

Строение Алтае-Саянского региона



Фото Завьялов В. <http://nature.baikal.ru/>

Лекция 12 (8 ноября 2006) и лекция 13 (13 ноября 2006)

Главные фазы складчатости (повторение)

- **БАЙКАЛЬСКАЯ** - венд (700 - 580 млн. лет)
- **САЛАИРСКАЯ** - средний - поздний кембрий (550 - 490 млн. лет)
- **КАЛЕДОНСКАЯ** - рубеж ордовик-силур - рубеж силур-девон (580 - 395 млн. лет)
- **ГЕРЦИНСКАЯ** - рубеж девона-карбона до границы перми и триаса (395 - 235 млн. лет)

Соотношение международной и отечественной

стратиграфических шкал для докембрия

Российская		- шкала -	Международная		
540	V	PR	Неопротерозой (Neoproterozoic)	542	
650	R ₃			Мезопротерозой (Mesoproterozoic)	1000
1000					
1350	R ₁		Палеопротерозой (Paleoproterozoic)		1600
1650	PR ₁ ²				
1900				PR ₁	
2500	PR ₁ ¹	AR	Неоархей (Neoproterozoic)	2800	
3150	AR ₂		Мезоархей (Mesoarchean)	3200	
	AR ₁		Палеоархей (Paleoarchean)	3600	
3800				Эоархей (Eoarchean)	

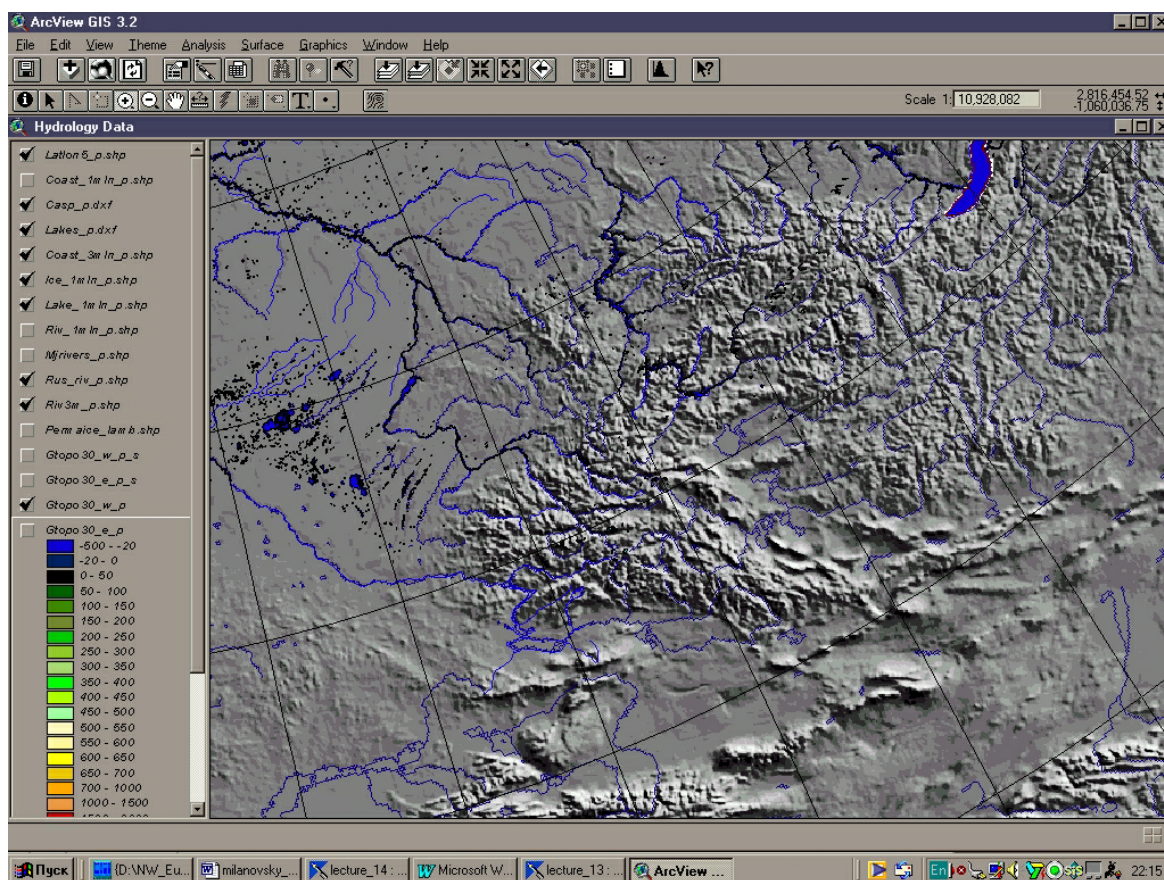
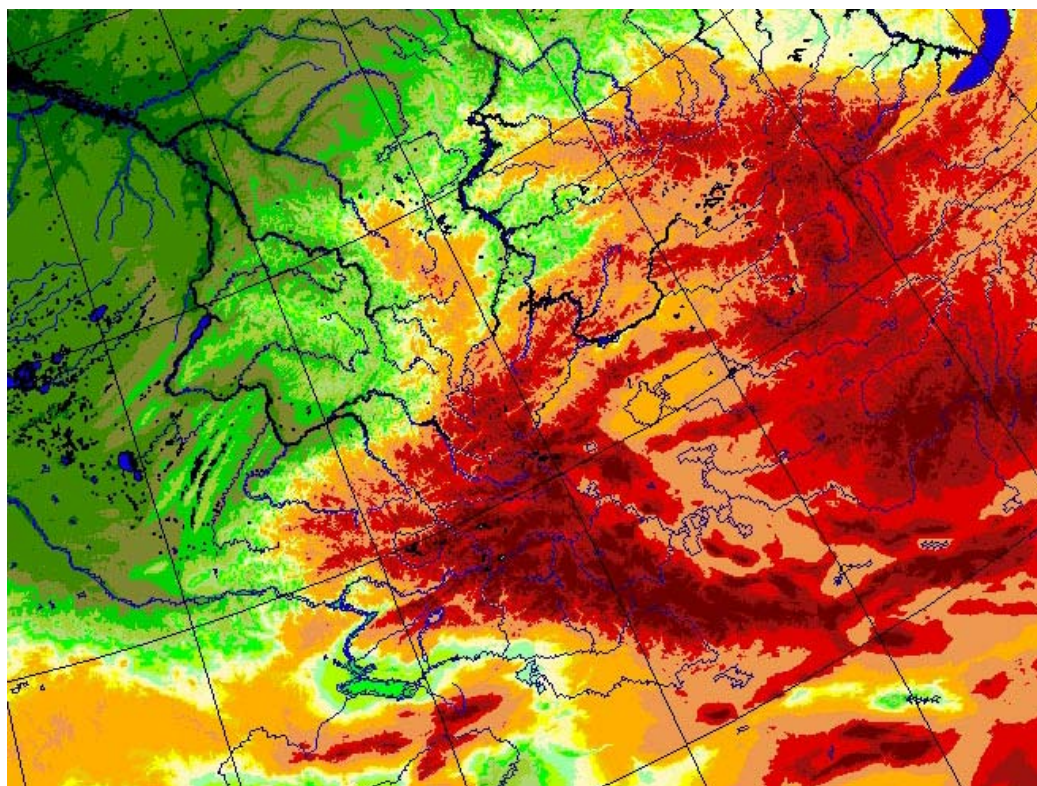
Веселовский, 2006

Рельеф

Высокогорные (до 2,5—4,5 км) хребты и нагорья на востоке и юго-востоке (Хамар-Дабан, Восточный Саян, Западный Саян, Сангиленское нагорье, Танну-Ола, Горный Алтай) и средне- и низкогорные (от 0,5 до 2 км) хребты на севере и западе (Батеневский кряж, Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаирский кряж, хребты Рудного и Южного Алтая, Калба, Саур и др.) с межгорные котловины (Северо- и Южно-Минусинские, Тоджинская, Тувинская, Убсунурская, Кузнецкая, Чуйская, Зайсанская и др.).

Эта горная область дренируется водами крупнейших рек Западной Сибири — Енисея, Оби, с ее истоками Бия и Катунь и притоком Томь, и Иртыша, вытекающего из оз. Зайсан.

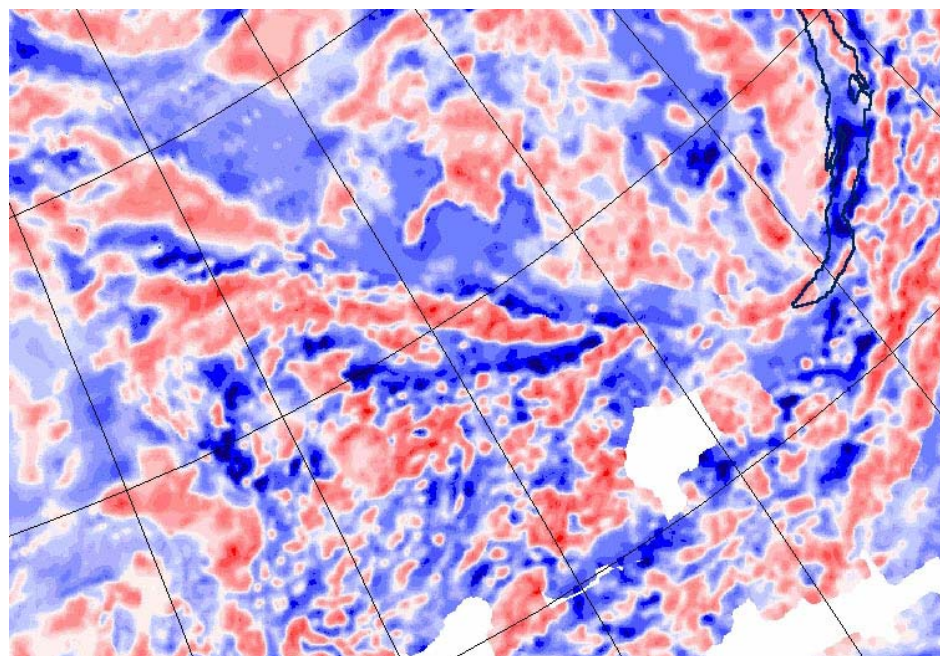
Рельеф Алтае-Саянского региона



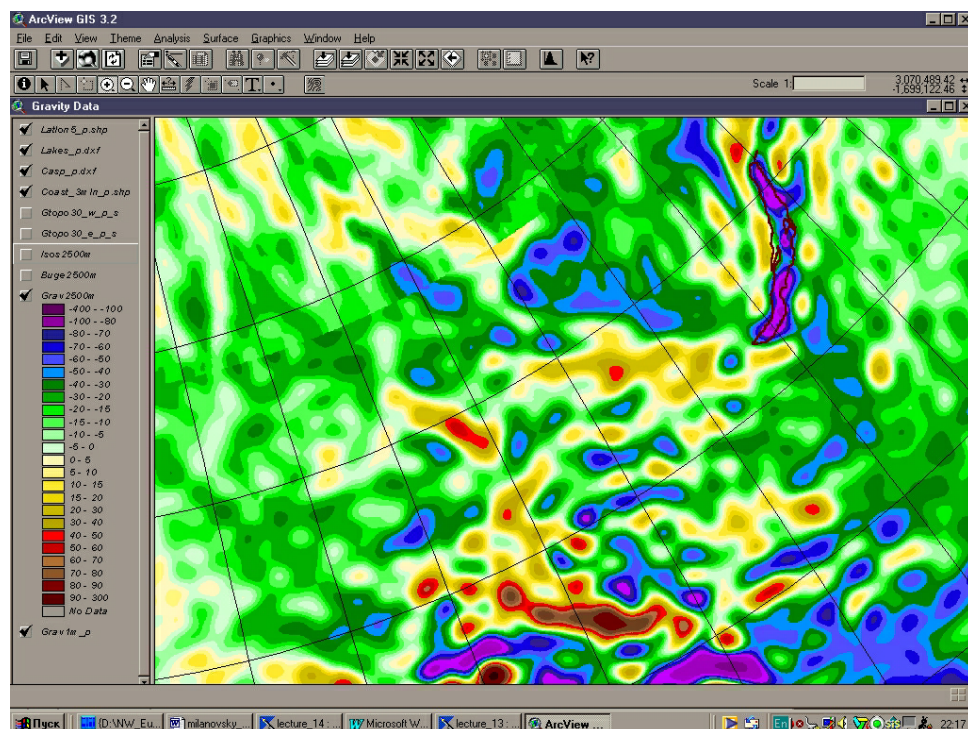
Мощность земной коры возрастает к юго-востоку от 45 до 55 км. Геотермический режим характеризуется средними величинами плотности теплового потока (от 40 до 50 мВт/м²), на фоне которых повышенными (до 55 мВт/м² и более) значениями выделяются

Кузнецкий прогиб и Минусинские впадины.

