

Металлогения

Презентация

Кафедра инженерной геологии и геофизики
Географического факультета БГУ

Составитель: Творонович-Севрук Даниил Леонидович

Введение

- Металлогения как научная дисциплина: цели, принципы, методы и основные понятия.
- Основоположники металлогении и металлогенического анализа.
- Современное состояние и направления металлогенических исследований.
- Связь металлогении с другими науками.

Основные понятия металлогении

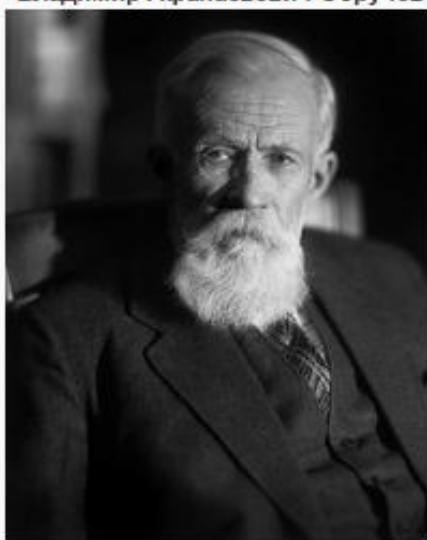
Металлогения — раздел учения о полезных ископаемых, характеризующий геологические закономерности размещения рудных месторождений в пространстве и во времени.

Объекты исследований — металлогенические пояса и провинции, зоны и области, рудные районы, зоны, узлы .

Задачи — выявление закономерностей распределения рудоносных площадей и рудных месторождений в пространстве и времени, изучение критериев связи оруденения с комплексом геологических условий, влияющих на процессы минерализации, систематизацию и изучение типовых особенностей рудоносных площадей; прогнозирование новых рудоносных площадей.

Основные методы металлогенических исследований : региональный металлогенический анализ, применяемый при изучении более или менее обширных регионов, метод металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов, применяемый при детальных исследованиях рудных районов, формационный анализ и др.

Связь металлогении с другими науками: с тектоникой, петрографией, литологией, учением о полезных ископаемых.



Владимир Афанасьевич Обручев

Дата рождения: 10 (22) октября 1883

Место рождения: село Клопенино,

Ржевский уезд,

Тверская губерния,

Российская империя

Дата смерти: 19 июня 1966^[1] (92 года)

Место смерти: Москва, РСФСР, СССР^[1]

Страна:
Российская империя
СССР

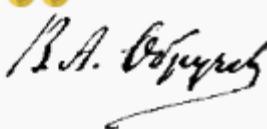
Научная сфера:
геология
география
палеонтология
геоморфология
библиография
педагогика
проза
фантастика

Награды и премии:



Премия имени В. И. Ленина

Подпись:



Основоположники металлогенеза в СНГ

Сергей Сергеевич Смирнов



Дата рождения: 4 (16) сентября 1895

Место рождения: Иваново-Вознесенск,
Владимирская губерния,
Российская империя

Дата смерти: 20 августа 1947 (51 год)

Место смерти: Ленинград, РСФСР, СССР

Страна: СССР

Научная сфера: минералог, геолог

Учёная степень: доктор геолого-
минералогических наук

Учёное звание: профессор, академик АН СССР

Награды и премии:



Подпись:

С. Смирнов

Юрий Александрович Билибин



Дата рождения: 6 (19) мая 1901

Место рождения: Ростов,
Ярославская губерния,
Российская империя

Дата смерти: 4 мая 1952 (50 лет)

Место смерти: Ленинград,
РСФСР, СССР

Страна: СССР

Научная сфера: геолог

Учёная степень: доктор геолого-
минералогических наук

Учёное звание: член-корреспондент АН
СССР (1946)

Альма-матер: ГГИ

Награды и премии:



of distribution of total mineral values on the World continents' tectonic structures

Scale 1 : 115 000 000

Chief editor:

Editorial board:

Yu.M.Besson, N.V.Mitrofanov, A.I.Shestopal, L.V.Ogurcov (MINSRER), L.I.Klyuchev (VSEGEI),
N.A.Alferova, V.S.Fedorov, V.L.Zhukov (IGEM), G.N.Kuznetsov, V.I.Nekrasov (GAZGOF), T.K.Zaitsev (VNIIGeo)

Plate 2.
Карта распределения суммарной ценности полезных ископаемых по тектоническим структурам континентов Мира

Масштаб 1 : 115 000 000

Ответственный редактор:

Карпова М.А.

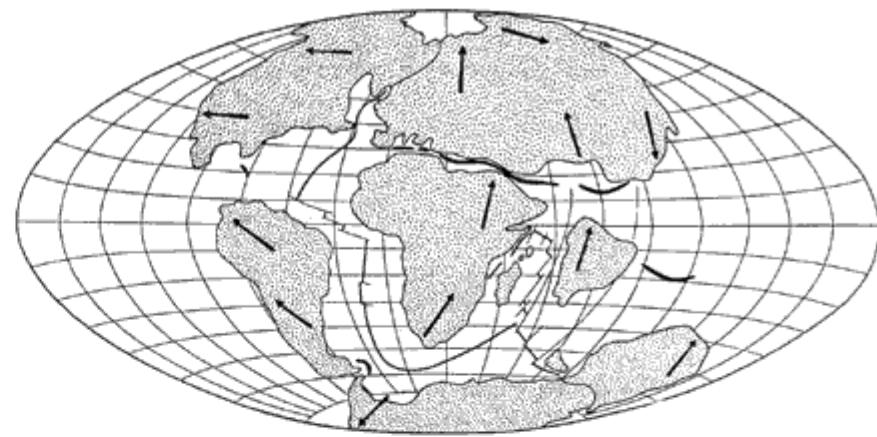
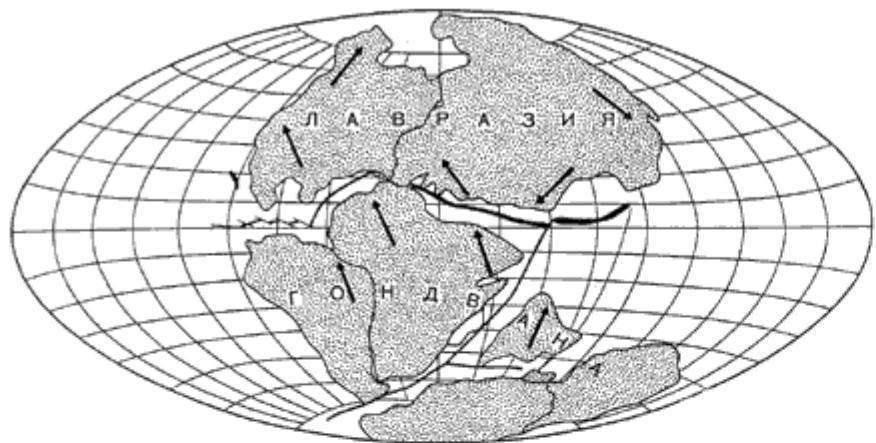
Дело Ю.М., Митрофанов А.Ф., Огурцов Л.В., Красильников А.И. (ВСГЕИ),
Алферова В.А., Егорочкина В.Л., Смирнова Е.А., Найденова Е.В., Сидоров К.Г., Балакина Е.А. (ГИГИМ)



Карта распределения суммарной ценности полезных ископаемых по тектоническим структурам Мира

Общие вопросы металлогенического анализа

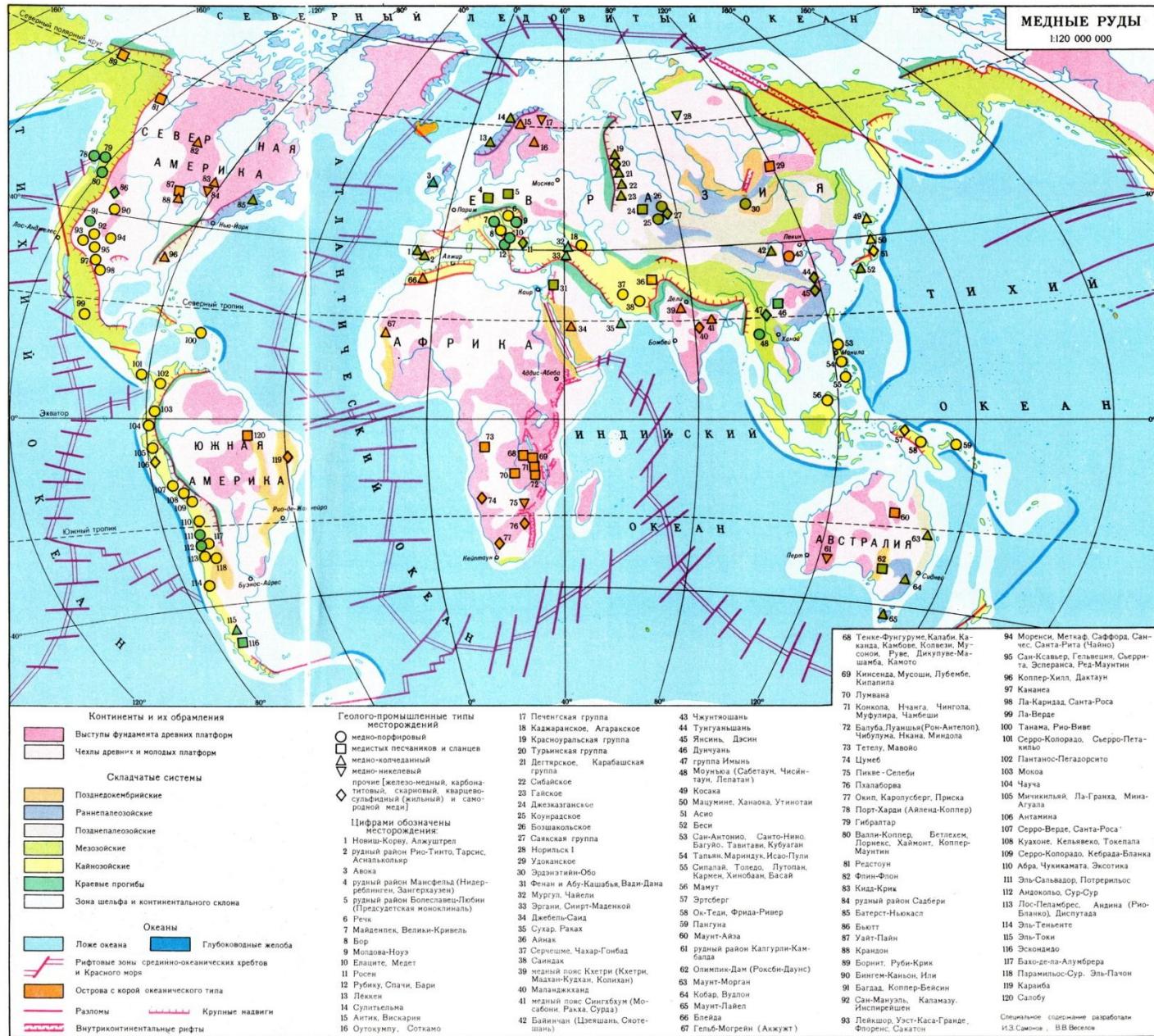
- Общая, региональная и специальная металлогения.
- Главные принципы и методы металлогенического анализа.
- Основные типы металлогенических структур и этапы их развития.
- Рудные пояса.
- Региональная геохимия.
- Металлогеническое районирование и металлогенические карты.



Глубоководные желоба
Направление движения материков

Рифтовые зоны
Зоны трансформных разломов

Схема движения материков в геологической истории Земли



Медоносные пояса Мира

Систематизация металлогенических структур

Металлогенические подразделения	Глобальные и региональные	Планетарные (млн – сотни тыс. км ²)	Планетарные металлогенические пояса, провинции	
		Региональные (сотни тыс. км ²)	Металлогенические пояса, провинции	
			Рудоносные пояса, провинции	Нефтегазоносные, угленосные, горючесланцевые провинции
		Внутрирегиональные (десятки тыс. км ²)	Металлогенические зоны, области, бассейны	
			Рудоносные зоны, области, бассейны	Нефтегазоносные, угленосные, горючесланцевые области, бассейны
	Локальные	Районы (тыс. км ²)	Рудные районы	Районы нефтегазонакопления, угольные, горючесланцевые
		Узлы (сотни км ²)	Рудные узлы	Узлы, ареалы нефтегазонакопления, угольные, горючесланцевые
		Поля (десятки км ²)	Рудные поля	Поля нефтегазонакопления, угольные, горючесланцевые
		Месторождения (единицы км ²)	Рудные месторождения	Месторождения нефтяные, угольные, горючих сланцев, газа
		Тела (десятые доли км ²)	Рудные тела	Залежи нефтяные, угольные, горючих сланцев, газа

Взаимосвязь тектоники, магматизма и рудообразования

- Парагенетические ассоциации элементов в земной коре.
- Концентрация металлов в различных генетических типах месторождений.
- Понятие о генетических рядах месторождений.
- Источники металлов для концентрации в месторождениях.

Геохимическая таблица элементов. По А. Н. Заварицкому

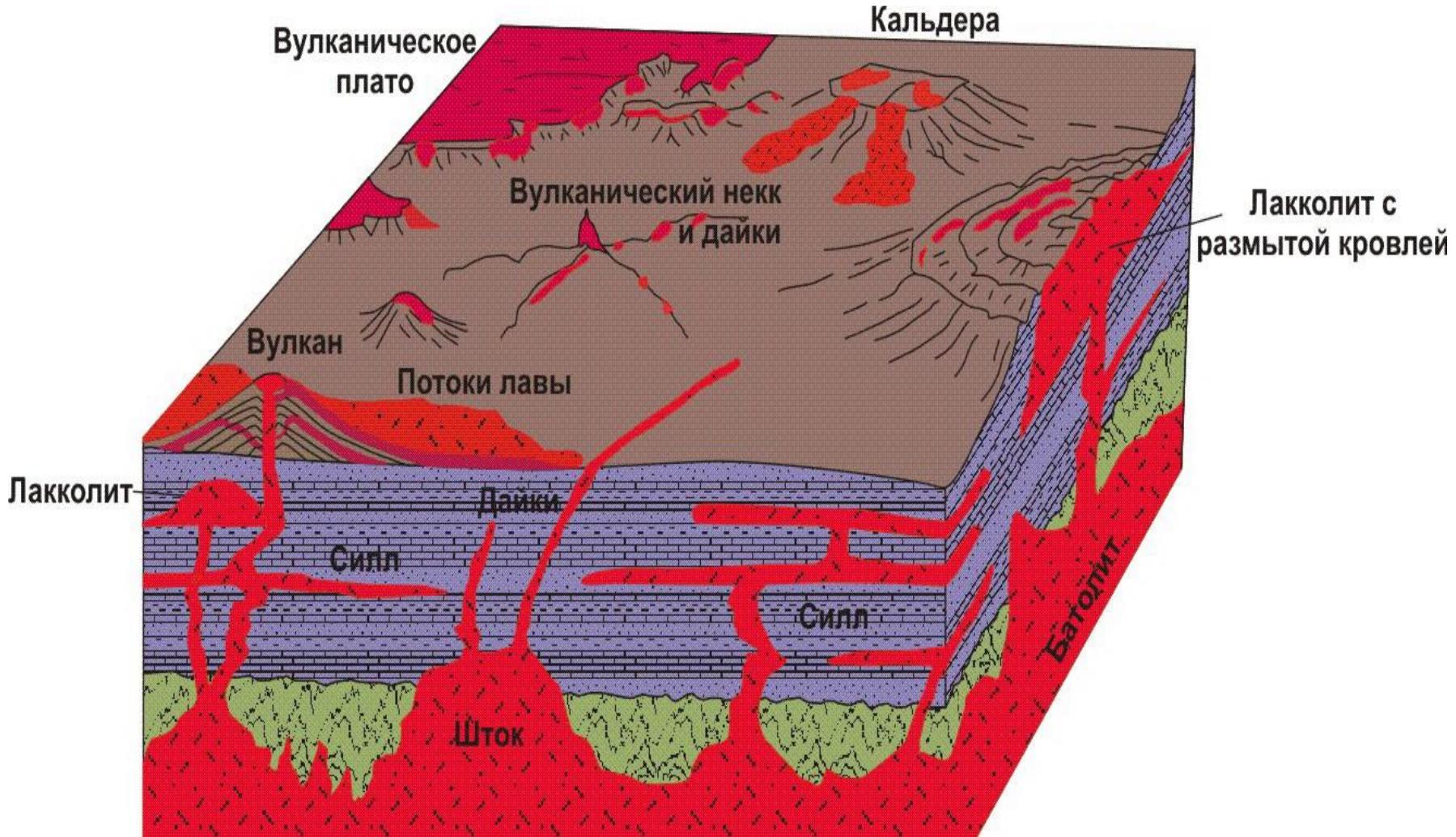
Цифры перед названием элементов означают их порядковые номера; колонии цифр после знака элемента - числа электронов в каждой оболочке данного атома; цифры под кружками слева - атомные веса элементов. Кружки, показанные тонкими линиями, отвечают размерам атомов в данном масштабе; кружки, изображенные жирными сплошными линиями, соответствуют размерам катионов, а кружки, показанные пунктирными линиями, - размерам анионов

