

---

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

---



АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
Институт тектоники и геофизики

---

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

---

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

Ответственные редакторы:  
академик Ю.А. КОСЫГИН,  
член-корреспондент АН СССР Е.А. КУЛИШ

4397



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Москва 1984



**Основные типы рудных формаций:** Терминологический справочник /Под ред. Ю.А. Косыгина, Е.А. Кулиша. — М.: Наука, 1984. — 316 с.

В справочнике впервые в мировой практике металлогенических исследований суммирован материал по терминологии основных типов формаций группы черных, цветных и благородных металлов. В нем приведены все значения терминов и когда-либо опубликованные классификации формаций железа, марганца, хрома, вольфрама, молибдена, алюминия, олова, ртути, свинца, цинка, меди, золота, платины. Для удобства пользования справочник снабжен предметным указателем.

Всеобъемлющий охват понятийной и классификационной базы делает справочник полезным не только для металлогенистов и тектонистов, но и для минералогов, петрографов, геологов-поисковиков, а также для преподавателей и студентов вузов.

Табл. 76. Ил. 6. Библиогр. 289 назв.

Составители:

*Г.И. Архипов, В.Н. Воеводин, В.И. Гаврилов, Н.Г. Житков,  
В.Ю. Забродин, Г.Л. Кириллова, Е.А. Кулиш, Л.И. Кулиш,  
В.А. Кулындышев, Л.А. Кулындышева, В.В. Онихимовский,  
В.И. Прибылюк, В.С. Приходько, Р.Я. Скляр, В.С. Сушенцов,  
В.А. Соловьев, Р.Ф. Черкасов*

Рецензенты:

**В.А. БУРЯК, В.А. ПОПЕКО**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Систематизация понятий и упорядочение геологической терминологии вообще и тектонической терминологии в частности начали проводиться в конце 50-х годов. Первым крупным итогом явилось издание "Справочника по тектонической терминологии" (1970). Принципы и методы терминологических исследований, воплощенные в этой работе, получили общее признание. Это побудило авторов к составлению новых терминологических справочников, отражающих уже состояние понятийной базы ряда разделов тектонической науки. Появился второй терминологический справочник "Формы геологических тел" (1974), в котором собрана исчерпывающая информация по морфологической тектонике или структурной геологии. Интерес к этому справочнику оказался столь велик, что вскоре пришлось прибегнуть ко второму изданию [Формы..., 1977]. Третьим терминологическим справочником, выдержавшим также два издания за короткий срок, были книги "Тектоника континентов и океанов" (1976) и "Структура континентов и океанов" (1979). Спрос на указанные справочники объясняется тремя причинами: во-первых, они удовлетворяют геологов-практиков при оформлении отчетов по геолого-съёмочным и геолого-поисковым работам; во-вторых, они служат легкодоступным информационным банком для тех, кто пробует свои силы на поприще научной деятельности, желая сопоставить свои достижения с достижениями предшественников; в-третьих, они удовлетворяют спрос огромной аудитории студентов и преподавателей вузов. Все эти особенности характерны и для опубликованных общегеологических справочников: "Объекты палеовулканологии" (1976), "Иерархия геологических тел" (1978) и "Общая стратиграфия" (1979).

В конце 70-х годов в Институте тектоники и геофизики ДВНЦ АН СССР и Дальневосточном институте минерального сырья Министерства геологии СССР была начата большая работа с целью собрать исчерпывающую информацию о геологических формациях, опубликованную на русском языке. Первым результатом явилось создание двухтомного терминологического справочника "Геологические формации" (1982). В этом справочнике впервые в мировой литературе в обобщенном виде приведен материал об общих понятиях учения о геологических формациях, магматических, гидротермалитовых, осадочных, метаморфических формациях и их классификации. Затем вышел в свет терминологический справочник "Рудные и рудоносные формации" (1983), в котором собраны общие понятия о рудных и рудоносных формациях и их классификациях. Завершает весь цикл работ предлагаемый справочник "Основные типы рудных формаций". Составители уделили большое внимание не только обобщающим работам по рудным формациям, но использовали и региональные работы, в которых впервые была выделена или описана та или иная рудная формация.

Авторы надеются, что предлагаемый справочник будет полезен не только для развития учения о геологических формациях, но и для приложения достижений этой науки в практике.

## ВВЕДЕНИЕ

"Нельзя отделить ни науки от терминологии, ни терминологии от науки. Борьба за совершенство языка — это борьба за успех науки" — эти слова, сказанные А. Лаувазе еще в XVIII в., не потеряли актуальности и сейчас. И действительно, понятийная база любой науки (или научной дисциплины) — это своего рода "зеркало", по которому судят о ее зрелости и общественном авторитете. Поэтому не случайно понятийно-терминологические исследования всегда рассматриваются как важнейшая стадия любой теоретической разработки.

Справочник "Основные типы рудных формаций" отличается от нормативных справочников тем, что не навязывает читателю определенную точку зрения, а предоставляет право самому выбрать вариант определения, которое в наибольшей степени соответствует его наблюдениям и опыту. Поэтому составители не дают рекомендаций по использованию тех или иных определений, а приводят весь набор существующих точек зрения. Наличие классификаций разных авторов или одного автора, но опубликованных в различные годы, позволяет читателю увязать интересующее его понятие с соответствующей понятийно-терминологической системой, зафиксированной в классификации, а также проследить его эволюцию. Ведь в истории науки отмечены случаи, когда наиболее целесообразные классификации предлагались на ранних этапах становления науки, но о них постепенно забыли и в дальнейшем они как бы строились заново. Поэтому хронологический порядок расположения классификаций поможет читателям разобраться во многих спорных вопросах, возникающих в учении о геологических формациях, а также выдвинуть свои проблемы.

При составлении справочника использовалась литература, опубликованная на русском языке. Зарубежные источники привлекались только в тех случаях, если они были изданы в СССР. Специального перевода зарубежной литературы не проводилось.

В процессе составления справочника в основном использовался путь тематического отбора геологической литературы, при этом четко определялась тематическая направленность отдельных разделов, которая не допускала двойственного толкования. Поэтому при составлении разделов справочника использовались не только общая литература, но и региональные источники, в которых впервые были описаны или обобщены специфические особенности конкретных рудных формаций.

"Основные типы рудных формаций" — это логическое продолжение справочника "Рудные и рудоносные формации" (1983).

Основной целью справочника "Рудные и рудоносные формации" явилось отражение состояния общей понятийно-терминологической базы учения о рудных и рудоносных формациях (приведены варианты определений понятий "рудная формация", "субформация", "минеральный тип" и другие, а также их общие классификации). Справочник "Основные типы рудных формаций" составлен с целью отразить состояние понятийно-терминологической базы конкретных типов рудных формаций.

Выбор объектов описания определялся исходя из уровня развития формационного направления в каждой конкретной области минерогении. Так, уже на первых порах составительской работы стало очевидным, что для таких видов минерального сырья, как железо, марганец и алюминий, формационное направление имеет давнюю историю и достаточно развито, чтобы на примере этих объектов можно было ярко проиллюстрировать состояние вопроса. Оказалось также возможным включить в справочник разделы по оловорудным, вольфрамовым, молибденовым и ртутным формациям, хотя они имеют разную степень упорядоченности терминологии и разработанности классификаций. Различный уровень развития формационных исследований — это объективный фактор ограничения выбора объектов. Кроме того, учитывался и субъективный фактор, связанный с наличием специалистов по конкретным типам формаций. Все это в совокупности и позволило обеспечить составление разделов по

формациям железа, марганца, хрома, вольфрама, молибдена, алюминия, олова, ртути, свинца, цинка, меди, золота и платины, т.е. почти всех основных металлов из групп черных, цветных и благородных. Металлы группы редких и рассеянных элементов и группы радиоактивных элементов в справочник не вошли, так как в силу специфичности объектов заслуживают особого рассмотрения.

Все разделы в справочнике "Основные типы рудных формаций" построены однотипно. Первоначально приводятся определения конкретных рудных формаций и их классификации, а затем описания разновидностей. Что касается оценки важности терминов и определений, их расстановки по смыслу, объема включаемой информации, то это в основном зависело от того, насколько развито формационное направление для данного типа металла.

Нельзя обойти молчанием и трудности, с которыми столкнулись составители при группировке материала в разделы. Если при обработке материалов для справочника "Рудные и рудоносные формации" (1983) вскрылась тенденция различать понятия "рудная" и "рудоносная" формации, то для справочника "Основные типы рудных формаций" ее уже не обнаружилось. Например, не удалось выделить в чистом виде "железорудные" и "железоносные", "оловорудные" и "оловоносные" формации. Во всяком случае, составители пытались идти по пути объективного отражения дел, а не навязывать читателю своего отношения к проблеме разграничения понятий "рудная" и "рудоносная" формации.

Круг лиц, которые могут заинтересоваться справочником, очевидно, будет довольно широким. Прежде всего он будет полезен всем, кто занимается металлогенией. Без него не обойдутся и те, кто связан с преподавательской деятельностью. Действительно, специальные курсы "геологические формации" читаются сейчас почти во всех вузах геологического профиля. Но учебных пособий, тем более по разделу "Основные типы рудных формаций", до сих пор нет. Предлагаемый справочник может оказаться полезным при подготовке к лекциям и при написании учебника. Практические предпосылки составления справочника связаны с разработкой теории структур рудных и рудоносных формаций как основы совершенствования структурных методов поисков. О структуре этих объектов мы знаем еще мало. А хорошо искать и "прогнозировать" — это значит знать закономерности размещения тел полезных ископаемых в пространстве. Следовательно, выступая в качестве информационной базы для развития теории структур, настоящий справочник должен содействовать и развитию структурных методов поисков. В этом отношении он будет полезен для всех, кто практически осуществляет поиск рудных полезных ископаемых. Наконец, справочник впервые суммирует данные по терминологии и классификациям рудных формаций. Поэтому он может служить информационной базой для систематизации понятий и решения практических задач стандартизации терминологии металлогении. Для удобства пользования справочник снабжен предметным и именовым указателями. В отличие от предыдущих справочников в нем не приводятся переводы терминов на иностранные языки. Это связано с состоянием учения о геологических формациях за рубежом и трудностью отыскания адекватных иностранных терминов. Думается, что приоритет отечественной науки в разработке учения о геологических формациях несомненен, и выход в свет настоящего справочника подтверждает это.

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

## I

### ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ И ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ФОРМАЦИИ

#### 1. ПОНЯТИЯ «ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ» И «ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ»

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Месторождения железа, находящиеся в сходных геологических условиях и обладающие близкими качественными и количественными характеристиками [Металлогения... , 1974].

2. Группа железорудных месторождений, обладающих определенными, устойчивыми, в смысле повторяемости в различных регионах и геологических эпохах, особенностями вещественного состава и формирующихся в определенных геологических условиях [Соколов, 1967].