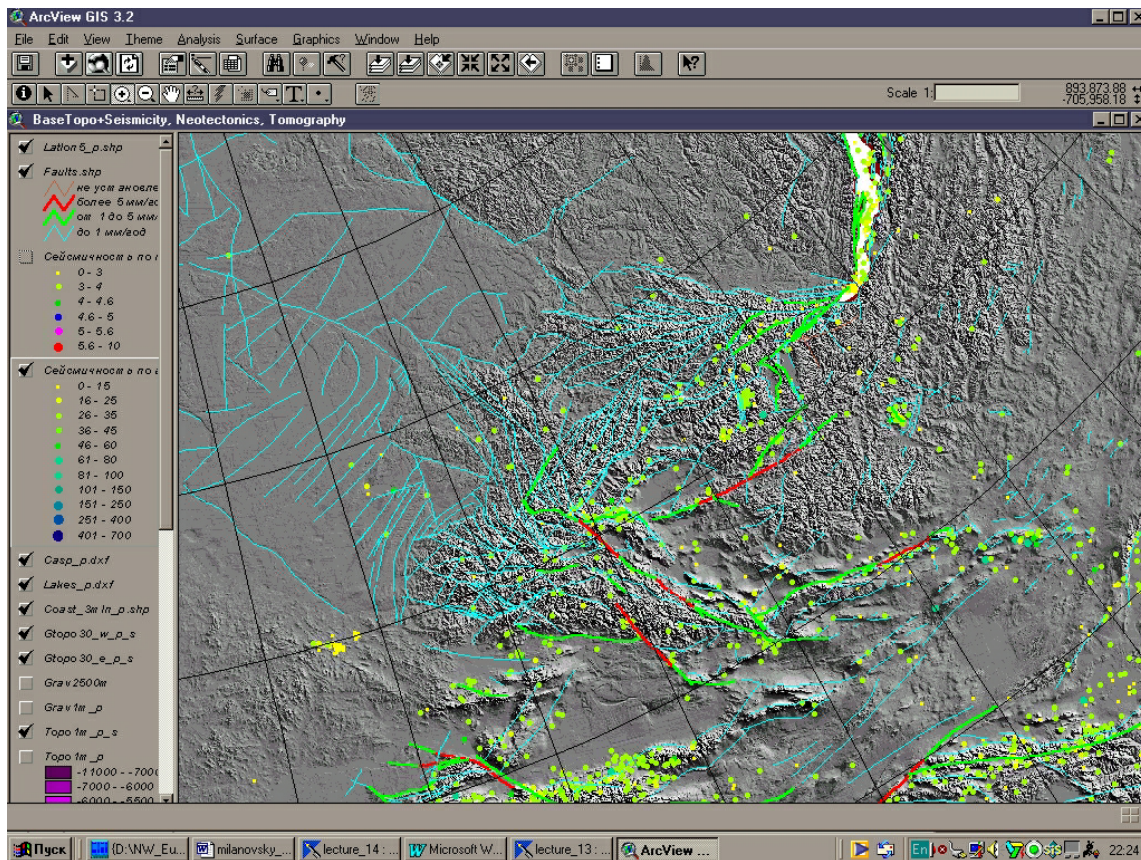
Аномальное магнитное поле



Аномалии Фая



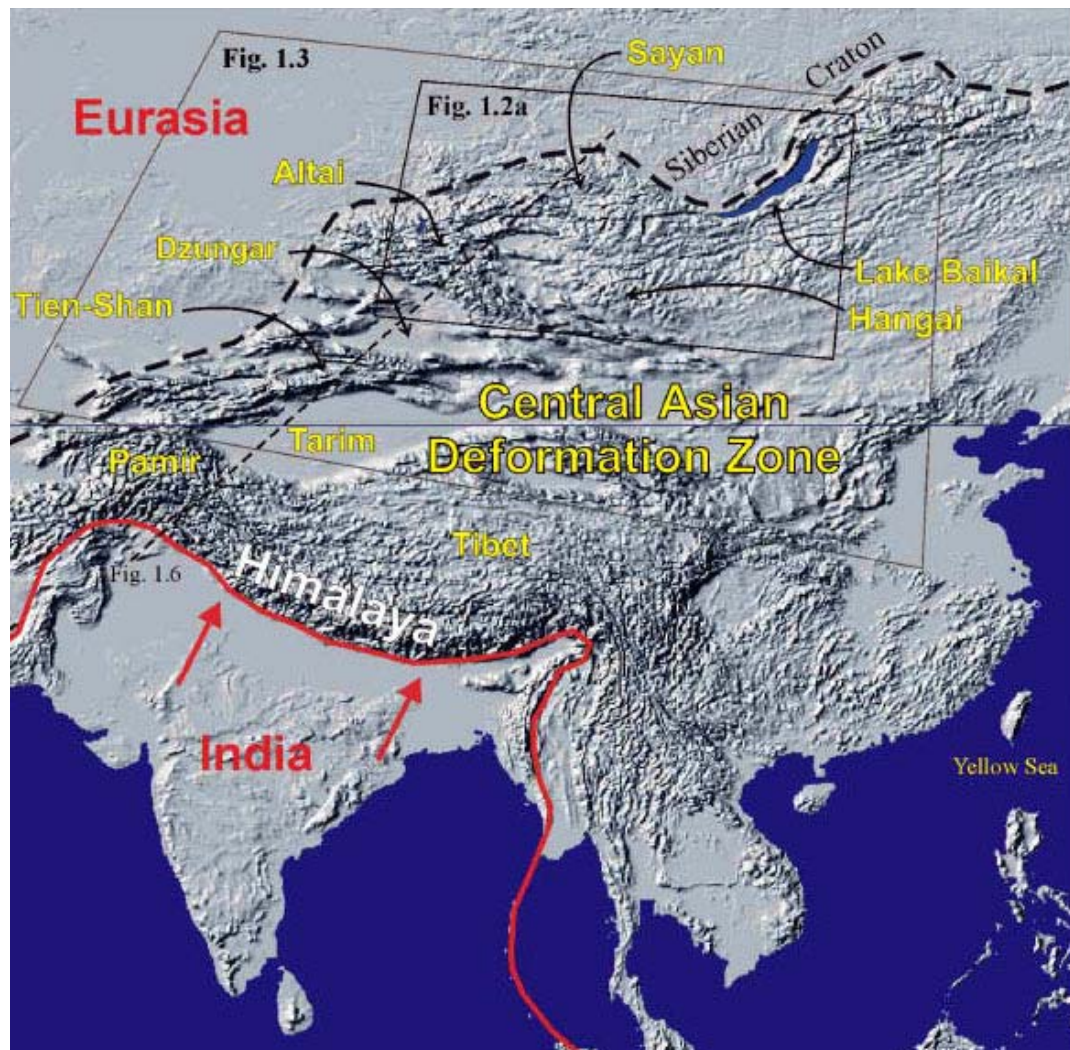
Сейсмичность и активные разломы



Границы

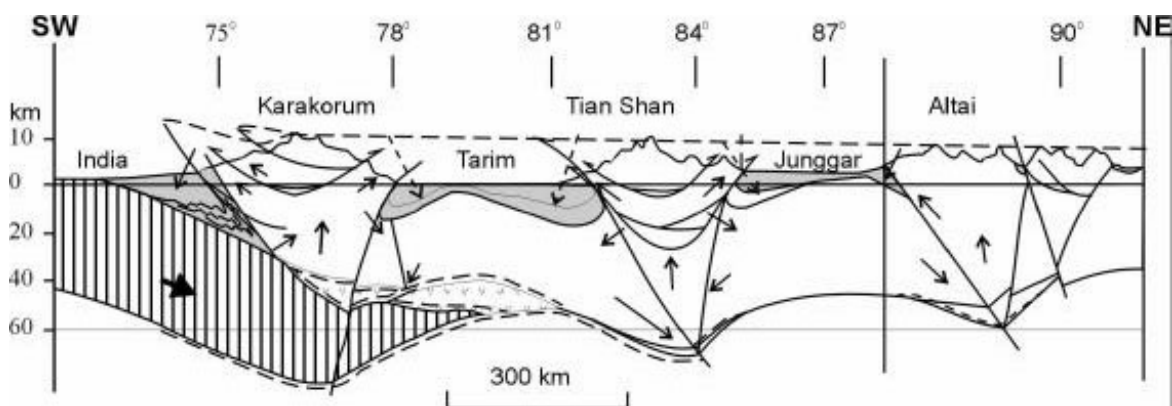
- **северо-восток** - Главный Восточно-Саянский разлом с Енисейско-Присянской областью
- **юго-западе** - Восточно-Чингизский разлом со складчатой областью Казахского нагорья.
- **северо-запад** - мезозойско- кайнозойский чехол Западно-Сибирской плиты
- **юго-восток** - выходит за границы России и располагается в пределах Монголии и Северного Китая

Положение Алтае-Саянской области в общей геодинамической картине



users.pandora.be/boris.dehandschutter

Геодинамический профиль от северо-запада Индостана до Алтая
(положение профиля - штриховая линия)



users.pandora.be/boris.dehandschutter

В Алтае-Саянской области сложно сочетаются разновозрастные складчатые сооружения

- **добайкальские** массивы
- **салаирские** (на северо-востоке),
- **каледонские** (в средней части),

- **ранне- и позднегерцинские** (на западе и юго-западе) складчатые системы самых различных простираний, а также наложенные сингерцинские впадины и прогибы.

Алтае-Саянская область подверглась в позднем кайнозое тектонической активизации и приобрела современный горный рельеф.

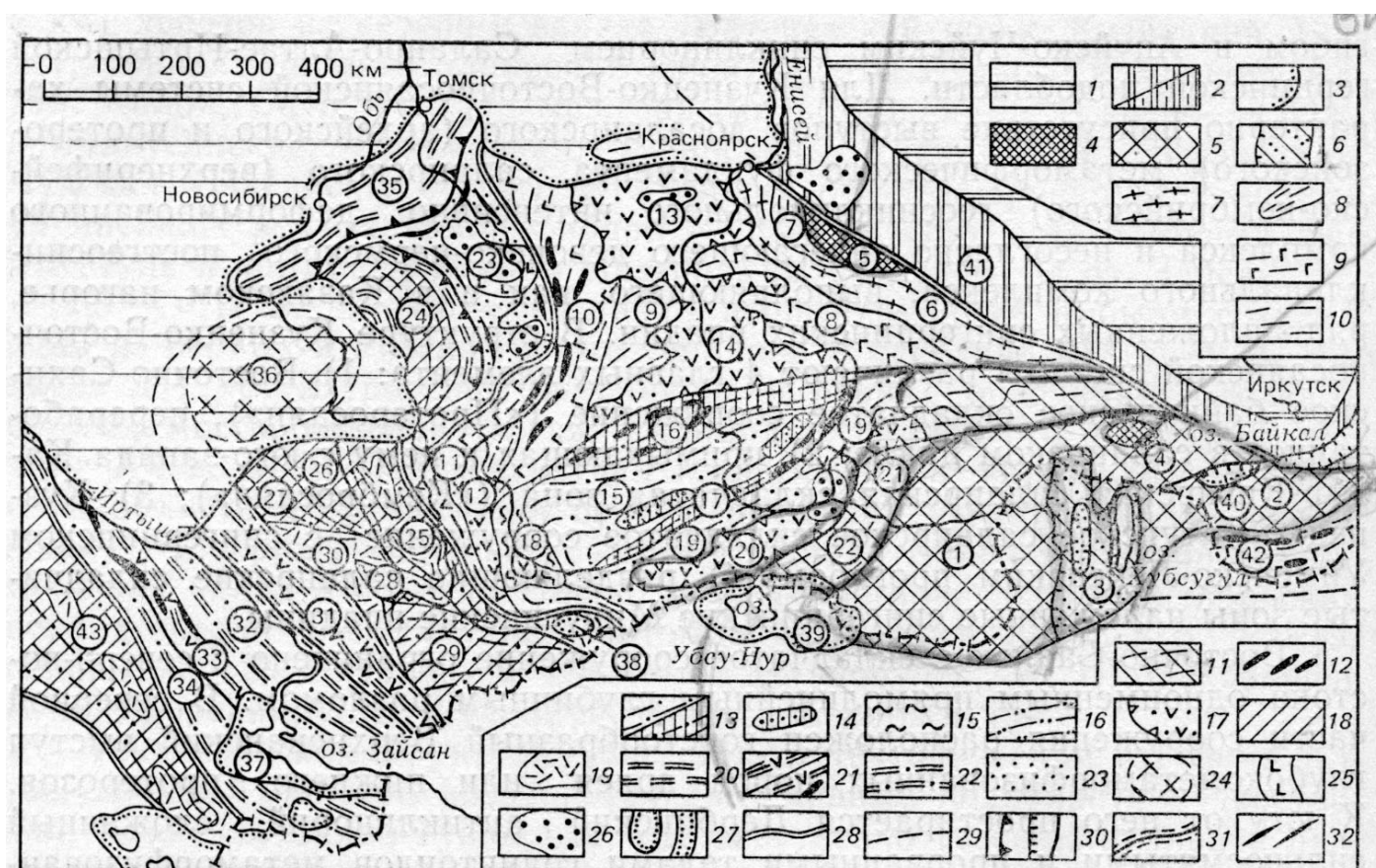
Тектоническая структура

две главные тектонические провинции

восточная, **Кузнецко-Саяно-Тувинская** - развитие складчатой структуры завершилось не позднее раннего палеозоя или силура

западная, **Салаиро-Алтае-Иртышская** - развитие складчатой структуры продолжалось в среднем, а местами, даже в позднем палеозое

Схема тектонического строения Алтае-Саянской складчатой области



Милановский, 1996

1 — Тувинско-Северомонгольский массив (Сангиленская глыба); 2 — Хамар-Дабанское поднятие; 3 — Дархат-Хубсугульская впадина; 4 — Гарганская глыба; 5 — Верхнеканская глыба; 6 — Дербинский антиклинорий; 7 — Манский прогиб; 8 — Казыр-Кизирская зона; 9 — Батеневское поднятие; 10 — антиклинорий Кузнецкого Алатау; 11 — Катунский антиклинорий; 12 — Уйменско-Лебедский синклиний; 13 — Северо-Минусинская впадина; 14 — Южно-Минусинская впадина; 15 — Западно-Саянский

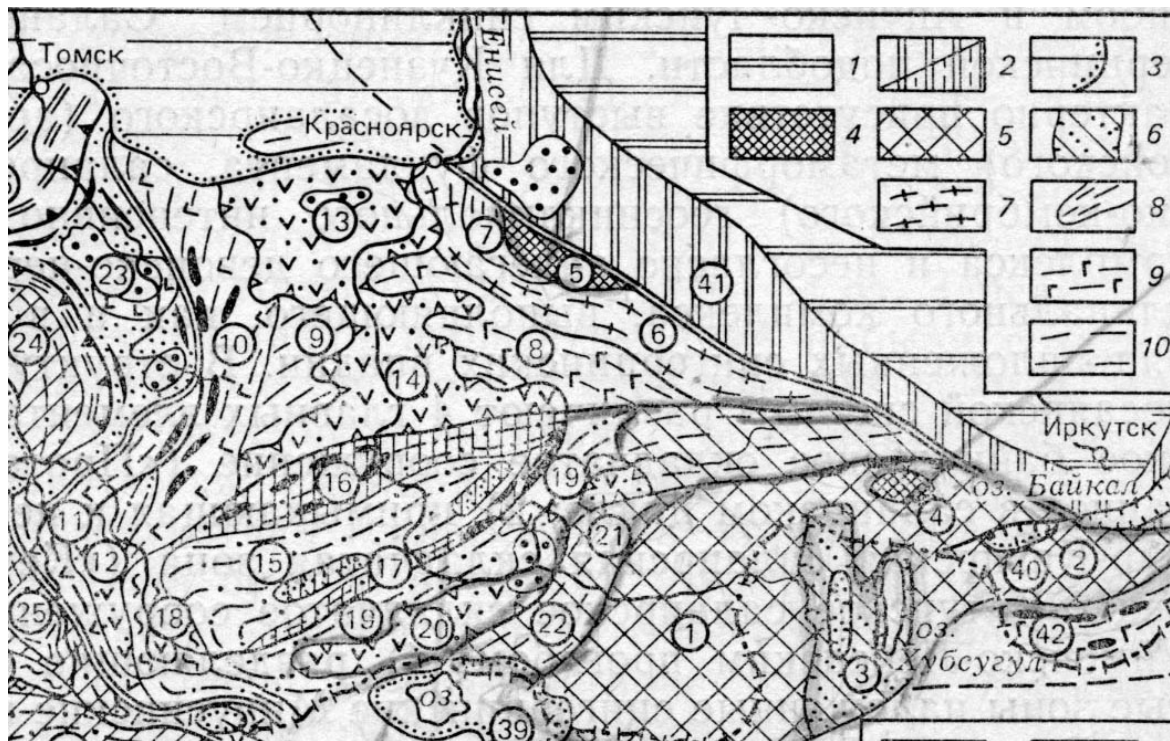
синклиний; 16 — Джебашская зона; 17 — Куртушибинская зона; 18 — Чулымшанский антиклинорий; 19 — Хемчик-Систигхемский прогиб; 20 — Тувинская впадина; 21 — Тоджинская впадина; 22 — Таннуольская салаирская зона; 23 — Кузнецкий краевой прогиб; 24 — антиклинорий Салаира; 25 — Ануйско-Чуйский синклиний; 26—30 — мегантиклинорий Горного Алтая: 26 — Талицкий антиклинорий, 27 — Чарышский синклиний, 28 — Теректинский блок, 29 — Холзунско-Чуйский антиклинорий, 30 — Коргонский грабен-синклиний; 31 — зона Рудного Алтая; 32 — Калбинская зона; 33 — Чарская зона; 34 — Жарминско-Саурская зона; 35 — Томь-Колыванская зона; 36 — Барнаульский погребенный массив; 37 — Зайсанская впадина; 38 — Чуйская впадина; 39 — Убсунурская впадина; 40 — Тункинская впадина; 41 — Присяно-Енисейская область; 42 — Джидинский синклиний; 43 — Чингиз-Тарбагатайский мегантиклинорий