Сводная генетическая классификация месторождений полезных ископаемых

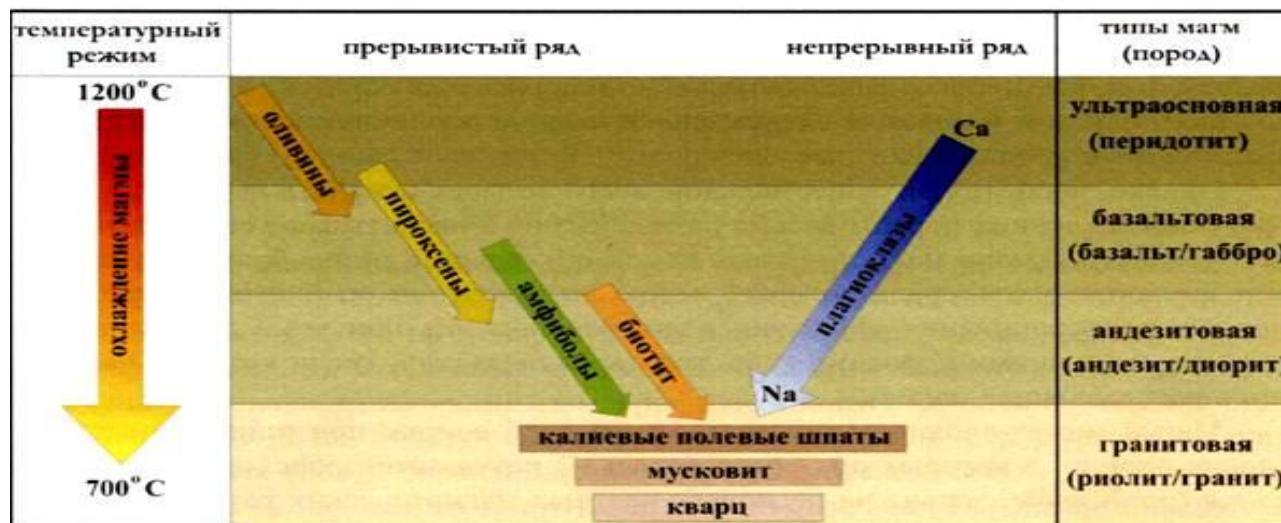
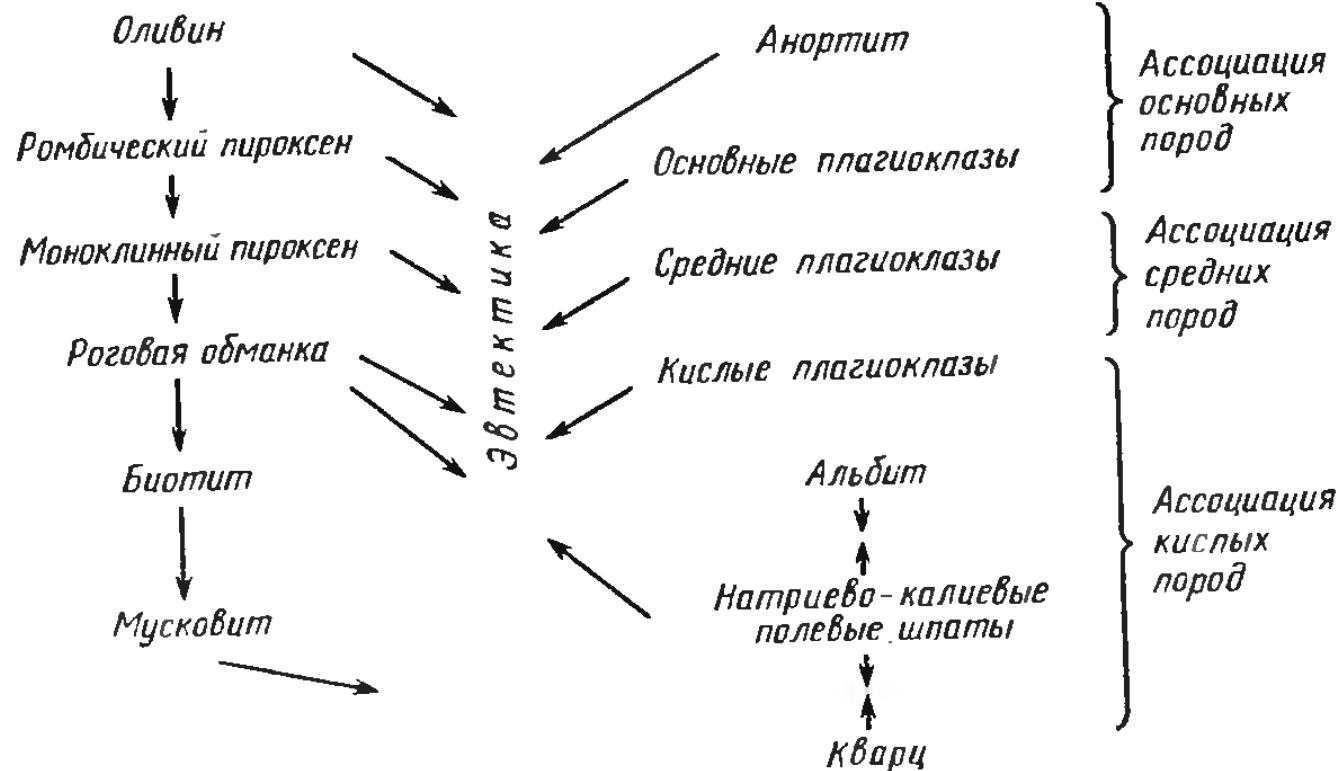
Серия	Группа	Класс
Эндогенная	Магматическая	Полномагматический Ликвационный Раннемагматический Позднемагматический
	Пегматитовая Карбонатитовая Скарновая Гидротермальная	Плутоногенный Вулканогенный Гелетермальный
Экзогенная	Выветривания	Остаточный Инфильтрационный Элювиальный Делювиальный Пролювиальный Аллювиальный Морской и озерный Гляциальный (моренный и флювиогляциальный)
	Осадочная	Механический Химический Биохимический Вулканогенно-осадочный
	Подземноводная газонефтяная	
Метаморфогенная	Метаморфизованная	Регионального метаморфизма Контактового метаморфизма
	Метаморфическая	Амобильный Ограниченно мобильный Мобильный

Взаимосвязь тектоники, магматизма и рудообразования

- Гранитизация.
- Ассимиляционная металлогеническая специализация и обогащение кислой магмы.
- Эволюция постмагматических растворов.
- Роль процессов ликвации и дифференциации в рудообразовании.
- Вулканизм и оруденение.
- Месторождения, связанные с основными и ультраосновными комплексами и их важнейшие провинции.
- Металлогеническое значение рудных месторождений кислой магмы, их генетические типы и распространение.



Формы магматических тел



Кристаллизационный ряд Боуэна

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Группа	Породы	Главные минералы	Второстепенные минералы	Вторичные минералы
Ультраосновные	Перидотиты, дуниты и пикриты	Оlivин, пироксен (энстатит, гиперстен)	Роговая обманка, основные плагиоклазы	Серпентин, тальк, хлорит, магнезит, хризотил-асбест, уралит, брусит
	Пироксениты	Пироксены (диопсид, энстатит, бронзит)	Оlivин, магнетит, хромит, ильменит	
	Кимберлиты	Оlivин, диопсид, флогопит	Пироп, авгит, магнетит, апатит	
Основные	Габбро	Основные плагиоклазы, моноклинный пироксен	Оlivин, авгит, биотит, гиперстен, апатит, сфен	Эпидот, цоизит, альбит, серицит, уралит, тальк, хлорит
	Базальты, диабазы, долериты	Плагиоклаз, авгит	Оlivин, ромбич. пироксен, роговая обманка, магнетит	
	Анортозиты	Основные плагиоклазы	Кварц, ильменит, биотит	
Средние	Диорит – андезит	Средние плагиоклазы, пироксены, роговая обманка	Кварц, биотит, ортоклаз, апатит, ильменит, циркон	Каолинит, хлорит, карбонаты
	Сиенит – трахит	Плагиоклазы, биотит, пироксены	Гранат, ортоклаз, апатит, сфен, флюорит, циркон	Каолинит, кальцит, серицит
Кислые	Гранит	Кварц, ортоклаз, микроклин, плагиоклазы, биотит, пироксен, мусковит	Магнетит, ильменит, апатит, циркон, пирит, сфен	Гранат, турмалин, топаз, флюорит, мусковит, серицит, каолинит
	Липариты, риолиты, кварцевые порфиры	Кварц, плагиоклаз, ортоклаз, биотит, санидин, роговая обманка	Апатит, циркон, кордиерит, тримидит, кристобалит	
Щелочные	Нефелиновый сиенит	Калиевый полевой шпат, нефелин, пироксены, амфиболы	Циркон, титанит, апатит, магнетит	Серицит, каолинит, хлорит, цеолиты

Классификация магматических пород по содержанию кремнезема SiO_2

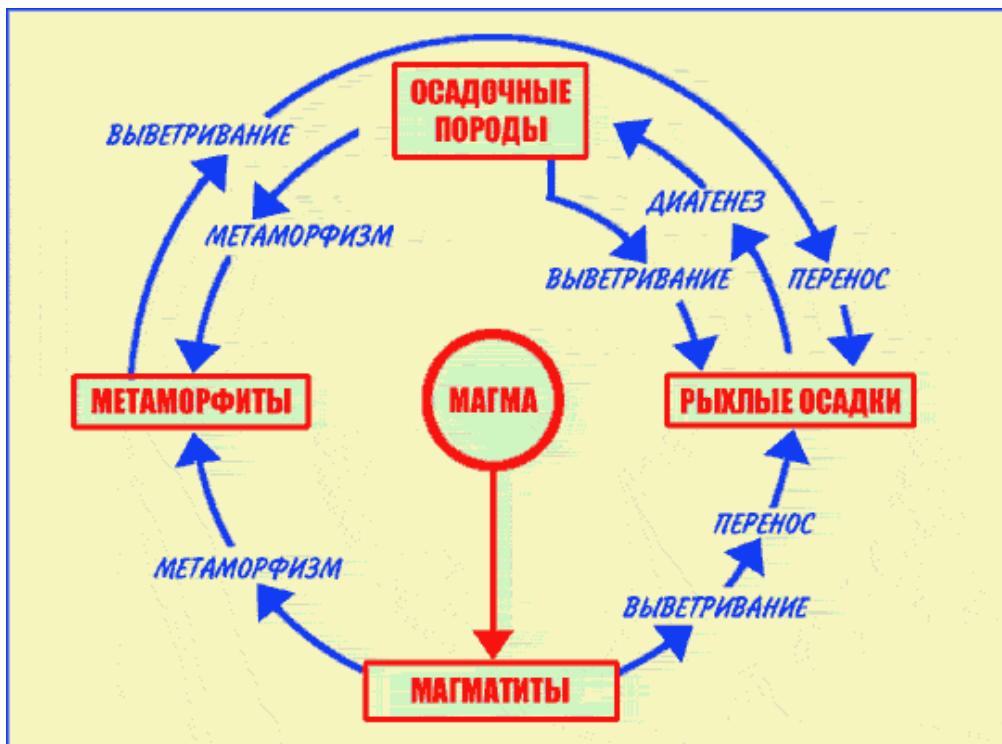
Класс	Содержание SiO_2	Интрузивные	Эффузивные
Кислые	Более 65%	Гранит	 Липарит
Средние	55%-65%	Сиенит	 Андезит
Основные	45%-55%	Габбро	 Базальт
Ультраосновные	Менее 45%	Перидотит	

Формационный метод металлогенического анализа

- Основные принципы формационного анализа.
- Позиция формаций в иерархии геологических объектов.
- Ассоциации формаций осадочных, магматических, метаморфических, метасоматических породных образований как показатели геодинамических условий формирования сопряженных с ними рудных формаций.