3. Генетическая группа железорудных месторождений. Например, контактово-метасоматические магнетитовые месторождения Алтае-Саянской области на основе исходного классификационного принципа (формационный тип железосодержащих магматических комплексов, во многом определяющий характер окорудных изменений, минерало-геохимические особенности самих руд и, по-видимому, масштабы оруденения) делятся на три Ж.ф.: месторождения, генетически связанные с интрузивными комплексами, в которых ведущее значение принадлежит основным и средним породам; месторождения, генетически связанные с интрузиями преимущественно субщелочного (граносиенитового) состава; месторождения, генетически связанные с интрузивными комплексами батолитовых гранитоидных формаций [Вахрушев, 1963].

Примечания: 1. В осадочных толщах встречаются руды и неметаллическое сырье, ассоциирующие с несколькими, часто довольно многочисленными ф. В качестве примера можно назвать железные руды. В известной монографии Н.М. Страхова (1947 г.) описан ряд так называемых железорудных фаций, показывающий, что железные руды парагенетически связаны с многими группами ф. По его мнению, месторождения марганцевых руд по характеру своего распространения в осадочных породах очень близки к месторождениям железных руд. Кроме того, есть данные, заставляющие думать, что к этому же типу относятся и фосфориты, которые нередко встречаются в ассоциации с железо-марганцевыми рудами. Все эти полезные ископаемые, следовательно, являются полиформационными [Шатский, 1965].

2. Названия рудных ф. приняты по полезному компоненту (железорудная и др.) или по главным рудным минералам (например, мартит-магнетитовая) с дополнением, характеризующим чаще всего рудоносные породы, — железорудная, железисто-кварцевая и др. Но при наименовании рудных ф. возникают затруднения, связанные с недостаточностью метального и минералогического признаков, на что справедливо указывает В.С. Домарев. В частности, на основании этих признаков разные железорудные месторождения с неодинаковыми геологическими характеристиками могли бы быть объединены в одну ф. То, что нельзя выделять рудную формацию только по парагенезису минералов, можно видеть на примере силикатно-магнетитовых руд Кривого Рога. Подобный состав руд здесь наблюдается в месторождениях различного характера, в частности в месторождениях так называемых бедных руд, представленных магнетитовыми роговиками, джеспилитами, песчаниками; в месторождениях богатых магнетитовых руд, залегающих в виде столбообразных и линзовидных метасоматических тел внутри железистых пород; в месторождениях богатых руд, залегающих в контакте средней и верхней свит и имеющих пластообразную форму тел и псаммитовую структуру. Месторождения, сходные по минеральному составу и объединенные по этому признаку в рудную ф., различаются и по другим признакам: по содержанию железа в руде, по морфологии и размерам рудных тел, по массам металла, заключенного в месторождениях,

и, наконец, по способу образования. Таким образом, объединение месторождений в рудную ф. по признаку состава руд оказывается также несостоятельным, поскольку при этом можно ошибочно отнести к одной ф. месторождения, принадлежащие к разным рудным ф. Поэтому необходимо пометальное или минералогическое название ф. дополнять другими определениями. Весьма емкостными и содержательными дополнительными определениями представляются петрографические термины, характеризующие название рудоносной, рудосодержащей или рудовмещающей породы. Эти названия наиболее полно отражают основные черты, присущие рудным ф. К сожалению, не всегда есть такие петрографические названия. В частности, нет термина для богатых магнетитовых руд, связанных с магнезиально-железистым метасоматозом. В этом случае и подобных ему мы вынуждены нарушить принятый принцип и использовать в качестве дополнения к минералогическому наименованию рудной ф. нежелательный фактор — способ образования руд.

Рудные ф. объединяют группы месторождений, отличающиеся иногда менее значительными признаками: составом сопутствующих минералов или рудных элементов, текстурно-структурными или другими. Группы месторождений, различающиеся внутри рудной формации, выделяются в рудные (минеральные) типы. Названия рудным типам даются преимущественно по минеральному составу руды, названию рудоносной или рудовмещающей породы. Например, в железорудной железисто-кварцевитовой ф. выделяются джеспилитовый, железисто-роговиковый и железисто-кварцевитовый рудные типы; в железорудной скарновой ф. — скарново-магнетитовый, титанисто-магнетитовый и колчеданно-магнетитовый [Металлогения... , 1974].

Перечень наиболее распространенных эндогенных Ж.ф., по Р.М. Константинову, показан в табл. 1 [Основные принципы... , 1964].

**ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ (осадочный тип).** — В эту группу входят Ж.ф., которые образовались в результате процессов седиментации, чаще всего путем отложения коллоидов в поверхностных водах [Тэнтон, 1955].

**ПОЛОСЧАТАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. осадочного происхождения, состоящая из слоев, богатых железом (окислы, силикаты, карбонаты или сочетания этих минералов), чередующихся со слоями, богатыми кремнеземом (кремень или тонкозернистый кварц). Представлена в районе оз. Верхнего [по Даттону, 1955].

**ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Состоят из тонкопереслаивающихся роговиков и минералов, содержащих до 15% железа, и являются, вероятно, наиболее важными из всех известных хемогенных осадочных образований. Они встречаются в разнообразной геологической обстановке, характеризуются различным химическим составом; компоненты, слагающие их, — это тончайшие индикаторы среды, в которой они отложились [Гросс, 1972].

**Примечание.** В США, Канаде, Австралии и Южной Америке для полосчатых железисто-кремнистых пород осадочного происхождения употребляется исторически сложившийся термин iron-formation. Большинство геологов в этих странах применяют обозначения Г.Л. Джеймса (1954 г.) или Г.А. Гросса (1966 г.). Неметаморфизованная Ж.ф. образовывалась, как предполагают большинство ученых, химическим или биохимическим путем и обычно состоит из кремней или яшм, переслаивающихся с одним или несколькими минералами, богатыми железом: окислами, карбонатами, силикатами, сульфидами.

Г.Л. Джеймс главные типы минералов железа использовал для обозначения первичных фаций Ж.ф. Окисные фации (гематитовые) Ж.Ф. имеют положительное Eh, сульфидные — сильное отрицательное, а карбонатные и силикатные — промежуточное значение Eh. Фации образуют переходные серии; конечные члены — гематитовые и сульфидные фации — несовместимы. Термин "Ж.ф." (iron-formation) можно параллелизовать с термином "известняки", т.е. он является родовым обозначением. Существует много различных типов известняков, также известны и различные типы железистых ф. Поэтому при обозначении формаций в стратиграфическом смысле Ж.ф. можно назвать Ж.ф. Брокмана (Brockman Iron Formation); американскую известняковую формацию — ниобраскими известняками (niobragi limestone). Чтобы избежать двусмысленности, представители Геологической службы США применяют дефис в термине Ж.ф. (iron-formation), если имеется в виду ее литологическое значение; этот термин пишется с больших букв, если применяется в стратиграфическом смысле.

Большая часть докембрийских Ж.ф. метаморфизована: Г.Л. Джеймс (1955 г.) показал, что размер зерен перекристаллизованных кремней или яшм значительно изменяется в зависимости от степени метаморфизма.

В Советском Союзе под железисто-кремнистыми ф. понимают парагенетические ассоциации комплекса пород, переслаивающихся ритмически с железисто-кремнистыми отложениями и отражающих условия образования последних. В связи с этим Н.П. Семенов и другие выделяют такие типы железистых ф.: железисто-кремнисто-сланцевую; железисто-кремнисто-сланцево-кератофиловую или джеспилит-лептитовую; железисто-кремнисто-метабазитовую; железисто-кремнисто-ультрабазитовую и железисто-кремнисто-карбонатную, наблюдающуюся в штате Минас-Жерайс.

Так как образование железисто-кремнистых пород происходило в переменном окислительно-восстановительной обстановке (Eh от положительного для окисных до отрицательного для суль-

**Т а б л и ц а 1**  
**Наиболее распространенные эндогенные железорудные формации**  
**[Основные принципы. . . , 1964]**

Рудная формация	Ведущее полезное ископаемое	Минеральная ассоциация		Вмещающие породы
		Ведущие минералы	Второстепенные минералы	
<b>Магматические месторождения</b>				
Ильменито-магнетитовая	Титан	Магнетит, ильменит	Иногда платина	Пироксены, габбро
<b>Контактово-метасоматические месторождения</b>				
Магнетитсодержащие и алатит-магнетитсодержащие скарны	Железо	Гранат, пироксен, магнетит	Халькопирит, апатит	Карбонатно-эффузивно-туфогенные толщи
Магнетитсодержащие скарны	Железо	Пироксен, гранат, магнетит	Амфиболиты	Карбонатные породы
Магнетит-людовигитсодержащие скарны	Бор	Людовигит, магнетит	Ашарит, форстерит, флогопит, халькопирит, пирротин, кварц карбонаты	Карбонатные породы
Гематит-магнетитсодержащие скарны	Железо	Гематит, магнетит, пироксен	Гранат, кальцит	Карбонатные породы
<b>Гидротермальные месторождения</b>				
Гематитовая, гематит-барит-флюоритовая, флюорит-сидеритовая	Гематит, флюорит	Гематит, пирит, кварц, флюорит, барит		Песчаники, сланцы
Магнетитовая в траппах	Железо	Оолитовый магнетит, гематит	Пироксен, хлорит, кварц	Траппы, песчаники, сланцы, известняки

фидных), то по степени окисления железисто-кремнистые породы делят на окисные и закисно-окисные, где все железо представлено гематитом и магнетитом; окисно-закисные, где одна часть железа представлена магнетитом, а другая — силикатами или сидеритом; закисные, где все железо представлено силикатами или карбонатами. Редко наблюдается и фаза серного колчедана, образующаяся в резко восстановительной обстановке с отрицательным Eh. В связи с этим различают рудные железистые породы, где все железо представлено магнетитом или гематитом, и рудно-силикатные или силикатные железисто-кварцевые породы, где содержатся и силикаты (Проблемы. . . , 1972).

**ПОЛОСЧАТЫЕ ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Представлены железисто-кремнистыми породами с ярко выраженной полосчатостью. Они аналогичны итабиритам Бразилии, таконитам Северной Америки. Кремнезем представлен тонкозернистым либо криптокристаллическим кварцем или роговиком ("чертом"). Железо наблюдается в форме окислов, карбонатов, силикатов и изредка сульфидов. В зоне выветривания оно всегда окисляется до гематита или лимонита, в результате чего возникают характерные красно-белые либо коричневатые-белые породы, известные в Австралии как джеспилиты [Брандт, 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Определение не обнаружено.