I — Сибирская древняя платформа; 2 — складчатое основание Присяно-Енисейской и Байкальской областей; 3 — мезокайнозойский осадочный чехол Западно-Сибирской плиты; 4—24 — Алтае-Саянская складчатая область: 4—17 — **Кузнецко-Саянско-Тувинская салаиро-каледонская** подобласть: 4 — выступы архейского метаморфического фундамента, 5 — выступы протерозойского (доверхнерифейского) фундамента Тувино-Северомонгольского срединного массива, 6 — наложенные на него позднеерифейско-кембрийские грабенообразные (палеорифтовые) впадины, 7 — исседонско-байкальские складчатые зоны, 8 — остаточные салаирские прогибы, 9 — салаирские эвгеосинклинальные складчатые зоны, 10 — то же, миогеосинклинальные, II — салаирские складчатые зоны, наложенные на северо-западный край срединного массива, 12 — выходы позднеерифейско-вендского офиолитового комплекса в салаиридах и каледонидах и среднепалеозойского в герцинидах, 13 — каледонские геосинклинальные складчатые системы и их относительно приподнятые краевые зоны, 14 — остаточные позднесилурийско-девонские впадины в каледонидах, 15 — метаморфические комплексы неясного возраста в каледонидах, 16 — регенерированные ордовикско-силурийские (синкаледонские) прогибы в салаиридах, 17 — наложенные и унаследованные девонско-пермские (сингерцинские) впадины с вулканогенно-терригенным выполнением; 18—24 — **Салаиро-Алтайская герцинская** подобласть: 18 — зоны раннегерцинской переработки каледонского и салаиро-каледонского основания, 19 — девонские вулканогенно-терригенные комплексы в этих зонах, 20 — раннегерцинские миогеосинклинальные складчатые зоны, 21 — раннегерцинские эвгеосинклинальные складчатые зоны, 22 — позднегерцинские геосинклинальные складчатые зоны, 23 — позднегерцинские краевые прогибы, 24 — погребенный Барнаульский срединный массив; 25 — раннетриасовые траппы и терригенные отложения Кузнецкого прогиба; 26 — впадины, выполненные юрскими лимническими толщами; 27 — наложенные впадины и грабены, выполненные позднекайнозойскими континентальными толщами; 28 — границы складчатых областей и систем; 29 — погребенные под чехлом продолжения границ тектонических зон; 30 — зоны смятия и расщепления; 31 — крупные разломы взбросо-надвигового, сдвигового типа и без подразделения; 32 — складчатые структуры

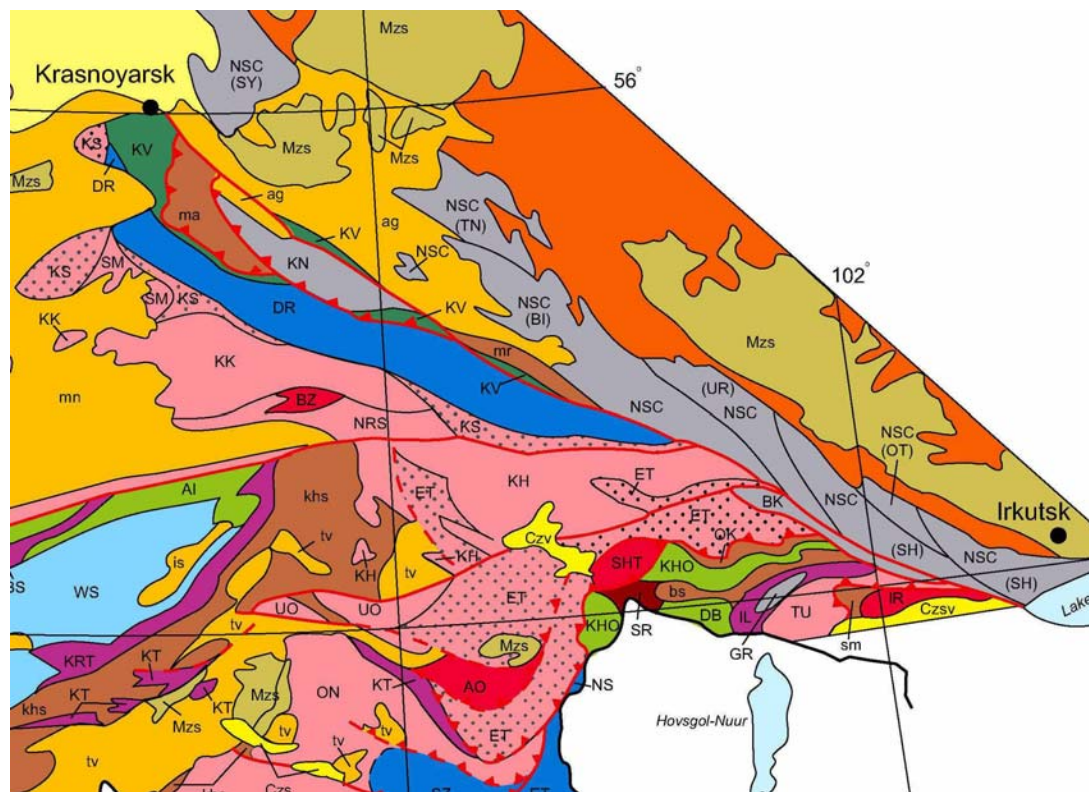
Кузнецко-Саяно-Тувинская салаиро-каледонская область

- **Тувино-Северомонгольский** массив
- **Кузнецко-Восточносаянская** салаирская складчатая система с наложенными сингерцинскими впадинами
- **Западносаянско-Тувинская** каледонская складчатая система с

унаследованными и наложенными сингерцинскими впадинами



1 — Тувино-Северомонгольский массив (Сангиленская глыба); 2 — Хамар-Дабанское поднятие; 3 — Дархат-Хубсугульская впадина; 4 — Гарганская глыба; 5 — Верхнеканская глыба; 6 — Дербинский антиклинорий; 7 — Манский прогиб; 8 — Казыр-Кизирская зона; 9 — Батеневское поднятие; 10 — антиклинорий Кузнецкого Алатау; 11 — Катунский антиклинорий; 12 — Уйменско-Лебедский синклинорий; 13 — Северо-Минусинская впадина; 14 — Южно-Минусинская впадина; 15 — Западно-Саянский синклинорий; 16 — Джебашская зона; 17 — Куртушибинская зона; 18 — Чулымшанский антиклинорий; 19 — Хемчик-Систигхемский прогиб; 20 — Тувинская впадина; 21 — Тоджинская впадина; 22 — Таннуольская салаирская зона; 23 — Кузнецкий краевой прогиб; 24 — антиклинорий Салаира; 25 — Ануйско-Чуйский синклинорий



Фундамент кратона - серый, пассивная окраина - синий, турбидиты - голубой, островные дуги - розовый, задуговые бассейны - розовый и крап, андийский тип окраин - вишневый, аккреционные призмы (турбидиты) - оливковый, аккреционные призмы (океан) - фиолетовый, аккреционные призмы - серо-зеленый, метаморфические образования - красные и малиновые тона, темно-желтое - наложенные впадины

Тувинно-Северомонгольский массив

Еще в середине 90-х годов считалось, что здесь широко развиты породы с возрастом более 800 млн. лет (рифей и древнее). Современные методы показали, что все граниты и метаморфические породы Сангилена, Хмардабана и Тувинского массива являются нижнепалеозойскими. Достоверные сведения о раннебайкальских комплексах имеются только для Гарганской глыбы. Две разных группы пород - фундамент и чехол Гарганской глыбы (древний континентальный блок) и надвинутые островодужные офиолиты (Дунжугурская дуга)

- фундамент - архей (?), нижний протерозой и, отчасти, нижний-средний рифей
- раннепалеозойские гранитоиды
- чехол — слабометаморфизованные терригенно-вулканогенные отложения верхнего рифея и карбонатные — венда и кембрия (Дархат-Хубсугульский грабенообразный прогиб)

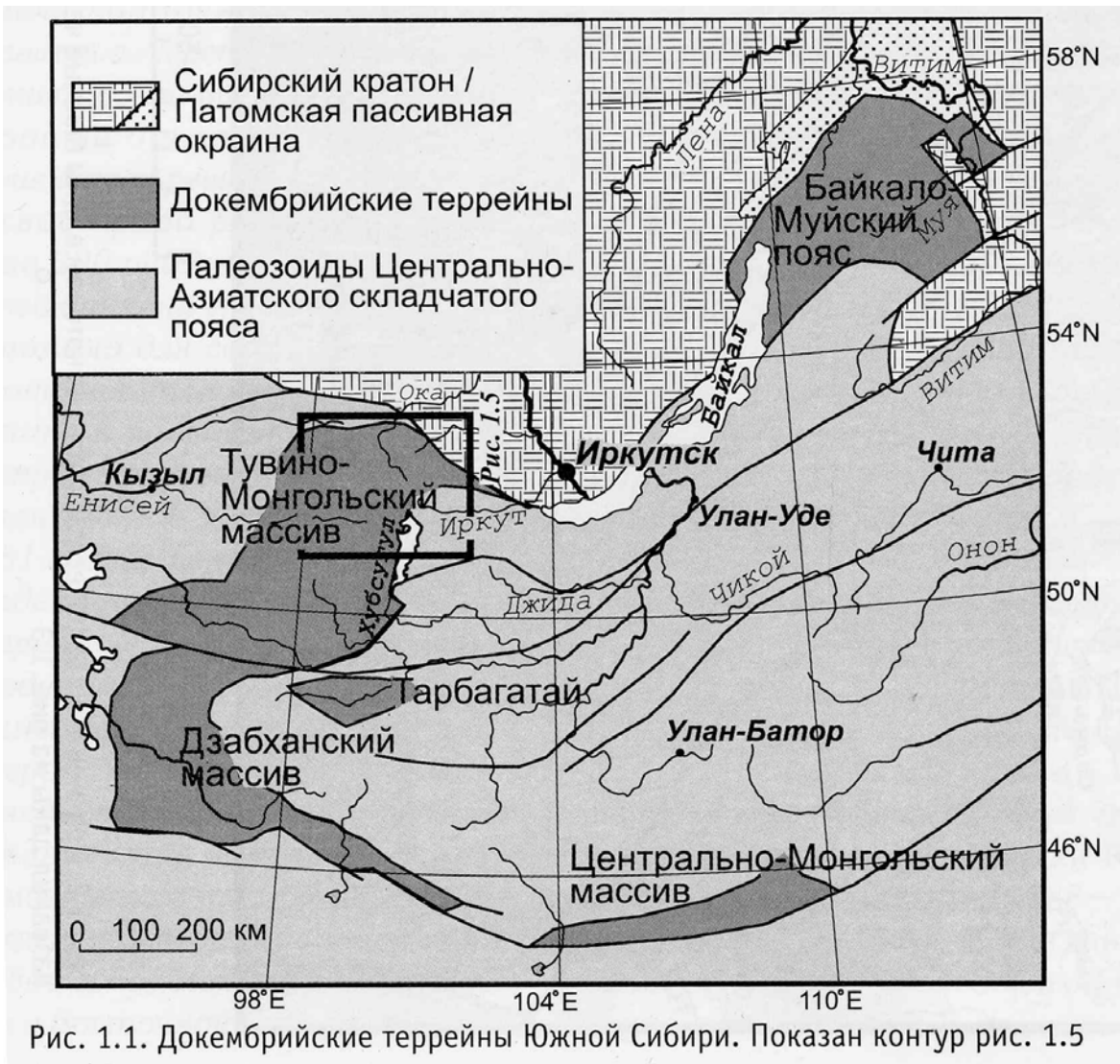


Рис. 1.1. Докембрийские террейны Южной Сибири. Показан контур рис. 1.5

Кузьмичев, 2004

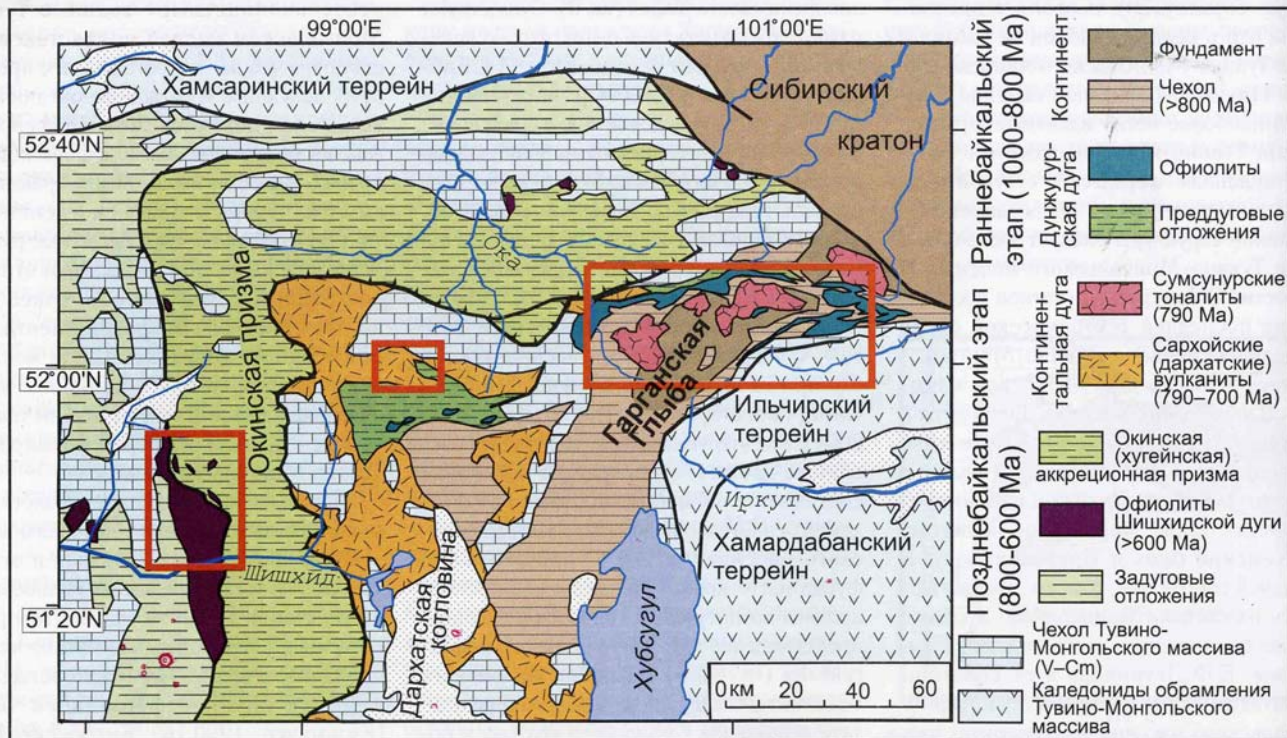


Рис. 1.5. Схема тектонической зональности северной части Тувино-Монгольского массива. Положение участка см. на рис. 1.1. Палеозойские граниты, а также неоген-четвертичные базальты и осадки не показаны. Рамки соответствуют рисункам (с востока на запад): 2.1, 6.1, 9.1