Группы геологических формаций

Схемы систематики геологических формаций



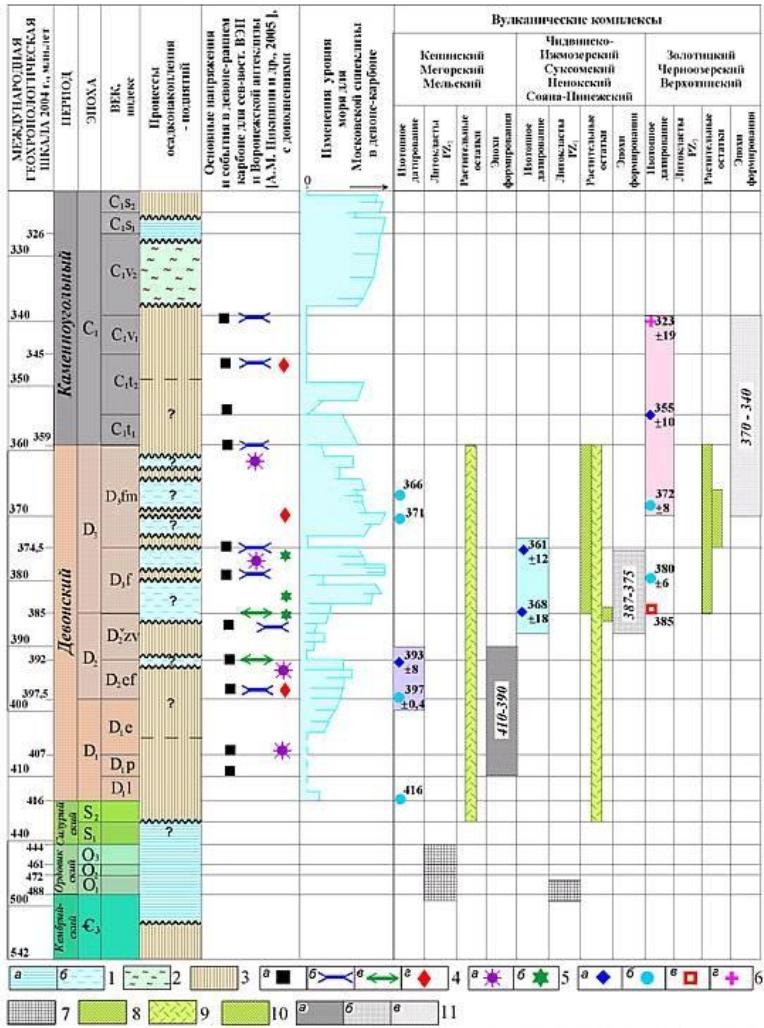


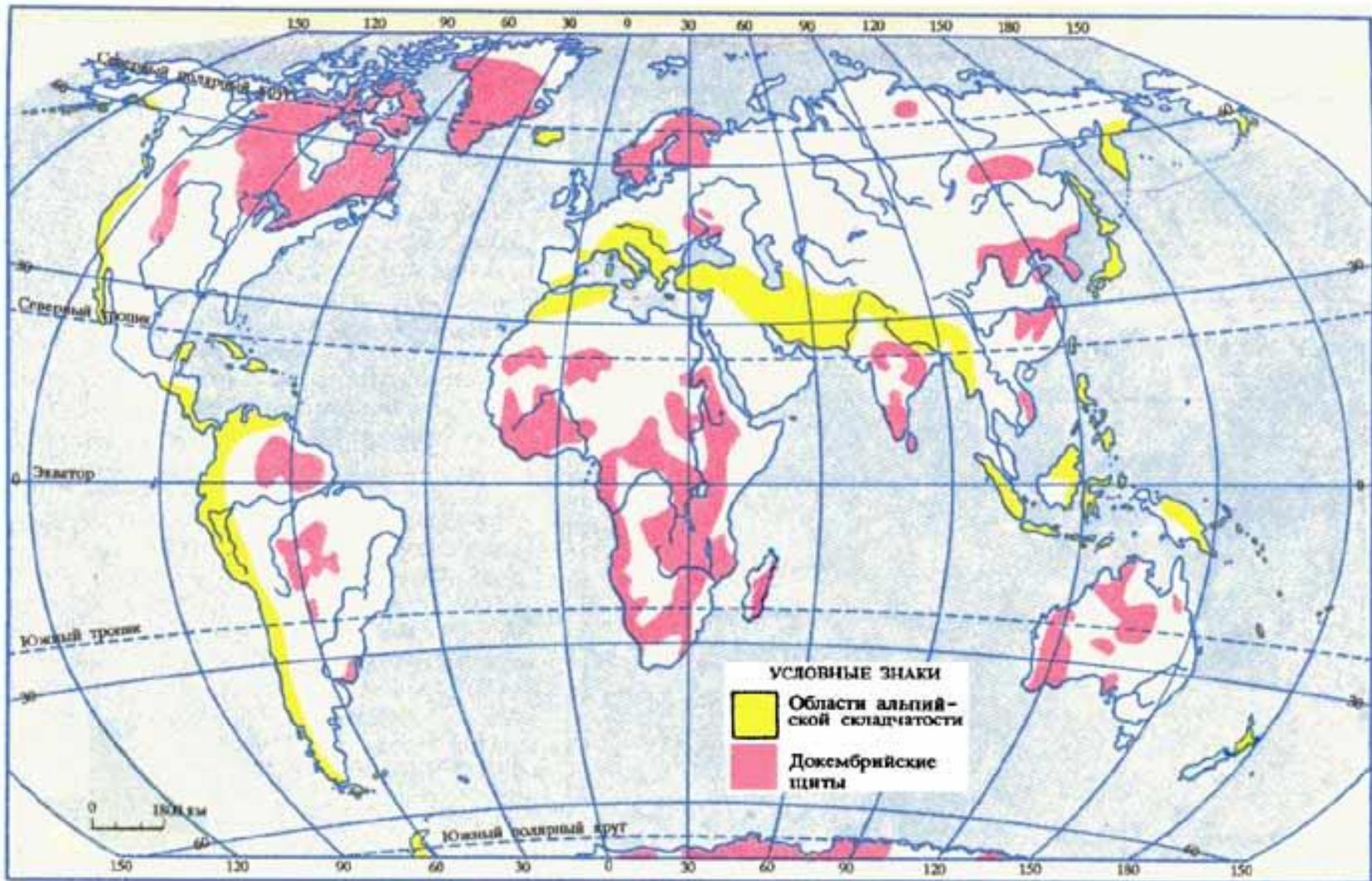
Схема корреляции основных геологических событий и эпохи формирования вулканических комплексов в пределах ЮВБ в позднем кембрии – раннем карбоне

1, 2 – Периоды устойчивого осадконакопления: 1 – в условиях бассейновых фаций: а – установленные, б – предполагаемые; 2 – континентальных аллювиальных фаций; 3 – Периоды устойчивых поднятий; 4 – Геотектонические обстановки: а – общие тектоно-палеогеографические перестройки, б – складки, в – растяжения, г – общеметасферной складчатости; 5 – Щелочно-ультрапаросиновый и щелочной магматизм Комской провинции (а), основной Тимана и Воронежской антиклизы (б); б – Методы определения абсолютного возраста: а – К–Аr, б – Rb–Sr, в – U–Pb, г – Ar–Ar (вспомогательные возрасты даны в млн. лет, ссылки на источники информации см. текст); 7–10 – Возрастные диаграммы литокластов и остатков растительности установленных в трубках взрыха: 7 – литокласти PZ1, 8 – растительные остатки – Archaeopteris (*Callixylon*), *Leptophleum* sp., *Xenococfida* cf. *Medullosina* Amold; 9 – водорослоподобные пресноводные сходы с *Germanophyton*; 10 – споро-пыльцевые комплексы; 11 – Эпохи формирования супагнических комплексов: а – Fe–Ti кимберлитов – беспроксеноидные пикриты; б – фельдшпатоидных пикритов – оливиновых мелипилитов и базальтов; в – Fe–Ti и Al алмазоносных кимберлитов и беспроксеноидных пикритов. (Изменения уровня моря по [Alekseev et al., 1996])

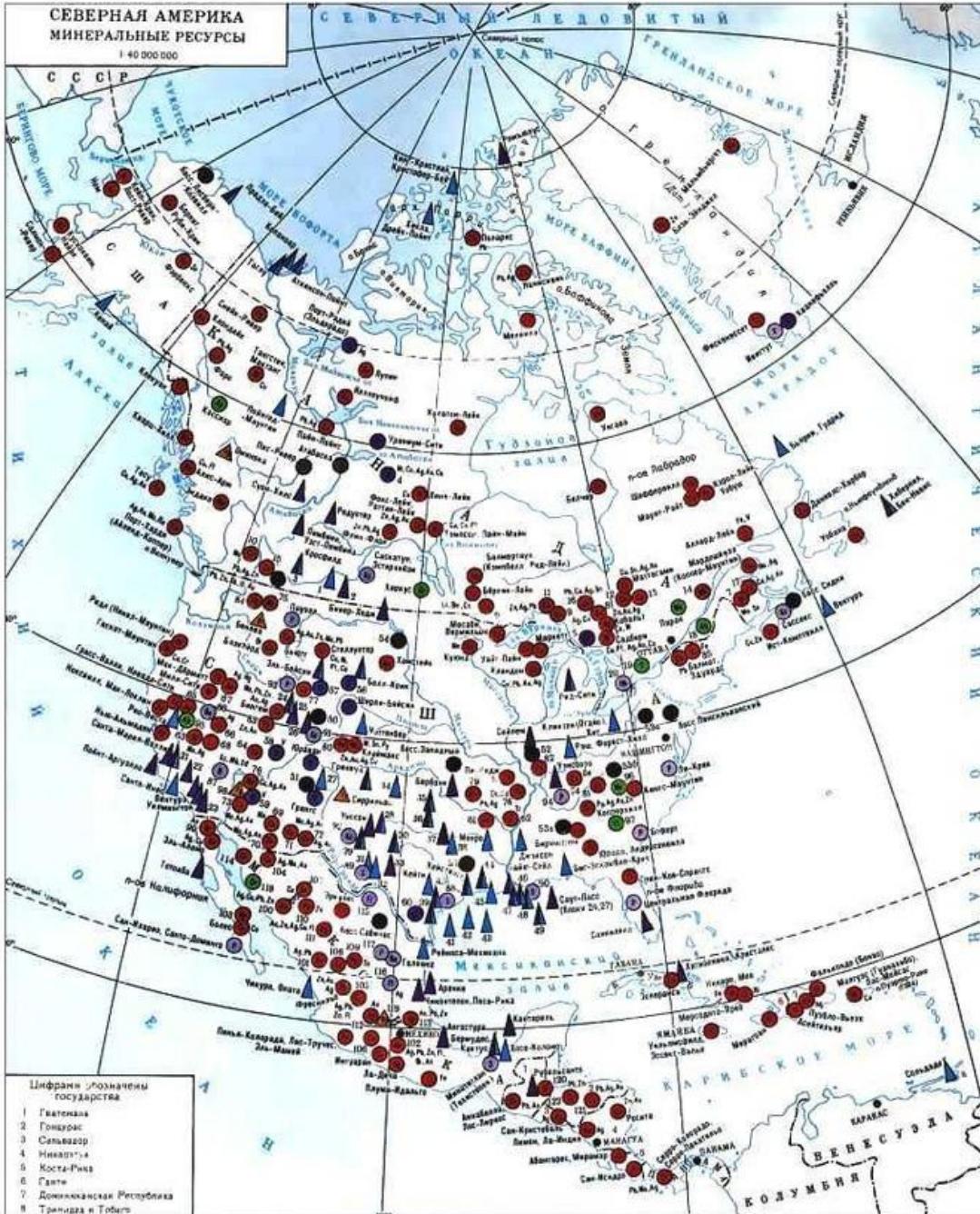
Примерная схема корреляции основных геологических событий

Металлогенения главных структурных элементов земной коры

- Металлогенические провинции и эпохи.
- Понятие о металлогенических провинциях и металлогенических эпохах.
- Металлогеническая периодизация.
- Периоды и глобальные мегаэпохи.
- Главные структурные элементы земной коры.



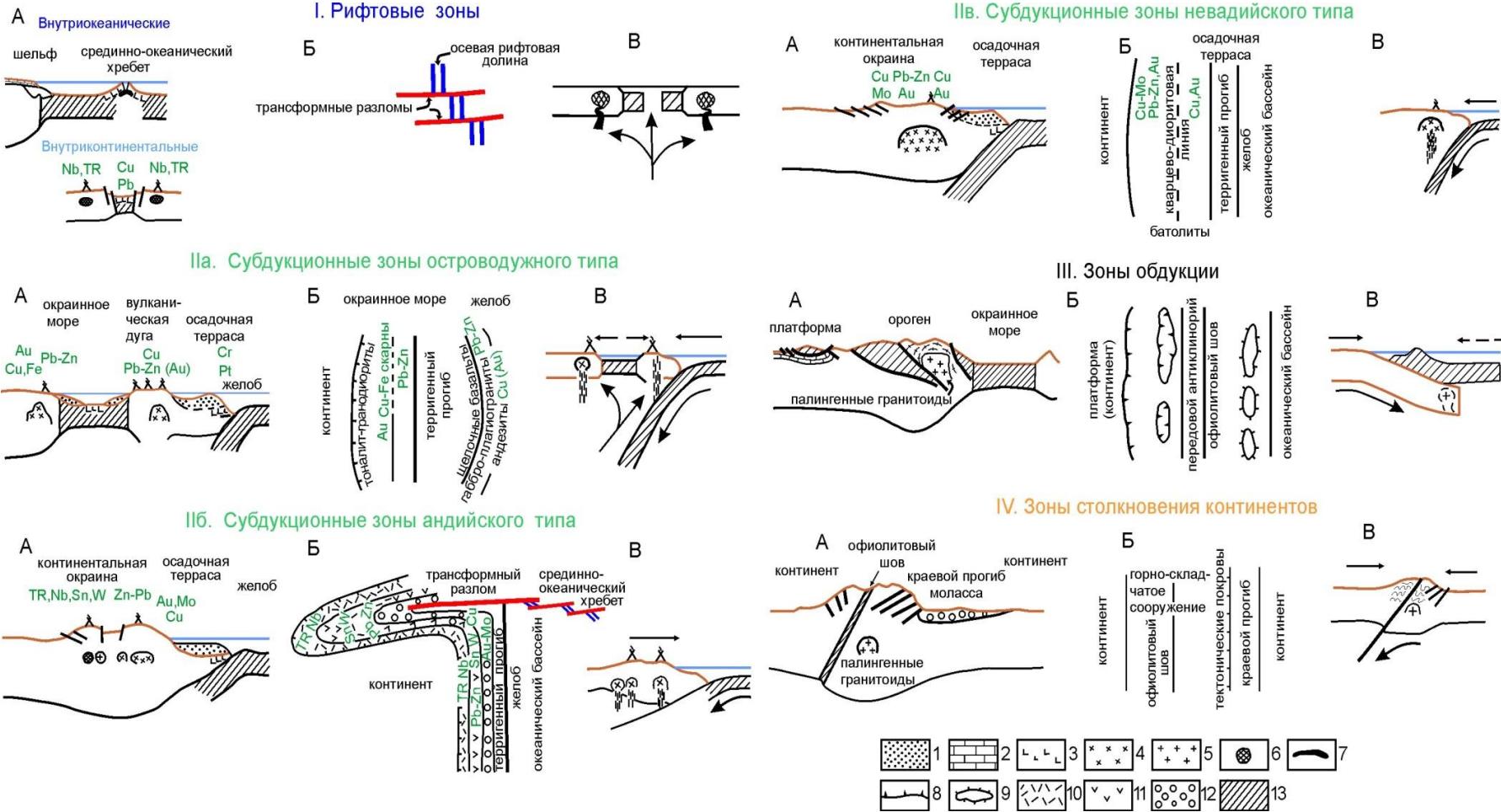
эра		период		складчатость
кайнозойская KZ	70	четвертичный Q	2	альпийская (тихоокеанская)
		неоген N	25	
		палеоген P	41	
мезозойская MZ	165	мел K	70	мезозойская
		юра J	50	
		триас T	40	
палеозойская PZ	330	пермь P	45	герцинская
		карбон C	65	
		девон D	55	
		силур S	35	калевонская
		ордовик O	60	
		кембрий E	70	
протерозой PR	2000			байкальская
архей AR	1800			



Цифрами обозначены:	
1	Манитоба
2	Тернер-Бэллин
3	Бристоль, Альберта (Корбина Коннектикут)
4	Раббот-Лейк, Манитоба-Прайс, Ни-Прайс, Стар-Прайс
5	Бландин-Резерв (Эннион-Лейк, Эннион)
6	Стэн-Прайс, Гриффит (Брусли-Прайс)
7	Марунг-Прайзант
8	Порексплан (Дон, Манитоба)
9	Хенни
10	Пичинги (Бригда, Хайнсбет)
11	Минимунгвай, Джонс
12	Нордика
13	Виль-Спр
14	Шактини (Сент-Оноре)
15	Сиппека
16	Кла-Кре
17	Баттерст-Ньюкастл (Брансфорд)
18	Джордж, Тетфорд-Макис
19	Мадисон
20	Уинсор
США	
21	Котинг-Хилс
22	Мадиз-Санс, Энс-Хилс
23	Хантингтон-Бич, Лонг-Бич
24	Уитни-Каньон, Кертис-Крик
25	Атлантик-Бичлен
26	Рейнджер
27	Сан-Хуан
28	Спотер, Плезантон
29	Джанктон-Юнион
30	Колле-Сандлер
31	Локридж
32	Гомес, Кончоса, Пакетт
33	Стрэгер-Френдс
34	Паккакад-Хэдготон
35	Окленд-Сити
36	Шо-Бел-Тан
37	Ист-Тексас
38	Карпиди
39	Грета, Том-С-Коннор
40	Ол-Онен
41	Сент-Паул-Айленд (блок 1064)
42	Масанг-Айленд (блок А-105)
43	Уист-Камптон-Сити-Айленд (блок 639)
44	Хендлер
45	Уист-Камптон (блок 192)
46	Кони-Айленд
47	Бей-Маршан (блок 2)
48	Уист-Дельта (блоки 30, 73)
49	Маккинней-Канал (блок 194, 397)
50	Бассейн Грин-Ривер, Южная
51	Бассейн Сан-Хуан-Ривер
52	Изменчивая бассейн
53	Апальчикская бассейн
54	Кипрофид, Кастильон, Аль-Чик, Перон, Белон
55	Канюс, Марцел, Пана-Винченек, Уади
56	Джорджес, Виргиния, Уади
57	Мерсер, Омаха, Вудлен
58	Юго-Западные бассейн
59	Паузер-Ривер
60	Гес-Хилс
61	Шуттернг-Каньон
62	Хок-Каньон, Альтюон-Мейн
63	Хоббит, Бирс-Рив, Клей-Уэст, Панна-Мария
64	Аракакас (Лип-Рок)
65	Уипсан-Спрингс, Магнет-Ков
Мексика	
66	Эн-Феникс
67	Баготидал
68	Таюльпетль (Сев-Джекс)
69	Эн-Таско, Сакатлан
70	Муселе, Гаведупа, Астека, Эн-Тавиан, Лусифер
71	Кикисес, Ля-Каррильо
72	Тепекока, Асунсьон
73	Сан-Исидро, Ля-Верас
74	Сан-Антонио
75	Ла-Очан, Хуан-Антонио
76	Нгуэ-Меркурио
77	Санта-Луциана, Наква
78	Сан-Франциско-дель-Оро, Санта-Барбара
79	Гуанахутль, Пас-Торрес
80	Рекал-Ли-Монте (Пачата)
81	Эн-Акиминь
82	Сан-Висенте, Пики-Этеро
83	Гуадалхана
84	Контильо, Масалия
85	Мордиланс
86	Керетаро
Гватемала	
87	Нинигу, Монтесор, Буэн-Виста
Гондурас	
88	Эн-Минто
89	Санта-Рита
Стопыльное содержание разработал	
Л.Н. Голов	