**П р и м е ч а н и е.** Для Ж.-к.ф. характерны ритмические переслаивания с вулканогенными образованиями кислого, основного и даже ультраосновного составов. Это позволило установить генетическую связь ф. с областями подводного геосинклинального вулканизма и рассматривать их как хемогенные отложения, образующиеся в периоды гидротермальной подводной вулканической деятельности. По характеру переслаивания железисто-кремнистых отложений с кислыми, основными и ультраосновными туфогенными продуктами Н.П. Семеновко выделил железисто-кремнисто-сланцево-кератофировые, железисто-кремнисто-метабазитовые и железисто-кремнисто-ультрабазитовые подтипы ф. Однако наряду с ними наблюдаются железисто-кремнистые ф., в которых железисто-кремнистые слои чередуются с глинисто-железисто-сланцевыми. По Н.П. Семеновко, — это железисто-кремнисто-сланцевые подформации; они наиболее удаленные в вулканических геосинклиналь-

ных областях. В Канаде их называют железисто-кремнистыми ф. типа оз. Верхнего. Распространены они в Криворожско-Кременчугской синклинирной зоне.

Железисто-кремнисто-сланцевые подформации являются наиболее выдержанными, мощность железисто-кремнистых пачек в них достигает 100—300 м, они простираются на 10—20 км и более. Общие мощности подформаций достигают 1—1,5 км, где собственно железисто-кремнистые слои составляют 50—75%.

В Ж.-к.ф. концентрируется основная масса мировых запасов железа. К ним относятся крупнейшие месторождения на Северо-Американской, Южно-Американской, Африканской, Индийской, Австралийской, Сино-Корейской платформах. В Советском Союзе они развиты на Балтийском, Воронежском и Украинском щитах, а также в Казахстане (Карсакпай, Улутай), на Алтае, в Малом Хингане.

Ж.-к.ф. местами переходят в кремнисто-марганцевые осадочно-вулканогенные и колчеданные вулканогенные [Критерии. . . , 1975; Семенов и др., 1979].

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ И ЖЕЛЕЗИСТЫХ ФОРМАЦИЙ

Г.А. СОКОЛОВ [1967]

Классификация железорудных формаций СССР и основные геологические условия локализации их месторождений показаны ниже.

Железорудные месторождения объединены в 17 ф., которые подразделены на общегенетические классы: магматогенные, осадочные (морские и континентальные), коры выветривания и метаморфогенные. Наименования ф. даны по определяющим рудным минералам и наиболее характерным признакам геологических условий нахождения. В пяти ф. (1, 2, 6, 9 и 12) выделены подформации. Это позволило Г.А. Соколову показать, что при общности химико-минералогического состава руд и геологических условий их локализации для отдельных групп месторождений данной ф. характерны либо специфические типы вмещающих пород, либо особые околорудные метасоматические образования, либо (для месторождений класса коры выветривания) специальный состав субстрата, подвергшегося выветриванию. Выделение подформаций позволяет более дифференцированно охарактеризовать геологические условия образования и локализации месторождений.

Формации, подформации	Характерные геологические условия локализации месторождений данной рудной формации
<i>Магматогенные</i>	
1. Титаномагнетитовая в основных и ультраосновных интрузиях	
1а. В породах габбро-диорит-диабазовой магматической формации	В интрузивах, относящихся к палеозоиским и более древним тектоно-магматическим комплексам складчатых областей
1б. В породах габбро-пироксенит-дунитовой магматической формации	В дифференцированных, частью стратифицированных плутонах названной формации, преимущественно в их габбровых и пироксенитовых фациях
1в. В габбро-анортозитах	В плутонах основного состава со значительным развитием анортозитов
1г. В щелочно-ультраосновных породах	В интрузивах центрального типа магматической формации щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами
2. Магнетитовая в контактовых ореолах гранитоидов	А. В контактовых ореолах гипабиссальных габбро-плагиогранитной или габбро-диорит-гранитной формаций (включая сиениты), прорывающих вулканогенно-осадочные толщи с карбонатными фациями Б. В областях гранитизации древних метаморфических комплексов, содержащих доломиты
2а. Известково-скарновая	Карбонатные фации представлены известняками
2б. Магнезиально-известково-скарновая	Карбонатные фации представлены доломитами
2в. Альбит-скаполит-скарновая	Значительное развитие альбита и натриевого скаполита в околорудных метасоматитах
2г. Водно-силикатная	На относительно большем удалении от контактов интрузива, чем зоны скарнов

Формации, подформации	Характерные геологические условия локализации месторождений данной рудной формации
2д. Магнезиально-скарновая абиссальная	В докембрийских метаморфических гнейс-кварцит-амфиболит-сланцевых комплексах, содержащих пачки доломитовых мраморов
3. Магномагнетитовая в областях распространения траппов	В комплексах чехла платформ с трапповым магматизмом и соленосными отложениями в нижней части чехла
4. Магнетитовая и (или) железно-блесковая среди вулканогенных или терригенно-карбонатных отложений в удалении от активных интрузивов	В складчатых областях. Дальнейшая специфика условий локализации выявлена слабо
5. Железо-карбонатная в карбонатных породах, тела выполнения и замещения	В частях складчатых областей с ограниченным магматизмом в виде даек основного состава
<i>Осадочные морские</i>	
6. Гематитовая, гематит-магнетитовая и хлорит-гематитовая в морских осадочных комплексах	Складчатые области. В прибрежно-морских дислоцированных отложениях вдоль палеосуши с проявлениями предшествующего древнего выветривания
6а. В терригенно-карбонатных отложениях	Складчатые области. Дальнейшая специфика условий локализации выявлена слабо.
6б. В эффузивно-осадочных отложениях	В прибрежно-морских и лагунных недислоцированных или слабо дислоцированных отложениях вдоль палеосуши с проявлениями предшествующего древнего выветривания
7. Лептохлорит-гидрогётитовая, частью с сидеритом, бобово-оолитовая в терригенных и карбонат-терригенных морских отложениях	<i>Древние и современные пляжи, прибрежные отложения при наличии аксессуарного магнетита в размытых береговых породах либо подчиненного обломочного магнетита в донных отложениях зоны волнового перегиба</i>
8. Магнетитовая морских россыпей	
<i>Осадочные континентальные</i>	
9. Лептохлорит-гидрогётитовая и сидеритовая в озерно-болотных отложениях.	Платформы или области завершённой складчатости с проявлениями древнего выветривания
9а. Лептохлорит-гидрогётитовая обычная	В континентальных сериях отложений чехла платформ
9б. Природно-легированная	В депрессиях на массивах ультрабазитов или вблизи них
9в. Сидеритовая озерная	Мезозойские депрессии, на палеозойском складчатом фундаменте. В грубообломочных прибрежно-озерных отложениях, содержащих обломки палеозойских карбонатных пород Краевые части платформ. В русловых, пойменных и эстуариевых отложениях палеорек, протекавших в областях предшествующей древней коры выветривания железосодержащих пород складчатой области
10. Лептохлорит-гидрогётитовая, частью с сидеритом, бобово-оолитовая в речных отложениях	Области завершённой складчатости. Вокруг затронутых эрозией магнетитовых месторождений с развитой зоной окисления
<i>Коры выветривания</i>	
(остаточные и инфильтрационные)	
12. Маритовая и (или) гидрогётитовая в корах выветривания железистых пород и руд	
12а. В коре выветривания железистых кварцитов	Зона распространения железистых кварцитов в докембрийских фундаментах платформы и их выступах с сохранившейся в той или иной мере древней корой выветривания (в том числе под чехлом платформенных отложений)
12б. В зоне глубокого окисления магнетитовых и сидеритовых месторождений	Тектоно-магматические комплексы с проявлением древнего выветривания, содержащие магнетитовые и (или) сидеритовые месторождения
13. Природно-легированная охристая в коре выветривания ультрабазитов	В сохранившейся от эрозии древней коре выветривания ультрабазитов складчатых областей
14. Гидрогётитовая, частью с сидеритом на закарстованных известняках	В аллювиально-делювиальных отложениях, прикрывающих закарстованные известняки, на территориях с проявлениями древнего выветривания, синхронного прикрывающим отложениям

*Метаморфогенные*

15. Железистые кварциты

Среди докембрийских, частью синийско-нижнекембрийских осадочно-метаморфических комплексов с подчиненными метавулканитами основного состава

16. Магнетитовая и (или) железоблесковая с реликтовыми признаками осадочных железных руд

В контактовых ореолах складчатых гранитоидных интрузивов, прорывающих геосинклинальные вулканогенно-осадочные толщи с проявлениями осадочных железных руд

17. Сидеритовая пластовая в метаморфических терригенно-карбонатных толщах

Древние складчатые осадочно-метаморфические комплексы. Дальнейшая специфика условий локализации не выяснена

Г.И. КАЛЯЕВ [1969]

**Классификации джеспилитовой (железисто-кремнистой) формации** Н.С. Шатского (1954 г.), Н.П. Семеновко (1954 г.), М.С. Маркова (1959 г.), Г.М. Каляева (1965 г.) показаны в табл. 2.

**Примечание.** Джеспилитовая ф., вмещающая крупнейшие месторождения железа на всех континентах нашей планеты, возникла в своеобразных условиях осадкообразования в раннем докембрии. Продуктивные типы этой ф. почти всюду приурочены к определенному этапу раннего докембрия — ко времени затухания начального основного магматизма в древнейших геосинклиналях. Термин "джеспилитовая ф." предложен Н.С. Шатским. Джеспилиты, будучи разновидностью железистых кварцитов, отнюдь не являются ни по объему, ни по значимости господствующей породой в рассматриваемой ф. Но значение их усиливается тем, что нигде в других геологических ф. они не встречаются.

Н.С. Шатский впервые выделил два основных формационных типа, имеющих самостоятельное значение: вулканогенно-осадочный и осадочный. Он полагал, что первый тип возник в результате подводной вулканической деятельности, при которой железо выносилось из фумарол. Осадочный тип, не содержащий вулканогенного материала, обязан своим происхождением накоплению железа в корках выветривания и последующему его поступлению в морские бассейны. Аналогичные взгляды развивали и другие авторы, хотя при этом временные или возрастные соотношения типов джеспилитовой ф. внутри цикла геологического развития не рассматривались. В схемах Н.С. Шатского, М.С. Маркова и Н.А. Плаксенко вулканогенно-осадочный тип предшествует осадочному, поскольку первый отвечает времени формирования спилит-кератофировой ф. В схеме М.С. Маркова он назван киватинским типом. М.С. Марков особо выделил зеленокаменную ф., отмечая, однако, что железистые кварциты в ней содержатся в виде невыдержанных маломощных прослоев. Разумеется, последняя ф. не может рассматриваться в качестве джеспилитовой, равно как и вулканогенная спилит-кератофировая. Парагенетическая ассоциация железисто-кремнистых и вулканогенных пород в одном случае может приниматься как джеспилитовая ф., в другом — как зеленокаменная или спилит-кератофировая. В частности, это относится к киватинскому типу. В силу геологической несовместимости названных ф. необходимо устранить недостатки в классификациях джеспилитовой ф. Также неясен вопрос выделения отдаленной джеспилитовой и отдаленной кремнистой ф. К первой из них Н.П. Семеновко причисляет собственно криворожский тип, а вторая, строго говоря, не может рассматриваться в качестве джеспилитовой ф. Под термином "отдаленная" имеется в виду некоторая отдаленность от основных центров вулканизма. Конечно, джеспилитовая, кремнистая (или яшмовая) и спилит-диабазовая ф. образуют переходные разности, поскольку каждая из них может содержать компоненты и той и другой ф. В таких случаях решать вопрос, с какой именно ф. мы имеем дело, нужно по совокупности признаков: положению данной формации внутри формационного ряда и по соотношению ее со смежными ф.; по количественному соотношению составляющих компонентов; на основании положения данной структурно-фациальной зоны относительно других структурно-исторических зон геосинклинальной системы.

