

Региональная металлогения

Металлогения – наука о закономерностях размещения руд в пространстве и во времени в связи с геодинамикой развития Земной коры.

1.2. Объекты металлогенического анализа

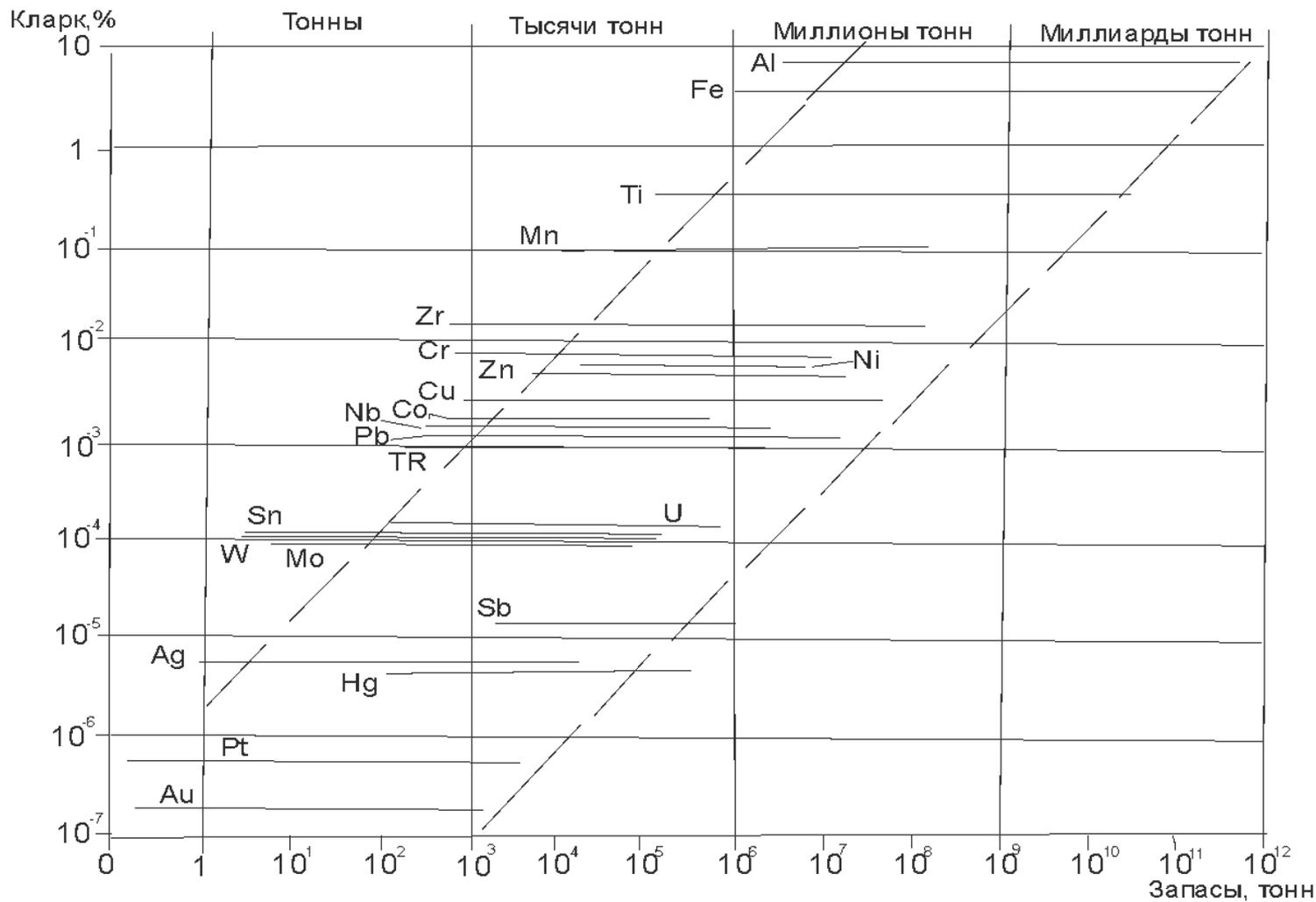
- Объектами металлогенического анализа являются разномасштабные участки земной коры – от планетарных металлогенических поясов до отдельных месторождений определенного вида полезного ископаемого.
- В целях унификации терминологии, особенно полезной в прикладной металлогении, Л.Н. Овчинников (Овчинников, 1992), взяв за основу систематику Д.В.Рундквиста, предложил следующую систематику металлогенических объектов

Класс	Объекты металлогенических исследований	Площадь, км²	Масштаб металлогенических и прогнозных карт
I	Планетарный металлогенический пояс	$N \cdot 10^7$	$1:5 \cdot 10^6 - 1:2,5 \cdot 10^6$
II	Металлогенический пояс, провинция	$N \cdot 10^{6-7}$	$1:2,5 \cdot 10^6$
III	Металлогеническая область, система	$N \cdot 10^5$	1:1000000
IV	Структурно-металлогеническая зона	$N \cdot 10^{4-5}$	1:500000
V	Металлогеническая зона, блок	$N \cdot 10^{3-4}$	1:200000 1:100000
VI	Рудная зона, район	$N \cdot 10^{2-3}$	1:100000
VII	Рудный узел	$N \cdot 10^2$	1:50000
VIII	Рудное поле	$N \cdot 10$	1:25000
IX	Месторождение	$N \text{ км}^2$	1:25000 - 1:5000
X	Рудное тело	$N \cdot 10^{0,1-0,5}$	1:5000 - 1:1000

Металлогенические классы		Структурно-тектонические подразделения		Структурно-вещественные подразделения
		в плане	в разрезе	
I	Планетарный металлогенический пояс	Планетарный тектонический пояс	Литосфера, астеносфера	Оболочки литосферы
II	Металлогенический пояс, провинция	Складчатый подвижной пояс, провинция	Земная кора	Слои земной коры
III	Металлогеническая область, система	Складчатая система, область	Структурный этаж	Парагенезы формационных комплексов
IV	Структурно-металлогеническая зона	Структурно-формационная зона	Структурный ярус для стратифицированных зон, до глубины распространения рудоносного комплекса.	Парагенез формаций
V	Металлогеническая зона, блок	Формационная зона	Структурный подъярус, свита, до глубины распространения рудоносных формаций.	Геологическая формация
VI	Рудная зона, район	Зона развития рудоносных пород и руд	До глубины распространения рудоносных пород и руд	Породы и руды, минеральные параненезисы
VII	Рудный узел			
VIII	Рудное поле			

Зависимость запасов металлов

от кларка земной коры (по Л.Н. Овчинникову, 1992).



Формационные основы металлогенического анализа

- Специальных, особых рудообразующих процессов не существует. Как побочный продукт, месторождения сопутствуют определенным продуктам породообразующих геологических процессов – геологическим формациям.
- **Поэтому формационный метод в настоящее время признан одним из наиболее действенных и эффективных методов металлогенического анализа и прогнозирования полезных ископаемых.**
- Формационный анализ сводится к выявлению связи геологических, метасоматических и рудных формаций в пространстве и времени.

Геологическая формация

- Геологическая формация – парагенезис горных пород.
- По классическому определению Н.С.Шатского «геологические формации – это такие естественные комплексы горных пород, отдельные части которых тесно парагенетически связаны друг с другом как в возрастном, так и в пространственном отношении» (Геологический словарь, 2008).

Рудная формация

- Рудная формация - группа месторождений со сходными по составу минеральными ассоциациями, образованными в сходных физико-химических и геологических условиях.
- Рудная формация представляет собой парагенезис рудных образований определенного генезиса, которые отражают наиболее характерные черты данной группы месторождений.

Метасоматическая (гидротермально-метасоматическая) формация

- Метасоматическая (гидротермально-метасоматическая) формация - устойчиво повторяющаяся совокупность метасоматических пород, закономерно располагающихся в пространстве и развивающихся в ходе однонаправленного процесса гидротермально-метасоматического преобразования пород
(*Металлогенический кодекс, 2012*).

