единицы Казахстанской и Сибирской окраин Палеоазиатского океана в венде - среднем кембрии (современные координаты)

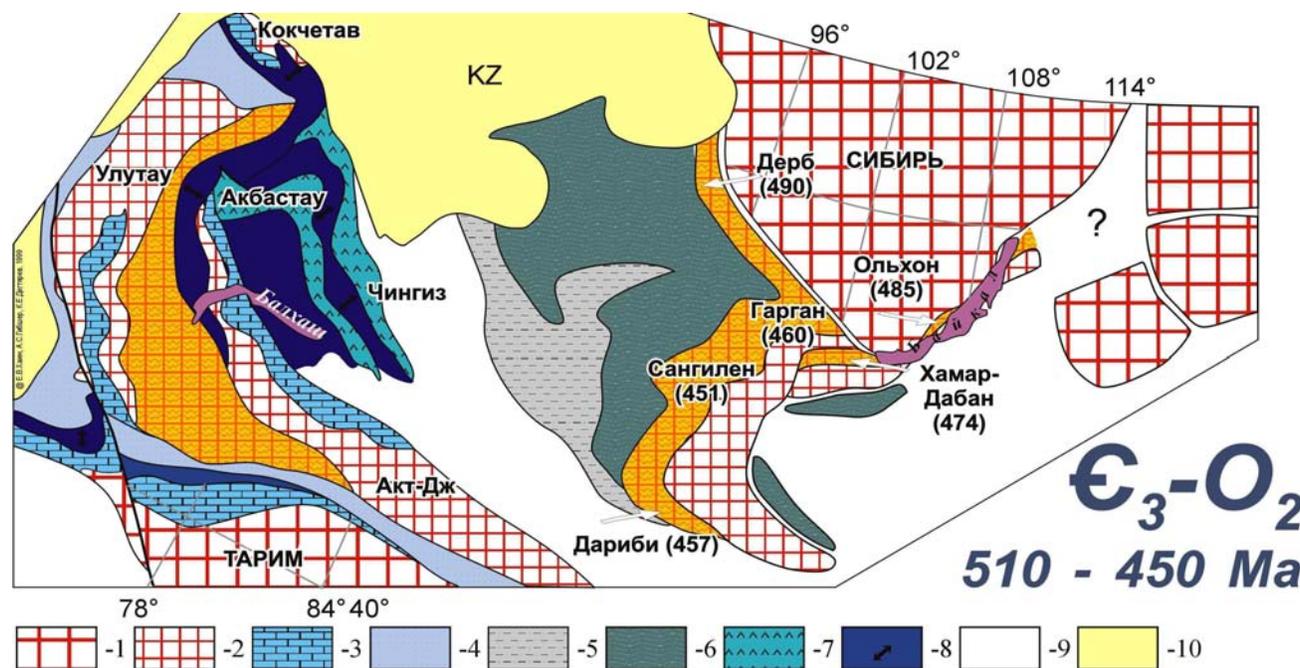
Федотова, Хаин, 2002



1 - континенты, 2 - микроконтиненты, 3 - пассивные окраины, 4 - рифтогенные комплексы, 5 - вендские вулканические дуги, 6- кембрийские вулканические дуги, 7 - офиолиты (570 млн.лет) MORB-типа, 8 - офиолиты (570 млн.лет) с бонинитами, 9 - преддуговые и окраинные бассейны, 10 - постсреднекембрийские комплексы

Основные тектонические единицы Казахской и Сибирской окраин Палеоазиатского океана в позднем кембрии-среднем ордовике (современные координаты)

Федотова, Хаин, 2002



1 - континенты, 2 - микроконтиненты, 3 - шельф, 4 - континентальный склон, 5 - области лавинной

седиментации, 6- аккреционно-субдукционные комплексы, 7 - островные дуги, 8 - окраинные и междуговые бассейны, 9 - обдукционные зоны ремобилизованным фундаментом (оранжевое), 10 - постордовикские комплексы