Рассматривая существующие классификации джеспилитовой ф., следует, во-первых, принять два типа, выделенных Н.С. Шатским: осадочный и вулканогенно-осадочный, представленные почти во всех докембрийских щитах. Оба они самостоятельные и могут образовывать свои геологические ряды, члены которых отличаются количественным соотношением составляющих компонентов терригенного, хемогенного и вулканогенного происхождения.

Джеспилитовая ф. осадочного типа не содержит или почти не содержит вулканогенного материала. Не исключено, однако, наличие в ней пепла, трудно диагностируемого вследствие метаморфизма. Классическим примером этой ф. могут служить железорудные ф. Саксаганского района Кривого Рога, КМА, серии гурон Канадского щита, минасской серии в Бразилии и др.

**Таблица 2**  
Классификация джеспилитовой формации [Каляев, 1969]

Шатский Н.С., 1954 г.		Семененко Н.П., 1954 г. (Украинский щит)	Марков М.С., 1959 г. (Карсакпай)	Каляев Г.И., 1965 г. (Украинский щит)	Плаксенко А.Н., 1966 г. (КМА)	
Джеспилитовая кремнисто-слан- цевая	→	Джеспилитовая отдаленная	Железисто-кремни- сто-сланцевая (от- даленная форма- ция) Железисто-крем- нисто-вулканогенно-сланцевая Железисто-крем- нисто-сланцевая	Отдаленная кремни- стая Джеспилитовая; а) джеспилитовая криворожского типа; б) джеспилитовая киватинского типа Зеленокаменная формация (с ма- ломощными не- выдержанными прослоями желе- зистых кварци- тов)	Джеспилитовая формация осадочного криворожского типа, свойственная крае- вым зонам. Джеспилитовая формация осадоч- но-вулканогенного типа, свойственная внутренним зонам геосинклинали (в целом синхронная с первым типом). Диабаз-спилитовая формация, включа- ющая прослой и линзы железистых кварцитов	Формации терри- генно-осадочного ряда: а) железисто-крем- нисто-сланце- вая; б) железисто-крем- нисто-кластоген- ная Формация вулканогенно-осадочного ряда: а) железисто-крем- нисто-вулканогенная; б) железисто-сланцево-вулканогенная
↓ Вулканогенная спилит-кера- тофировая или зеленокаменная	→	Джеспилитовая кремнисто-слан- цевая				

Особенность вулканогенно-осадочного типа джеспилитовой ф. заключается в существенном количестве вулканогенных компонентов: спилитов, амфиболитов, кварцевых кератофилов, кератоспилитов, пирокластических пород и граувакк, перемежающихся с хомогенными железистыми кварцитами и терригенными породами. Примером такого типа джеспилитовой ф. может служить центральнобелозерская джеспилитовая ф. Украинского щита, аналогичная ф. Балтийского щита (гимольской серии) и др.

Оба главных типа джеспилитовой ф. содержат крупные промышленные месторождения богатых или обогащаемых руд, хотя осадочный тип, несомненно, более продуктивен [Каляев, 1969].

И.Г. МАГАКЪЯН [1969]

### Типы железорудных формаций СССР (табл. 3)

Г.С. МОМДЖИ, В.М. ГРИГОРЬЕВ, Н.В. ГЛУХОЕДОВ [1970]

#### Типы рудных формаций железа

I. *Кремнисто-железистая*, отвечающая вулканогенно-осадочным и осадочным процессам рудообразования, протекающим на стабилизировавшихся участках земной коры.

II. *Щелочноземельно-железистая*, отвечающая вулканогенно-осадочным процессам рудообразования, протекающим в подвижных зонах, и магматическим процессам рудообразования в периоды активизации платформ, а также областей завершенной складчатости.

III. *Титанисто-железистая*, отвечающая рудообразованию, связанному с ранними этапами кристаллизационной дифференциации магмы, преимущественно в подвижных зонах земной коры или в глубинных зонах платформ.

Руды кремнисто-железистой ф. являются наиболее распространенными и резко преобладают в добыче. Поскольку в образовании месторождений этой ф. ведущая роль принадлежит осадочным процессам, то и состав руд эволюционирует во времени в зависимости от эволюции состава атмосферы и гидросферы. Кроме того, месторождения в зависимости от возраста отличаются и степенью метаморфизма. Все это требует расчленения месторождений данной, наиболее обширной железорудной ф. по возрасту на следующие подтипы.

Ia. Архейские и протерозойские месторождения магнетитовых и гематитовых железистых кварцитов, а также связанных с ними богатых руд.

Iб. Рифейские месторождения лептохлорито-гематитовых руд (ангарский тип).

Iв. Нижнепалеозойские месторождения красных оолитовых железняков (в СССР промышленные месторождения этого типа не известны).

Iг. Верхнепалеозойские месторождения магнетитовых и гематитовых руд.

Id. Мезозойско-кайнозойские месторождения жеодистых и оолитовых бурых железняков.

Докембрийские и палеозойские месторождения гематито-магнетитовых руд характеризуются спорадически повышенными содержаниями марганца и германия.

Мезозойско-кайнозойские месторождения отличаются повышенными содержаниями в руде фосфора, ванадия, иногда мышьяка или марганца.

Руды щелочноземельно-железистой ф. занимают второе место по запасам и добыче. Легкая обогащаемость этих руд делает их наиболее желательными для промышленности, и их удельный вес в добыче значительно выше, чем в разведанных запасах.

В связи с резко различными условиями образования среди месторождений этой ф. следует выделить два подтипа.

IIa. Месторождения, принадлежащие геосинклинальным вулканогенно-осадочным комплексам, представленные скарново-магнетитовыми и марганцовистыми или магнезиально-сидеритовыми рудами.

IIб. Месторождения, связанные с активизацией платформ и окружающих их областей завершенной складчатости, представленные магномгнетитовыми или магнезиально-сидеритовыми рудами. В этом подтипе необходимо выделить особый вид месторождений, принадлежащих карбонатитовым зонам интрузивов центрального типа, тяготеющим к окраинам платформ.

Большинство месторождений скарново-магнетитовых руд этой ф. являются комплексными в связи с наличием в них зон наложенной минерализации, представленной сульфидами полиметаллов или минералами бора.

**Таблица 3**  
**Типы железорудных формаций СССР [по Магакьяну, 1969]**

Формация	Минеральный состав руд*	Комплекс полезных ископаемых	Магматический и литолого-стратиграфический контроль; генетический тип	Структурный контроль
Титаномагнетитовых руд	Титаномагнетит, магнетит, ильменит	Fe(Ti, V) редко Cu, Pt	Среди габбро, пироксени-тов, анортозитов, диабазов. Собственно магматический	Глубинные разломы
Апатит-магнетитовых руд	Магнетит, апатит	Fe (P)	Среди сиенитов, андезитов. Собственно магматический и скарновый	Зоны разломов
Сидеритовая	Сидерит (барит, пирит, гематит, халькопирит, галенит, арсенопирит, хлорит, серицит)	Fe	Связь с магмой не ясна. Может быть, со скрытыми массивами гранитоидов конечных этапов. Среднетемпературный, гидротермальный (телетермальный)	Среди карбонатных пород вдоль зон дробления и в ассоциации с дайками диабазов
Медно-турмалиновая	Кварц, турмалин, пирит, энаргит, теннантит (касситерит, сфалерит)	Cu (As, Sn, Mo)	С кислыми гранитоидами малых глубин (субвулканическая). Высокотемпературный гидротермальный	Экзоконтакты гранитоидов, вулканические жерла
Магнезиоферритовая (траповая)	Магномагнетит, карбонаты (гематит, кварц, апатит)	Fe	Габбро-диабазовая траповая формация. Высокотемпературный гидротермальный, субвулканический	Штоки габбро-диабазов, трубки взрыва вдоль разломов
Рудоносных скарнов	Гранаты, пироксены, эпидот, магнетит и др.	Fe(Co)	В связи с умеренно кислыми гранитоидами небольших глубин. Скарновый	Контролирующие зоны рудоносных интрузивов и трещины, секущие их
Кремнисто-железорудная	Гематит, магнетит	Fe	Субвулканических экстрезий порфиров, кератофинов, дацитов. Эксгальационно-осадочный	Вулканогенно-осадочные толщи с экстрезиями порфиров, дацит ов, кератофинов
Железистых латеритов	Лимонит (окислы Mn, силикаты Ni, хромит, асболан)	Fe (Mn, Ni, Co, Cr)	Месторождения латеритного выветривания ультраосновных пород	На месте выветривания
Инфильтрационных руд Fe, Mn, Cu, U-V	Лимонит, сферосидерит; пиролюзит, псиломелан; куприт; халькозин, раскозлит	Fe, Mn, Cu, V	Месторождения выветривания с осадждением из грунтовых вод. Инфильтрационный тип	Вдоль путей циркуляции грунтовых вод в карбонатных и битуминозных породах
Осадочная железорудная	Лимонит, шамотит, сидерит, (гидроокислы Mn, керчениты, барит, сульфиды)	Fe (Mn, P, V)	Осадочные месторождения среди песчано-глинистых прибрежных осадков	Границы геосинклинально-морских бассейнов
Метаморфогенных железных руд	Магнетит, мартит, гематит, лимонит, кварц (щелочные амфиболы, эгирин)	Fe	Среди железистых кварцитов и роговиков докембрия на щитах	Массивные руды вдоль зон разломов или поверхности древнего выветривания

\* В скобках минералы, имеющие подчиненное значение.

\*\* В квадратных скобках зарубежные рудные районы и месторождения.