Типы метасоматитов

- По геохимической характеристике метасоматических процессов различаются метасоматиты:
- кислотного выщелачивания (пропилиты, березиты, грейзены, вторичные кварциты и др.);
- щелочного метасоматоза (альбититы, фениты, эйситы и др.);
- магнезиально-щелочного метасоматоза (скарны, уралиты, карбонатиты и др.)

Металлогеническая формация.

- Металлогеническая формация- закономерное сочетание рудоносных геологических формаций с рудными формациями (Овчинников, 1992).
- Согласно Металлогеническому кодексу металлогеническая формация состоит из триады: геологическая формация (либо их сочетание) - метасоматическая формация - рудная формация (либо ассоциация формаций).

Металлогенические периоды и этапы

- Под металлогеническим этапом понимается отрезок геологического времени, в течение которого развивается специфический комплекс месторождений полезных ископаемых.**
- Обычно металлогенические периоды, и этапы (эпохи) совпадают с крупными периодами и этапами складчатости и магматизма.**

- **I. Лунный период** и отвечающий ему **гренландский этап** (4,7 - 3,6 млрд. лет назад) характеризует зарождение земной коры лунного типа.
- **II. Нуклеарный период** и соответствующий ему **кольский** (саамский, трансваальский) **этап** (3,6 - 2,8 млрд. л.) знаменуют появление наиболее ранних магматогенных рудных месторождений
- **III. Протогеосинклинальный период** (2,8 – 1,8 млрд. л.) содержит два этапа –
 - *Беломорский - (2,8-2,3 млрд. лет).*
 - *Карельский – (2,3- 1,8 млрд. лет).*
- **IV. Интергеосинклинальный период** с интервалом времени 1800 – 1500 млн лет и соответствующий ему **готский этап**.
- **V. Геосинклинальный, или неогeosинклинальный период** – 1500 – 100 млн лет. В рамках этого периода выделяют пять этапов:
 - *V-1. Гренвильский (раннебайкальский) этап – 1500 – 1000 млн лет.*
 - *V-2. Байкальский (ассинтский, кадилский) этап – 1000 – 600 млн. лет.*
 - *V-3. Каледонский этап – 600 – 400 млн. лет.*
 - *V-4. Герцинский (варисцийский) этап – 400 – 250 млн. лет.*
 - *V-5. Киммерийский этап – (250 – 100 млн. лет)*
- **VI. Рифтовый период** отвечает позднему - альпийскому этапу геологической истории (100 – 0 млн. лет).

Класс	Типы геодинамических обстановок и их положение на поверхности Земли		
	Континентальные обстановки	Переходные зоны	Океанические обстановки
1. Стабильные и относительно стабильные геодинамические обстановки (кратоны)	1.1. Платформы и щиты	1.2. Дно окраинных отгороженных морей	1.3. Абиссальные впадины (ложе океанов)
	1.А. Зоны внутриплитной активизации		
	1.А.1. Трапповые провинции, поля интрузий		1.А.2. Цепи вулканических островов
2. Конвергентные границы плит	2.А. Субдукционные обстановки		
	2.А.1. Микроконтиненты 2.А.2. Активные окраины	2.А.3. Глубоководные желоба	
		2.А.4. Островные дуги	
	2.Б. Коллизионные обстановки		
3. Дивергентные границы плит, раздвижения земной коры (тафрогены)		3.1. Дно спрединговых окраинных морей	3,2. Срединно-океанические хребты
	3.3. Пассивные окраины континентов и микроконтинентов (атлантический тип)		
	3.4. Авлакогены (недоразвившиеся ветви рифтов)		
	3.5. Межконтинентальные рифты (красноморский тип)		
	3.6. Рифтовые зоны		
4. Зоны скольжения (трансформные разломы)	4.1. Разломы I рода (рифт-рифт) 4.2. Разломы II рода (рифт-зона субдукции) 4.3. Разломы III рода (зона субдукции – зона субдукции) 4.Б. Короткие системы спрединга в связи с трансформными разломами (пул-апарт бассейны)		

Характерные породные формации	Характерные полезные ископаемые
Ранняя стадия геосинклинального развития	
Обломочная терригенная	Конгломераты, песчаники, глины
Карбонатная	Известняки, фосфориты, руды Fe, Mn
Шамозитовая	Силикатные руды Fe, Mn
Кремнистая	Убогие руды Fe, Mn
Битуминозная	Оксиды U, V, сульфиды Cu, Zn, Mo, Fe
Субмаринная вулканогенная (базальт-риолитовая)	колчеданные сульфидные Cu, Zn, Pb, Au, Ag
Перидотитовая	Магматические - Cr, Os, Ir.
Габбро-пироксенит-дунитовая	Магматические Ti-Fe, Pt, Pd
Плагιοгранит-сиенитовая	Скарновые Cu, Fe
Средняя стадия геосинклинального развития	
Флишевая	Стройматериалы
Каустобиолитовая	Горючие сланцы
Гранодиоритовая	Скарновые W, гидротермальные Au, Cu, Mo, Pb-Zn
Гранитная	Пегматитовые Li, Be, Ta, Nb, U и др. Альбитит-грейзеновые Sn, W, Mo, Li, Be, U, Zr, Ta, Nb
Поздняя стадия геосинклинального развития	
Молласовая	Стройматериалы
Пестроцветная	Осадочно-инфильтрационные V, U, Cu, Fe
Соленосная	Эвапоритовые соли Na, K, Mg, гипс
Углеводородсодержащая	Уголь, газ, нефть
Малые интрузии разнообразного состава	Скарновые W, Mo, B, Pb-Zn и др. Плутоногенно-гидротермальные сульфидные
Наземная вулканогенная	Вулканогенно-гидротермальные Au-Ag, Hg, Sb, S, Pb-Zn и др/

Стадия горячей точки



Карбонатиты.
(редкие земли, тантал, ниобий,
цирконий и др.)
Кимберлиты (алмазы)

Тихоокеанская стадия субдукции



Cu-колчеданные, Pb-Zn - колчеданные,
Cu-Mo порфириновые, Au-Ag -вулканогенные
Sn-W-грейзеновые и др.

Стадия континентальных рифтов



Cu-Ni- ликвационные, Pb-Zn- стратиформные,
Au - (черные сланцы), уголь, газ, нефть, соли.

Средиземноморская стадия субдукции океанического хребта



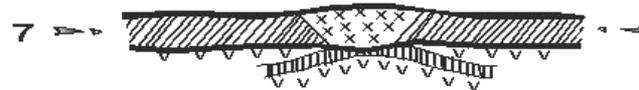
Cu-колчеданные, Sb, Hg - вулканогенные,
Fe - скарновые и др.

Красноморская стадия океанических рифтов



Cr- в ультраосновных массах, Ni - в корках
выветривания у/о пород, полиметаллические
осадки

Гималайская стадия коллизии



Hg, Sb, Au, Cu, Pb-Zn и др. низкотемпературные
Au - метаморфогенно-гидротермальные

Атлантическая стадия спрединга



Сульфиды колчеданные, стратиформные,
Fe-Mn конкреции, Co-Mn корки

Стадия стабилизации



Рис. 2 Металлогеническая специализация стадий
орогенического цикла Вильсона

Металлогеническое районирование

- Объектами регионального металлогенического анализа являются весьма крупные территории - глобальные, региональные металлогенические пояса и провинции, металлогенические области и зоны.
- Их принято выделять в рамках трех принципиально различных по металлогеническим характеристикам структур континентов:
 - ***1) платформы и щиты;***
 - ***2) складчатые подвижные пояса;***
 - ***3) области автономной тектоно-магматической активизации.***

2. Металлогеня платформ и щитов

2.1. Русская (Восточно-Европейская) платформа

- Русская платформа занимает территорию Европейской части России, Финляндию, Швецию, южную часть Норвегии, а также Польшу, ГДР и Данию. Общая площадь 5 млн. кв. км.
- Кристаллический докембрийский фундамент платформы, перекрытый чехлом осадочных отложений палеозойского и мезо-кайнозойского возраста, обнажается в пределах Балтийского и Украинского щитов. Единичные, незначительные по площади выходы фундамента известны в пределах Воронежского кристаллического массива.