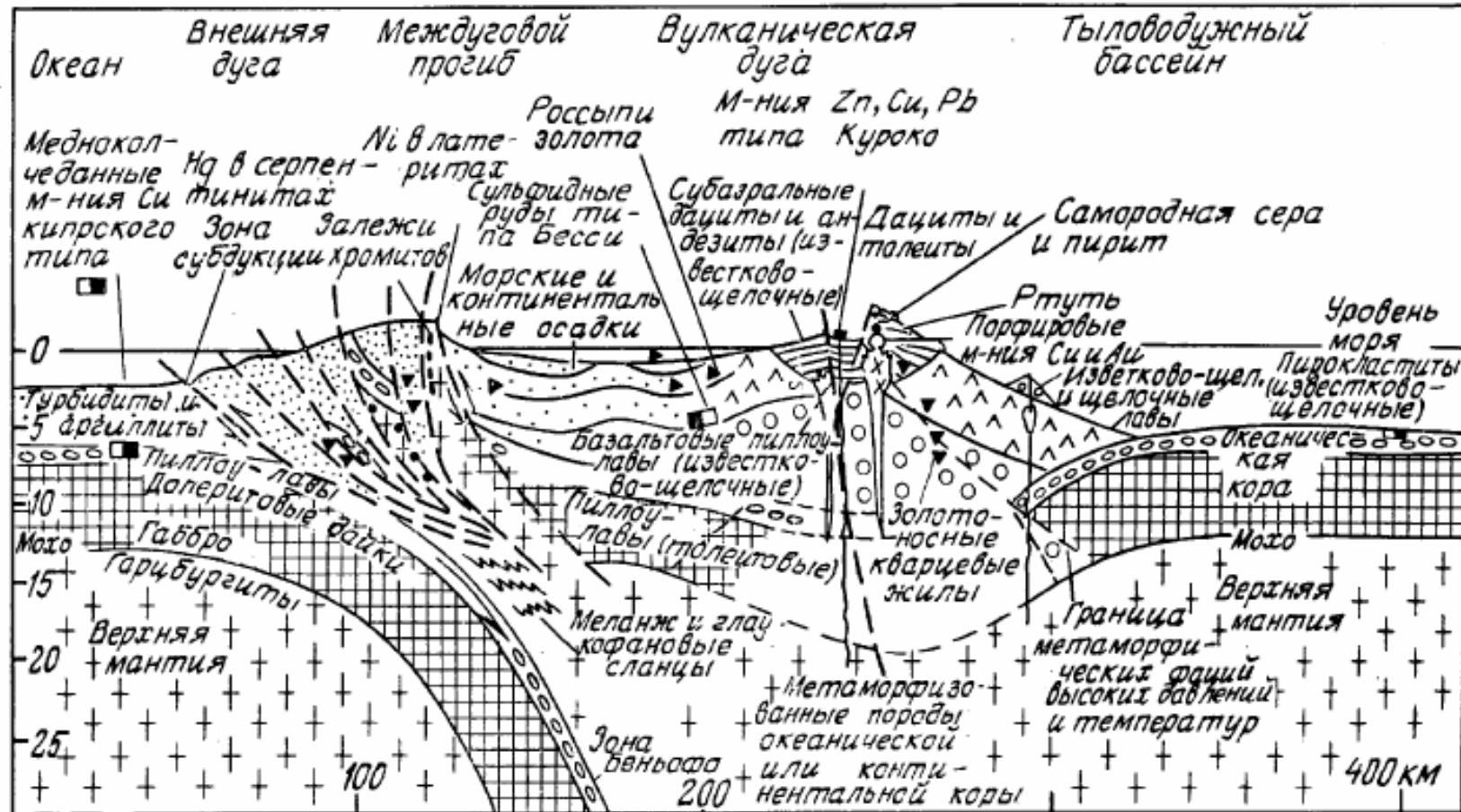
Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Геодинамические обстановки и металлогения с позиции концепции тектоники литосферных плит.
- Стадии: внутриконтинентального рифтообразования, расширения океанского дна, субдукции и развития остаточных бассейнов, столкновение в системах континент – континент или континент – островная дуга; их металлогеническое значение.
- Металлогения активных и пассивных окраин континентов, зон Беньофа, срединно-океанских хребтов, океанских и континентальных рифтов, островных дуг, краевых и и внутриплатформенных бассейнов, глубоководных желобов и орогенных областей и поясов.



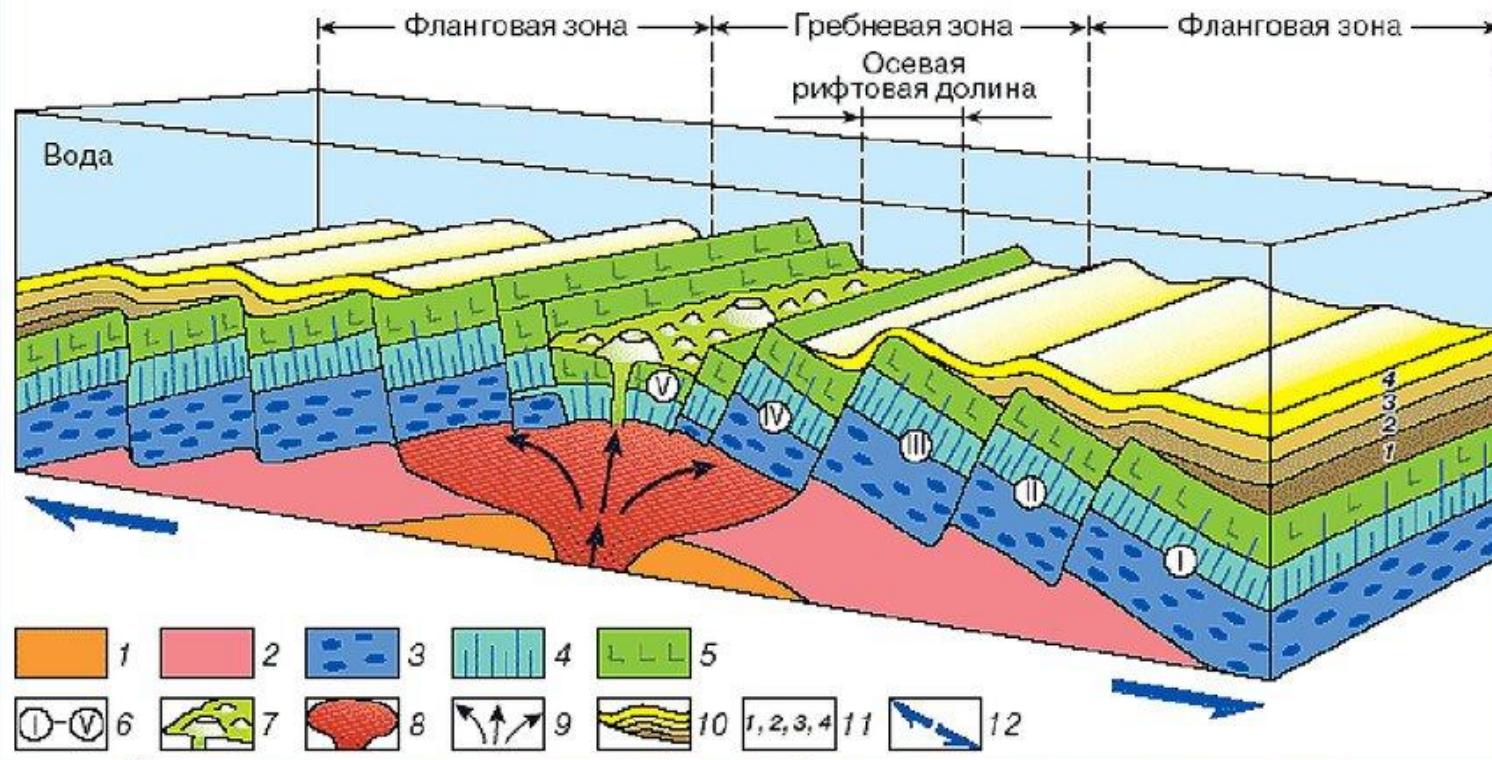
Геодинамические обстановки (I–IV) образования основных рудных месторождений

1—терригенные отложения, преимущественно турбидиты; 2—мелководные шельфовые отложения; 3—базальты; 4—гранитоиды преимущественно мантийные и нижнекоровые; 5—гранитоиды преимущественно корового происхождения; 6—щелочные интрузии; 7—гипербазиты; 8—офиолитовые покровы; 9—гранито-gneйсовые купола; 10—зона бимодального и щелочного магматизма; 11—зона стандартных и литий фтористых гранитов; 12—зона гранит-гранодиоритов, базальтов и диорит монцонитов; 13—океаническая литосфера. А—разрез, Б—план, В—геодинамическая интерпретация



Металлогеническая зональность островной дуги

Схема рифтогенеза



Строение срединно-океанического хребта и прилегающего дна океана.

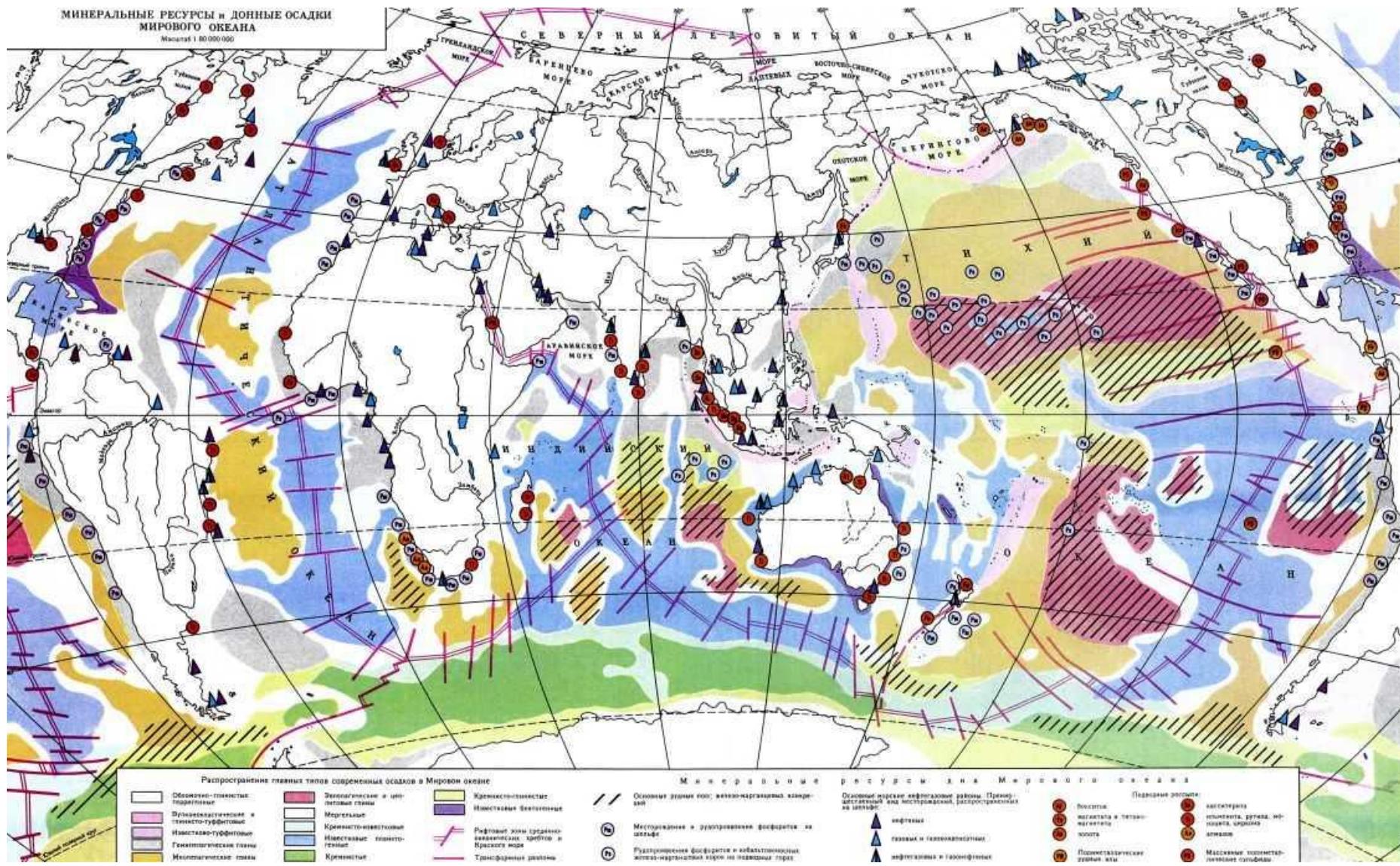
- 1,2 – мантия;
- 3 – нижний слой океанской коры (расслоенные гипербазиты, базиты, серпентиниты);
- 4 – дайковый горизонт коры;
- 5 – базальтовый горизонт коры;
- 6 – стадийность образования коры;
- 7 – вулканический комплекс рифтовой долины;
- 8 – мантийный диапир;
- 9 – движение магмы;
- 10 – комплекс осадочных пород;
- 11 – напластование осадочных пород (от древних к молодым);
- 12 – направление движения блоков коры.

Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Металлогения геосинклинально-складчатых и платформенных областей с позиции геосинклинальной концепции.
- Металлогения щитов и их платформ.
- Основные черты металлогении щитов и их платформ.
- Металлогения платформенного чехла.
- Осадочные, вулканогенно-осадочные и магматические формации и связанные с ними полезные ископаемые.

**МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ и ДОННЫЕ ОСАДКИ
МИРОВОГО ОКЕАНА**

Масштаб 1:80 000 000



ЕВРОПА
TECTONIC MAP

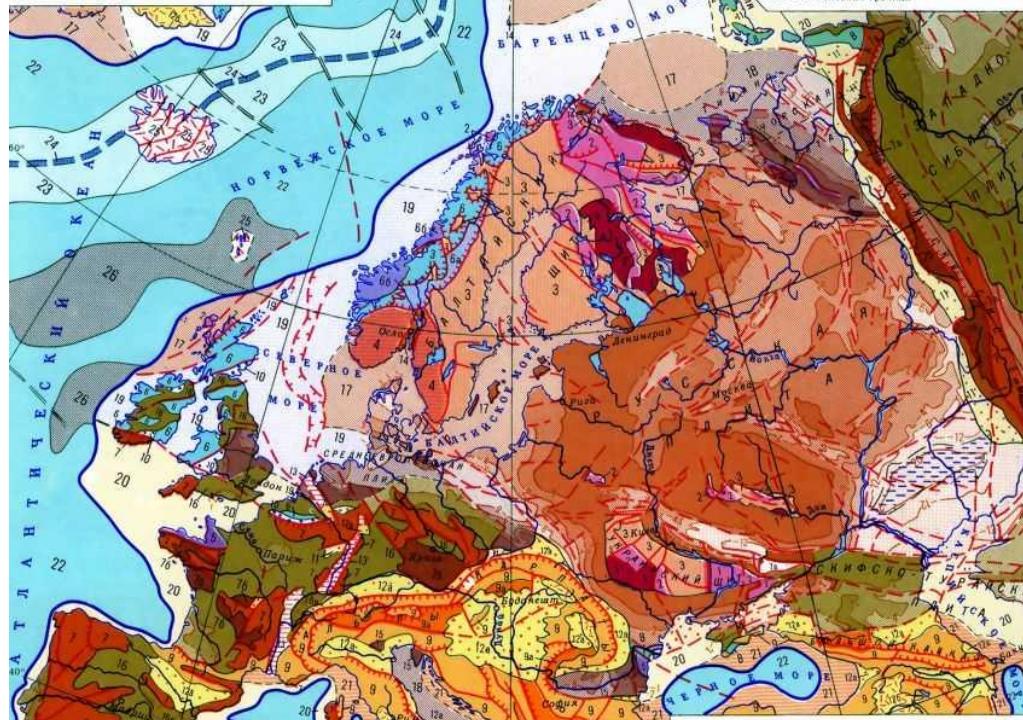
1 : 30 000 000

Континентальная кора

Выступы фундамента древних платформ

Архейские (2600 млн лет и древнее)

Архейские с переработкой в раннем протерозое (1800–1600 млн лет)