Кузьмичев, 2004

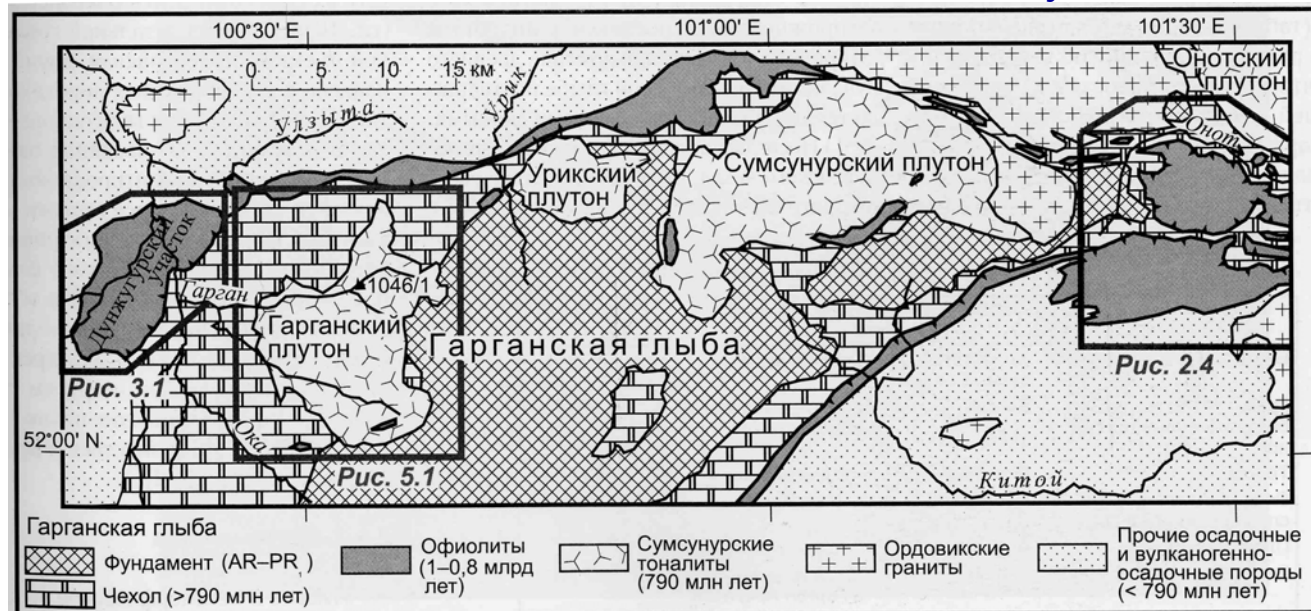
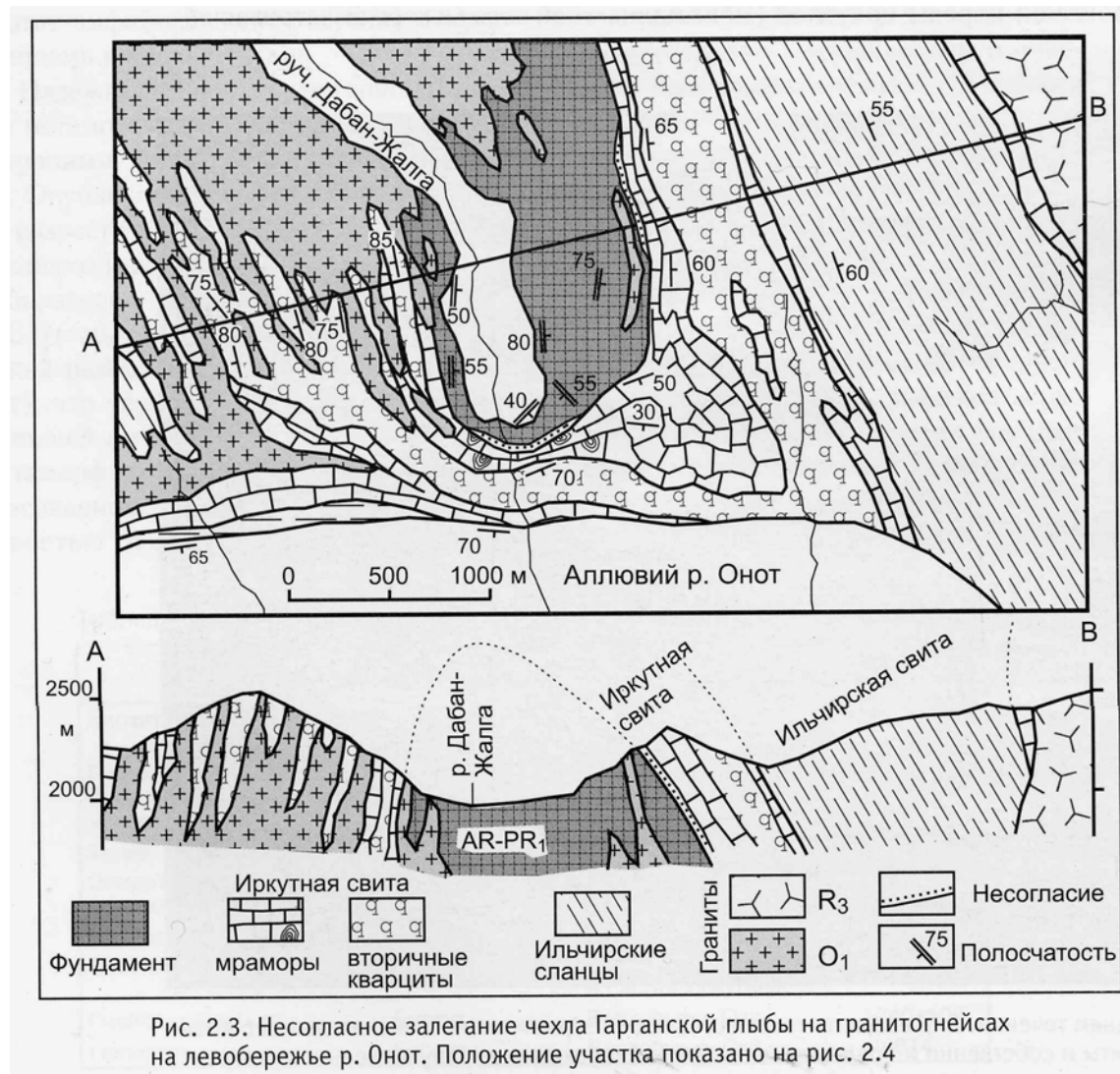


Рис. 2.1. Гарганская глыба с надвинутыми на нее офиолитовыми покровами. Схема составлена по материалам Государственных геологических съемок. Рамки соответствуют рисункам (с востока на запад): рис. 2.4, 5.1, 3.1

Кузьмичев, 2004



Кузьмичев, 2004

Метаморфические породы Гарганской свиты (плагинейсы, гранатовые, амфиболовые, клинопироксеновые кристаллические сланцы) раннедокембрийского возраста несогласно, с базальными конгломератами в основании, перекрыты мраморами и кварцитами иркутской свиты (верхний рифей). Выше находятся черные сланцы ильчирской свиты (верхний рифей)

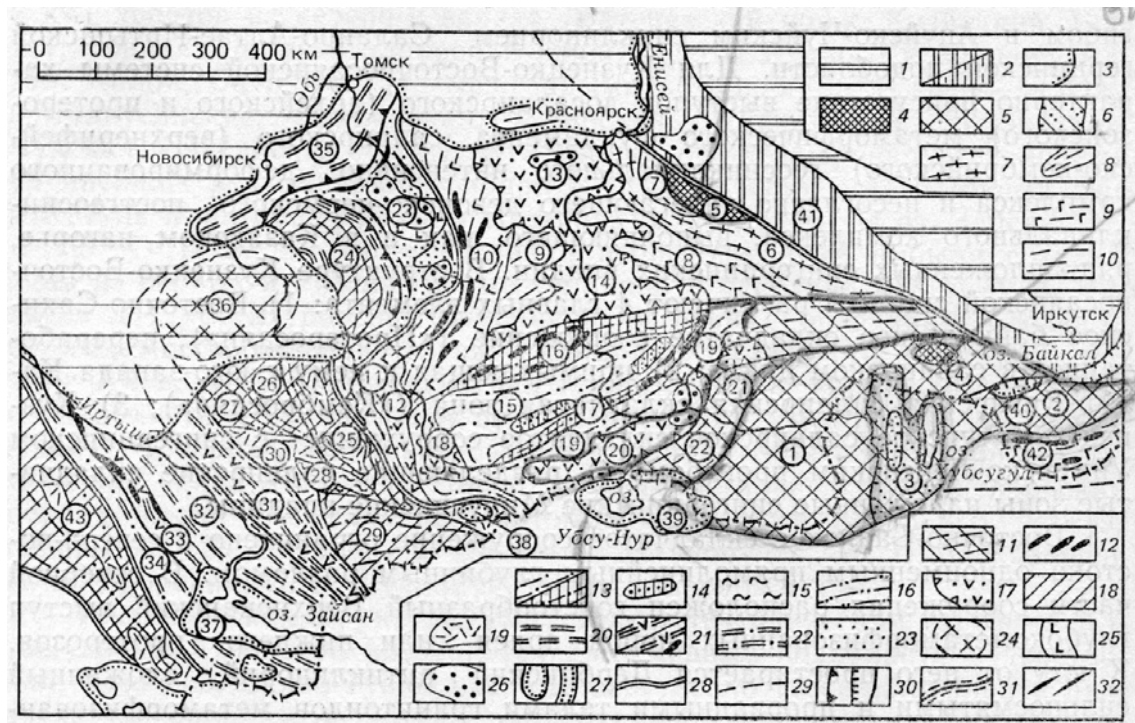
Кварциты иркутской свиты - месторождения особо чистого гранулированного кварца

Кузнецко-Восточноаянская салаирская складчатая система

характерно - присутствие выступов досалаирского (архейского и протерозойского) метаморфического фундамента, салаирского (верхнерифейско-кембрийского) интенсивно деформированного комплекса и несогласно залегающего девонско-пермского комплекса, выполняющего ряд наложенных сингерцинских впадин.

4 главных элемента:

- **Восточно-Саянское байкальское складчатое сооружение («Протеросаян»)**, переработанное в салаирском цикле;
- **Казыр-Кизирская салаирская складчатая зона («Кембросаян»);**
- **Кузнецко-Катунское салаирское складчатое сооружение с сингерцинском Уйменско-Лебедским прогибом;**
- **разделяющие салаирские складчатые зоны наложенные сингерцинские Минусинские впадины**



Милановский, 1996

5— Верхнеканская глыба; 6 — Дербинский антиклинорий; 7 — Манский прогиб; 8 — Казыр-Кизирская зона; 9 — Батеневское поднятие; 10 — антиклинорий Кузнецкого Алатау; 11 — Катунский антиклинорий; 12 — Уйменско-Лебедский синклиний; 13 — Северо-Минусинская впадина; 14 — Южно-Минусинская впадина; 15 — Западно-Саянский синклиний; 16 — Джебашская зона; 17 — Куртушибинская зона; 18 — Чулымшанский антиклинорий; 19 — Хемчик-Систигхемский прогиб; 20 — Тувинская впадина; 21 — Тоджинская впадина; 22 — Таннуольская салаирская зона; 23 — Кузнецкий краевой прогиб; 24 — антиклинорий Салаира

Восточно-Саянское складчатое сооружение

ограничено с северо-востока одноименным прямолинейным глубинным разломом.

Верхнеканская зона

архей или нижний протерозой (?) - биотитовые и амфиболовые гнейсы, амфиболиты и кристаллические сланцы с реликтами парагенезов гранулитовой фации

Дербинская зона

- **нижний — низы верхнего протерозоя** - вулканогенно-осадочные образования,

метаморфизованные в амфиболитовой фации (орто - и парагнейсы, кристаллические сланцы, мраморы и др.) (6000—8000 м)

- **сильно смяты**
- **гранитоиды**
- **нижний-средний рифей** - метапесчаники, кварциты, филлиты, железистокремнистые сланцы, мраморизованные известняки, порфиритоиды и порфириоиды; метаморфизованны в зеленосланцевой фации
- **сильно смяты до позднего рифея (исседонская эпоха)**
- **гранитоиды**
- **Формирование складчатой структуры - началось в исседонскую и завершилось в салаирскую эпоху**

Манская зона

- **венд** - красноцветная молассоидная толща
- **нижний - средний кембрий** - карбонатная толща. Общая мощность - до 5000 м
- **смяты в брахиморфные, коробчатые складки**

Казыр-Кизирская складчатая зона

- **венд—средний кембрий** - формационно изменчивые вулканогенно-кремнистые и карбонатные образования
- **интенсивно сжаты в субширотные складки, осложнены многочисленными надвигами**
- **батолиты кембрийских гранитоидов**
- **девон- спилиты**

Кузнецко-Катунское салаирское складчатое сооружение

- **дорифейское основание** - западный фланг сооружения
- **верхний рифей-венд** - офиолитовая ассоциация
- **венд - нижний-средний кембрий** - латерально-изменчивые кремнисто-вулканогенные и осадочные толщи
- **несколько генераций раннепалеозойских гранитоидов**
- **девонские щелочные массивы**

Уйменско-Лебедская зона

- **ордовик и силур** - молассоидные толщи
- **девон** - трансгрессивно - терригенно-вулканогенными образованиями

Северо-Минусинская и Южно-Минусинская (Абаканская) сингерцинские впадины

полуразделены поднятием Батеневского кряжа

- **девон** - очень мощные континентальные вулканогенные и терригенные образования

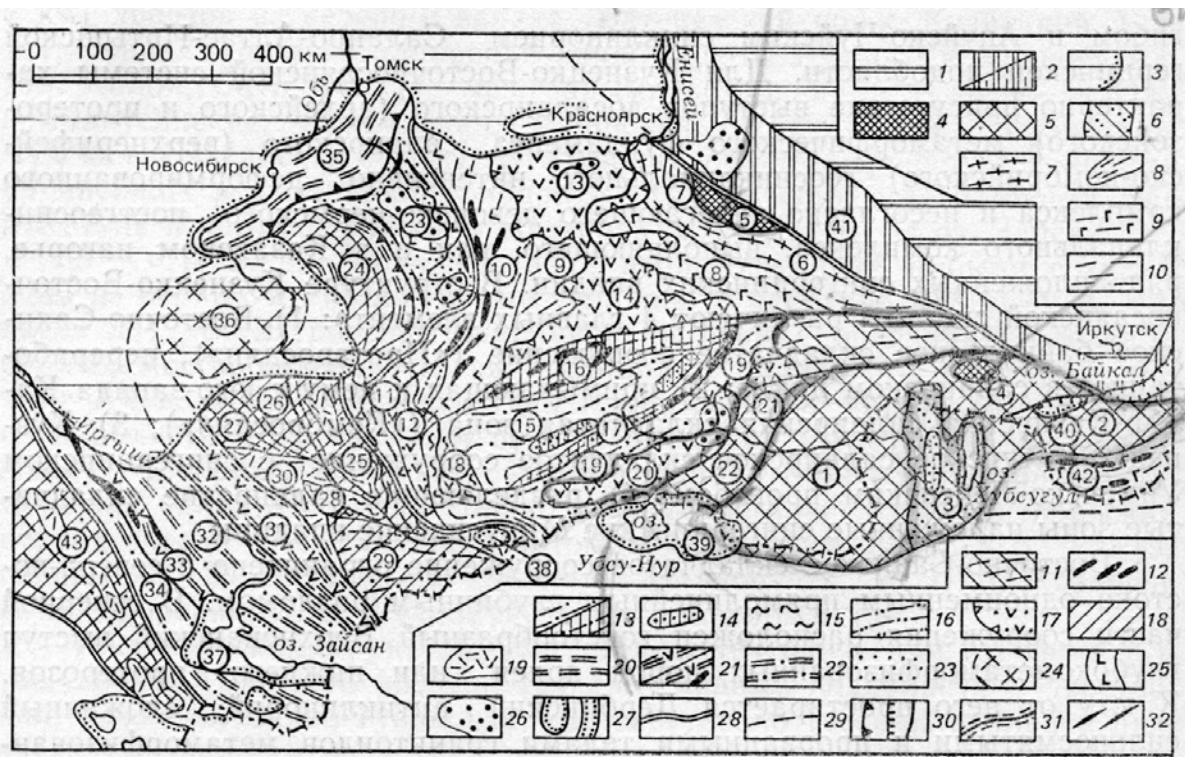
Конгломераты Минусинских котловин



фото Диденко А.Н., 2004 г.