К металлогении Балтийского щита

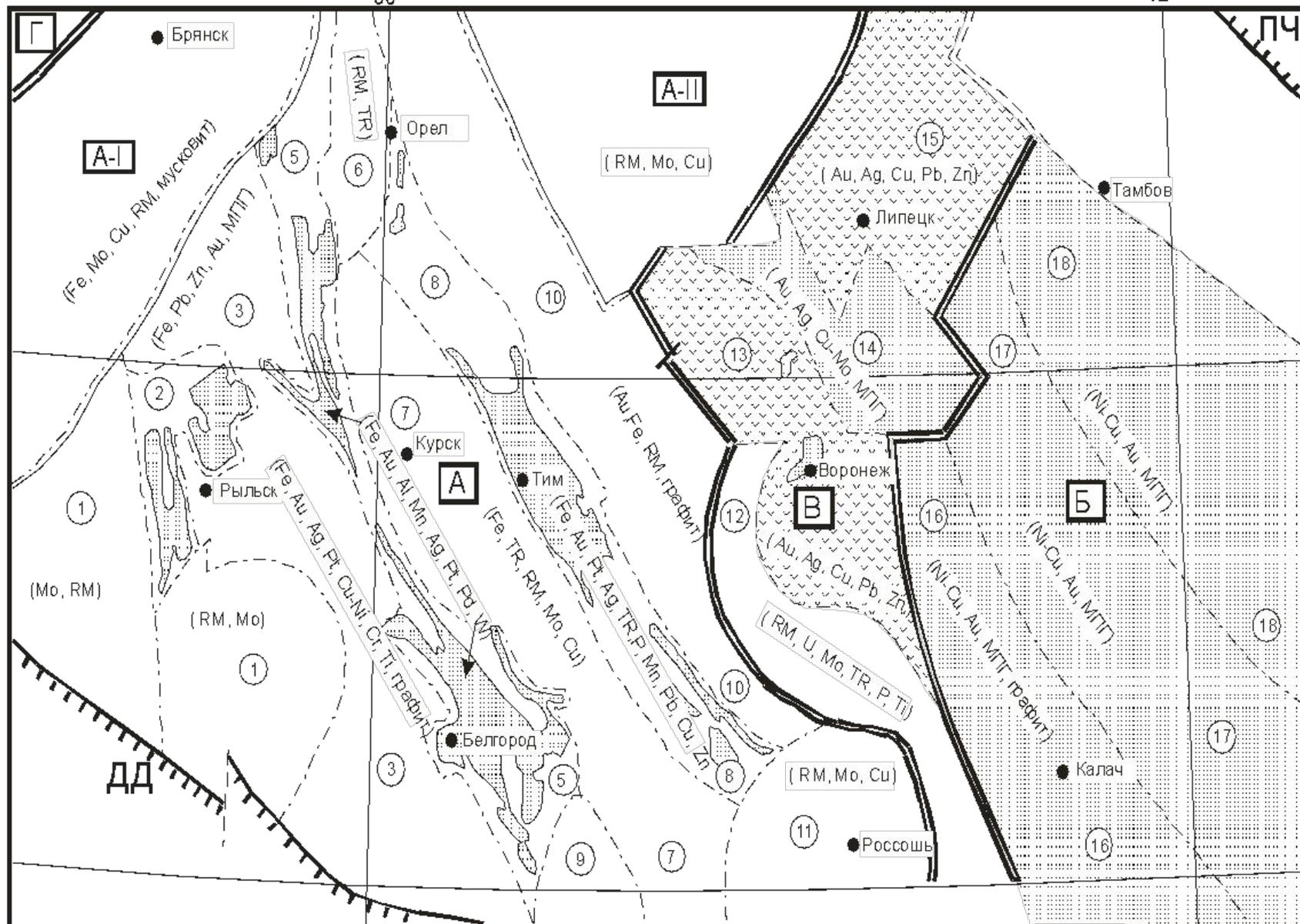
- Выделяются следующие главные типы месторождений:
- 1. Пегматиты с мусковитом и редкими металлами,
- 2. Железистые кварциты (Оленегорское, Костомукшское, Зюдварангер и др.) среди гнейсов и амфиболитов верхнеархейского возраста;
- 3. Кианитовые месторождения верхнеархейской формации кейв.
- 4. Золото-ураноносные конгломераты Финляндии. (верхнеархейские, или нижнепротерозойские).
- 5. Колчеданные месторождения среди метавулканитов, лептитов (Парандово, Оутокумпу, Болиден, Фа-лун и др.).
- 6. Медно-никелевые ликвационные месторождения в связи с ультра основными — основными комплексами протерозойского возраста — Печенга, и др.
- 7. Скарновые месторождения магнетитовых (Выборг) и оловянно-цинковых руд (Питкяранта), связанные с выборгскими гранитами рапакиви.
- 8. Кварц-молибденитовые (часто с примесью халькопирита) месторождения Карельской АССР, Финляндии, Швеции, Норвегии, связанные с ладожскими гранитами.
- 9. Титаномагнетитовые, апатит-магнетитовые, флогопитовые и вермикулитовые месторождения, связанные со среднепалеозойскими ультраосновными-щелочными комплексами – карбонатитами (Африканда, Ковдор и др.).
- 10. Нефелин-apatитовые (Хибины) и лопаритовые (Ловозеро) месторождения в связи с герцинскими щелочными комплексами.
- На Кольском полуострове и в Северной Швеции установлены кимберлитоподобные породы, с которыми связаны единичные находки алмазов в аллювии рек этих районов.

Воронежский кристаллический массив

- ВКМ занимает центральную часть Русской платформы, составляя около 10% ее площади (0,5 млн. км²).
- Границами ВКМ являются: Оршанская впадина на северо-западе, Пачелмский авлакоген на северо-востоке, Днепровско-Донецкая впадина на юго-западе. На юго-востоке ВКМ смыкается с Прикаспийской впадиной (точное местоположение границы не установлено).
- В структурном отношении ВКМ представляет собой достаточно обособленный геоблок, в составе которого различаются мегаблоки КМА и Хоперский, между которыми располагается Лосевская шовная зона (рис.).

36°

42°



К металлогении осадочного чехла Русской платформы

- Металлогения осадочного чехла Русской платформы изучена еще недостаточно.
- Среди экзогенных месторождений металлических полезных ископаемых, развитых в чехле Русской платформы, наиболее важными являются: месторождения осадочных железных руд Липецкое и Тульское (нижнекаменноугольного возраста) и Хоперское (верхнемелового возраста); месторождение боксита в основании нижнего карбона — Тихвинское;
- Не имеют промышленного значения и пока плохо изучены проявления свинцово-цинковых руд среди доломитизированных известняков ордовика и силура в Эстонии и проявления медных руд среди пермских отложений Западного Приуралья и Донбасса.
- Из неметаллического сырья следует особо выделить крупнейшие месторождения алмазов (трубки Пионерская, имени Ломоносова, Гриба и др.).
- Формирование алмазоносных кимберлитовых трубок обусловлено палеозойской тектоно-магматической активизацией. На территории ВКМ также выявлены перспективы алмазоносности в пределах Воронежско-Липецкой площади.

Западно-Сибирская платформа

- Западно-Сибирская эпигерцинская платформа занимает территорию между Уральским складчатым поясом и Енисеем.
- Для Западно-Сибирской платформы характерно длительное погружение в течение юры – палеогена. В это время платформа представляла собой бассейн, в центральной части которого накопилось 6–7 км осадков, а в северной – значительно больше.
- В минерагеническом отношении Западно-Сибирская молодая платформа, кроме нефти, газа и угля, характеризуется присутствием осадочных железных руд, россыпей минералов титана и циркония, а также инфильтрационных руд урана.