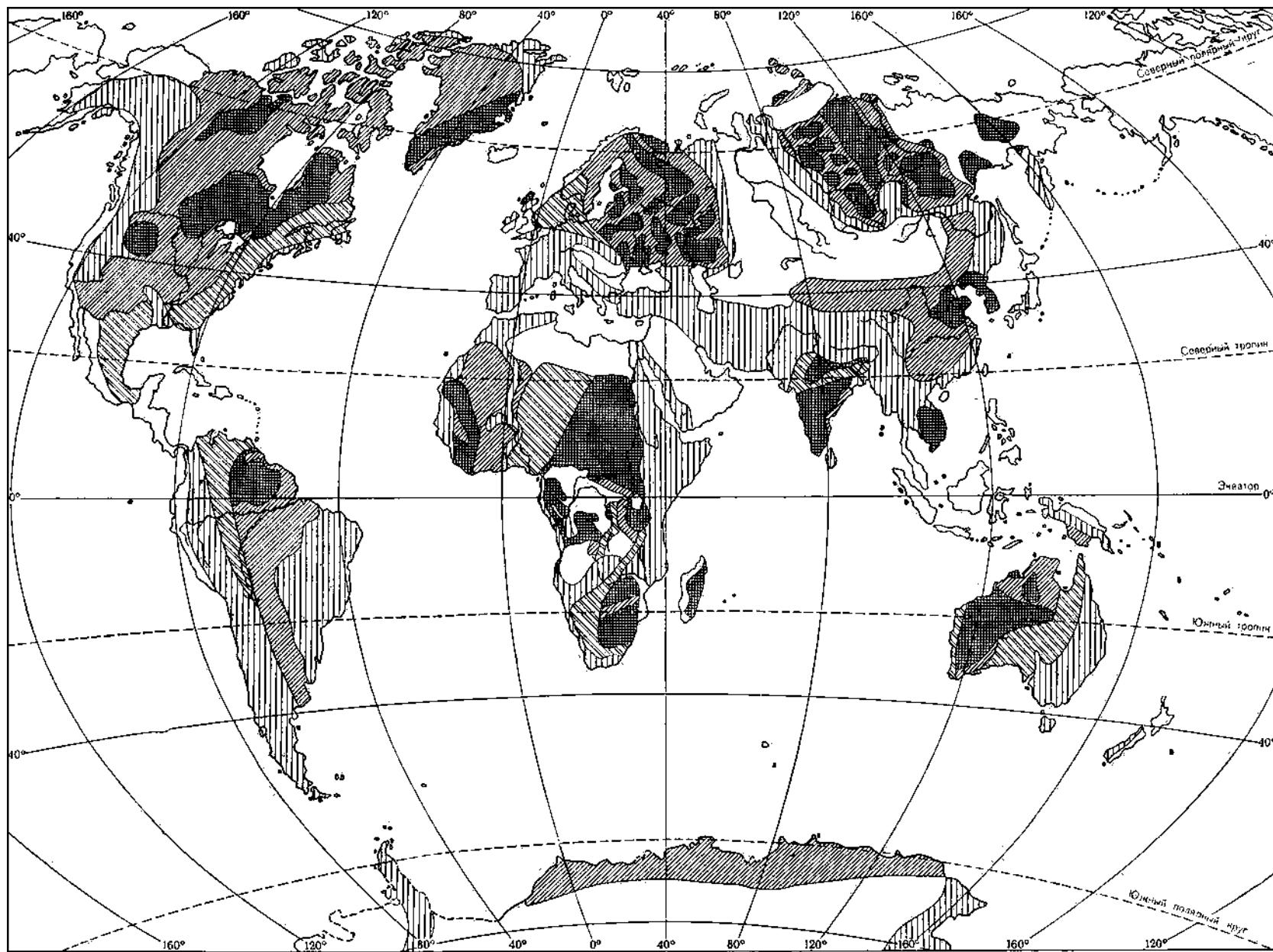
Прочие обозначения:

- Разломы без расщепления
- Сбросы
- Надвиги и шарыжи
- Трансформные разрывы
- Пунктиром показаны погребенные разрывы
- Верхний уступ континентального склона
- Изогиссы поверхности фундамента (в км)
- Условные границы

TECTONIC ZONING OF EUROPE

Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Металлогения докембрия.
- Раннедокембрейские металлогенические эпохи.
- Типы метаморфогенных месторождений.
- Металлогения различных фаций метаморфизма, зон диафтореза и ультраметаморфизма,protoорогенов, зон тектономагматической активизации (ТМА) и древних рифтогенных систем разломов.
- Особенности тектонического строения, метаморфизма, металлогении кристаллического фундамента Беларуси.



ДОКЕМБРИЙСКИЕ ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ И ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

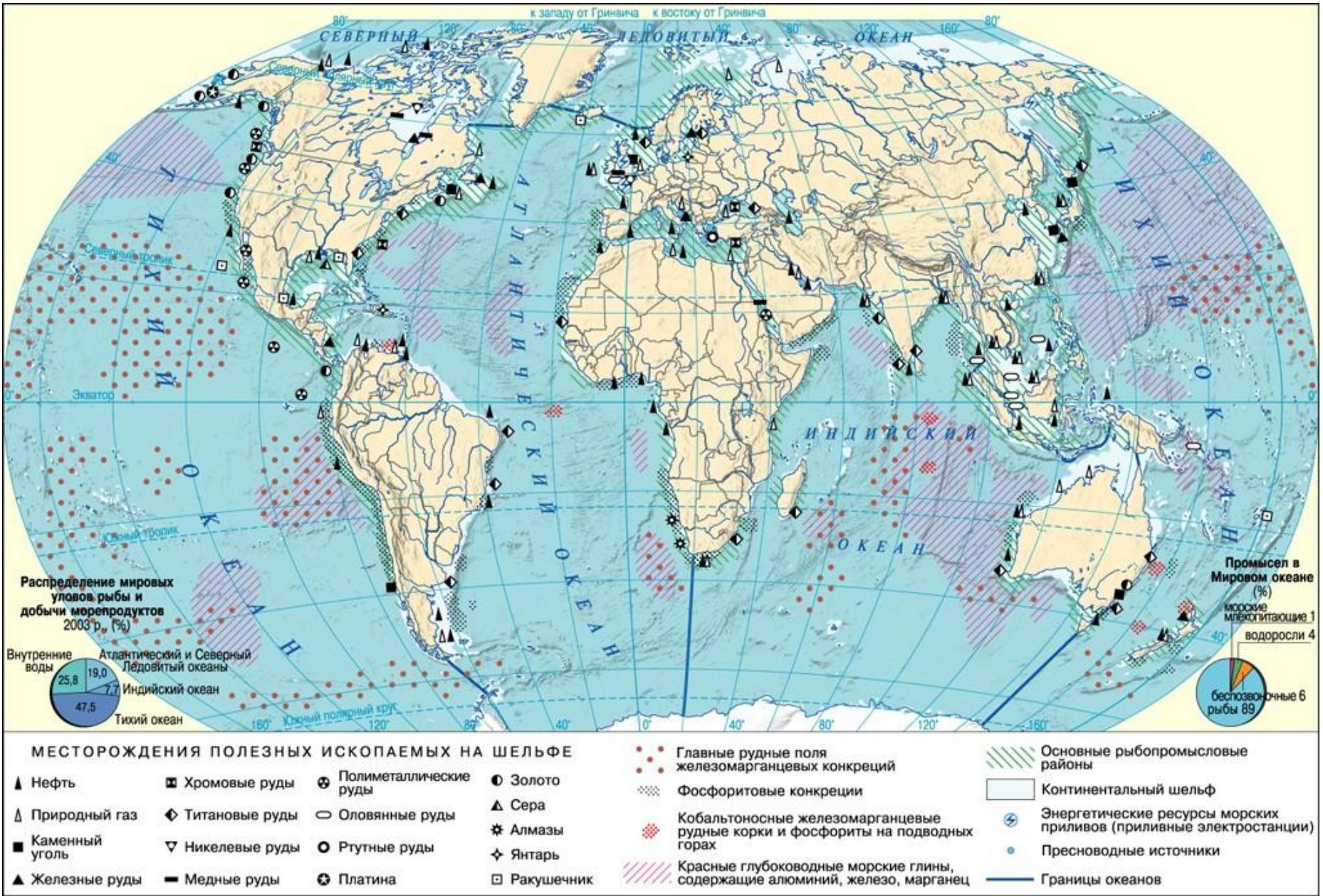
1500 0 1500 3000 4500 км

Кеноранская (~2700–2500 млн. лет) и более ранние

Раннекарельская (~2000 млн. лет) и позднекарельская (~1700 млн. лет)

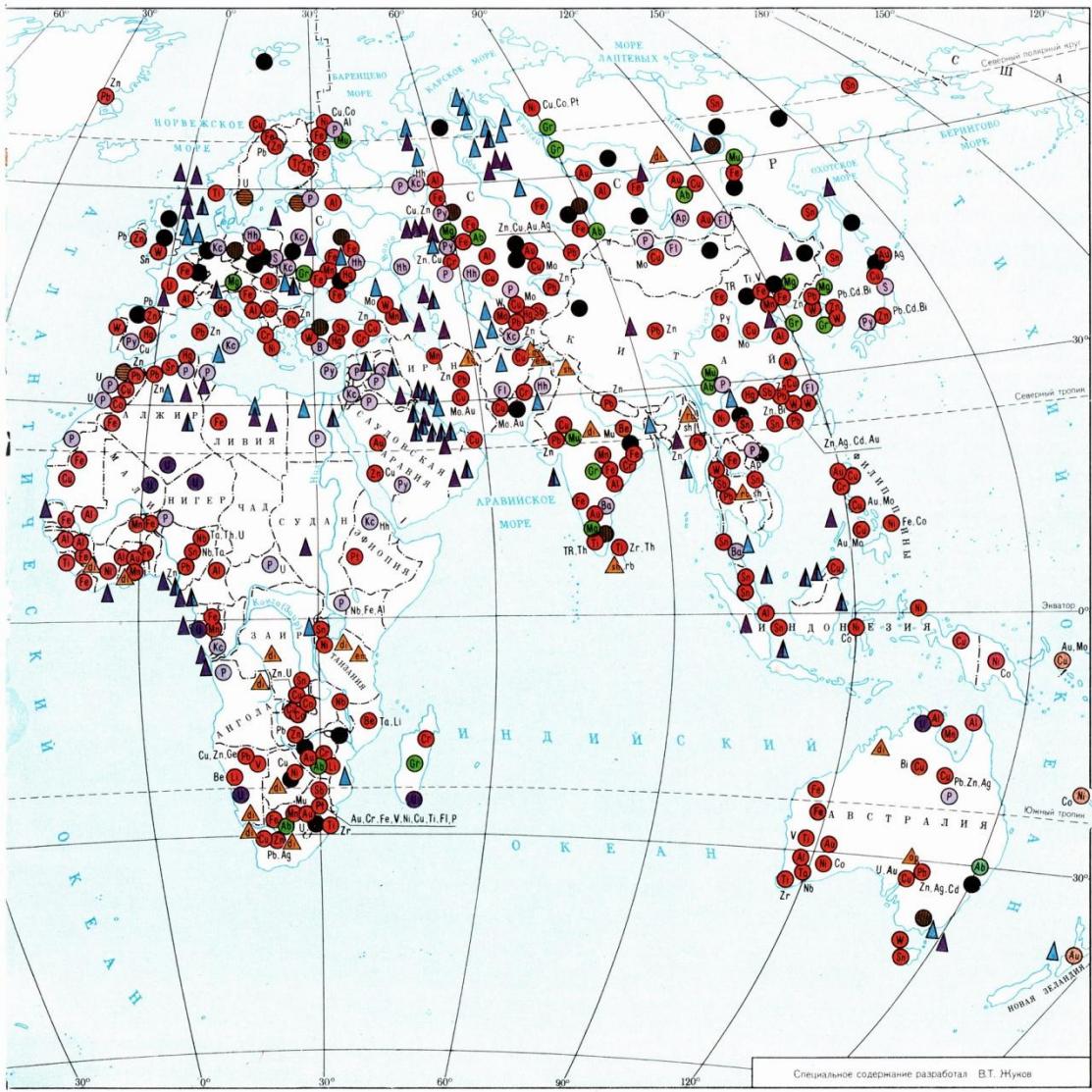
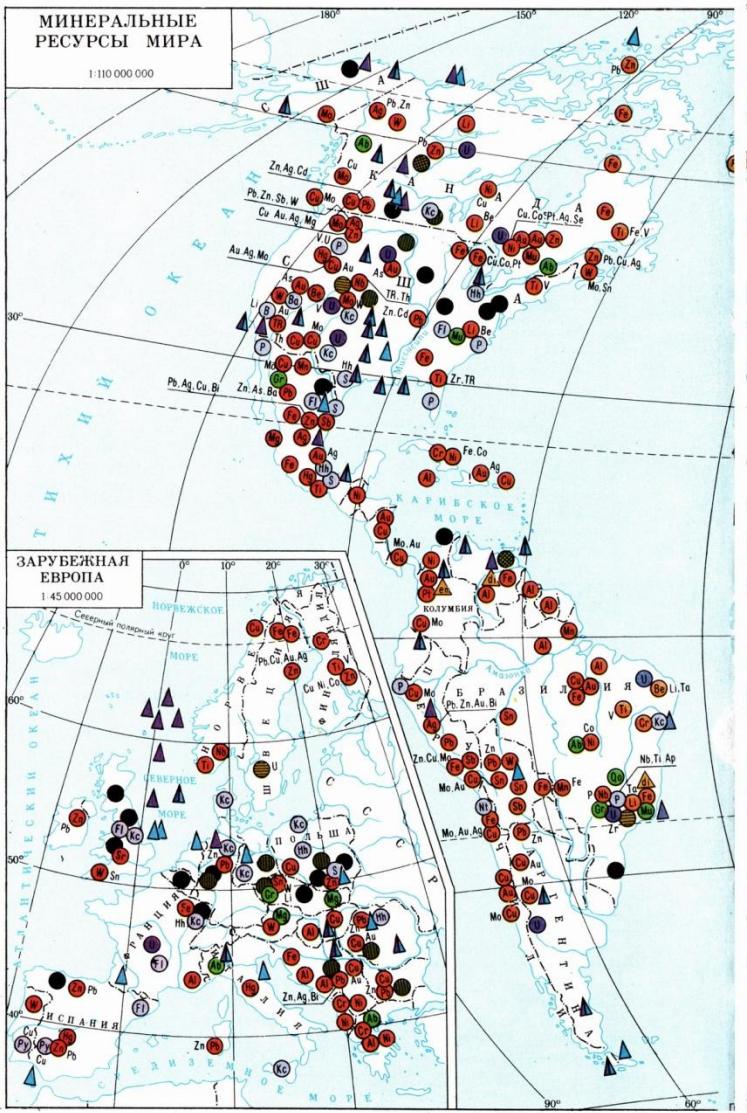
Готская (~1450 млн. лет) и гренвильская (~1000 млн. лет)

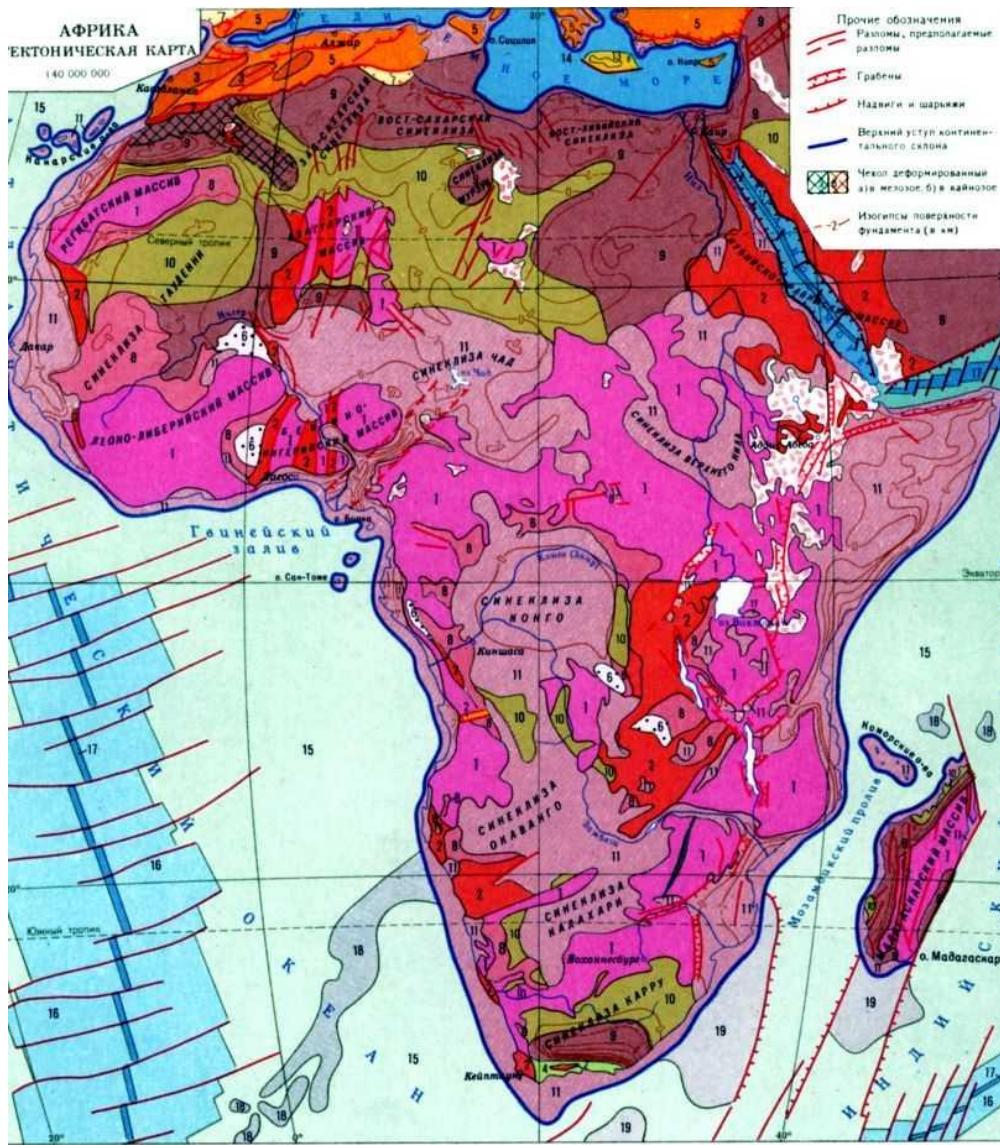
Байкальская (~600 млн. лет)