Примеры рудных районов и месторождений**	Типы рудных провинций, этапы развития, геологический возраст	Связь с другими формациями	Поисковые признаки; методы поисково-разведочных работ	Авторы основных трудов по формации
Гора Качканар, Кусинское, [гора Таберг]	Уральский тип, ранний этап, каледонский — раннегерцинский	Редко с Pt	Среди габбро-пироксенитовых массивов, вдоль протектонических структур. Магнитометрия	Заварицкий А.Н. Кашин С.А. Малышев И.И. Пэк А.В. Штейнбург Д.С.
Лебяжинский рудник, Абовян, [Кируна]	Уральский—Кавказский тип, ранний этап, герцинский до альпийского	С апатитовой, титаномагнетитовой	Среди сиенит-диоритов или пород их экзоконтакта. Магнитометрия	Магакьян И.Г. Овчинников Л.Н. Хачатурян Э.А.
Южный Урал (Бакал), [Уенца, Яворик, Зигерланд]	Уральский	?	Зоны дробления в пределах брахиантиклинальных складок среди карбонатных пород. С поверхности лимонитовые шляпы	Заварицкий А.Н. Малахов А.Е. Наливкин А.Е. Яницкий А.Л.
АрмССР (Медзор) Восточное Забайкалье (?), [Браден]	Кавказ—Закавказье, конечные этапы, альпийский	?	Вблизи малых субвулканических гранитоидов или в жерлах вулканов	Карапетян О.Т. Магакьян И.Г. Хачатрян Н.С.
Ангаро-Илимская группа, район Норильска, Таймыр	Сибирская платформа, в породах чехла	Ассоциация с Cu—Ni-сульфидной формацией. Магнитометрия	В экзоконтактах габбро-диабазов, вулканических трубках взрыва вдоль разломов	Аникеев Н.П. Кутырев Э.И. Оффман П.Е. Павлов Н.В. Смирнов С.С.
Горы Магнитная, Благодать	Уральский тип, средние этапы развития, герцинский	Нередко с формациями гидротермальных сульфидных руд	В контактах умеренно кислых гипабиссальных гранитоидов среднего этапа. Магнитометрия, шлиховая съемка	Заварицкий А.Н. Магакьян И.Г. Овчинников Л.Н.
Закавказье, Казахстан (?), [Лан-Диль]	Закавказский, ранние этапы, альпийский	Может быть с кремнисто-марганцевой и колчеданной	Среди вулканогенно-осадочных толщ, вблизи экструзий дацитов, порфиритов, кератофиров. Магнитометрия	Калугин А.С. Твалчрелидзе Г.А. Хачатурян Э.А.
Урал, [Куба, Филиппины, Гвинея]	Месторождения древней и плейстоценовой коры выветривания	С массивами ультраосновных пород	Районы развития ультраосновных пород, подвергшихся выветриванию	Волкова Е.В. Гинзбург И.И.
Урал, Средняя Азия, [западные штаты США, Перу]	Уральский, Среднеазиатский типы		Среди карбонатных и битуминозных пород, в которых циркулировали грунтовые воды	Пронин А.А. Щербаков Д.И.
Южный Урал (Аятское), Керчь, Ангаро-Питский бассейн, Хопер, Липецк, Тула, [Лотарингия, Клинтон]	Уральский тип, Русская и Сибирская платформы, протерозой — триас	Может быть с эксгальционно-осадочным железорудным	Прибрежная зона морских геосинклинальных бассейнов	Архангельский А.Д. Кечек Г.А. Константов С.В. Старицкий Ю.Г. Страхов Н.М.
Украинский и Балтийский массивы (Кривой Рог, КМА, Оленегорское), [Верхнее Озеро, Итабира]	Щиты докембрийского возраста	С метаморфическими толщами	Среди железистых кварцитов и роговиков докембрия. Магнитометрия	Белевцев Я.Н. Котляр В.Н. Русинович И.А. Свитальский Н.И. Семенов Н.П. Старицкий Ю.Г. Чайкин С.И.

Своеобразным составом отличаются руды месторождений, связанных с интрузивами центрального типа. Месторождения, связанные с апатитфорстеритовыми породами, представлены магнетитовыми рудами, из которых могут извлекаться концентраты апатита, форстерита, природной двуокиси циркона—бадделеита и минералов тантала и ниобия (гаттчетолита и пирохлора). В этой руде также отмечаются несколько повышенные содержания меди, иногда олова.

Руды титанисто-железистой ф. имеют наименьший удельный вес в разведанных запасах и добыче. Все месторождения этой рудной ф. магматические, принадлежащие интрузивным ф. собственно геосинклинальных этапов развития подвижных зон (габбро-диорит-диабазовой и габбро-пироксенит-дунитовой, по Ю.А. Кузнецову) и интрузивным ф. ранних этапов развития древних платформ.

По соотношению титана и железа выделены следующие группы месторождений.

IIIa. Месторождения слаботитанистых бедных магнетитовых руд в пироксенитах.

IIIб. Месторождения титаномагнетитовых руд, связанных с габбро и габбро-диабазами.

IIIв. Месторождения ильменито-магнетитовых руд.

Во всех месторождениях магнетит отличается повышенными содержаниями ванадия. В рудных пироксенитах месторождений подтипа IIIa содержится платина.

Сложнее обстоит дело с продуктами выветривания, состав которых весьма многообразен из-за многообразия самих процессов выветривания и исходных железистых пород, дающих при выветривании железные руды. Так называемые "железные шляпы" и залежи, образующиеся при их размыве и переотложении, по своему составу часто не отвечают ни одной из основных железорудных ф. Примером могут служить месторождения природно-легированных бурых железняков, образующиеся при латеритном выветривании пород гипербазитовой магматической формации (дунитов, гарцбургитов), характерных для зон глубинных разломов, островных дуг. В рудах этих месторождений много никеля, кобальта, марганца, фосфора и хрома. Эти месторождения в виде особого подтипа (IIIг) условно относятся к III железорудной ф.

Г.А. ГРОСС [1972]

**Классификация железисто-кремнистых формаций.** Железисто-кремнистые ф. удобно классифицировать по общим признакам, особенностям их отложения и типу связанных с ними осадочных пород.

В Канаде название "алгома" в последние годы использовалось для обозначения таких железисто-кремнистых ф., которые тесно связаны с вулканическими породами и осадками типа граувакк эвгеосинклинальных поясов. Железистые ф. (кварциты, доломиты и черные сланцы), образовавшиеся в условиях континентального шельфа, определяются как ф. типа оз. Верхнего.

Железисто-кремнистые ф. типа оз. Верхнего представлены тонкополосчатыми кремнистыми породами с железосодержащими слоями различных осадочных фаций. Окисные фации сложены магнетитом, гематитом или смесью этих окисных минералов, которые отлагались как первичные окислы железа. Силикатные минералы в силикатных фациях изменяются в зависимости от степени метаморфизма: от гриналита и миннесотаита до стильномелана, куммингтонита, грюнерита и гиперстена. Карбонатные фации представлены сидеритом, ассоциирующим с магнетитом и железистыми силикатами, а анкерит и железистые доломиты преобладают на участках, где карбонаты ассоциируют с фациями, богатыми гематитом.

Сульфидные фации железистой ф. такого типа обычно состоят из тонкозернистых углесодержащих аргиллитов с прослойками роговиков и кремнистых сланцев (Г.Л. Джеймс, 1954 г.; Г.П. Гросс, 1965 г. и др.). Характерной особенностью структуры этих осадков являются зерна и оолиты, сложенные как роговиком, так и минералами железа: они практически свободны от обломочного материала, за исключением переходных краевых зон или отдельных участков внутри формации. В них ритмически чередуются богатые и бедные железом слои мощностью от нескольких миллиметров до метра.

Тесная связь ф. рассматриваемого типа с кварцитами и черными карбонатными сланцами, а также с конгломератовым доломитом, массивным роговиком, роговиковой брекчией и аргиллитом прослеживается во всех месторождениях земного шара. Вулканические породы (туфы или лавы) не всегда пространственно связаны с желе-

4397

зистой ф. типа оз. Верхнего, но они почти всегда встречаются в разрезе. Ассоциация доломиты—кварциты—красные и черные железистые сланцы—железистая формация—черные сланцы—аргиллиты весьма обычна для всех континентов. Однако стратиграфические исследования показали, что, несмотря на устойчивую связь этих осадочных пород, их последовательность на отдельных участках может изменяться (например, в Лабрадорской геосинклинали).

Устойчивые пласты железистой ф. типа оз. Верхнего обычно прослеживаются на сотни миль вдоль окраины древних континентальных платформ или геосинклинальных бассейнов. Мощность ф. весьма устойчива и может изменяться от нескольких десятков до нескольких сотен метров, а иногда до 1000 м.

Железистые ф. типа оз. Верхнего встречаются в позднем докембрии почти во всех районах мира, а также, возможно, в некоторых породах раннего палеозоя (Дж. Е. О'Рурке, 1961 г.).

Рассматриваемый тип кремнистой ф. вмещает рудные тела, богатые гематитом и гётитом, в районе оз. Верхнего (США), в Квебеке, на северо-западе Австралии, в индийских штатах Орисса и Бихар, в Кривом Роге и Курске (СССР), в Бразилии и других районах.

Железистые ф. алгоманского типа наблюдаются почти во всех поясах вулканических и осадочных пород раннего докембрия Канадского и Австралийского щитов, а также в породах палеозойского и мезозойского возраста во многих других регионах. Этот тип железистой ф. сложен тонкопелосчатым или чешуйчатым роговиком, гематитом и магнетитом. Мощные сидеритовые и карбонатные пласты, фации железисто-силикатных и железисто-сульфидных минералов в этой ф. часто ассоциируют друг с другом, но они менее развиты, чем окисные фации. Часто ф. представлены массивными сидеритовыми и пирит-пирротиновыми пластами (на площади Мичипикотен, Онтарио). Мощность железистой ф. изменяется от метра до сотни метров; они редко прослеживаются по простирацию более чем на несколько километров.

Пласты этих пород образуют разобщенные линзы или характеризуются сплошным распространением. Алгоманский тип железистых ф. тесно связан с различными вулканическими породами.

Обычно можно установить общую зональную связь алгоманского типа железистой ф. с сульфидами через карбонатно-окисные фации.

Тонкие пласты окисных графитовых сланцев или черных углесодержащих аргиллитов обычно ассоциируют с алгоманским типом железистой формации и встречаются в той части ее разреза, где вулканические породы содержатся в большем количестве, чем граувакки.

Железистые ф. алгоманского типа широко распространены в вулканогенно-осадочных поясах более древних участков Канадского щита.

Железисто-марганцевые ф. алгоманского типа представляют особый интерес, но они встречаются редко по сравнению с пластами, богатыми железом; железисто-марганцевые ф. образовались почти в тех же условиях, что и породы алгоманской железистой ф. Кремнисто-марганцевые осадки могут содержать много марганца в отличие от кремнистых отложений с незначительной величиной отношения марганца к железу.

Г.С. МОМДЖИ [1972]

**Классификация геосинклинальных железорудных формаций.** При классификации рудных ф. на первый план выступают геологические условия их появления и минеральный состав. В.И. Смирнов (1960 г.) показал, что имеются конвергентные месторождения — одинаковые по минеральному составу и текстуре руд, но появляющиеся в разных геологических условиях, и что возможно обратное явление дивергенции. Следовательно, во избежание путаницы минеральный состав может использоваться лишь как дополнительный признак рудной ф., главным же классификационным критерием являются геологические условия появления рудной ф., ее ассоциация с конкретной геологической ф.