Железные руды Западно-Сибирского железорудного бассейна

- Железные руды Западно-Сибирского железорудного бассейна приурочены к меловым и палеоцен-эоценовым отложениям, сосредоточены в полосе меридионального простирания на восточной окраине платформы длиной около 2500км и представляют собой **самый крупный в мире по площади и запасам железорудный бассейн.**
- Предварительно оценены четыре месторождения оолитовых бурых железняков (гётит, гидрогётит, лептохлорит) – Бакчарское, Колпашевское, Парабель-Чузикское, Парбигское, расположенные на территории Томской области.
- Отличие Бакчарского месторождения от подобных по генезису руд эксплуатируемых месторождений в других регионах состоит в более высоком содержании ванадия (V_2O_5 – до 0,25%) и фосфора (P_2O_5 – до 1,36%). При разработке железных руд из них попутно могут извлекаться благородные металлы: золото (до 1,8 г/т) и МПГ (до 0,2 г/т).

Россыпи Западно-Сибирской плиты

- В пределах Западно-Сибирской плиты известны пять титан-циркониевых россыпных месторождений: Туганское, Тарское, Георгиевское, Николаевское, Ордынское и ряд проявлений в скважинах и выработках.
- Мощность россыпей от 1–5 до 7–10 и даже 27 м, ширина их от 200 м до 4 км. Содержание циркона от 2–3 до 30 кг/м³, содержание ильменита от 7–10 до 80–120, содержание рутила до 10 кг/м³.
- Туганские россыпи изучены и разведаны. Предложены методика добычи песков карьерами до 80–100 м глубиной и технология их обогащения. Хвосты россыпи могут использоваться как кварцевые, стекольные пески и каолиновые глины.
- **Туганские россыпи представляют собой первоочередной объект для разработки и добычи титановой, циркониевой руд и многочисленных редких, редкоземельных и радиоактивных элементов.**

Восточно-Сибирская платформа

- Восточно-Сибирская платформа располагается между реками Енисеем и Леной, занимая территорию около 6 млн. км².
- На значительной части платформы залегает чехол неметаморфизованных осадочных и вулканогенных пород с возрастом от среднего протерозоя до современного.
- Породы фундамента представлены архейскими и нижнепротерозойскими комплексами метаморфических и интрузивных пород, слагающих также Алданский и Анабарский щиты, поднятия Енисейского кряжа, Восточных Саян, Туруханское, Игарское.

- **В пределах Сибирской платформы следует различать металлогению кристаллического фундамента, металлогению платформенного чехла, в связи с процессами тектоно-магматической активизации.**
- В архейском структурном комплексе Анабарского и Алданского щитов, (включая Становой хребет) известны руды железа, флогопита, золота, высокоглиноземистого сырья, пегматитов с редкими металлами.
- Месторождения железа представлены двумя различными генетическими типами — метаморфогенным (железистыми кварцитами) в породах далдынской серии на Анабарском щите и верхнеалданской свиты — на Алданском, и более крупными скарновыми месторождениями железных руд (Таежное, Сивагли и др.) в пределах Алданского щита.
- Месторождения флогопита известны в пределах Анабарского и Алданского щитов; на Алданском они приурочены к диопсидовым породам федоровской свиты (ранний архей).

- В нижнепротерозойском структурном яруса Алданского массива и Восточно-Саянском выступе фундамента известны руды меди, железа и титана, полиметаллы, редкие металлы, горный хрусталь, корунд и др.
- **В пределах Олекмо-Витимской меденосной металлогенической провинции Северо-Восточного Забайкалья расположено крупнейшее в мире Удоканское месторождение.**
- Оно приурочено к крупному Кодаро-Удоканскому прогибу раннепротерозойского заложения на архейском кристаллическом основании.

- **Руды Удоканского месторождения практически монометалльные медные и содержат лишь небольшую примесь серебра. Минеральный состав их характеризуется исключительным постоянством. Основными первичными минералами меди являются халькозин, борнит и халькопирит. Из вторичных минералов меди распространены малахит, азурит, ковеллин, халькозин. Из других основных минералов в рудах широко распространены: пирит, магнетит и гематит. В виде минералов-примесей отмечены: валлериит, молибденит, виттихенит, пирротин, сфалерит, марказит, теннантит, полидимит, кобальтин, штроейерит, самородное серебро. В первичных рудах 65% меди приходится на долю халькозина, 20-25% - на борнит и 10-15% - на халькопирит.**

Освоение Удокана

- В рамках ГРР 2010 года было пробурено около 15 тысяч метров заверочных, геологических и геомеханических скважин, опробовано более 1,2 тысячи метров канав и более 2,5 тысячи метров подземных горных выработок, отобрано более пяти тысяч бороздовых и керновых проб для аналитических работ.

Балансовые запасы Удокана

- Руды месторождения сложные, делятся на три типа: сульфидные (с содержанием окисленной меди до 30%), смешанные (окисленной меди от 30% до 70%), окисленные (окисленной меди более 70%). В запасах промышленных категорий сульфидные руды составляют 43%, смешанные — 40%, окисленные — 17%.
- **Балансовые запасы по ГКЗ составляют:**
- **руды — 1 млрд 375,2 млн тонн,**
- **меди — 19,95 млн тонн (среднее содержание 1,45%),**
- **серебра — 11,9 тысячи тонн (среднее содержание 9,6 грамм на тонну).**

- В пределах Енисейского кряжа с архейскими гранитами связаны пегматиты с мусковитом и редкими металлами,
- а с протерозойскими гранитоидами — золоторудная минерализация (Советское, Пролетарское, Эльдorado),
- а также, метаморфизованное стратиформное свинцово-цинковое месторождение Горевское в сланцево-карбонатной толще позднего докембрия.

- **Байкальская (позднепротерозойская) металлогеническая эпоха является весьма продуктивной для рудообразования Сибирской платформы**
- . На ранних ее стадиях формируются базальтоидные вулканы, интрузии альпинотипных гипербазитов и расслоенных массивов габбро-перидотитов с месторождениями хромитов, асбеста, титано-магнетитовых руд, а также медно-никелевой минерализацией (Северное Прибайкалье).
- В вулканогенных толщах формируются метаморфизованные стратиформные полиметаллические месторождения (Холодненское в Северном Прибайкалье), а также месторождения железистых кварцитов (Тыйское и др.).
- В поясах байкалитов размещаются метаморфогенно-гидротермальные концентрации золота, приуроченные к черносланцевой формации; в карбонатных толщах – свинцово-цинковые стратиформные месторождения (Енисейский кряж, Прибайкалье), месторождения марганца.
- С гранитоидными массивами байкальского этапа связаны месторождения мусковитовых пегматитов, проявления редких металлов.

К металлогении платформенного чехла

- Металлогения платформенного чехла Сибирской платформы развивалась в несколько этапов проявления тектоно-магматической активизации.
- Первый этап (в начале платформенного режима) охватывает период от начала среднего протерозоя до нижнего или среднего кембрия.
- Магматизм представлен трапповой и ультраосновной-щелочной формациями предкембрийского или нижнекембрийского времени.
- С траппами связаны проявления меди в кварц-карбонатных жилах (в юго-западной части платформы), с ультраосновной-щелочной формацией магматические концентрации титана, хрома и платины, с карбонатами редкометалльная минерализация (массивы Кондер, Инагли и др. на Алданском щите).

- Второй этап металлогенического развития чехла Сибирской платформы охватывает интервал времени от кембрия до нижнего триаса включительно.
- Магматизм представлен трапповой и ультраосновной-щелочной формациями. Возраст траппов от конца карбона до начала триаса; среди них выделяют шесть фаз, отличающихся друг от друга по относительному возрасту, составу и характеру дифференциации.
- Четвертая фаза, наиболее интересная в металлогеническом отношении, объединяет четыре интрузивных типа: норильский, курейский (повышенная магнезиальность), кузьмовский (повышенная железистость), тычанский (повышенная щелочность). С этой фазой связывают концентрации ликвационных медно-никелевых руд — Норильское, Талнахское, Октябрьское и др.

- В конце перми — триасе на севере платформы, а также в Восточном Саяне и Чадобецком поднятии проявились породы ультраосновной-щелочной формации, давшие интрузии центрального типа, мощные покровы лав. Наиболее полно эта формация представлена на севере платформы в Маймеча-Котуйском районе, где с ней связаны месторождения карбонатитов с концентрациями флогопита, вермикулита, нефелина, пироклора, апатита.
- Один из крупнейших в мире (площадь 250 кв. км.) карбонатитовый массив – вулканоплутон Томтор расположен на восточном обрамлении Анабарского щита. В его пределах выявлен комплекс месторождений полезных ископаемых. К категории промышленных типов вошли титано-магнетитовое, комплексное редкометально-фосфатное и редкоземельно-редкометально-алюмофосфатное месторождения, приуроченные к разным структурным этажам вулканоплутона.