МИНЕРАЛЬНЫЕ
РЕСУРСЫ МИРА

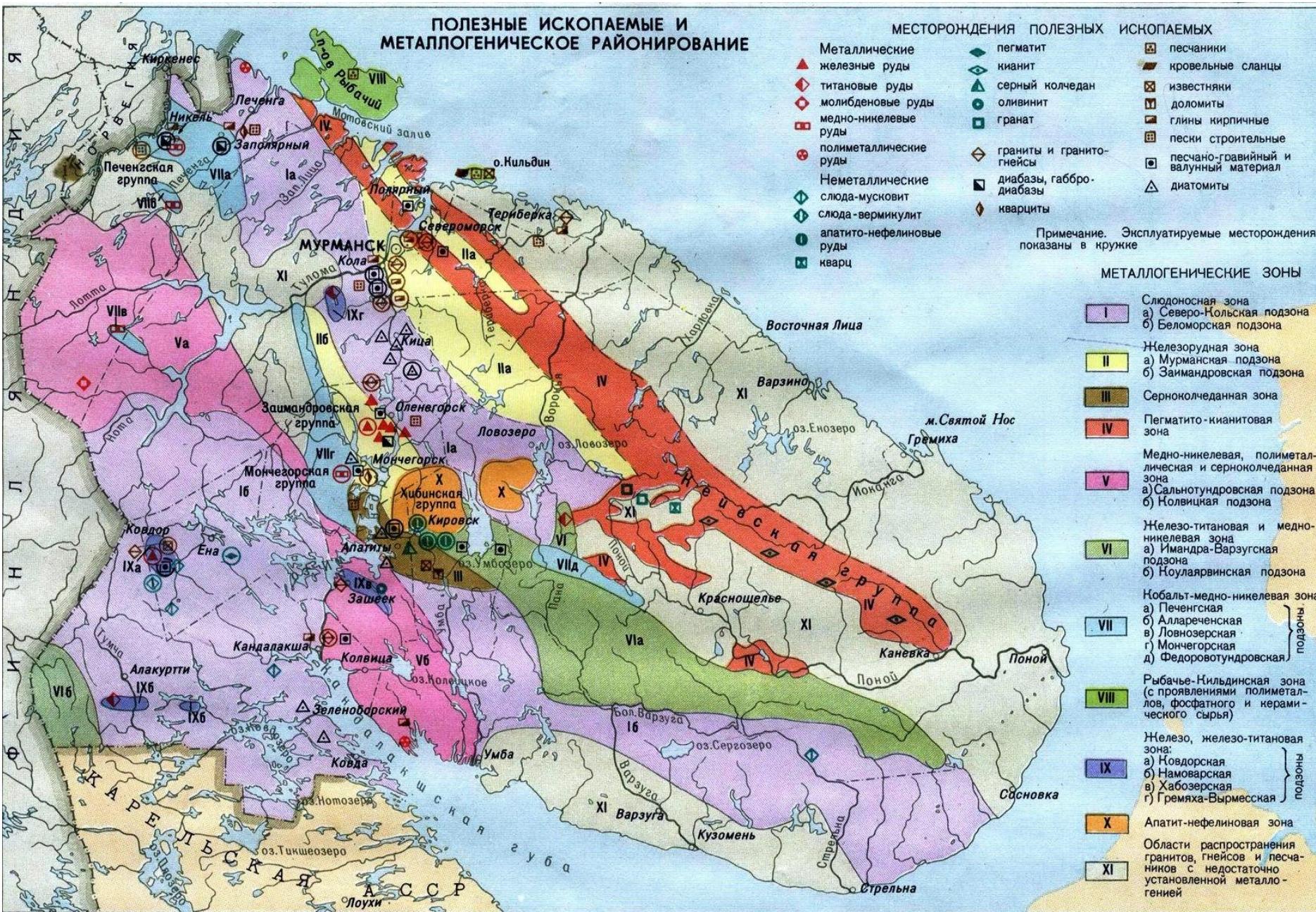
1:110 000 000





Тектоническая карта Африки

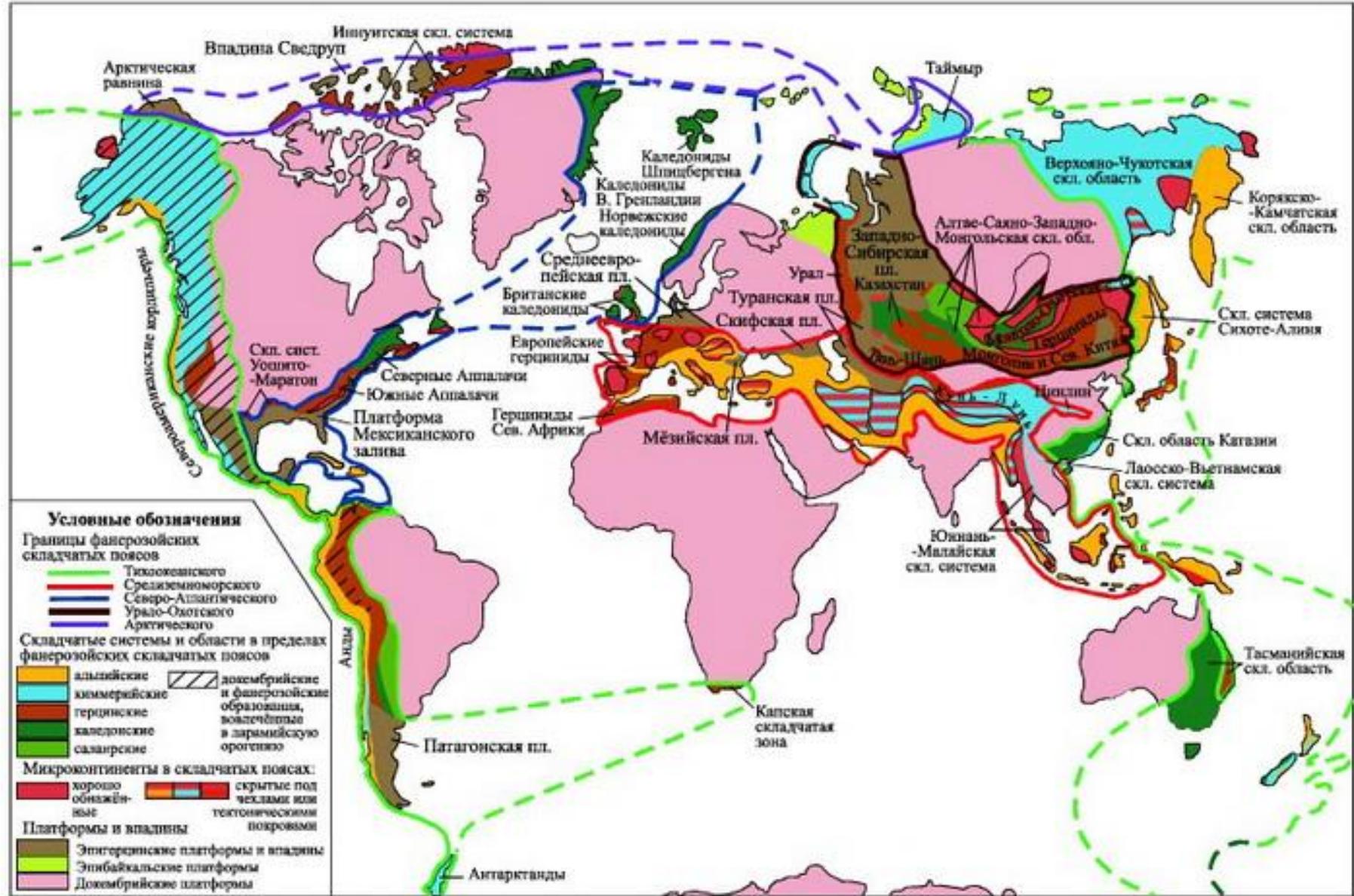
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ



Металлогеническое районирование Кольского полуострова

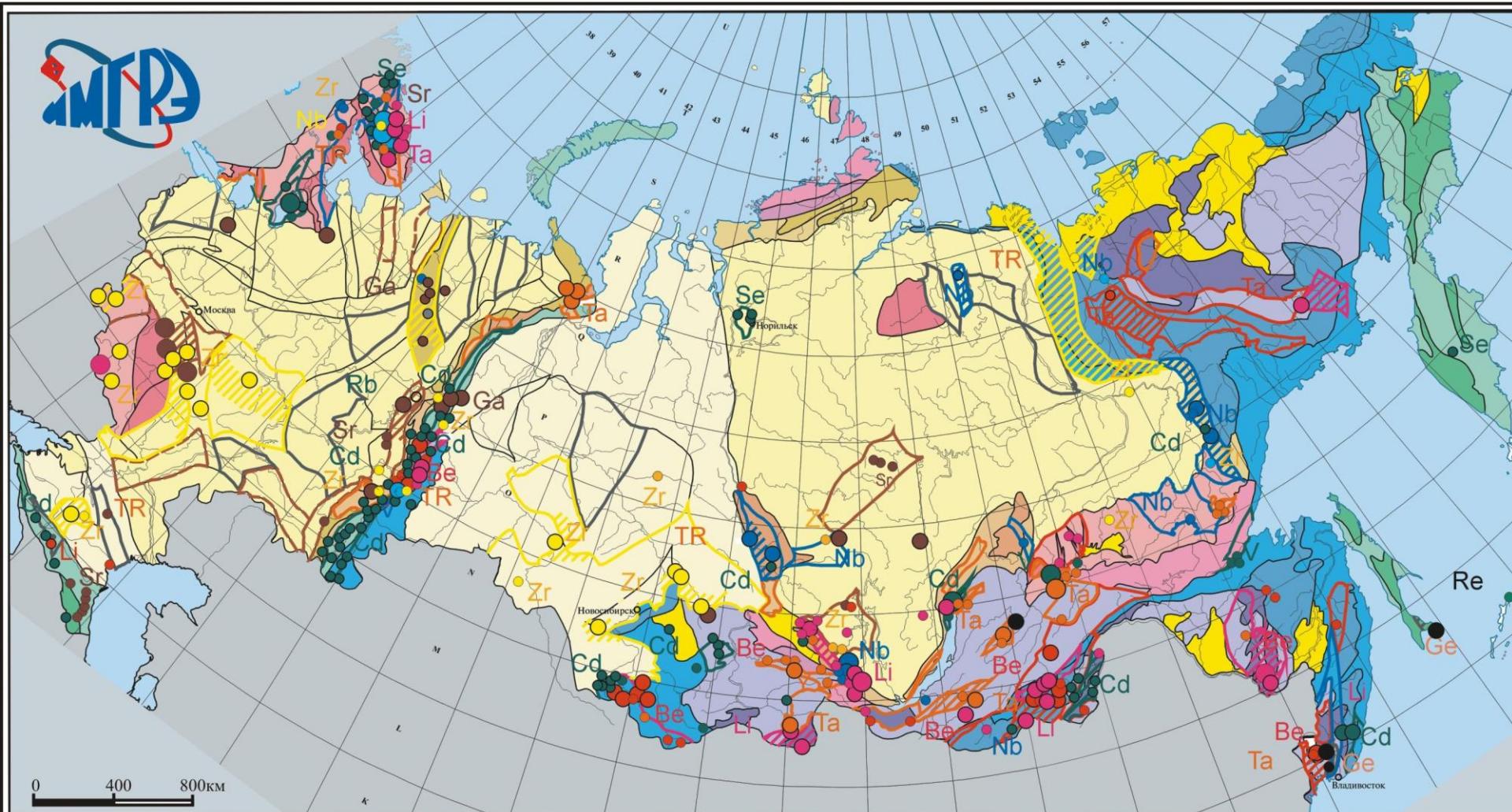
Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Металлогения складчатых подвижных поясов.
- Типизация металлогенических провинций складчатых областей.
- Металлогеническая специфика главных типов складчатых областей в связи с особенностями их развития.
- Осадочные, вулканогенно-осадочные и магматические формации и связанные с ними полезные ископаемые.



Фанерозойские складчатые пояса

Прогнозно-металлогеническая карта России на редкие элементы



Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Металлогения зон тектоно-магматической активизации (ТМА).
- Признаки зон ТМА.
- Стадии развития, типы структурно-металлогенических зон ТМА и их металлогения.
- Осадочные, вулканогенно-осадочные и магматические формации и связанные с ними полезные ископаемые.