Поскольку классификация осуществляется по геологическим условиям появления железорудных ф., а не по тектоническому районированию, то, например, месторождения, расположенные в нижнем складчатом структурном этапе древних платформ, относятся к геосинклинальным, а не к платформенным.

Таблица 4  
Классификация геосинклинальных железорудных формаций [Момджи, 1972]

Подгруппа	1. ОРТОГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ					
Класс	А. Эвгеосинклинальный			Б. Миогеосинклинальный		
Подкласс	а) формаций начального симатического магматизма		б) Кремнисто-спилит-диабазовых формаций	а) Карбонат-сланцево-кремнистых формаций	б) Сланцево-карбонатных формаций	
	Группа магматических формаций	Железорудная формация			Доломитовых	Известковых
Цикл Альпийский	Офиолитовая	Бедная титаномагнетитовая (Сваранская)				
Герцинский	Габбро-диабазовая	Бедная титаномагнетитовая (Журавлевская)			Сидерит-плезитовая (Бакальская)	Сидеритовая (Зигазино-Комаровская)
Каледонский	Габбро-пироксенит-дунитовая	Слаботитанисто-магнетитовая (Качканарская) и титаномагнетитовая (Первоуральская)	Гематит-шамозит-сидеритовых, олигитовых красных железняков (Баррандовская)	Полосчатых железистых кварцитов и окисных богатых руд (Криворожская)		
Байкальский Протерозойские	Габбро-диорит-диабазовая	Ильменит-магнетитовая (Кусинская) и титаномагнетитовая (Копанская)				
Архейские	Габбро-гранитная с анортозитовой, грауфировой и другими формациями	Ильменит-титаномагнетитовая (Адирондакская) и ильменит-гематитовая (Лак Тио)	Железистых кварцитов (Киватинская)			
Геохимическая железорудная формация		Титанисто-железорудная	Кремнисто-железорудная		Карбонатная субформация щелочно-земельно-железорудной формации	

Т а б л и ц а 4 (окончание)

Подгруппа	2. ПАРАГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ				3. ПОСТГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ	
Класс	А. Внутренних геосинклиналей		Б. Внешних геосинклиналей		А. Остаточных геосинклиналей	Б. Грабеновых структур
Подкласс	а) Наземных андезитовых формаций и морской туфокарбонатной	б) Кварц-кератофировых формаций	а) Формаций моласс межгорных прогибов	б) Формаций краевых прогибов	Кремнисто-карбонатной формации	Молассовидных формаций
Цикл Альпийский	Скарново-магнетитовая (Дашкесанская)		Сульфидно-сидеритовая (Карпатская)	Бурых оолитовых железняков (Керченская)		
Герцинский	Скарново-магнетитовая (Магнитогорская)					
Каледонский	Скарново-магнетитовая (Гороблагодатская)	Кремнисто-гематит-магнетитовая (Коргонская) и апатит-магнетитовая (Холзунская)			Кремнисто-гематит-магнетитовая (Атасуйская)	Водно-силикатно-скарново-магнетитовая (Тейско-Тзухсинская)
Байкальский	Скарново-магнетитовая (Кондомская)	Апатит-магнетитовая (Абаканская?)				
Протерозойские	Скарново-магнетитовая (Ташелгинская)	Апатит-магнетитовая (Кируны)				
Архейские	Скарново-магнетитовая (Ю. Алданская)					
Геохимические железорудные формации	Окисно-силикатная субформация щелочноземельно-железородной формации	Кремнисто-железородная формация и окисно-силикатная субформация щелочноземельно-железородной формации	Карбонатная субформация щелочно-земельно-железородной формации	Кремнисто-железородная	Окисно-силикатная субформация щелочноземельно-железородной формации	

Для геосинклинальных железорудных ф. дальнейшими классификационными критериями служат принадлежность к конкретному тектоно-магматическому циклу (эпохе рудообразования), а также время и место образования в самом тектоно-магматическом цикле. В зависимости от принадлежности к первичным, вторичным или остаточным геосинклиналям выделяются орто-, пара- и постгеосинклинальные подгруппы железорудных ф. В связи с полярностью геосинклинальных процессов, за исключением постгеосинклинального периода (Ж. Обуэн, 1967 г.), в первой и второй подгруппах выделяются классы железорудных ф. внутренних структур (А), где высока роль магматогенных и осадочно-вулканогенных ф., и внешних структур (Б), где господствуют осадочные ф. (табл. 4).

Внутри классов по типам рудоносных геологических ф. с учетом их эволюции во времени выделяются подклассы железорудных ф. Таким образом, подкласс отвечает определенным геологическим условиям рудообразования, а ряд входящих в него рудных ф. отражает эволюцию этого рудообразования во времени.

Смена во времени одних железорудных ф. другими означает изменение минеральных парагенезисов, но геохимические особенности месторождений, обусловленные характером геологического процесса, при этом сохраняются. Это дает основание рассматривать подклассы как геохимические рудные ф. Так, подкласс железорудных ф., образующих-

Таблица 5  
Осадочные железорудные формации Русской платформы [Чайковский, 1973]

Группа формаций	Подгруппа формаций	Тип формации	Характеристика формаций		
			Железные руды		
			Форма рудных тел	Текстура; структура	Состав; элементы-примеси
Платформенная	Терригенная	Песчано-глинистая	Залежи, линзовидные тела	Косая слоистость; оолитовая, бобовая, конкреционная жёвдовая	Гидрогётит, гётит, гидрогематит, псиломелан; фосфор, иногда высокое содержание глинозема
		Терригенно-фосфатно-глауконитовая	То же	Оолитовая; обломочная	Гидрогётит, железистый хлорит, фосфаты кальция; иногда высокое содержание глинозема
Переходных областей	Вулканогенно-осадочная	Песчано-глинисто-фосфатная	Пластовые тела, залежи	Оолитовая; пизолитовая	Гидрогётит, железистый хлорит, гематит, пиролюзит, фосфаты железа и кальция, карбонаты железа и марганца; марганец, мышьяк, барий
		Угленосная песчано-глинистая	То же	Бобовая, оолитовая, пизолитовая; слоистая	Железистые хлориты, гидрокислы железа, сидерит; хром, никель; высокое содержание глинозема
Геосинклинальная	Карбонатная	Терригенно-карбонатная глиноземистая	Пластовые тела, залежи, линзы	Оолитовая	Гематит, железистые хлориты, гётит, сидерит, фосфаты; высокое содержание глинозема
		Железистые кварциты	Пластовые тела, залежи, гнезда	Слоистая	Магнетит, гематит, мушкетовит; медь, свинец, цинк, марганец
		Кремнисто-сланцевая	Пласты, залежи	Оолитовая; слоистая	Гематит, железистый хлорит, сидерит; фосфор
		Карбонатная	Пласты, залежи, линзы	Слоистая массивная	Сидерит, сидерит-магнетит; сидерит-родохрозит

ся при начальном симатическом магматизме, представляет собой титанисто-железородную геохимическую ф.

Подклассы, отвечающие рудообразованию, связанному со смешанным вулканизмом или с преимущественно карбонатным осадконакоплением, принадлежат щелочноземельно-железородной геохимической ф., представляя, соответственно, ее окисно-силикатную и карбонатную субформации.

Подклассы железородных ф., образующихся в процессах кремнистого осадконакопления (вулканогенно-осадочного или простого осадочного), принадлежат кремнисто-железородной геохимической ф. Имеется и никелисто-железородная геохимическая ф., связанная с процессами латеритного выветривания ультраосновных изверженных пород, относящаяся на территории СССР уже к платформенному рудообразованию.

Таким образом, предлагаемые критерии позволяют классифицировать рудные ф. не только по геологическим, но одновременно и по геохимическим их особенностям.

#### В.М. ЧЕРНОВ [1972]

Типы железисто-кремнистых и железистых формаций. Результаты изучения геологии, литологии, геохимических особенностей железородных толщ Карело-Кольского региона дают возможность выделить среди них три генетических типа железисто-кремнистых

Характеристика формаций	Тектоническое положение	Месторождения; возраст	Примечания
Вмещающие породы			
Пески, алевриты, глины, прослой угля	Платформа	Озерно-болотные руды Карелии, Липецкий, Тульский районы; <i>MZ</i> — современный период	
Пески и алевриты с глауконитом и фосфоритами, прослой угля	"	Егорьевское, месторождения Окско-Цнинского вала, Хоперское; <i>J<sub>3</sub>-P</i>	Руды близки к липецким и тульским, к минеттам и керченским
Глины, алевриты, пески, ракушечники	Краевой прогиб	Керченско-Таманский бассейн; <i>N</i>	Руды и вмещающие породы сходны с двумя предыдущими типами
Глины, пески, алевриты, гравий, уголь	Субплатформа (подвижная молодая платформенная область или зона)	Халидовский район, Малкинское месторождение; <i>J</i>	Формация сходна с песчано-глинистой
Пески, песчанистые глины с известью и местами с битумами	Субплатформа (склоны к геосинклинали)	Средний и Южный Урал, Тиман, Прионежье; <i>S-C<sub>1</sub></i>	Состав формации и руд сходен с составом кремнисто-сланцевой формации
Пески, глины, хемо- и вулканогенные осадки	Геосинклираль (внешняя и внутренняя зоны)	Криворожский бассейн, КМА; <i>AR-PR</i>	
Глины, песчанистые глины, вулканогенные осадки	Геосинклираль (внешняя и внутренняя зоны)	На Русской платформе пока не обнаружены	Формация связана с железистыми кварцитами
Доломит, известняк, глинистый материал	Геосинклираль (внешняя зона)	Бакальский район; <i>PR</i>	

и железистых ф., различающихся как парагенетическими ассоциациями пород, палеотектоническими, палеофациальными условиями осадконакопления, так и стратиграфическим положением в разрезе докембрия: 1) лептит-порфиновые, 2) спилит-диабазовые, 3) кластогенно-железистые.

Ю.Г. СТАРИЦКИЙ, В.С. ПОПОВ [1973]

Главнейшие железорудные ф. СССР, заслуживающие промышленного освоения, следующие: железистые кварциты, магнетитовая скарновая, мартиты и бурые железняки кор выветривания, титано-магнетитовая, магнезиоферритовая скарновая, лептохлоритовая (оолитовая), апатит-перовскит-магнетитовая, сидеритовая, кремнисто-гематитовая, апатит-магнетитовая, магнетитовая (пляжевых песков).

В.К. ЧАЙКОВСКИЙ [1973]

Классификация осадочных железорудных формации. Железорудные ф. отличаются большим разнообразием происхождения, а вместе с тем и состава, условий залегания, морфологии, структурно-текстурных и других особенностей. В основу классификации положены наиболее крупные подразделения ф. (группы ф.): платформенные, переходных областей и геосинклинальные. Кроме того, выделяются подгруппы ф. (табл. 5).