- **карбон и пермь** - менее мощными существенно терригенными отложениями
- **смяты** в брахиморфные, сундучные и гребневидные складки

Западно-Саянское каледонское складчатое сооружение



Милановский, 1996

15 — Западно-Саянский синклиорий; 16 — Джебашская зона; 17 - Куртушибинская зона; 18 — Чулымшанский антиклинорий; 19 — Хемчик-Систигхемский прогиб; 20 — Тувинская впадина; 21 — Тоджинская впадина; 22 — Таннуольская зона; 39 — Убсунурская впадина

на коре океанического типа в позднем рифее — венде и развивавшегося до середины силура.

Джебашское поднятие на севере
Куртушубинское поднятие на юге

Сложены

- **венд — средний кембрий** - вулканогенно-кремнистые образования и
- **верхний рифей-венд** - офиолитовая ассоциация
- **Покровно-складчатая структура**

Западно-Саянская синклиорная зона выполнена мощным флишеидным терригенным комплексом **верхнего кембрия — нижнего силура**, смятым в линейные складки в середине силура

в нескольких наложенных грабенообразных впадинах присутствуют пестроцветные молассы и наземные вулканы **верхнего силура, девона и нижнего карбона**.

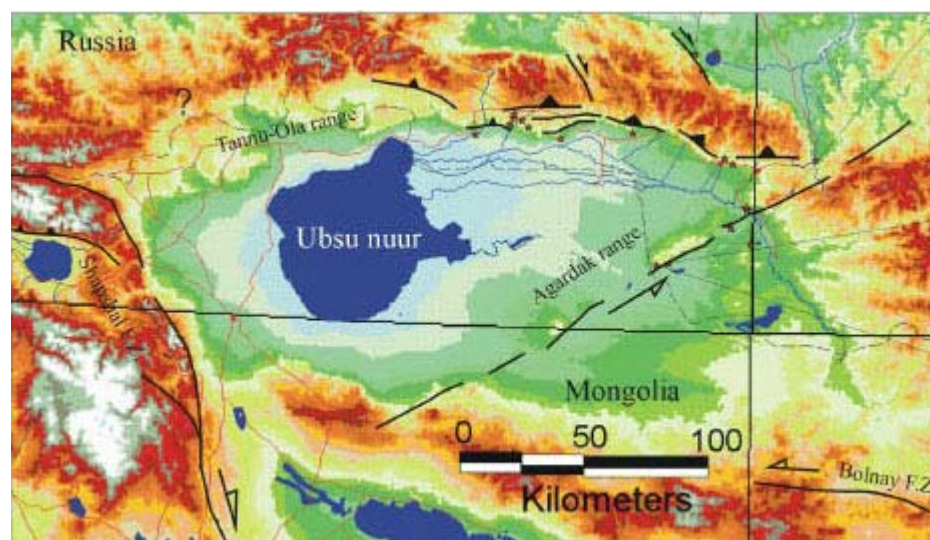
Крупные тела силурийских и девонских **гранитоидов**

Таннуольская салаирская складчатая зона

- **доверхнерифейский метаморфический фундамент**
- **верхний рифей — средний кембрий** - несогласно осадочные и вулканогенные

- толщи, складки перед позднем кембрием
- **батолит салаирских гранитоидов**
- **девон - ряд мелких впадин (Тоджинская и др.), выполненных наземными вулканитами и красноцветными молассами**

Соотношение Таннуольской зоны с Убсунурской впадиной





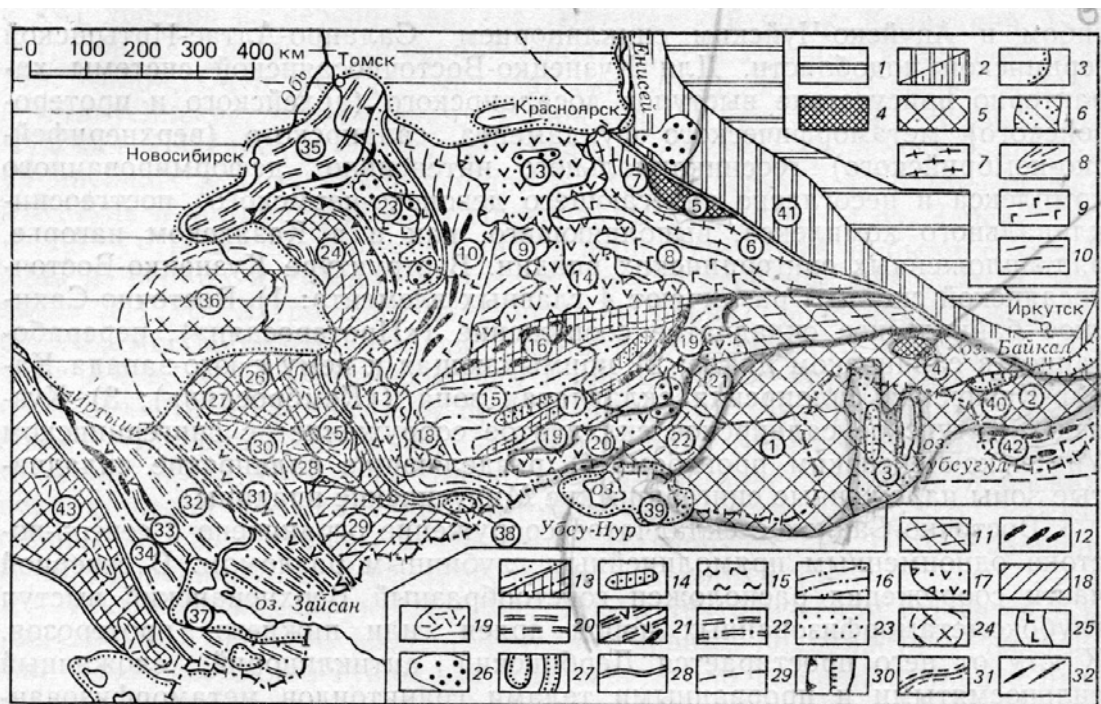
Тувинский (или Хемчик-Систегемский) прогиб

- **верхний кембрий, ордовик и силур** - мощные терригенные отложения
- **девон** - несколько мелких наложенных впадин

Тувинская герцинская впадина

- **нижний девон—эйфель** - мощные толщи континентальных эффузивно-терригенных образований
- **живет** — **нижний-верхний девон** - терригенные толщи
- **карбон**- туфогенно-терригенные образования
- **пермь или триас** - простая брахискладчатая структура
- **юра** - угленосные отложения (Кызыльская впадина) залегают на породах карбона и девона с резким несогласием.

Салаиро-Алтае-Иртышская герцинская область



Милановский, 1996

23 — Кузнецкий краевой прогиб; 24 — антиклинорий Салаира; 25 — Ануйско-Чуйский синклинорий; 26—30 — мегантиклинорий Горного Алтая: 26 — Талицкий антиклинорий, 27 — Чарышский синклинорий, 28 — Теректинский блок, 29 — Холзунско-Чуйский антиклинорий, 30 — Коргонский грабен-синклинорий; 31 — зона Рудного Алтая; 32 — Калбинская зона; 33 — Чарская зона; 34 — Жарминско-Саурская зона; 35 — Томь-Колыванская зона; 36 — Барнаульский погребенный массив; 37 — Зайсанская впадина; 38 — Чуйская впадина;

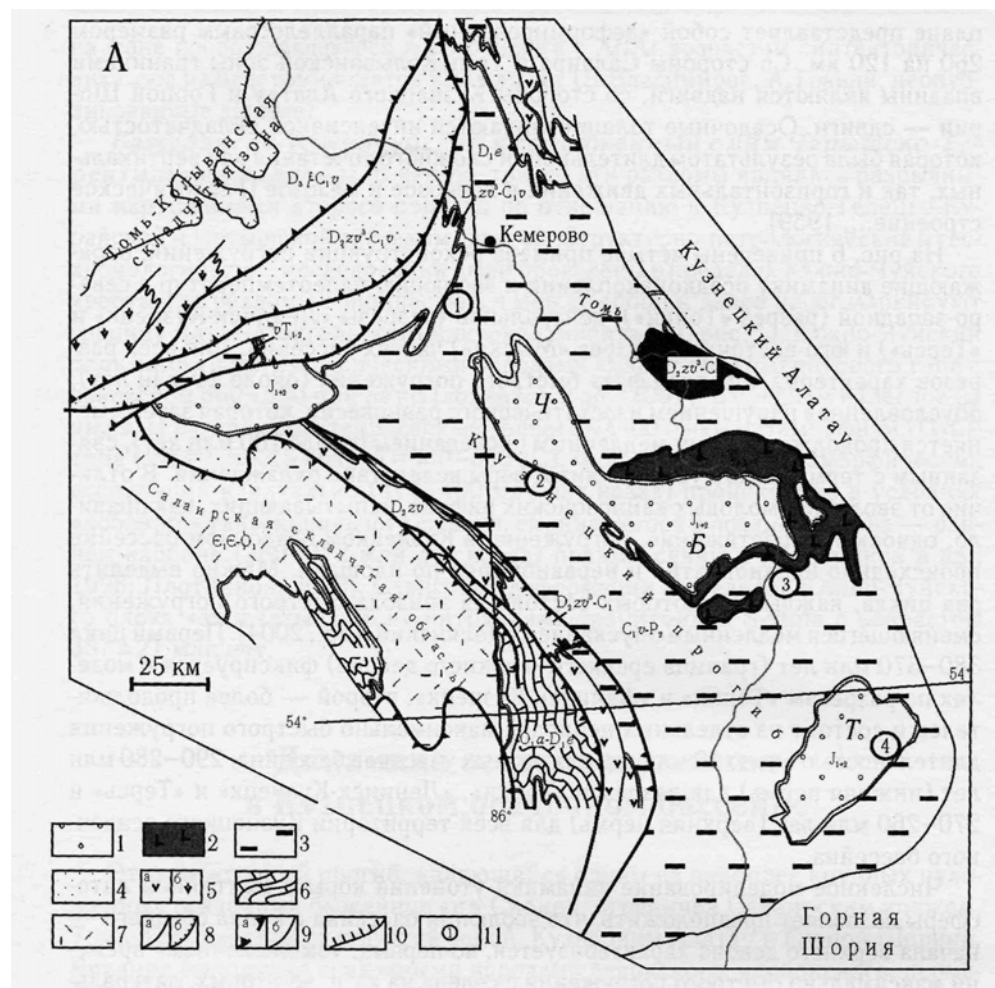
- **Кузнецкий прогиб**
- **Салаиро-Ануйско-Чуйская складчатая система** (салаиро-каледоно-раннегерцинская)
- каледоно-раннегерцинская складчатая система Горного Алтая;
- **Иртыш-Зайсанская** герцинская складчатая система — с Рудноалтайской раннегерцинской и Зайсанской позднегерцинской мегазонами;
- **Томь-Колыванскую** герцинскую складчатую зону, обнаженный фрагмент восточной из ветвей, на которые Иртышская система разделяется под чехлом Западно-Сибирской плиты.