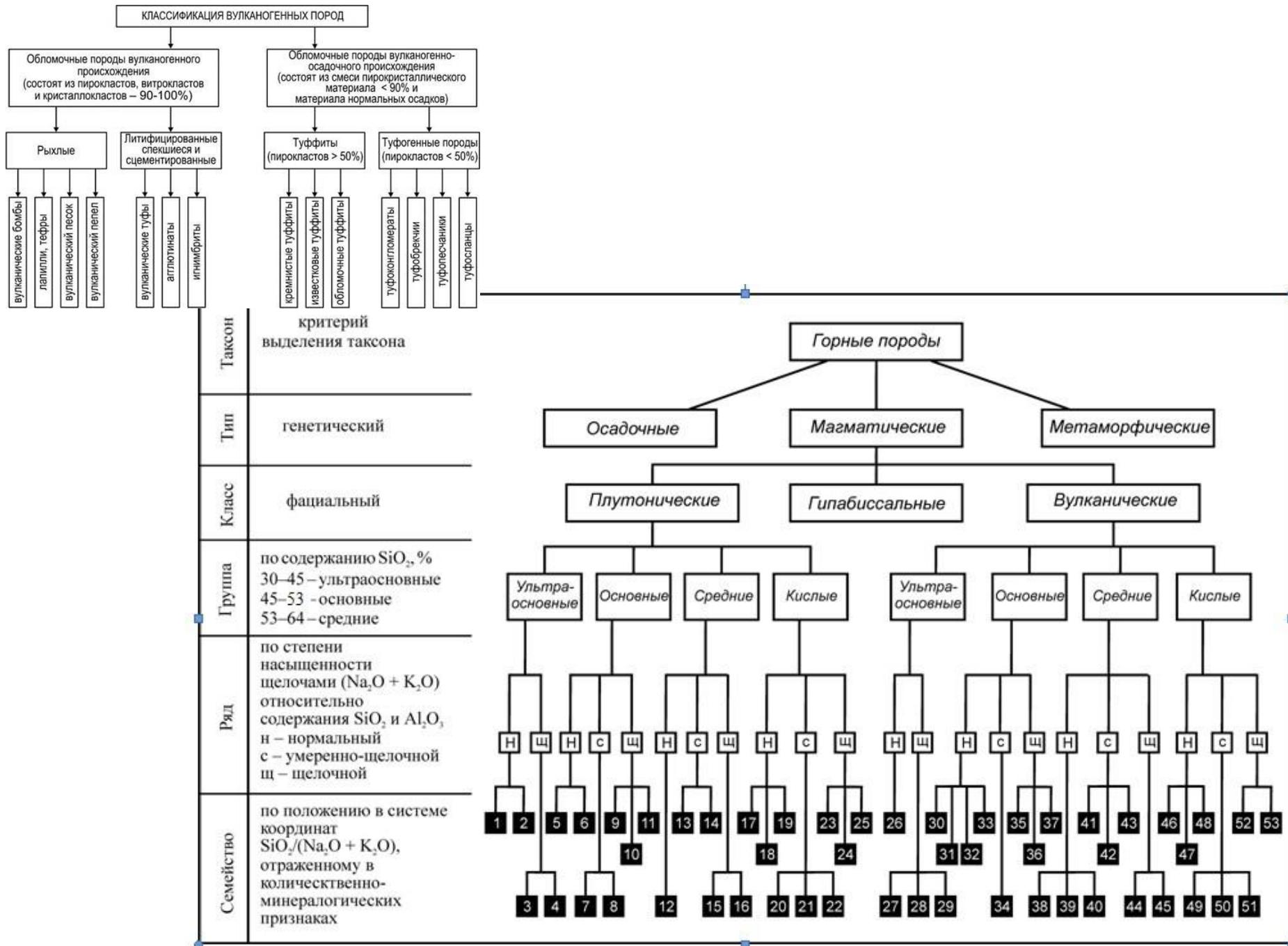
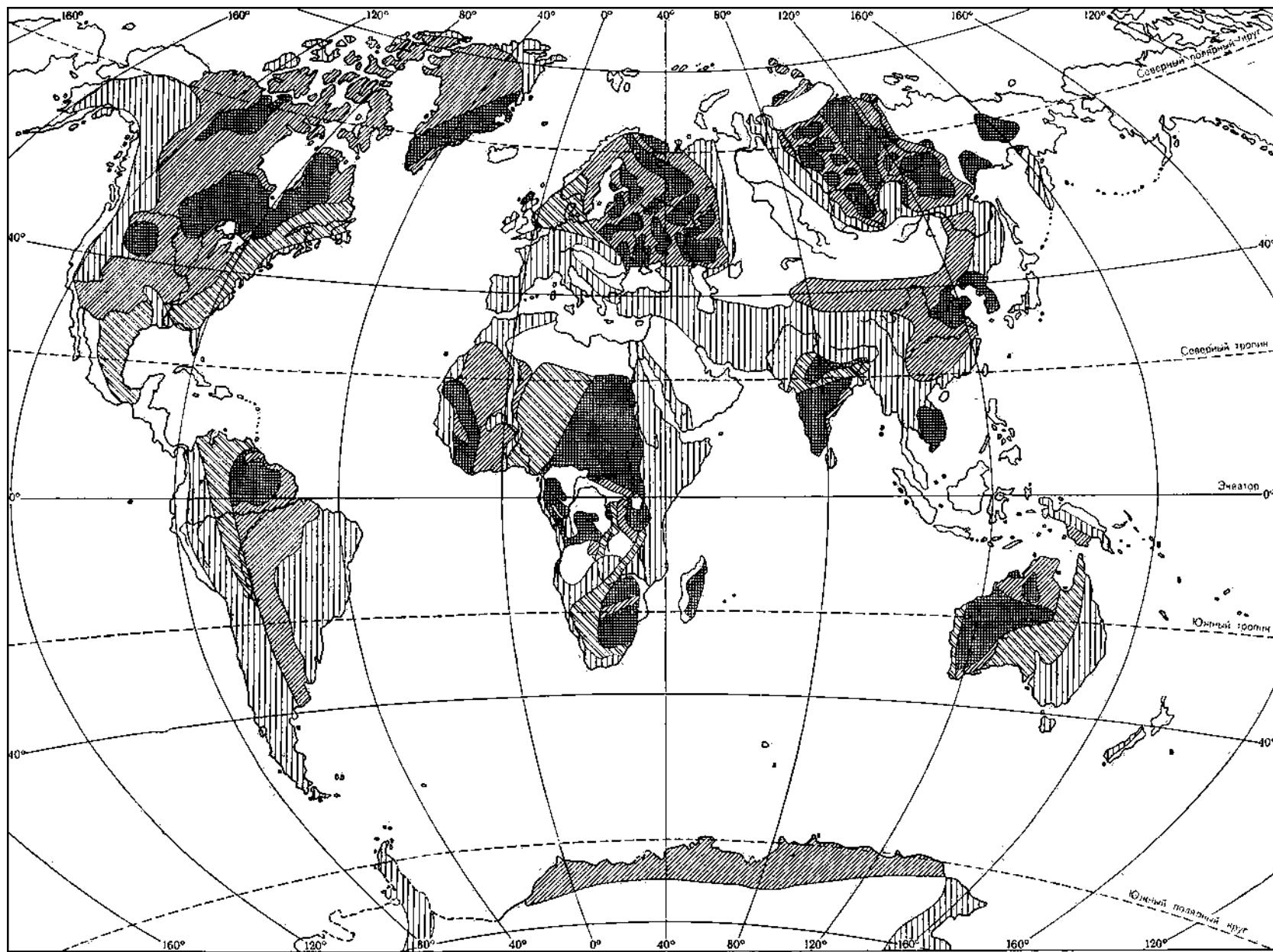


Рис. 1. Схема многоступенчатой систематики магматических горных пород [Петрографический..., 1995]



ДОКЕМБРИЙСКИЕ ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ И ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

1500 0 1500 3000 4500 км

Кеноранская (~2700–2500 млн. лет) и более ранние

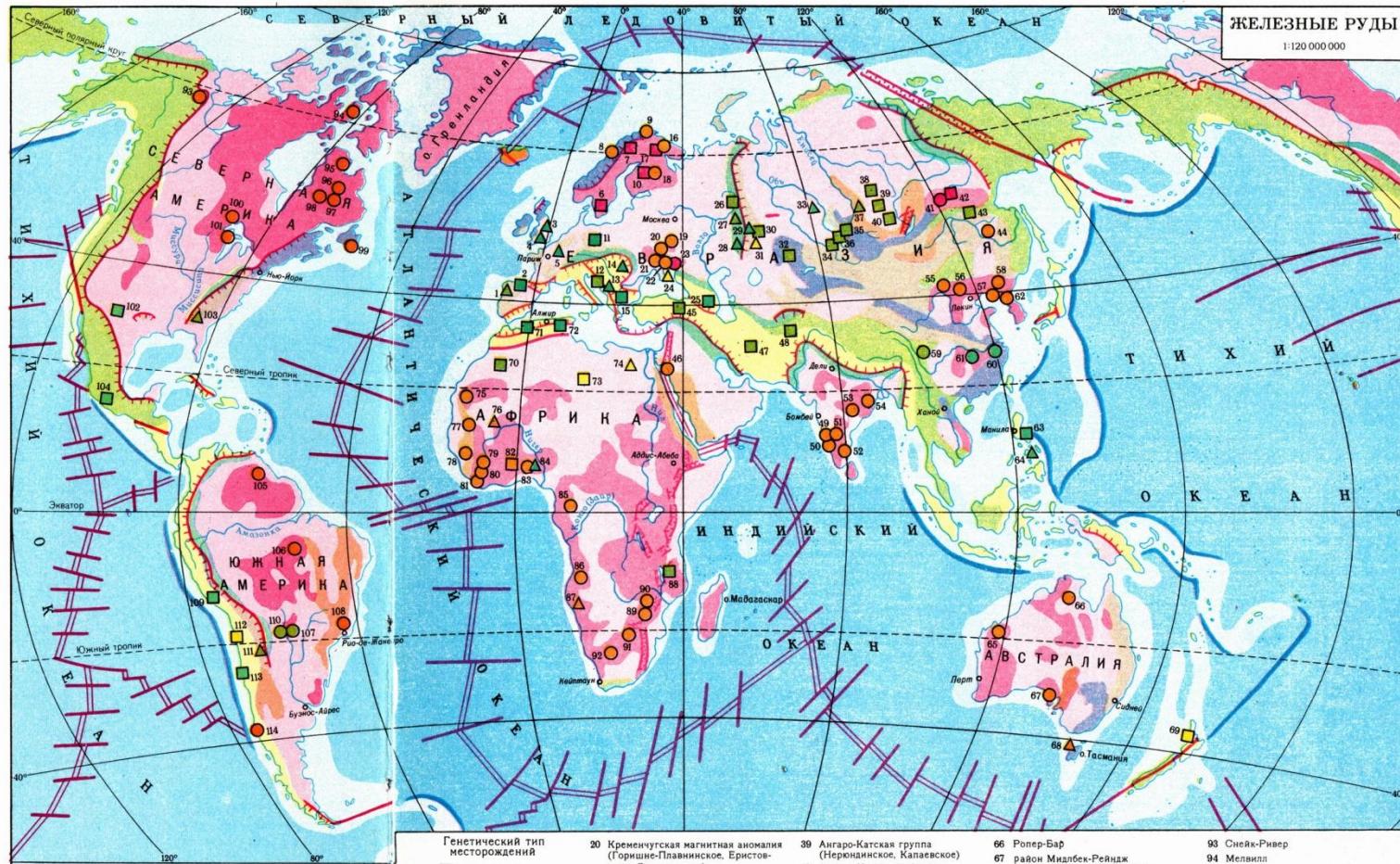
Раннекарельская (~2000 млн. лет) и позднекарельская (~1700 млн. лет)

Готская (~1450 млн. лет) и гренвильская (~1000 млн. лет)

Байкальская (~600 млн. лет)

Металлогения главных структурных элементов земной коры

- Металлогения Мирового океана.
- Геоморфологические и геологические предпосылки рудоносности различных частей Мирового океана.
- Твердые полезные ископаемые зон срединно-океанических хребтов, трансформных разломов, талассократонов островных дуг, шельфовых зон и береговых россыпей.
- Металлоносные илы и рассолы.



Континенты и их обрамления

Выступы фундамента древних платформ

Чехлы древних и молодых платформ

Складчатые системы

Позднедокембрейские

Раннепалеозойские

Позднепалеозойские

Мезозойские

Кайнозойские

Краевые прогибы

Зона шельфа и континентального склона

Океаны

Ложе океана Глубоководные желоба

Рифтовые зоны срединноокеанических хребтов и Красного моря

Острова с корой океанического типа

Разломы

Крупные надвиги

Внутриконтинентальные рифты

ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

1:120 000 000

Генетический тип месторождений:

- эндогенный
- △ экзогенный
- метаморфогенный

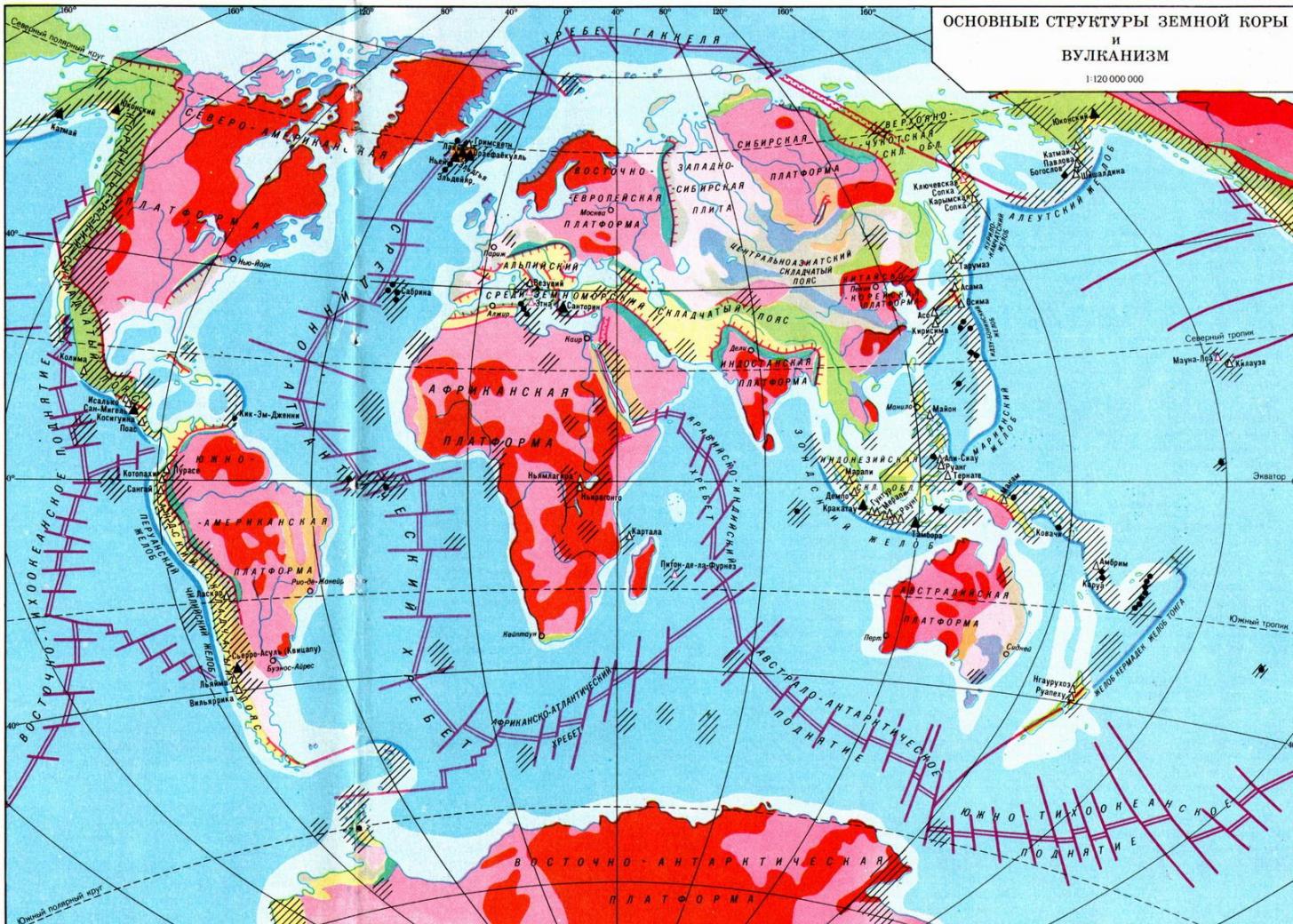
Цифрами обозначены аномалии, бассейны, группы, районы и месторождения:

- | | | | | |
|--|--|---|--|---|
| 1 Торри-ди-Монкову | 21 Кременчугская магнитная аномалия (Горишне-Плавнишское, Еристовское, Гапецинское) | 39 Ангаро-Катская группа (Неронинское, Славянское) | 66 Ропеर-Бар | 93 Снейк-Ривер |
| 2 Бильбао | 22 Кривонежский бассейн (Скелетное, Интульское, Новокирновское, Белая Глееватая, Первомайское, Аниное) | 40 Айрон-Ирбисский бассейн (Коршиковское, Рудногорское) | 67 район Мидлбек-Рейндж (Айрон-Монарк, Айрон-Ноб) | 94 Мелилл |
| 3 Фриднингем (Сканторп) | 23 Маринупольское | 41 Чаро-Тюкинский район | 68 Сэвилик-Ривер | 95 Утгава |
| 4 Нортхемптон | 24 Керченский бассейн | 42 Таскиное, Десовское | 69 Каира | 96 Шеффервилл |
| 5 Лотарингский бассейн | 25 Дащесанское | 43 Гарисское | 70 Гара-Джебилет, Мешери-Абделазиз | 97 Уобуш, Карон-Лейк, Фавр-Лейк |
| 6 Табер | 26 Качканарская, Высокогорская, Гороблагодатская, Богословская группы | 44 Сутарское | 71 Бени-Саф | 98 Маунт-Райт |
| 7 Кируна (Кирунавара) | 27 Белозерское | 45 Диуриги | 72 Джебель-Уэнза | 99 Уобана |
| 8 Рана | 28 Орско-Халиловская группа | 46 Вади-Сававин (Чадарманье) | 73 Брак, Эш-Шати | 100 Стил-Рок |
| 9 Севервангер (Бьёрневатн) | 29 Айтский бассейн | 47 Бак-Сагендинский район | 74 Бахария | 101 бассейн Верхнего Озера (Месаби, Куона, Вермиллон, Маунт-Айрон, Маркетт) |
| 10 Отанники | 30 Соколовское, Сарбайское, Каракское | 48 Хаджигеит | 75 Тазавит | 102 Айрон-Стрингс |
| 11 Эрзберг, Айзенэрц | 31 Лисаковское | 49 Гоа | 76 Барнинг-Байокский бассейн | 103 Бирмингемский бассейн |
| 12 Лебяня | 32 Атасыкское | 50 Кудремук, Бабаузан | 77 Фалеме | 104 Эль-Мамея, Пенья-Колорадо, Лас-Груче |
| 13 Вареш | 33 Западно-Сибирский бассейн | 51 Беллари-Хост, Доннилай | 78 Марампа, Тонкопили | 105 Серро-Боливар, Сан-Исидро, Эль-Пао |
| 14 Хунедоара | 34 Холунское | 52 Салем | 79 Симанду | 106 Серра-ду-Каражас |
| 15 Кремеников | 35 Тейкос, Терсинская группа, Абаканская | 53 Байладила, Дхалли-Раджхара | 80 Нимба | 107 Моррруду-Урукун |
| 16 Оленегорское | 36 Шаттагольское, Шерегешевское | 54 Сингххумбум, Мархорджан | 81 Би-Маунтин, Бонг | 108 бассейн железорудного четырехъярусника. (Итабира, Каса-ди-Педра, Алиса, Агуас-Кларас) |
| 17 Ковдорское | 37 Ангаро-Питский бассейн (Нижнеангарское, Ишимбинское, Удронгское) | 55 Бинь-Обо | 82 Шиене | 109 Маркона |
| 18 Красногорское | 38 Среднангарский район (Тагарское) | 56 Луньянъ | 83 Итакин-Хилл | 110 Мутун |
| 19 Курганская магнитная аномалия (Стойленское, Лебединское, Коробковское, Гостищевское, Яковлевское, Михайловское) | | 57 Аньшань | 84 Патти, Абаджа | 111 Саппа |
| | | 58 Бэнзи | 85 Бединга | 112 Эль-Пако |
| | | 59 Паничжихуа | 86 район Касинги (Катерука, Мавулу, Чемутете, Матоте, Бадана-Мича) | 113 Эль-Алгарробо, Эль-Ромераль |
| | | 60 группа Мааньшань (Наньшань) | 87 Каософеда | 114 Релу |
| | | 61 группа Дае | 88 Лиганга | |
| | | 62 Мусан | 89 Бухва | |
| | | 64 Толево | 90 Квекве | |
| | | 65 бассейн Хамерсли (Маунт-Том-Прайс, Парабриз, Маунт-Уэйлбек, Роб-Ривер) | 91 Табазимби | |
| | | | 92 Сайшен | |

Справочное содержание разработано
В.М. Григорьев

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ
и
ВУЛКАНИЗМ

1:120 000 000



Континенты и их обрамления.