Л.Н. ФОРМОЗОВА [1973]

Ряды железорудных формаций докембрия. Последовательные горизонтальные и вертикальные ряды для каждого формационного типа в докембрии установить очень трудно в связи с тектоническими нарушениями и неравномерным метаморфизмом пород. Однако общая тенденция последовательности ф., повторяющаяся в разных странах, может быть схематично прослежена.

Формации киватинского типа в большинстве случаев вниз и по горизонтали переходят в безрудную зеленокаменную ф. или высокометаморфизованный комплекс основания (граниты, гнейсы, кристаллические сланцы). Вверх по разрезу наблюдается переход к вулканогенно-терригенным безрудным ф., а во многих случаях еще выше лежат доломит-кремнистые ф. (итабиритовый тип — Индия, Бразилия, Австралия, Южная Африка).

Порфир-лептитовые и лептитовые ф. образуют особый ряд, описанный ранее (Л.Н. Формозова, 1965 г., 1968 г.; В.М. Чёрнов и др., 1970).

Итабиритовый тип ф. широко распространен в странах южного полушария. Итабиритовые ф. почти по всех случаях подстилаются метаморфическими и вулканическими породами и гнейсовым комплексом основания с ультраосновными интрузиями. Местами они подстилаются безрудными кварцевой или вулканогенно-карбонатной ф. Вверх по разрезу они переходят в мощные вулканогенно-терригенные ф. В Индии и Бразилии в этих ф. преобладают риолиты, кварцевые лорфиры и кератофиры, в Австралии — терригенные породы, в Южной Африке ф., покрывающая итабиритовую, становится известково-терригенно-вулканогенной.

Таконитовая ф., встречаемая только в США и Канаде, во всех случаях ее развития в геосинклиналях оз. Верхнего и Лабрадорской с несогласием залегает на безрудной вулканогенно-терригенно-доломитовой ф. нижнего гурона.

Оолитовая ф. в Южной Африке связана переходами с доломитово-кремнистой вулканогенной ф. итабиритового типа, переходя в нее по горизонтали и местами вниз по разрезу. В остальных, не упоминаемых здесь случаях необходимы дополнительные исследования и уточнения.

Приводится приблизительная схема (рис. 1) последовательности и изменения во времени железорудных ф. докембрия. В ней названия формационных типов приведены без упоминания преобладающих в парагенезе пород, а безрудные смежные ф. указаны по главным членам парагенеза ф. Стрелки показывают общую тенденцию эволюции железосодержащих ф.



Рис. 1. Схема изменения железорудной формации во времени [Формозова, 1973]

#### Н.Л. ДОБРЕЦОВ [1974]

Классификация железорудных метаморфогенных месторождений показана в табл. 6. Среди железорудных месторождений, залегающих в метаморфических толщах, могут быть выделены прометаморфические (метаморфизованные) и метаморфические (преимущественно реометаморфические). В классе прометаморфических месторождений особенности месторождений зависят от состава толщ и температуры метаморфизма. В низкотемпературных сланцах хорошо сохраняются признаки первичного происхождения руд, и здесь можно сохранить подразделения на метахемогенную (таконитовую), метавулканогенно-карбонатную (итабиритовую) и метаэффузивную (джеспилитовую) рудную ф. в соответствии с классификациями В.Н. Гусельникова [1972] и Л.Н. Формозовой [1973]. В джеспилитовой ф. могут быть выделены подформации криворожского, киватинского и лептитового типов [Формозова, 1973]. Для сильнее метаморфизованных толщ такие подразделения затруднены или невозможны, поэтому более оправдано выделение в соответствии с классификацией Л.Я. Ходюш (1972 г.) лишь карбонатно-силикатного и окисного типов в двух группах фаций — в среднетемпературных фациях ф. амфибол-магнетитовых кварцитов и амфибол-магнетитовой и в высокотемпературных — эвлизитовой (эвлизитовых кварцитов) и пироксен-магнетитовой. Многочисленные примеры этих месторождений известны в КМА и Кривом Роге, Северной Карелии, Северной Америке, Бразилии. Кроме того, по мнению Д.П. Сардюченко (1972 г.), целесообразно выделить прометаморфическую бор-редкоземельно-железородную ф. (типа Центральной Швеции, где она связана с лептитовой метаморфической ф.). Однако чаще в этой ситуации возникают реометаморфические месторождения. В случае отсутствия бора, редкоземельных и урановых минералов данная ф. переходит в обычные железисто-скарновые или джеспилитовую (лептитового типа) ф. Реометаморфические месторождения обычно залегают в тех же толщах, которые содержат

**Т а б л и ц а 6**  
**Классификация рео- и синметаморфических железорудных месторождений [Добрецов, 1974]**

Рудная формация и под- формация (п/ф)	Метаморфизм (фа- ция)	Состав руд	Форма и текстура руд- ных тел	Состав толщ
Хлорит-гематит-магнетито- вая п/ф	$B_4$	Мт (80%) + Гем + Хл + Карб + Кв	Линзы, столбы, штокверки	Сланцы джеспилитовой форма- ции
Анкерит-магнетитовая п/ф	$B_4$	Мт + Гем + анкерит (дол.) ± Хл	Линзы, штокверковые зо- ны	Тектонические контакты доломи- тов, кварц-карбонатных, угли- стых сланцев и толщи железистых кварцитов
Куммингтонит-магнетитовая п/ф	$B_3$ ( $C_3$ ?) в зональных комплексах	Мт (50–90%) + Кум ± Карб + Кв	Столбы, линзы, межбуди- ные слияния	Биотит-амфиболовые и другие сланцы, железистые кварциты и роговики
Кросит-родусит-магнетито- вая	$C_3$ в дистенсил. зо- нальных комплек- сах	Амф + Мт + Гем + Эгир – П + Кв ± Сл	Столбы, линзы	Гематит-магнетит-кварциты, спю- дяные сланцы и другие
Карбонатно-рибекит-магне- титовая п/ф	$B_3$ в анд.-сил. зон. комплексах	Мт + Fe – Карб + Гем + Амф + Эгир	Мозаичные блоки: столбы, гнезда, линзы	Карбонатно-магнетитовые квар- циты, биотит-амфиболовые сланцы
Оливин-пироксен-магнети- товая	$B_1 - B_2$	Мт + Олив (серп) ± РП, Мт + МП + Амф	Линзы и залежи в зонах разломов	Метабазитовые пироксеновые гнейсы и кварциты; ортоамфи- болиты
Глубинная скарново-магне- титовая	$B_2 \pm B_2$	Мт + Гранат ± П	Линзы, зональные тела	Контакты карбонатных толщ и амфиболовых гнейсов
Скарново-бор-магнетитовая	$B_2 - B_3$	Мт + Людовигит ± Ашарит + Сульф.	Линзы	То же
Апатит-магнетитовая	$B_2 - B_3$	Мт + Апатит (15%) ± Кв, Амф, Сульф.	Пластины, гнезда оспенных и вкрапленных руд	Силикатно-карбонатные сланцы и гнейсы
Fe-альбитовых метасома- титов	$B_3 - B_4$	Мт + Альбит + Кв ± Хл, Амф.	Зоны и крупные линзы	Метабазитовые толщи и пачки

П р и м е ч а н и е. Мт — магнетит, Гем — гематит, Хл — хлорит, Карб — карбонат, Кв — кварц, Кум — куммингтонит, Амф — амфибол, Эгир — эгириин, РП — ромбический пироксен, МП — моноклинный пироксен, Сульф — сульфиды, Олив (серп.) — оливин (серпентинизированный)

прометаморфические месторождения, но представляют переротложенные в процессе метаморфизма, обычно богатые рудные тела в виде рудных столбов, гнездообразных и линзообразных залежей.

Г.А. СОКОЛОВ, В.М. ГРИГОРЬЕВ  
[РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР, 1974]

Группировка железорудных месторождений по генетическим группам (магматические, контактово-метасоматические, гидротермальные, осадочные морские и континентальные, месторождения коры выветривания, метаморфизованные) показана в табл. 7.

Т а б л и ц а 7  
Группировка железорудных месторождений  
[Рудные месторождения СССР, 1974]

Генетическая группа	Класс (формация)	Месторождение*
Магматические	Магнетитовые малотитанистые в интрузивах габбро-пироксенит-дунитовой формации	Качканарское, Гусевогорское, Первоуральское (Урал), Лысанское (Восточный Саян)
	Титаномагнетит-ильменитовые в габбровых и габбро-амфиболитовых интрузивах	Кусинское, Копанское (Южный Урал)
	Титаномагнетитовые высокотитанистые в габбровых и габбро-диабазовых интрузивах	Пудожгорское, Койкарское (Карелия), Харловское (Алтай)
	Перовскит-титаномагнетитовые и апатит-магнетитовые в щелочно-ультраосновных интрузивах с карбонатитами	Африканда, Ковдорское (Кольский полуостров)
Гидротермальные	Магномагнетитовые, связанные с траппами	Коршуновское, Рудногорское, Тагарское, Нерюдинское и др. (Восточная Сибирь)
	Магнетитовые железно-слюдковые, жильно-метасоматические	Паладаурское (Грузия); Кутимское (западный склон Северного Урала)
Осадочные морские (слабо и неметаморфизованные)	Железокарбонатные жильно-метасоматические	Бакальские (Южный Урал); Абаильское (Южный Казахстан)
	Сидеритовые (в зоне окисления бурожелезняковые) пластовые в морских терригенно-карбонатных отложениях	Комарово-Зигазинская, Катав-Ивановская и др. группы (Южный Урал)
	Гематитовые в морских карбонатно-терригенных отложениях	Нижнеангарское (Восточная Сибирь)
	Гематитовые и магнетит-гематитовые в эффузивно-осадочных толщах	Атасуйская группа (Центральный Казахстан); Холзунское (Горный Алтай)
Контактово-метасоматические	Сидерит-лептохлорит-гидрогетитовые бобово-оолитовые в морских карбонатно-терригенных отложениях	Керченские (Крым); Аятское (Тургайская провинция); Бакчарское (Западная Сибирь)
	Магнетитовые известково-скарновые	Магнитогорское, Высокогорское, Лебяжинское, Гороблагодатское, Северо-Песчанское и др. (Урал); Адаевское и другие месторождения южной половины Тургайской железорудной провинции, Дашкесанское (Азербайджан) Атансорское (Центральный Казахстан); Белорецкое и Холзунское (Горный Алтай); Таштагольское и др. (Алтай-Саянская обл.); Чокадам-Булакское (Таджикистан)

\* В этой графе названы почти все значительные месторождения, обладающие учтенными запасами свыше 100 млн. т. Более мелкие месторождения приведены в тех случаях, когда для соответствующей группы неизвестны значительные месторождения.