Кузнецкий прогиб (Кузнецкий бассейн)

- **Структура** - вблизи надвинутых с запада и севера герцинид Салаира и Томь-Колыванской зоны - сильно сжатые дугообразные складки, осложненные взбросами и надвигами, а в центральной и восточной его частях - пологие гребневидные брахискладки.
- В основании прогиба - докембрийский метаморфический фундамент (??)
- Максимальные мощности осадков 9000 - 11000 м

Геологическая схема Кузнецкого прогиба

Шокальский и др., 2000



Владимиров и др., 2005

1 - юрские впадины (Ч - Чусовитинская, Б - Бунгарапская, Т - Тутуясская), 2 - трапповый трахибазальтовый комплекс, 3 - верхнепалеозойские терригенные угленосные отложения, 4 - девон-нижнекаменноугольные известняки и терригенные породы (в основном), 5 - средне-верхнепалеозойские вулканиты известково-щелочной и субщелочной серий, 6 - нижнеордовикские-нижнедевонские терригенно-карбонатные шельфовые осадки, 7 - кембрий-нижнеордовикские вулканиты толеитовой и известково-щелочной серий, 8 - согласные и несогласные границы стратиграфических подразделений, 9 - надвиги и сдвиги, 10 - границы мезозойских и кайнозойских депрессий

- **девон** - вулканогенно-терригенными (на востоке) и терригенно-карбонатные образования (на западе)
- **нижний карбон** - мелководно-морская толща известняков и мергелей с подчиненными терригенными отложениями (0,5—1 км)
- **верхи нижнего карбона- верхняя пермь** - лимнопаралический терригенный угленосный комплекс (5—8 км) - несколько серий песчано-алеврито-глинистых сероцветных угленосных отложений, заключающих более 80 угольных пластов мощностью до 10—20 м, которые разделены безугольными свитами
- **обстановки накопления**— от пролювиальных и аллювиально-дельтовых до болотных, озерных до мелководно-морских
- **нижний триас** - согласно - безугольная континентальная терригенная толща (до 0,7 км). Она вмещает мощные силлы и дайки базальтов (два этапа формирования траппов - ранняя пермь и рубеж перми и триаса)
- **Основные деформации** - после раннего триаса, но до юры, т. е. являются

позднегерцинскими или, может быть, раннекиммерийскими

Складчато-надвиговое сооружение Салаирского кряжа

- довенд (?) - метаморфические образования
- венд-средний кембрий - офиолиты и спилит-кератофировая формация
- салаирская фаза
- верхний кембрий—ордовик- несогласно - терригенная флишоидная толща
- силур
- нижний девон - известняки
- средний девон - терригенно-карбонатные отложения с горизонтами бокситов, основных и средних вулканитов
- верхний девон - песчано-глинистые черносланцевые толщи (3—7 км)
- нижний карбон - терригенно-карбонатные толщи (аргиллиты и известняки)
- линейные складки, осложненные надвигами и в целом надвинуты в самом начале мезозоя на Кузнецкий краевой прогиб
- Сравнительно небольшую роль играют каледонские и герцинские диориты и гранитоиды

Томь-Колыванская складчатая зона

- средний девон — нижний карбон - карбонатно-терригенные отложения
- в конце палеозоя - линейные складки
- надвинута по пологому Томскому надвигу на северную часть Кузнецкого краевого прогиба
- гранитоиды
- средний девон - несогласно - вулканогенные толщи;
- верхний девон - терригенно-карбонатные отложения
- карбон и в значительно меньшей мере пермь и нижний триас в салаиро-каледонской Кузнецко-Саяно-Тувинской подобласти приурочены к сингерцинским наложенным и унаследованным впадинам, а в герцинской Салаиро-Алтае-Иртышской — к завершавшим свое развитие герцинским прогибам и Кузнецкому краевому прогибу. Томь-Колыванской зоне, где он представлен флишоидными песчано-сланцевыми отложениями.
- позднепалеозойские гранитоиды

Ануйско-Чуйский синклиорий

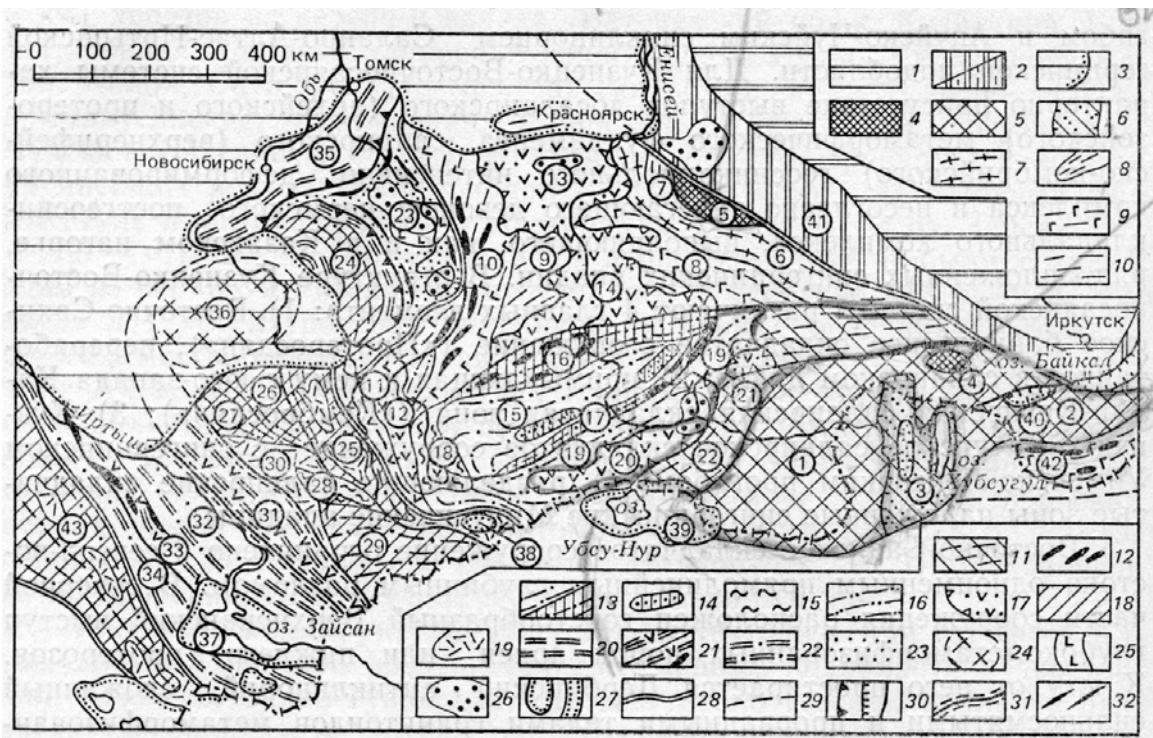
- верхний кембрий — нижний ордовик -терригенные флишоидные отложения
- средний ордовик - силур - терригенно-карбонатными отложения каледонские деформации - узкие линейные складки
- средний - верхний девон — мощные вулканогенные, черносланцевые и молассоидные толщи
- брахиморфные складки
- каменноугольные гранитоиды
- Чуйская впадина - неоген-четвертичные континентальные отложения

Горный Алтай

представляет собой каледонское сооружение, испытавшее в начале герцинского цикла регенерацию

- **верхний докембрий (?)** - сложнодислоцированные метаморфические образования (Теректинский горст)
- **венд — средний кембрий** - вулканогенно-кремнисто-терригенные толщи
- **верхний кембрий — нижний силур** - терригенные толщи
- **верхний силур** - пестроцветные грубообломочные отложения (отдельные наложенные прогибы)
- **силур — начало девона** - складчатая структура (Холзунско-Чуйский антиклинорий со складками широтного простираия в юго-восточной, Талицкий антиклинорий, Чарышский синклинорий)
- **гранитоиды**
- раннегерцинские наложенные прогибы (грабены, грабен-синклинали и мульды) (Коргонская зона)
- **эйфельский ярус (D2)** - несогласно - терригенно-вулканогенные образований с лавами и пирокластикой андезитового и липарито-дацитового составов
- **живетский ярус (D2)- франкий ярус (D3)** - морские песчано-глинистые отложения с горизонтами известняков и туфов
- **позднепалеозойские гранитоиды**

Иртыш-Зайсанская герцинская складчатая система



Милановский, 1996

31 — зона Рудного Алтая; 32 — Калбинская зона; 33 — Чарская зона; 34 — Жарминская зона; 35 — Томь-Колыванская зона; 36 — Барнаульский массив; 37 — Зайсанская впадина; 38 — Чуйская впадина;

- **Рудноалтайская раннегерцинская мегазона**
- **Зайсанская позднегерцинская мегазона**

Рудный Алтай

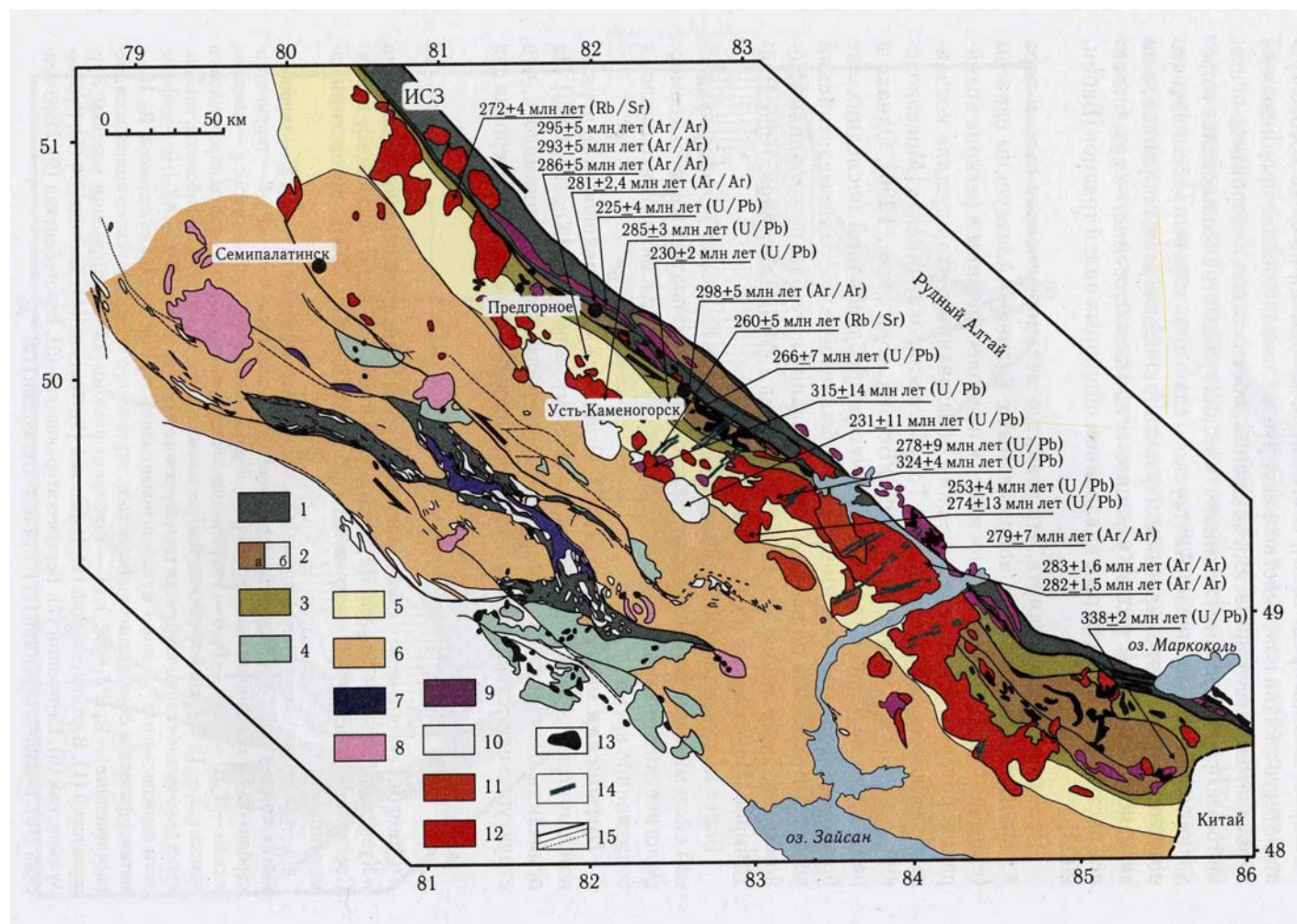
ограничен - прямолинейными зонами смятия, рассланцевания, динамотермального метаморфизма и сдвиговых деформаций — Северо-Восточной и Иртышской

- **ордовик и силур (?)** - сильно смятые и метаморфизованные отложения
- **додевонские гранитоиды**

островодужная ассоциация

- **эйфельский ярус (D2)** - несогласно на нижнем палеозое - терригенные и карбонатные отложения и вулканогенные толщи кислого, реже основного состава (до 4 км)
- перерыв и несогласие
- **гранитоиды тельбесского комплекса**
- **нижний карбон** - толщи морских терригенных, с прослоями известняков отложений, чередуются и фациально замещаются кремнистыми и вулканогенными толщами кислого, среднего и основного состава (2—4 км) (в отдельных прогибах)
- **вторая половина визе** - умеренно сжатые брахискладки и поднятия саурской фазы
- **гранитоиды**
- **серпуховской ярус, средний и верхний (?) карбон** - несогласно - континентальная толща терригенных пород, чередующихся с кислыми лавами и туфами (небольшие наложенные впадины)
- перерыв
- **гранитоиды змеиногорского комплекса**
- **верхний карбон — нижней пермь** - континентальная толща терригенных пород, чередующихся с кислыми лавами и туфами
- деформации
- **гранитоиды**

Зайсанская позднегерцинская зона



Владимиров и др., 2005

1 - бластомилониты Иртышской зоны смятия и Чарской офиолитовой сутуры, 2 - тектонические блоки: глубокометаморфизованных пород Иртышской зоны смятия (а), аллохтонных стратиграфических образований Чарской зоны (б), 3 - зеленосланцевое обрамление Иртышской зоны смятия и Курчумского выступа нерасчлененные, 4 - коллизионные молассы и постколлизивные синсдвиговые бассейны, 5 - 6 - зоны: 5 - Калба-Нарымская, 6 - Западно-Калбинская, 7 - серпентинитовый меланж и офиолиты Чарской офиолитовой сутуры, 8 - 12 - гранитоиды: 8 - А-типа и вулканиты, 9 - I-типа, 10 - монастырского комплекса, 11 - позднекалбинского комплекса, 12 - раннекалбинского комплекса, 13 - габброиды, 14 - дайки основных пород и лампрофиров, 15 - разломы

Калбинская зона

- структура - опрокинутые на юго-запад, нарушенные надвигами линейные складки (ранний карбон - пермь)
- аккреционная призма (турбидиты преобладают)
- **девон** - мелководные карбонатно-кремнисто-сланцевые толщи
- **средний девон** - лавы, туфы и туфобрекчии диабазовых порфиритов
- **верхний девон** - глубоководные черносланцевые толщи углисто-глинисто-кремнистых пород, алевролитов и песчаников (до 3 км).
- **нижний карбон** - черносланцевая серия и сменяющие ее сверху флишоидные терригенно-туффитовые толщи мощностью более 4 км.
- **средний - верхний карбон** - несогласно - грубообломочные молассы с

прослоями углей (в отдельных мульдах)

- **верхний карбон - нижняя пермь - кислые наземные вулканиты (до 2500 м)**
- **гранитоиды калбинского комплекса**