- Самостоятельный этап металлогенического развития Сибирской платформы охватывает промежуток времени от среднего триаса до антропогена.
- К магматическим породам этого этапа относится подавляющее большинство кимберлитовых трубок, возраст которых, главным образом, посленижнетриасовый; на северо-востоке платформы известны трубки посленижнемелового возраста.
- Алмазоносны далеко не все кимберлитовые трубки, наиболее известны трубки «Мир», «Айхал», «Удачная» и др.

- **Типичной областью активизации является Алданский щит, в особенности его южная часть.**
- **Магматизм, связанный с активизацией, проявлялся на Алданском щите в четыре этапа, из которых наибольшее металлогеническое значение имел третий этап верхнеюрского — нижнемелового возраста, когда внедрились кислые интрузии станового комплекса и щелочные — алданского.**
- **С внедрением щелочных интрузивов алданского комплекса связаны многочисленные месторождения различных полезных ископаемых, главным образом железа, молибдена, флюорита, в меньшей степени — полиметаллов, редких металлов, горного хрусталя.**
- **Железорудные скарновые месторождения магнетитовых руд приурочены к контактам послеюрских интрузий сиенитов с доломитами нижнего кембрия.**
- **Золоторудные месторождения (Лебединское и др.) связаны с мезозойскими щелочными интрузиями и представлены тремя типами: метасоматическим, жильным и вкрапленным.**

Китайская платформа

- **Китайская платформа после своего формирования подверглась очень крупным изменениям и поэтому ее первоначальные контуры устанавливаются неоднозначно. Обычно в нее включают Буреинский массив и Маньчжурию на севере, Таримский массив — на западе, Корейско-Шаньдунский — на востоке; к югу она занимает значительную часть Юго-Восточного Китая и распространяется до Камбоджийского массива включительно.**
- **В этих границах площадь платформы составляет примерно 5 млн. км²**

Китайская платформа (Сино-Корейский щит)

- Среди докембрийских (досинийских) формаций известны следующие важнейшие типы месторождений:
- 1) метаморфогенные месторождения железных руд среди железистых кварцитов протерозоя (Кимканское месторождение в районе Малого Хингана, Мусан в Корее, ряд крупных рудников в Маньчжурии и Шаньдуне);
- 2) высокотемпературные золотоносные кварцевые жилы, связанные с гранитоидами архея и протерозоя, залегающие среди метаморфических толщ докембрия. С коренными месторождениями связаны россыпи. Районы, богатые золотом: Северная Корея, Северо-Восточный Китай и Маньчжурия;
- 3) пегматитовые месторождения, связанные с гранитоидами докембрия. В пегматитах наблюдается урановая, ториевая, тантал-ниобиевая и редкоземельная минерализация, иногда также циркониевая и бериллиевая;
- 4) стратиформные месторождения медных руд среди доломитов и глинистых доломитов протерозойского возраста (месторождение Дунчуань).
- В последние годы выявлена алмазоносность Китайской платформы, представляющая практический интрес, а также редкоземельные месторождения (**Баюн Обо и др.**) в связи проявлениями карбонатитового магматизма.

Bayan-Obo

- С 1993 г., благодаря разработке гигантского месторождения редкоземельных металлов (РЗМ) Баян-Обо (Bayan-Obo), использованию дешевой рабочей силы и незначительным ограничениям на загрязнение окружающей среды, Китай стал мировым лидером по добыче РЗМ. В 2009 г. он обеспечивал 97% (более 120 тыс.т) их мирового производства.
- Однако экспортная политика Китая, направленная на монополизацию редкоземельной отрасли, год от года приводила к снижению поставок РЗМ на мировой рынок.
- Эта тенденция в 2007-2010 гг. стимулировала многие страны к возобновлению геологоразведочных работ на редкие земли. К январю 2011 г. исследования проводились 180 компаниями более чем по 275 редкоземельным проектам в 30 странах мира.
- Наибольшую активность в этом направлении проявили австралийские и канадские компании, как на собственной территории, так и, прежде всего, в Африке.

Тектоно-магматическая активизация

- Очень характерна для Китайской платформы тектоно-магматическая активизация в яньшаньское время (верхняя юра — нижний мел), выраженная в глыбово-сводовых движениях («структуры дива») и внедрении мезозойских (яньшаньских) гранитоидов. С последними связана разнообразная и богатая минерализация Северо-Восточного Китая и Кореи и в особенности Юго-Восточного Китая с крупными концентрациями плутоногенно-гидротермальных руд вольфрама, олова, золота, свинца, цинка, сурьмы и ртути

Канадский щит 1

- *По данным радиометрического датирования в пределах Канадского щита выделяют пять докембрийских комплексов (Магакьян, 1974).*
- **Докембрий I** (3500—2600 млн. лет). С гранитами возраста 3100—2600 млн. лет связаны месторождения золота с сульфидами и иногда с шеелитом.
- С конечными кислыми членами вулканических серий связаны крупные колчеданные месторождения типа Флин-Флон, Шеррит-Гордон.

- **Докембрий II** (2600—2000 млн. лет) с кварцитами и конгломератами, к которым приурочено золото-урановое оруденение рудного поля Блайнд-Ривер (возраст месторождения 2600—2200 млн. лет).
- **Докембрий III** (2000—1700 млн. лет) характеризуется формированием железистых кварцитов и богатых железных руд в районе оз. Верхнего.
- С гранитными интрузиями этого возраста связаны, по-видимому, месторождения золота района Голдфилд (абсолютный возраст 1910 млн. лет) и др.

Канадский щит 2

- **Докембрий IV** (1700—1000 млн. лет) - среди туфогенных осадочных пород и в связи с базальт-андезитовым вулканизмом образуются пластообразные тела массивных полиметаллических руд (Сулливан в Канаде).
- С гранитами этого возраста связаны урановые месторождения района Большого Медвежьего озера (абс. возраст месторождения Эльдорадо 1400 млн. лет),
- а с породами основного состава — ликвационные медно-никелевые месторождения района Садбери (абс. возраст 1200—1000 млн. лет),
- месторождения самородной меди мыса Кивано, серебро-кобальтовые месторождения Кобальт и др.

- **Докембрий V** (1100—570 млн. лет), когда в результате размыва древних окисленных толщ формировались крупные концентрации осадочных медных руд типа месторождения Уайт-Пайн, а также формация ленточных железных руд района Крест в Северо-Западной Канаде (абс. возраст обоих месторождений 1000—700 млн. лет).

Важнейшие группы месторождений:

- **В пределах Канадской платформы на территории Канады и США размещены важнейшие группы промышленных месторождений:**
- Железорудные метаморфогенные месторождения района оз. Верхнее приурочено к раннепротерозойским железистым кварцитам формации Гурон.
- По содержанию золота Канадский щит уступает только Африканскому; здесь ежегодно добывается 200—250 т золота.
- Медно-никелевые (с примесью платины и палладия) ликвационные месторождения района Садбери, дают до 80% мирового производства никеля капиталистических стран и около 50% производства платины и палладия.
- Важны редкометальные пегматиты, связанные с альгоманскими и другими гранитами; в пегматитах широко развита литиевая минерализация, менее — бериллиевая и тантало-колумбитовая. Ряд крупных месторождений известен в Канаде (в провинциях Квебек, Манитоба и к северу от Большого Невольничьего озера), а также в шт. Дакота, США (Блэк-Хилл и др.).