Выступы фундамента древних платформ

Плиты древних платформ

Плиты молодых платформ

Складчатые системы

Позднекембрийские

Раннепалеозойские

Позднепалеозойские

Мезозойские

Кайнозойские

Позднепалеозойские, мезозойские и кайнозойские
краевые прогибы

Зона шельфа и континентального склона

Океаны

Ложе океана

Глубоководные желоба

Рифтовые зоны срединно-океанических хребтов
и Красного моря

Острова с корой океанического типа

Разломы

Внутриконтинентальные рифты

▲ Катастрофические извержения (свыше 15 млрд.тон изверженного материала) за историче-
ский период

Действующие вулканы, неоднократно извергавшиеся за период,
начиная со 2-й половины 19 века

△ Свыше 20 извержений

Δ 10–20 извержений

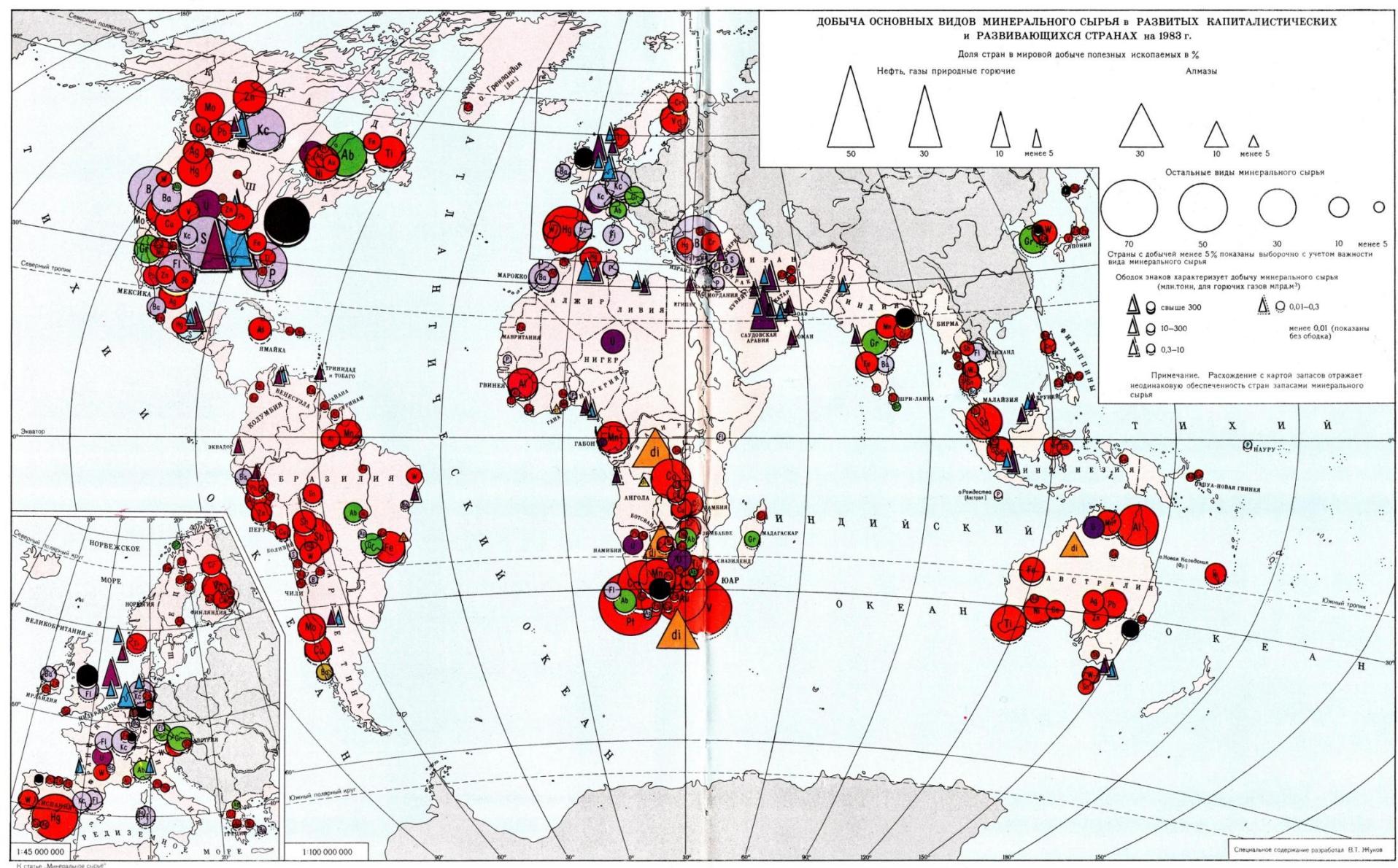
● Подводные вулканы

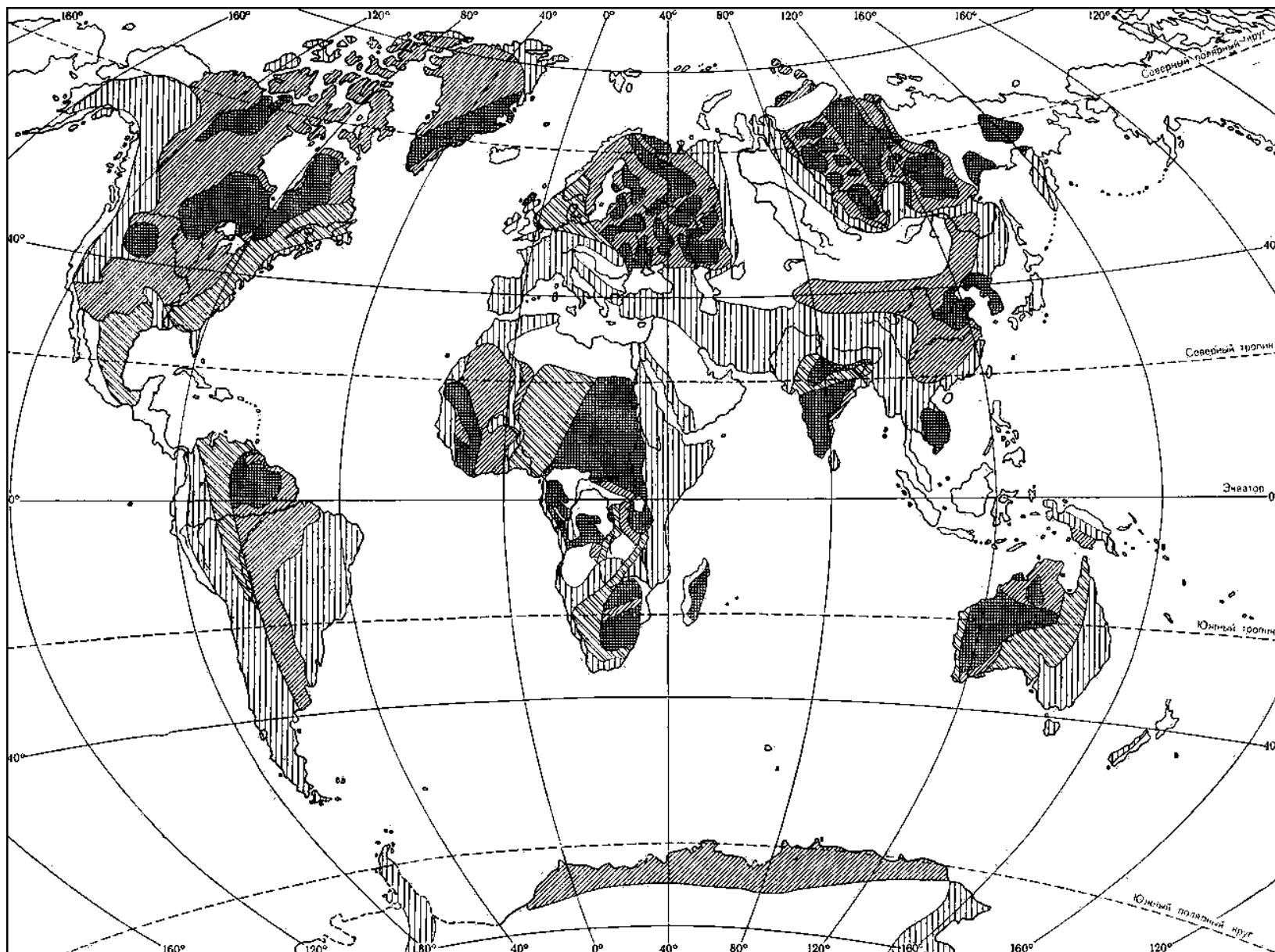
/////// Районы вулканической деятельности (в голоцене)

Специальное содержание разработали
В.Е. Хайн, Л.П. Зоненшайн, Е.Е. Мильновский
(структуры земной коры),
В.И. Владавец, И.И. Гущенко (вулканизм)

Специальная металлогения

- Металлогения отдельных элементов.
- Классификации металлов.
- Распределение промышленных концентраций отдельных элементов по основным типам структур земной коры и металлогеническим провинциям, а также по металлогеническим эпохам.
- Аналитические методы.





ДОКЕМБРИЙСКИЕ ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ И ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ

1500 0 1500 3000 4500 км

Кеноранская (~2700–2500 млн. лет.) и более ранние

Раннекарельская (~2000 млн. лет) и позднекарельская (~1700 млн. лет)

Готская (~1450 млн. лет) и гривильская (~1000 млн. лет)

Байкальская (~600 млн. лет)

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Группа	Породы	Главные минералы	Второстепенные минералы	Вторичные минералы
Ультраосновные	Перидотиты, дуниты и пикролиты	Оливин, пироксен (энстатит, гиперстен)	Роговая обманка, основные плагиоклазы	Серпентин, тальк, хлорит, магнезит, хризотил-асбест, уралит, брусит
	Пироксениты	Пироксины (диопсид, энстатит, бронзит)	Оливин, магнетит, хромит, ильменит	
	Кимберлиты	Оливин, диопсид, флогопит	Пироп, авгит, магнетит, апатит	
Основные	Габбро	Основные плагиоклазы, моноклинный пироксен	Оливин, авгит, биотит, гиперстен, апатит, сфен	Эпидот, цоизит, алббит, серицит, уралит, тальк, хлорит
	Базальты, диабазы, долериты	Плагиоклаз, авгит	Оливин, ромбич. пироксен, роговая обманка, магнетит	
	Анортозиты	Основные плагиоклазы	Кварц, ильменит, биотит	
Средние	Диорит – андезит	Средние плагиоклазы, пироксен, роговая обманка	Кварц, биотит, ортоклаз, апатит, ильменит, циркон	Каолинит, хлорит, карбонаты
	Сиенит – трахит	Плагиоклазы, биотит, пироксены	Гранат, ортоклаз, апатит, сфен, флюорит, циркон	Каолинит, кальцит, серицит
Кислые	Гранит	Кварц, ортоклаз, микроклин, плагиоклазы, биотит, пироксен, мусковит	Магнетит, ильменит, апатит, циркон, пирит, сфен	Гранат, турмалин, топаз, флюорит, мусковит, серицит, каолинит
	Липариты, риолиты, кварцевые порфиры	Кварц, плагиоклаз, ортоклаз, биотит, санидин, роговая обманка	Апатит, циркон, кордиерит, тримидит, кристобалит	
Щелочные	Нефелиновый сиенит	Калиевый полевой шпат, нефелин, пироксины, амфиболы	Циркон, титанит, апатит, магнетит	Серицит, каолинит, хлорит, шеолиты

Классификация минералов:

- Самородные элементы
- Сульфиды
- Галоиды
- Оксиды и гидроксиды
- Карбонаты
- Фосфаты
- Сульфаты
- Силикаты
- Органические минералы

Группа	Минерал	Формула	Сингония	Твёрдость
Оливина	Форстерит	Mg ₂ (SiO ₄)	Ромб.	6,5-7
	Фаулит	Fe ₂ (SiO ₄)	---	6,5
Фенакита	Фенакит	Be ₂ (SiO ₄)	Триг.	7,5-8
	Виллемит	Zn ₂ (SiO ₄)	---	5-6
Циркона	Циркон	Zr(SiO ₄)	Тетр.	7,5-8
	Торит	Th(SiO ₄)	---	4,5-5
	Коффинит	U(SiO ₄)	---	5-6
Гранатов	Гроссуляр	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	Куб.	6,5-7,5
	Андрадит	Ca ₃ Fe ₂ (SiO ₄) ₃	---	6,5-7,5
	Гольдманит	Ca ₃ V ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
	Уваровит	Ca ₃ Cr ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
	Пироп	Mg ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
	Кноррингит	Mg ₃ Cr ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
	Альмандин	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
	Спессартин	Mn ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	---	7-7,5
Хондродита	Хондродит	Mg ₃ (SiO ₄) ₂ F ₂	Мон.	6-6,5
Кианита	Кианит	Al ₂ (SiO ₄) ₂ O	Трипл.	4,5-6,5
	Силлиманит	Al(AlSiO ₄) ₂	Ромб.	7
	Андалузит	AlAl(SiO ₄) ₂ O	---	6,5-7,5
Ставролита	Ставролит	Al ₂ Fe ₂ (SiO ₄) ₂ O ₂ (OH) ₂	Мон.	7-7,5
	Топаз	Al ₂ (SiO ₄) ₂ F ₂	Ромб.	8
	Титанит	Ca ₂ Ti(SiO ₄) ₃ O	Мон.	5-6
	Везувиан	Ca ₁₀ Al ₂ Mg ₂ (SiO ₄) ₂ (Si ₂ O ₇) ₂ (OH) ₄	Тетр.	6,5
Клиноцизита	Клиноцизит	Ca ₂ Al ₂ (SiO ₄)(Si ₂ O ₇) ₂ O(OH)	Мон.	6,5
	Эпидот	Ca ₂ (Al ₂ Fe ₂)(SiO ₄)(Si ₂ O ₇) ₂ O(OH)	---	6,5
	Алланит	(Ca, Th, Ce) ₂ (Al, Fe) ₂ (SiO ₄)(Si ₂ O ₇) ₂ O(OH)	---	6
Гемиморфита	Гемиморфит	Zn ₄ (Si ₂ O ₇) ₂ (OH) ₂ * H ₂ O	Ромб.	4-5
Лампрофиллита	Лампрофиллит	NaSr(Ti _{1-x} Fe _{0,5})(Si ₂ O ₇)OF ₂	Мон.	2-3