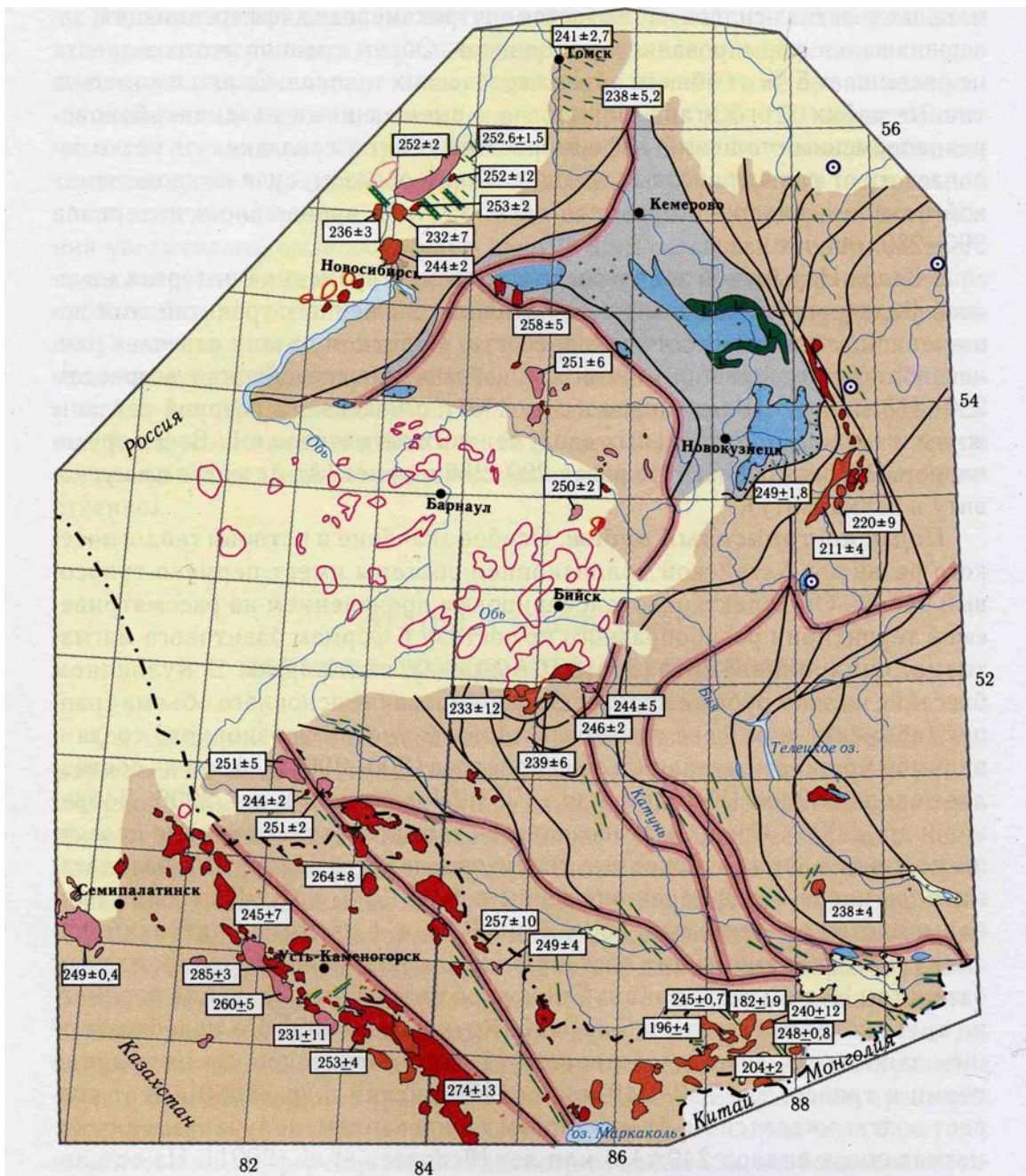
Чарская зона

- **структура - антиклинорная зона**
- **верхний силур - средний девон - основные вулканиты, кремнистые, рифогенные, олистостромовые и терригенные толщи**
- **до среднего девона - офиолиты**
- **со среднего девона - сильное сжатие.**
- **эйфельский ярус (D2) - толщи мелководных рифовых известняков, яшм, терригенных пород и вулканитов андезитового и базальтового состава, олистостромовые толщи с обломками, глыбами и пластинами из пород офиолитовой ассоциации**
- **франский ярус(D3)- конгломераты на серпентинитах**
- **визе - трансгрессивно - терригенные толщи и олистостромовые горизонты (1,5— 3 км), есть - лавы и туфы, рифовые известняки, кремнистые образования**
- **серпуховский ярус, средний и верхний карбон - несогласно - континентальные грубообломочные молассы, потоки андезитобазальтов и олистостромы с пластинами пород серпентинитового меланжа (до 5 км).**
- **до начала перми - надвигание на Жарминскую зону**

Жарминская зона

- **средний - верхний девон - вулканиты базальтового состава, яшмы и терригенные отложения (до 7000 м)**
- **девон - нижний карбон- терригенно-вулканогенные толщи**
- **нижний карбон - толщи андезитовых лав и туфов, кремнистых и терригенных отложений (более 5000 м)**
- **в раннем карбоне - складчатая синклинорная структура**
- **средний и верхний карбон — наземные вулканиты кислого и среднего состава (2000—3000 м)**
- **пермь - нижний триас - молассовые континентальные толщи с прослоями горючих сланцев и углей (юго-восточнее оз. Зайсан - Кендерлыкская мульда); контрастный субщелочной вулканоплутонический комплекс (северо-запад, в горы Семейтау)**
- **в позднем палеозое и триасе - брахискладки**
- **юра-мел - погружение (юго-восточнее оз. Зайсан - Кендерлыкская мульда)**
- **В кайнозое в Иртыш-Зайсанской мегазоне образовалась обширная Зайсанская впадина, к которой приурочено проточное оз. Зайсан.**

Схема развития пермско-триасового магматизма Большого Алтая





Владимиров и др., 2005

1 - позднепалеозойские (а) и мезозойские (б) прогибы и грабены, 2 - траппы Кузнецкого бассейна: покровы (а), силлы (б), 3 - дайковые пояса базитов (а) и расслоенные интрузии габброидов (б), 4 - цепи и ареалы гранитоидных батолитов: пермских (а), пермо-триасовых (б), триасовых и раннеюрских (в), 5 - массивы гранитоидов под четвертичными отложениями, 6 - мелкие штоки и дайки щелочно-базитовых (с сиенитами) комплексов, 7 - метаморфические комплексы, 8 - тектонические границы складчатых систем (а), главные разрывные нарушения, 9 - изотопно-геохронологические датировки

Постпалеозойско-мезозойское развитие

- В конце палеозоя-начале мезозоя, после закрытия палеозойского океана Алтае-Саянская область испытала активный подъем и эрозию.
- С позднего триаса-юры начали формироваться наложенные впадины. Сначала в Кузнецкой зоне. Среднеюрские - вдоль Шапшальской разломной зоны и в западной Туве.
- В поздней юре- мелу - Зайсанская впадина, а также впадины на территории Монголии.
- С конца мела - активная денудация.

Позднекайнозойская тектоническая активизация

- Современный тектонический режим установился с плиоцена
- интенсивные сводово-глыбовых поднятия Восточного и Западного Саяна, Сангилена, Горного Алтая и менее интенсивные поднятия других хребтов, а также в формировании Зайсанской, Чуйской, Убсунурской, Тункинской впадин, заполненных континентальными отложениями мощностью до 1000 - 3000 м и "подновлении" ряда герцинских впадин

Телецкое озеро

Boris Dehandschutter

Одно из глубочайших пресноводных озер России



<http://ru.wikipedia.org/wiki/>

- Телецкое озеро расположено на северо-востоке Алтайских гор, на стыке с Западными Саянами на высоте 436 м над уровнем моря.
- Со всех сторон его окружают водораздельные хребты с высотами 2000—2500 м
- Протяжённость 77,7 км, средняя ширина 2—3 км, максимальная ширина до 5 км.
- В нём содержится огромное количество (40 км³) отличной пресной воды, насыщенной кислородом, прозрачной в глубину до 12—15 метров.

Геометрия озера сходна с Байкалом. Однако, озеро имеет существенно более молодой возраст.

Ограничено крутыми склонами, высота которых на севере достигает 500 м, а на юге 2000 м



Телецкое озеро. users.pandora.be/boris.dehandschutter/chapter-7.PDF

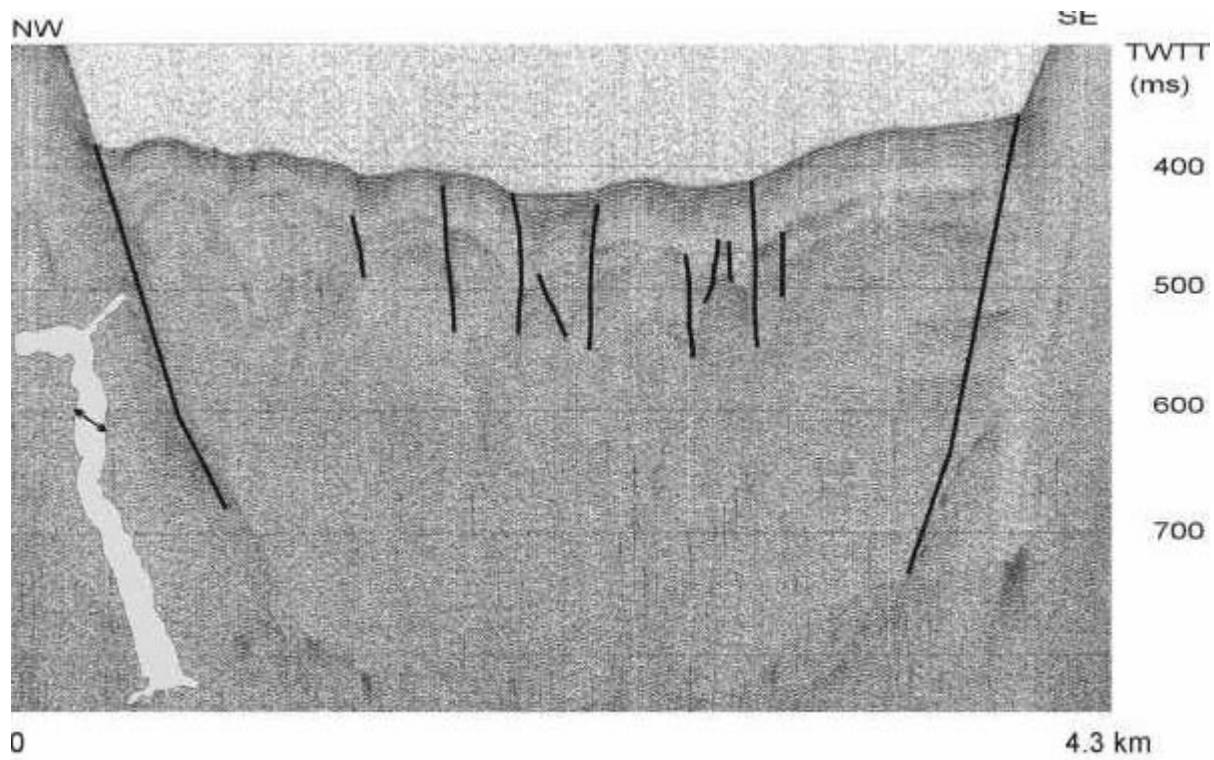
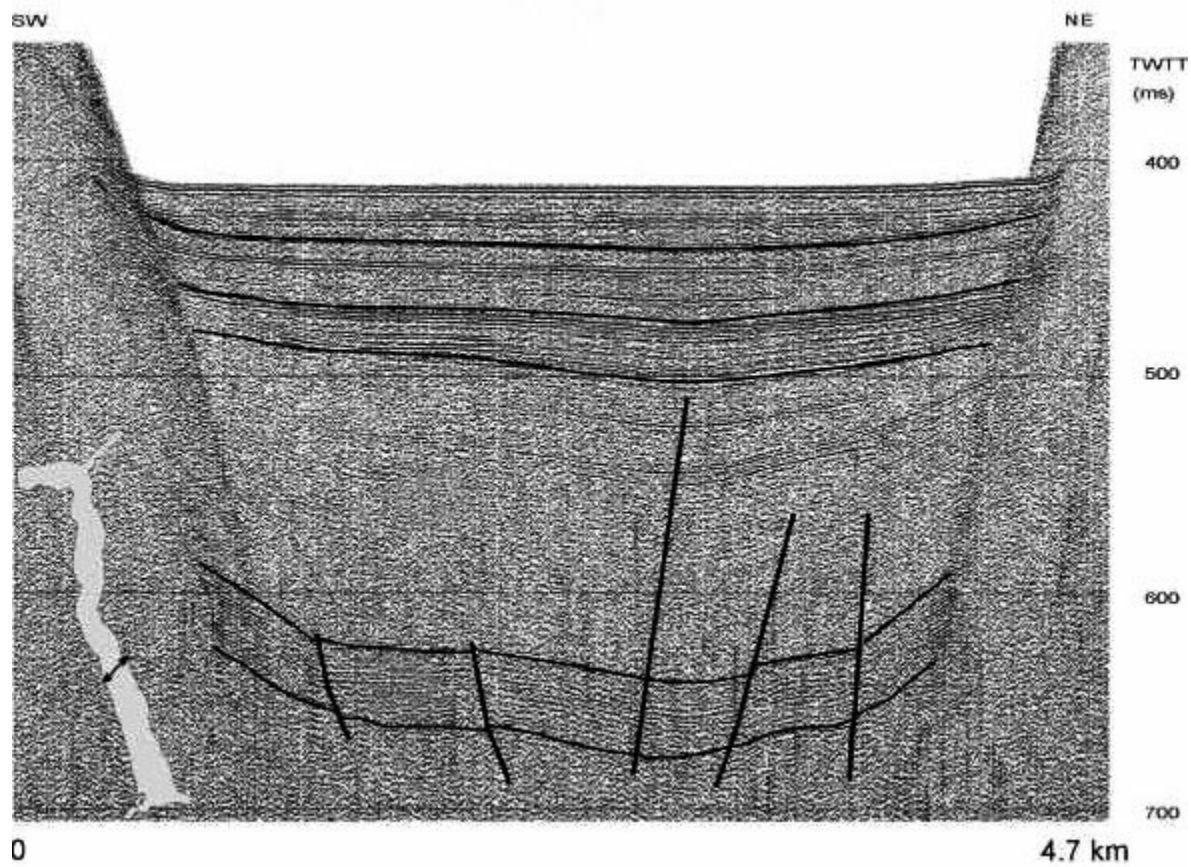
Сравнение Телецкого озера и озера Байкал

	Телецкое озеро	озеро Байкал
протяженность, км	60	600
ширина, км	4	40
объем воды, км. куб	40	23 000
макс. глубина, м	335	1637
мощ. осадков, м	1 000	10 000

Обобщенный разрез Телецкого озера по сейсмическим данным

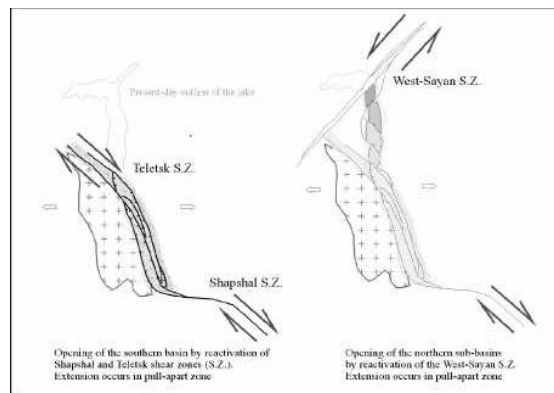
- **вода** - 200-300 м
- **кайнозойские отложения** - ($V_p \sim 1.8 \text{ km/s}$) (южная часть озера)
- **докайнозойские образования** - ($V_p \sim 5.5 \text{ km/s}$)
- **главная фаза погружения юга озера** (сопровождалась сдвигами) - конец позднего плейстоцена - голоцен
- **главная фаза погружения севера озера** - 60 - 30 тыс. лет (северная часть) - 45 - 10 тыс. лет

Южная впадина - более глубокая. Мощность осадочных пород достигает 800 м. Осадочные породы севера озера нарушены