Важнейшие группы месторождений: 4

- Колчеданные месторождения полиметаллических (Сулливан) и медно-цинковых руд (Флин-Флон, Норанда и др.) крупного масштаба залегают среди метаморфизованных вулканогенно-осадочных толщ докембрия. Из них попутно извлекают значительные количества золота, серебра, кадмия, индия.
- Крупные месторождения урана пятиэлементной (Co—Ni—V—Ag—U) формации имеются в районе Большого Медвежьего озера.
- Золото-ураноносные кварциты и конгломераты района Блайнд-Ривер расположены к северу от оз. Гурон. Здесь сосредоточены огромные запасы урана (среднее содержание UO₃ 0,12%), по добыче которого район Блайнд-Ривер занимает первое место в мире; попутно извлекается немного золота (среднее содержание 1 г/т).
- Месторождения ильменита и титаномагнетита залегают среди анортозитовых массивов докембрийского возраста (Сент-Урбэн, Аллард-Лейк и др.).

Канадский щит 5

- В осадочном чехле платформы штатов Миссури, Оклахома и Канзас развиты стратиформные месторождения свинцово-цинковых руд. Значительные месторождения урано-ванадиевых руд, представленные карнотитом и роскоэлитом залегают среди песчаников и конгломератов, главным образом в толщах триаса и юры штатов Юта и Колорадо.
- В связи с активизацией отдельных участков щита (провинция Квебек, штат Мичиган и др.) и внедрением интрузий ультраосновных-щелочных пород образуются месторождения карбонатитов с ниобиево-редкоземельной минерализацией (Ока близ Монреаля, о. Маниту и др.).

Африкано-Аравийская платформа ¹

- Среди многочисленных месторождений Африканского щита выделяются следующие главные группы.
- Редкометальные гранитные пегматиты.
- Карбонатитовые месторождения.
- Месторождения, связанные с основными и ультраосновными интрузиями.
- Метаморфогенные месторождения железных, марганцевых и золото-урановых руд.
- Стратиформные месторождения меди, кобальта, урана, свинца и цинка в породах чехла платформы.
- Месторождения алмазов, связанные с кимберлитами.
- Редкометальные месторождения среди гранитоидных массивов.

Африкано-Аравийская платформа

- Минеральные богатства Африканского щита разнообразны и обильны.
- *Африка занимает первое место в мире по добыче золота (60% добычи капиталистических стран), алмазов (95% добычи), кобальта (80% добычи), платины и палладия (50% добычи), одно из ведущих мест по добыче урана, тантала, ниобия, бериллия, лития, германия, циркония, цезия, элементов редких земель и многих других полезных ископаемых (Магакьян, 1974; Справочник "Планета Земля", 2008).*
- По геологическому строению и географическим признакам принято выделять пять крупных регионов: **Северная Африка, Западная Африка, Центральная Африка, Южная Африка, Восточная Африка с о. Мадагаскар.**

Северная Африка

- Северная Африка (Западная Сахара, Египет) а также Саудовская Аравия покрыты осадочным чехлом рифейских и более молодых отложений, из-под которых местами выступают массивы докембрийского складчатого фундамента.
- Самая древняя серия докембрия — Суггарий представлена гнейсами, амфиболитами, чарнокитами, кварцитами, мигматизированными гранитами.
- Выше несогласно залегает серия Фарузий — конгломераты, сланцы, филлиты, риолиты и андезиты.

Западная Африка

- *В Западной Африке* наиболее древней является формация Дагомий, сложенная кристаллическими сланцами, гнейсами, мигматитами, чарнокитами (формация эта сопоставима с Суггарием Сахары.) Выше несогласно налегает серия Бирримия (2200 млн. лет) — кварциты, сланцы, вулканогены, а еще выше несогласно Тарквий (1950 млн. лет) — базальные конгломераты, песчаники и кварциты с горизонтами золотоносных конгломератов.

Центральная Африка

- **Центральная Африка** (главным образом Заир). Наиболее древние породы представлены гнейсами и сланцами формаций Западного Нила и Бому (3500— 3200 млн. лет). Выше залегает формация Банзивилль, сложенная рассланцованными кварцитами, хлоритовыми сланцами и филлитами. В южной части Заира наиболее древними являются формации основания щита Касаи (до 3300 млн. лет) и формации Калундве (2650 млн. лет), сложенные гнейсами, мигматитами, кварцитами, итабиритами.
- Над этими комплексами резко несогласно располагается группа Кибара — Урунди (850—1150 млн. лет), с которой связаны крупные пегматитовые месторождения олова, тантала, ниобия, лития, бериллия и др.
- На отложениях этой группы резко несогласно залегают более молодые отложения **группы Катанга (520—630 млн. лет), представлены конгломератами, песчаниками, кварцитами, сланцами и доломитами, являются рудовмещающими для медных месторождений мирового значения в провинции Катанга (Заир) и Замбии, а также для промышленных концентраций кобальта, цинка, свинца, кадмия, германия, селена и урана. Общая мощность отложений группы Катанга 4—6 км.**

Южная Африка

- **Южная Африка** (Намибия, ЮАР, Южная Родезия и др.)
- В Южно-Африканской Республике в основании докембрия залегает **древнейший комплекс Свазиленд (3500 млн. лет)**; над ним расположены **породы системы Витватерсранд (2540 млн. лет)** — конгломераты, песчаники, кварциты. К ней приурочены знаменитые золото- и ураноносные конгломераты.
- Выше залегает Трансваальская система сланцев, кварцитов и доломитов, прорванная интрузией бушвельдского комплекса (1950 млн. лет). Среди доломитов этой свиты залегают месторождения свинца и цинка, ванадия и флюорита.
- В Намибии и Южно-Африканской Республике (Намакваленде) значительные площади заняты более молодыми толщами Дамара (800—1000 млн. лет) и Отави (760 млн. лет). Эти отложения, сложенные кварцитами, сланцами, доломитами, являются рудовмещающими.
- Система Дамара прорвана гранитами, с которыми связаны редкометальные пегматиты (с бериллом, лепидолитом и др.) абсолютного возраста 800 млн. лет; в доломитах системы Отави залегает медно-свинцово-цинковое богатое германием месторождение Цумеб и ряд месторождений ванадия (Абенаб-Вест и др.).

Восточная Африка

- **Восточная часть Африканского континента** представляет собой рифейскую складчатую зону, образовавшуюся в прогибе, который охватывал юго-западную часть Саудовской Аравии, восточную часть АРЕ, Северо-Восточный Судан, Северо-Восточную Эфиопию и Северное Сомали; характеризуется совершенно иным тектоническим развитием.
- Этот пояс сложен вулканогенными и обломочными формациями, прорванными синорогенными (1000 млн. лет) и посторогенными (480—600 млн. лет) гранитоидами.
- Вся эта зона представляет собой реактивизированную рифейскими движениями часть протерозойского фундамента Африканской платформы.
- Зона Центрально-Африканского грабена и **Восточно-Африканская зона рифтовых долин**, к которым приурочены интрузии нефелиновых сиенитов и связанные с ними крупнейшие месторождения карбонатитов, **развивались в период от докембрия и нижнего палеозоя до третичного времени включительно, в связи с периодическим омоложением древних разломов и неоднократным внедрением интрузий.**

о. Мадагаскар.

- Остров Мадагаскар. Наиболее древними на острове являются **породы системы Андрей**, сложенной парагнейсами, мраморами, пироксенитами, чарнокитами.
- Выше расположена **система Графит** с обильным графитом в лептинитах, гнейсами, сланцами, мигматитами. Абсолютный возраст по монациту определен в 2430 млн. лет.
- После значительного перерыва образовались отложения системы Вогибори — гнейсы, сланцы, мраморы. К системе Вогибори приурочены **поля редкометальных пегматитов с бериллом и редкими землями.** Возраст системы 2170 млн. лет, а пегматитов значительно моложе — 485 млн. лет.

Карбонатитовые месторождения

- Одной из особенностей карбонатитовых месторождений Африки является их большой возрастной диапазон — от докембрия до палеогена — и тяготение к зоне Великих Африканских разломов — рифтов.
- Наибольшее количество карбонатитовых месторождений находится в Заире, Руанде, Уганде, Кении, Танзании, Родезии и Замбии.
- Наиболее крупными месторождениями являются Луэш (провинция Киву, Заир) — пирохлоровое месторождение типа Баррейруди-Араша в Бразилии и Каронге в Бурунди — месторождение бастнезита, аналогичное Маунтин-Пас в Калифорнии, США.

Месторождения, связанные с основными и ультраосновными комплексами

Известны в ЮАР и Южной Родезии, где они приурочены к Бушвельдскому комплексу и Великой Дайке.

- К гипербазитам этих магматических комплексов приурочены огромные концентрации собственно-магматических руд хромита (Селукве в Южной Родезии, Бушвельдская группа в ЮАР) и ликвационные месторождения медно-никелевых сульфидных руд с примесью кобальта, платины и палладия, приуроченные к горизонту Меренского (бронзититы и анортозиты) Бушвельдского лополита.
- По добыче хромита указанные месторождения занимают одно из ведущих мест в мире, а по масштабу извлечения платины и палладия (суммарно 10 т в год) — первое место среди капиталистических стран.

Метаморфогенные месторождения

- Следующая, очень важная группа рудных месторождений Африки относится к метаморфогенному типу и включает крупнейшие концентрации железных руд типа железистых кварцитов (в Трансваале), марганцевых руд (Нсута в Гане, Постмасбург в ЮАР) и золото-ураноносных конгломератов (Витватерсранд и Гана).
- Особенно большое значение имеет месторождение Витватерсранд в ЮАР, которое разрабатывается уже более ста лет и в настоящее время дает ежегодно более 700 т золота (половина мировой добычи капиталистических стран) и до 4—5 тыс. т урана при содержаниях соответственно 10—11 г/т и 0,01 %. Кроме золота и урана конгломераты Витватерсранда содержат также монацит, циркон, ксенотим, иридомин, рутил, циртолит, алмазы.
- Источником материала конгломератов Витватерсранда являлись, вероятно, породы катархея, среди которых залежали золотоносные кварцевые жилы и ураноносные пегматиты.

месторождения меди мирового значения

К осадочным породам группы Катанга (верхний рифей) в Республике Заир и Замбии приурочены месторождения меди мирового значения, а также промышленные концентрации кобальта, цинка, свинца, кадмия, германия, урана и селена.

В группе Катанга выделено три системы (снизу вверх): Роан, Большого Конгломерата и серии Мвашия и Кунделунгу. Медно-кобальтовое оруденение приурочено к системе Роан, представленной песчаниками и доломитами; свинцово-цинковое оруденение с германием связано с карбонатными породами Кунделунгу. Возраст пород группы Катанга 520—630 млн. лет. Месторождения приурочены к определенным горизонтам системы Роан и представлены стратиформными телами сульфидов меди, рассеянных в песчаниках и доломитовых сланцах; второстепенное значение имеют сульфиды кобальта, иногда примесь урана, никеля и теллура, в других случаях — кадмия; селена и германия (в форме реньерита).

Сходные месторождения известны также в Республике Конго и в Намибии, в горах Отави.

Алмазы Африки

- *Последней группой интереснейших месторождений Африки являются многочисленные коренные и россыпные месторождения алмазов.*
- *По геологическому возрасту и условиям проявления алмазов выделяются четыре провинции:*
- *1.Кимберлитовая в ЮАР с трубками кимберлитов и коренными месторождениями, возраст которых 51—55 млн. лет;*
- *2.Любилашская в Заире с алмазами в песчаниках и конгломератах триаса и богатых аллювиальных россыпях;*
- *3.Бирримская в Гане с алмазами в конгломератах протерозоя;*
- *4.Витватерсрандская с единичными алмазами в конгломератах архея. Важное промышленное значение имеют первые две провинции.*
- **Ежегодная добыча алмазов в Африке превышает в последние годы 20—25 млн. каратов (4—5 т).**

Индостанский щит

- В пределах Индостанского щита расположены крупнейшие метаморфогенные месторождения железных и марганцевых руд. Железные руды, представленные железистыми кварцитами и подчиненными им залежами массивных гематитовых или магнетитовых руд, залегают среди пород Дарварской системы и отчасти системы Куддапах. Наиболее известные эксплуатируются в крупных масштабах месторождения высококачественных гематитовых руд районов Сингбхум и Маюрбхандж — сырьевая база черной металлургии Индии.
- Марганцевые месторождения Индии также метаморфогенного генезиса связаны с гондитовой свитой Дарварской системы. Гондиты представляют собой осадочные породы, богатые марганцем, впоследствии метаморфизованные в спессартин-родонитовую породу. Процессы древнего выветривания последней привели к концентрации марганца в форме богатых браунит-псиломелановых залежей. Крупные месторождения этого типа разрабатываются в районах Балагат, Бандара, Нагпур (центральные провинции), а также в штатах Бихар и Орисса.

Индостанский щит

- Большое экономическое значение имеют бокситовые месторождения Индии, которые относятся к типу глиноземистых латеритов, возникших в связи с выветриванием базальтовых покровов.
- Наиболее крупные месторождения находятся в центральных штатах, в районах Балагхата и Джабалпура.

Индостанский щит

- Большой интерес представляют алмазы Индии. Месторождения алмазов известны в Восточном Декане, Хайдарабаде, в центральных штатах и далее на север до Виндийского хребта.
- В настоящее время основные разработки алмазов производятся в окрестностях г. Панна, где установлены кимберлитовые трубки, и в междуречье Маханади — Годавари, а в древности известны были копи Голконды в Мадрасе.
- Алмазы добывают из конгломератов виндия и из современного аллювия, частью из недавно открытых коренных месторождений, причем ежегодная добыча не превышает 2—3 тыс. каратов.

Западно-Австралийская платформа

- Западно-Австралийская платформа и одноименный щит занимают западную и центральную части материка, окаймляясь с востока складчатыми зонами герцинского и каледонского (на юго-востоке) возраста.
- **Общая площадь платформы около 5 млн. км².**
- Древнейшие породы представлены архейскими гнейсами, кристаллическими сланцами и зеленокаменными породами, интродуцированными гранитными массивами, сопровождающимися многочисленными пегматитовыми жилами с золото-редкометальной минерализацией (район Пилбара в Западной Австралии и др.). Возраст пегматитов этих районов установлен в 2700 млн. лет, для них характерна тантал-ниобиевая, бериллиевая и литиевая минерализация, что сближает их по типу с редкометальными пегматитами Африки.

Западно-Австралийская платформа

- Наибольший интерес среди рудных районов и месторождений Австралийского щита представляют следующие:
- 1. Провинция редкометальных пегматитов Западной Австралии в районе Пилбара, архейского возраста, с тантало-ниобиевой, бериллиевой и литиевой минерализацией, а также золотом.
- 2. Золоторудная провинция Западной Австралии с золото-кварцевыми жилами, связанными с протерозойскими гранитоидами (рудные поля Калгурлиг Кулгарди, Мурчисон, Иилгарн), и сходная по типу оруденения провинция Северной Австралии (Кимберлей и др.).
- 3. Железорудная провинция Западной и Южной Австралии с крупными: метаморфогенными месторождениями (Айрон-Ноб, Айрон-Монарх и др.) среди толщ протерозоя; по запасам богатых железных руд Австралия стоит в одном ряду с Индией и Бразилией. Новые крупнейшие месторождения открыты в пределах хребтов Офталмия и Хамерсли (месторождения Маунт-Том-Прайс, Маунт-Ньюмен и др.).

- 4. Медно-никелевая (с Co, Pt и Pd) провинция Юго-Западной Австралии в районе г. Перт, где выявлены очень крупные месторождения ликвационного типа (Камбалда, Куинана и др.), связанные с основными — ультраосновными комплексами протерозоя.
- 5. Свинцово-цинковая провинция Брокен-Хилл в юго-восточной части щита, среди верхнеархейских или нижнепротерозойских отложений, представленных гнейсами, андалузитовыми и ставролитевыми сланцами. Месторождение Брокен-Хилл является крупнейшим в мире по запасам свинца и одним из наиболее крупных по запасам цинка. В сходных геологических условиях находится и второе очень крупное месторождение Австралии Маунт-Айза в Квинсленде, которое разрабатывается на медные и свинцово-цинковые руды
- 6. Австралийский щит богат урановыми рудами, которые известны на севере (Рам-Джангл на п-ове Арнемленд) и на юге (Маунт-Пейнтер, Рэдиум-Хилл и Одари); они относятся к различным генетическим типам — пегматитовому, гидротермальному, осадочному метаморфизованному

Западно-Австралийская платформа

- Из новых открытий следует отметить очень крупные месторождения высококачественных бокситов типа глиноземистых латеритов в районе залива Карпентария и хр. Дарлинг.
- На периферии докембрийского щита в месте сочетания его со складчатыми структурами синийского (эпоха Аделаида), каледонского и герцинского возраста на складчатый палеозой наложены процессы тектонической активизации, сопровождавшиеся внедрением даек, жил и линз лампроитов Нового Южного Уэльса.
- К последним приурочены крупные коренные месторождения алмазов, найденные ранее в аллювии рек этой области.