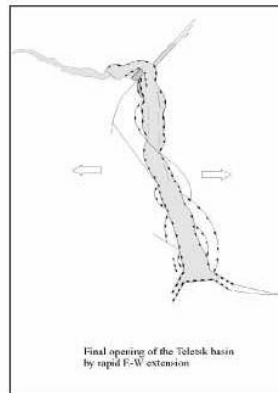


users.pandora.be/boris.dehandschutter

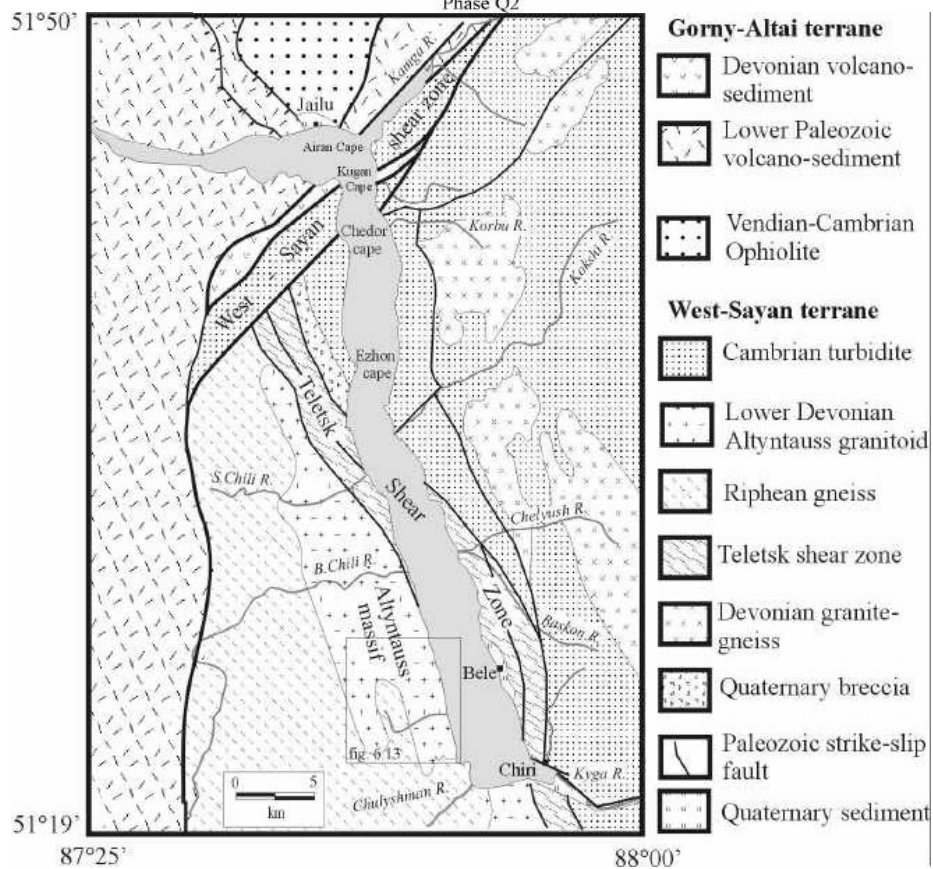
Модель формирования Телецкого озера



Phase Q1



Phase Q2



users.pandora.be/boris.dehandschutter

Четвертичный вулканизм севернее Тункинской впадины

Вулкан Кропоткина



<http://nature.baikal.ru/scheme.shtml?>



<http://nature.baikal.ru/scheme.shtml?>

Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса

Моссаковский и др., 1993

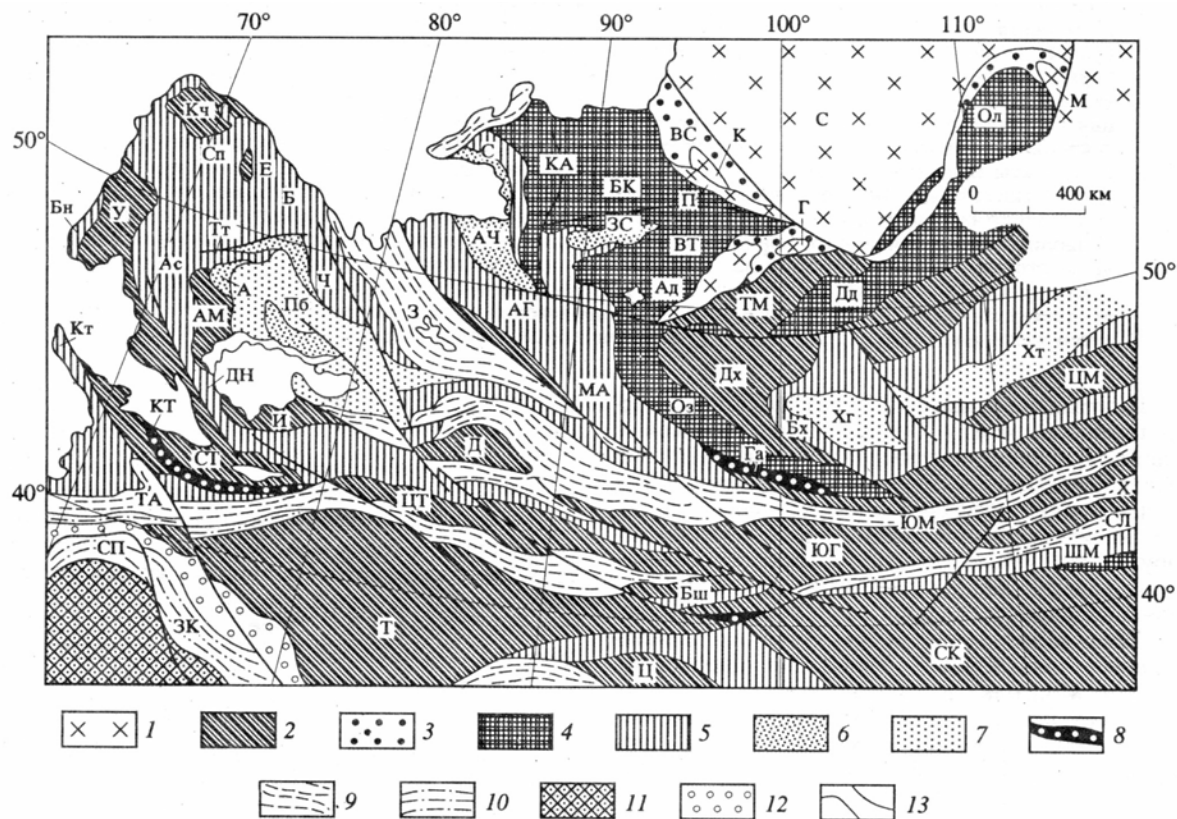
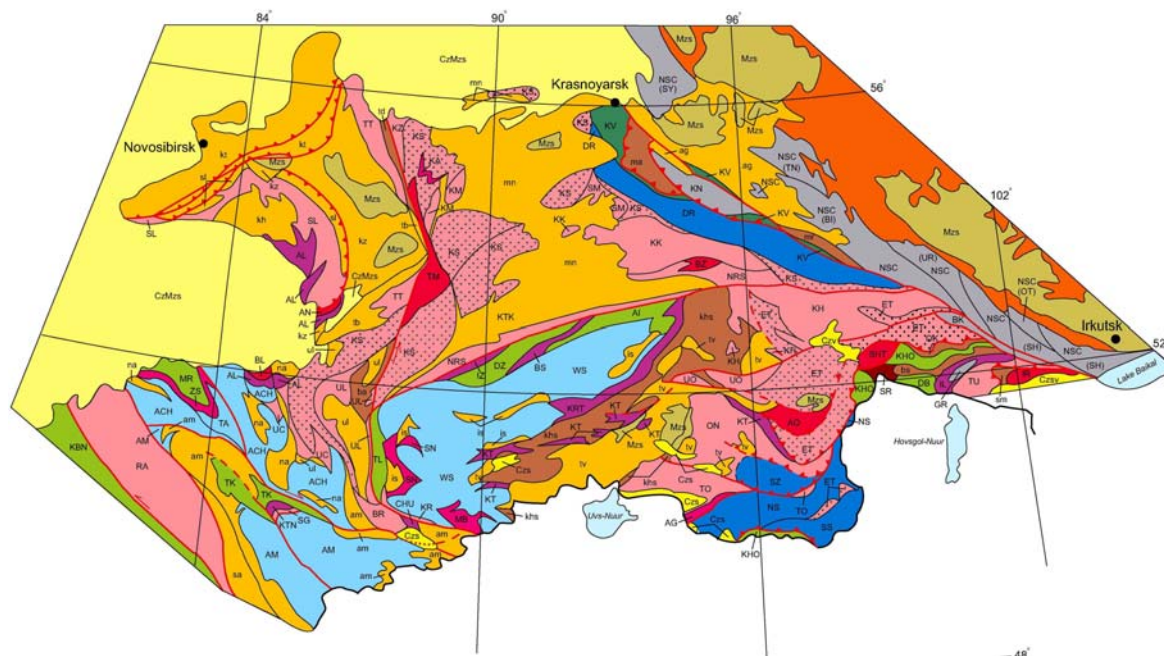


Рис. 1. Тектоническая схема Центрально-Азиатского складчатого пояса.

1,2 — платформы и микроконтиненты: 1 - сибирской группы (С — Сибирская платформа, П - Протеросаян, К - Канская, Г - Гарганская, М - Муйская "глыбы"), 2 - гондванского происхождения (Т - Таримская, СК - Северо-Китайская платформы, Кч - Кокчетавский, У - Улутауский, АМ - Актау-Моинтинский, И - Илийский, СТ - Северо-Тяньшаньский, ЦТ - Центрально-Тяньшаньский, Д - Джунгарский, ТМ - Тувино-Монгольский, Дх - Дзабханский, ЦМ - Центрально-Монгольский, ЮГ - Южно-Гобийский, Ц - Цайдамский массивы); 3 - 5 - мозаичные (аккреционные) складчатые системы: 3 - позднерифейские (ВС - Восточный Саян, Ол - Олоkitская зона), 4 - салаирские (КА - Кузнецкий Алатау, БК - Батеневский кряж, ЗС - Западный Саян, ВТ - Восточно-Тувинская, Ад - Агардагская, Дд - Джидинская, Оз - Озерная зоны), 5 - каледонские (Бн - Байконурская, Кт - Каратауская, ДН - Джалаир-Найманская, Ас - Атасуйская, Тт - Тектурмасская, Сп - Степнякская, Е - Ерементауская, Б - Бошекульская, Ч - Чингизская зоны, С - Салаир, АГ—Алтай Горный, МА—Монгольский Алтай, Бх - Баянхонгор, Бш - Бейшань, ШМ - Шар-Мурэн); 6,7—остаточные или наложенные прогибы: 6 - каледонские (А - Агадырский, АЧ - Ануйско-Чуйский), 7 - варисцийские (Пб - Прибалхашский, Хг — Хангайский, Хт - Хэнтэйский); 8 - 11 - линейные (коллизийные) складчатые системы и сутуры: 8 - каледонские (КТ - Киргизско-Терскойская, ГА - Гоби-Алтайская), 9 - варисцийские (ТА - Туркестане-Алайская, З - Зайсанская, ЮМ - Южно-Монгольская, Х - Хегешаньская), 10 - индосинийские и поздневарисцийские (СЛ - Солонкер-Линьсийская, ЗК - Западный Куньлунь, СП - Северный Памир), 11 - киммерийская; 12 - Предкуньлуньский прогиб; 13 - наиболее крупные разломы

Палеогеодинамическая интерпретация пород Алтае-Саянской области

(Н.А.Берзин, wrgis.wr.usgs.gov/open-file/of99-165/)



Фундамент кратона - серый, пассивная окраина - синий, турбидиты - голубой, островные дуги - розовый, задуговые бассейны - розовый и крап, андийский тип окраин - вишневый, аккреционные призмы (турбидиты) - оливковый, аккреционные призмы (океан) - фиолетовый, аккреционные призмы - серо-зеленый, метаморфические образования - красные и малиновые тона, темно-желтое - наложенные впадины

Полезные ископаемые

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

В XVIII в. на Алтае возникли первые рудники и были созданы одни из первых в России горные училища. В середине XIX в. Н. А. Чихачев и Г. Е. Шуровский опубликовали первые описания геологии и рудных месторождений Алтая, Салаира и Кузнецкого Алатау. В начале XX в. В. А. Обручев изучал геологию ряда районов Алтае-Саянской области и организовал первую в Сибири высшую геологическую школу — горный факультет Томского политехнического института. Большой вклад в познание геологии этого региона в послеоктябрьский период внесли ее выдающиеся питомцы М. А. Усов, Ю. А. и В. А. Кузнецовы, К. В. Радугин, а также С. В. Обручев, В. П. Нехорошев, В. И. Яворский, И. В. Лучицкий, Н. Л. Добрецов и др.

- Важное значение имеют **контактовометасоматические месторождения магнетитовых железных руд** в толщах венда — среднего кембрия в салаиридах Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Кембросаяна, прорванных массивами позднекембрийских гранитоидов, а также девонских граносиенитов.
- К выходам ультрабазитов офиолитовой ассоциации приурочены **месторождения и проявления никеля, хромита, а также асбеста и талька** в

юго-восточной части Восточного Саяна, в Туве, Западном Саяне, Чарской зоне.

- Многочисленные гидротермальные месторождения сульфидных руд свинца, цинка, меди, серебра и барита, размещенные в средне- и верхнедевонских вулканогенных толщах и связанные с малыми интрузиями, образуют полиметаллический пояс в Рудном Алтае, в частности в Иртышской зоне смятия (Зырянское, Змеиногорское и др.).
- В Горном Алтае известны редкометальные скарновые месторождения вольфрамовых и молибденовых руд.
- К Калбинской зоне приурочены оловянно-вольфрамовые месторождения, а к ее юго-западному флангу — гидротермальные месторождения золота, полиметаллов, ртути, мышьяка.
- Залежи бокситов заключены в карбонатных рифейских отложениях Восточного Саяна (Боксон), среднедевонских отложениях и палеогеновой коре выветривания Салаира. Алюминиевым сырьем могут служить девонские нефелиновые сиениты в восточной, салаирской части области.
- Из месторождений нерудных ископаемых кроме асбеста и талька надо отметить месторождения графита (Ботогольское в одноименном щелочном массиве), флюорита и мрамора (Слюдянское в нижнем протерозое Хамар-Дабана), фосфоритов в терригенно-карбонатных отложениях венда — кембрия в некоторых районах салаирид, в том числе крупнейший Хубсугульский фосфоритоносный бассейн в вендских доломитах одноименной впадины в Северной Монголии.
- Угленосность связана с рядом стратиграфических комплексов от девона до юры. Древнейшей является среднедевонская барзасская свита на восточной окраине Кузнецкого бассейна, содержащая небольшие залежи углей и горючих сланцев. Основной угленосный комплекс Кузбасса (средний карбон — пермь), заключающий многие десятки пологозалегающих мощных пластов каменных, в том числе коксующихся, углей, является наиболее крупным и экономически выгодным в России. Значительно уступают ему угленосные комплексы Тувинской и Минусинских впадин. В Калбинской зоне имеются залежи углей каменноугольного, а в Жарминской — пермского и раннетриасового возраста.
- В Северо-Минусинской, Кызыльской, Кендерлыкской впадинах и Кузнецком прогибе присутствуют угленосные лимнические толщи с пластами каменных и бурых углей юрского возраста