Гвианский щит

- Наиболее важное металлогеническое значение имели так называемые «молодые» (Карибские) граниты, которые внедрялись в две фазы с абсолютным возрастом 2200 и 1900 млн. лет. Главные месторождения редкометальных пегматитов Гвианского щита, несущие танталит-колумбитовую, бериллиевую и литиевую минерализацию, а также главные рудопроявления золота связаны с Карибскими гранитами.
- С толщей железистых кварцитов (итабиритов) и марганцевых филлитов (гондитов) нижнего архея связаны крупные месторождения богатых метаморфогенных руд железа (Эль-Пао в Венесуэле и др.) и многочисленные метаморфогенные месторождения марганцевых руд (рудный пояс, протягивающийся от р. Амазонки до Центральной Венесуэлы, месторождения Гайаны).

Гвианский щит

- Некоторый интерес представляют россыпи алмаза, которые разрабатываются в Венесуэле и Гайане.
- Огромное экономическое значение имеют очень крупные месторождения бокситов Суринама и Гвианы, образовавшиеся в результате латеритного выветривания пород докембрия.

Бразильский щит

- Редкометалльные минеральные ассоциации пегматитовых провинций Восточной и Северо-Восточной Бразилии с преобладанием берилла и тантало-ниобатов, часто урансодержащих, удивительно сходны с минеральными ассоциациями в редкометалльных пегматитах и гранитоидах Восточно-Африканско-Мадагаскарского и Нигерийско-Сахарского поясов.
- Редкометалльные пегматиты концентрируются главным образом в трех крупных провинциях — шт. Минас-Жерайс, на плато Борборема и в Боливийско-Аргентинском поясе. Во всех трех провинциях редкометалльные пегматиты залегают среди кристаллических пород архея и нижнего протерозоя, но связаны с реактивизацией послерифейского и девонского возраста.

Бразильский щит

- Что касается месторождений Бразильского щита, залегающих среди пород архейского и нижнепротерозойского фундамента и возникших сингенетически с ними, следует выделить прежде всего большую группу метаморфогенных месторождений железных (Итабира и др.) и марганцевых руд (Морро-де-Мина и др.), а также месторождение золото- и урансодержащих конгломератов и кварцитов (Жакобина).
- Наиболее крупные месторождения железных руд Итабира, Итабирита и Парапебо находятся в центральной части шт. Минас-Жерайс и относятся к типу железистых кварцитов с залежами богатых гематитовых руд, подчиненных толще Минас нижнепротерозойского возраста. Запасы богатых метаморфогенных железных руд Бразилии (с содержанием железа более 50%) превышают 15 млрд. т и они интенсивно разрабатываются. По общим запасам железных руд Бразилия уступает только России и Индии.
- Крупные месторождения марганцевых руд также метаморфогенного генезиса сосредоточены в шт. Мату-Гросу, Байя и Минас-Жерайс, где подчинены нижнепротерозойской толще Минас. ***По запасам и добыче марганцевых руд Бразилия занимает одно из ведущих мест в мире.***

Бразильский щит

- Большое значение имеют крупные месторождения силикатных никелевых руд (Сан-Жозе-ду-Токантис в шт. Гояс, Ливраменту в шт. Минас-Жерайс и др.), связанные с корой выветривания ультраосновных массивов докембрия.
- Содержание никеля в рудах достигает 5%; кроме никеля попутно добываются; кобальтовые (асболановые) руды, также связанные с корой выветривания.
- Сравнительно небольшими запасами обладают хромитовые руды, залегающие среди массивов ультраосновных пород.
- Исключительно богата Бразилия бокситовыми рудами типа глиноземистых латеритов, возникших за счет выветривания массивов, главным образом щелочных пород шт. Минас-Жерайс и Сан-Паулу.

Бразильский щит

- В последнее время обнаружены представляющие промышленный интерес крупные свинцово-цинковые месторождения в породах чехла Бразильского щита — месторождения Жануария и Вазанти, представленные жилами и метасоматическими телами в доломитах и глинистых сланцах Бамбуи (верхний докембрий — нижний палеозой). В рудах месторождения Вазанти установлена примесь германия, кадмия, платины, а зоны окисления этих свинцово-цинковых месторождений богаты ванадием.
- Следует отметить прибрежные морские россыпи вдоль побережья Атлантического океана, которые разрабатываются с целью извлечения монацита (источник тория и редкоземельных элементов), циркона, ильменита, попадающих в россыпи в результате разрушения гранитоидных пород щита и связанных с ними пегматитов.

Общие черты металлогении щитов и платформ

- **В пределах щитов и их платформ характерны и широко развиты следующие генетические группы месторождений:**
- метаморфогенные руды железа, марганца, золота и урана;
- ликвационные руды никеля и меди с примесью кобальта, платины и палладия;
- пегматитовые с бериллом, танталом, ниобием, литием, оловом, ураном и торием;
- колчеданные месторождения медных и полиметаллических руд; гидротермальные месторождения золота (в кварцевых жилах) и урана (в ассоциации с Co, Ni, Bi, Ag или с медью или с гематитом);
- стратиформные месторождения меди, свинца и цинка с кобальтом, германием, кадмием, ураном;

Общие черты металлогении щитов и платформ

- алмазоносные кимберлиты;
- карбонатитовые с ниобием, цирконом, редкими землями, флогопитом, апатитом, титаномагнетитовыми рудами.
- Многие из названных типов месторождений специфичны только для щитов и их платформ, или развиты главным образом в их пределах, отсутствуя или будучи слабо развиты в складчатых подвижных поясах.
- В результате щиты и их платформы необычно богаты железом, марганцем, золотом, ураном, никелем, кобальтом, платиной, палладием, бериллием, ниобием, цирконием, редкими землями, в меньшей мере медью, свинцом, цинком, германием; из неметаллических полезных ископаемых характерны алмазы, флогопит, графит, в меньшей мере апатит.

Металлогения складчатых подвижных поясов

- Складчатые подвижные пояса и совпадающие с ними глобальные и региональные металлогенические пояса возникли на месте геосинклинальных структур. В современном рельефе они выражены обычно горными хребтами более или менее денудированными. Наиболее крупными и богатыми рудными месторождениями являются глобальные пояса. Сформированные, главным образом, во время киммерийской и альпийской этапов складчатости, они опоясывают Земной шар в меридиональном (Тихоокеанский) и широтном (Средиземноморский) направлениях.

Альпийско-Гималайский (Средиземноморский) глобальный пояс.

- Общее протяжение пояса около 18 тысяч километров, ширина 800 – 1000 км. Глобальный металлогенический пояс охватывает бассейн Средиземного моря в пределах стран Южной Европы и Северо-Западной Африки, простираясь далее в Малую Азию. Кавказ-Закавказье, Иран, Афганистан, Гималаи, далее в Индонезию, вплоть до островов Банка и Биллитон, где он смыкается с Тихоокеанским поясом (рис. 1).

Металлогенические провинции

- В пределах пояса различают ряд металлогенических провинций:
- Юго-восток Испании, Пиринеи,
- Северная Африка, Италия,
- Карпато-Балканская область,
- Малая Азия, Большой Кавказ, Малый Кавказ,
- Афганистан, Копетдаг, Гиндукуш и Гималаи,
- Восточное окончание Альпийско-Гималайского пояса.
- Их объединяет то, что процессы складчатости, магматизма и рудогенеза происходили, главным образом, в мезокайнозое.