Таблица 7 (окончание)

Генетическая группа	Класс (формация)	Месторождение *
Контактово-метасоматические	Магнетитовые магнезиально-скарновые, магнезиально-известково-скарновые	Тейское (Кузнецкий Алатау); Казское, Шерегешское (Горная Шория), Железный Край (Восточное Забайкалье); Таежное, Пионерское (Южная Якутия)
	Скаполит-альбитовые и скаполит-альбит-скарновые магнетитовые	Каچارское, Сарбайское, Соколовское (Тургайская провинция); Гороблагодатское (Урал), Анзасское (Западный Саян)
	Магнетитовые и гематитовые, водно-силикатные	Западное Сарбайское (Тургайская провинция), Абаканское (Хакасия), отдельные участки месторождений предыдущих классов
	Магнетитовые, частью титанистые морские россыпи	Современные "черные" пляжи побережий Черного, Каспийского, Японского морей; ископаемые морские россыпи в Азербайджане и др.
Осадочные континентальные	Гидрогетитовые бовово-оолитовые озерно-болотные	Большое число мелких месторождений на Русской платформе и в других частях СССР
	Сидерит-лептохлорит-гидрогетитовые бовово-оолитовые, природно-легированные хромом и никелем, озерно-болотные, связанные с корой выветривания ультрабазитов	Орско-Халиловская группа (Южный Урал); Серовская (Северный Урал); Малкинское (Северный Кавказ)
	Сидеритовые (в зоне окисления бурожелезняковые) гипергенно-метасоматические в прибрежно-озерных грубообломочных, преобладающе карбонатных отложениях	Березовское (Восточное Забайкалье)
	Сидерит-лептохлорит-гидрогетитовые в древних речных отложениях	Лисаковское (Тургайская провинция); Талды-Эспе и др. (Северное Приаралье)
Коры выветривания (остаточные и инфильтрационные)	Преобладающе маритовые элювиально-делювиальные (валунчатые)	Высокогорское (Средний Урал)
	Гетит-гидрогетитовые (бурожелезняковые), мартит-гидрогетитовые зоны окисления месторождений сидеритовых и скарново-магнетитовых руд	Бакальское и др. (Южный Урал); Березовское (Восточное Забайкалье); Высокогорское (Урал)
	Гетит-гидрогетитовые охристые, природно-легированные хромом и никелем, в коре выветривания ультрабазитов	Елизаветинское (Средний Урал)
	Гидрогетитовые в элювиально-делювиальных отложениях на закарстованных известняках	Алапаевское (восточный склон Урала)
Метаморфические (метаморфизованные)	Маритовые и гидрогематитовые в железистых кварцитах	Яковлевское, Михайловское и др. (КМА); Саксаганская группа (Кривой Рог)
	Железистые кварциты до кембрия	Криворожские, Кременчугские, Белоозерские, Мариупольское (Украина), Оленегорское (Кольский п-ов), Костамукшское (Карелия), Карсакпайское (Центральный Казахстан), Малохинганское, Уссурийское (Дальний Восток)
	Магнетитовые и магнетит-железнослюдковые контактово-метаморфизованные осадочные (с реликтами осадочных железных руд)	Холзунское (Горный Алтай)

**Типы железисто-кремнистых формаций.** Железисто-кремнистые ф. представляют собой комплекс пород, в котором хемогенные железисто-кремнистые отложения чередуются с туфо-вулканогенными образованиями. Ритмическое чередование тонкополосчатых железисто-кремнистых отложений с тонкими пелитовыми вулканогенными сланцами и залегание их среди чисто вулканогенных пород свидетельствуют о том, что отложение кремнистых осадков с железом проходило в периоды затухания вулканической деятельности и развития подводных фумарольных гидротермальных процессов.

Среди железисто-кремнистых ф. по составу ассоциирующих с ними пород выделяют такие ряды: железисто-кремнисто-сланцевый, железисто-кремнисто-кератофиро-сланцевый (или джеспилит-лептитовый), железисто-кремнисто-метабазит-карбонатный, железисто-кремнисто-метабазитовый и железисто-кремнисто-ультрабазитовый. Устойчивость железисто-кремнистых отложений в этих рядах различная. Мощность и степень устойчивости железисто-кремнистых отложений наиболее высокие в ряду железисто-кремнисто-сланцевых ф. и наиболее низкие в железисто-кремнисто-ультрабазитовых.

#### В.Е. ПОПОВ, Ю.Г. СТАРИЦКИЙ [КРИТЕРИИ..., 1978]

**Главнейшие железорудные формации (в порядке их промышленной значимости)** показаны в табл. 8.

**П р и м е ч а н и е.** В настоящее время в промышленности принято разделение железных руд на промышленные типы, которые характеризуются главным образом технологическими свойствами руды. Для геологических исследований и в особенности для прогноза и выявления новых перспективных территорий и поисковых площадей, определения возможных масштабов орудуения и качества руд наиболее целесообразно, как показывает опыт, формационный метод анализа.

Характеристика главнейших железорудных ф. содержится в работах И.Г. Магакьяна (1969 г.), Г.С. Момджи (1976 г.) и Г.А. Соколова (1967 г.). Предлагаемая систематика железорудных ф. несколько отличается от ранее предложенных. В основу выделения рудных ф. положены структурно-вещественные признаки, учитывающие геологические особенности залегания, строения, состава пород и руд (Старицкий, Попов, 1973 г.). С этих позиций рудные ф. объединяют месторождения, сходные по вещественному составу руд, обладающие, несмотря на возможные вариации в морфологии рудных тел, выдержанными закономерностями в изменении минерализации в пространстве (зональностью) и близкими геологическими условиями образования.

Месторождения каждой рудной ф. имеют обычно довольно выдержанные геолого-экономические параметры — средние содержания полезного компонента, характерные элементы-примеси, масштабы орудуения. Не менее четко различие железорудных ф. проявляется и в специфике их локализации. Диапазон образования промышленных железных руд необычайно широк — от кор ветривания и хемогенных осадков до магматических и метаморфических образований. Естественно, что критерии прогнозирования для различных ф. будут также существенно различными.

Предложенная классификация охватывает только те железорудные ф., месторождения которых образуют промышленные объекты, рентабельные для эксплуатации по современным условиям или в обозримой перспективе. Более детальная классификация, содержащая в некоторых случаях до 40 типов железорудных ф. (Г.С. Момджи, 1976 г.), представляются громоздкими и малоудобными для прогнозных исследований.

**Критерии прогнозирования железорудных ф.** (табл. 9): региональные (масштабы 1 : 7 500 000, 1 : 500 000) — используются при прогнозной оценке территорий с выделением железорудных провинций и зон, а локальные — при выделении перспективных площадей (1 : 200 000 — 1 : 1 000 000) и поисковых участков (1 : 50 000). Детальное прогнозирование, проводимое в пределах рудных полей, подробно рассмотрено в монографии Г.С. Момджи и др. (1970 г.).

Опыт прогнозирования железорудных месторождений в различных масштабах показал рациональность предложенной формационной классификации и достаточную обоснованность разработанных критериев прогнозирования.

#### Р.Я. БЕЛЕВЦЕВ, Ю.М. ЕПАТКО, Т.А. СКАРЖИНСКАЯ, С.А. СКУРИДИН, М.А. ЯРОЩУК [ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТЫЕ ФОРМАЦИИ..., 1979]

**Формационная принадлежность железистых пород.** Из известных ныне формационных систематик железисто-кремнистых пород (Я.Н. Белевцев, В.Ю. Фоменко, 1969 г.; Г.А. Гросс, 1972 г.; Н.П. Семенов, 1972 г.) наиболее широко признанной является систематика, основанная на генетических особенностях исходных пород и предусматри-

**Т а б л и ц а 8**  
**Характеристика главных железорудных формаций СССР [Критерии..., 1978]**

Формация	Рудные минералы	Главные нерудные минералы	Форма рудных тел	Обычное содержание железа, %
Железистых кварцитов				
Гематит-магнетитовый тип	Магнетит, (гематит)	Кварц, амфибол, пироксен	Пластовые залежи	30—40
Магнетит-гематитовый тип	Гематит, (магнетит)	То же	То же	30—40
Кор выветривания Бурожелезняковский тип	Лимонит, (агрегат различных гидроокислов железа), гематит, лептохлорит	Глинистые минералы, кварц, обломки пород субстрата	Плащеобразные залежи, карманы, воронки, реже пластовые и жиллообразные залежи	40
Гематит-мартиновый тип	Мартит (сидерит)	Кварц, хлорит	Пластовые залежи, столбы, залежи неправильной формы	55—70
Магнетитовая скарновая	Магнетит (гематит)	Гранат, пироксен, амфибол, хлорит, эпидот, кальцит, скаполит	Пластообразные и линзообразные залежи, рудные столбы	40—50
Магнезиоферритовая скарновая	Магнезиоферрит, магнетит, маггемит	Гранат, пироксен, амфибол, хлорит, эпидот, кальцит	Пластообразные и жиллообразные тела, столбы, штокверки	40—50
Титаномагнетитовая	Титаномагнетит, магнетит, ильменит	Силикаты основных и ультраосновных пород, серпентин, хлорит	Пластовые залежи, линзы, зоны прожилково-вкрапленного оруденения	15—45
Сидерит-шамозит-гидрогетитовая (оолитовая)	Шамозит, тюрингит, гематит, лимонит, сидерит	Глинистые минералы, кварц	Пласты	32—40
Сидеритовая стратиформная	Сидерит	Глинистые минералы, доломит, кальцит, магнетит	Пластовые залежи	25—38
Апатит-перовскит-магнетитовая	Магнетит, титаномагнетит	Силикаты ультраосновных и щелочных пород, карбонаты	Пластовые залежи, штокверки, жиллообразные тела	32—68
Кремнисто-гематитовая	Гематит, гидрогематит (магнетит, минералы марганца)	Кварц, гидроокислы кремния, хлорит	Пласты	35—60
Апатит-магнетитовая	Магнетит (гематит)	Апатит	Пластовые залежи, жиллообразные тела	35—65
Магнетитовых пляжевых песков	Магнетит, титаномагнетит	Циркон, рутил, лейкоксен, кварц, силикаты основных пород	Линзы, пласты	5—10

Примечания: 1. В скобках указаны минералы, встречающиеся, но не типичные для данной рудной формации. 2. Категория обогатимости руд: I — не требующие обогащения, II — с простой схемой обогащения (в основном магнитная сепарация), III — требующие применения сложной схемы обогащения. 3. При подсчете удельного веса известных запасов не учитывались таковые Колпа-

Вредные примеси, %			Категория обога-тимости	Максималь-ные раз-меры мес-торожде-ний	Суммарные за-пасы (доля, %)		Добыча (доля, %)		Примеры месторож-дений СССР
S	P	Прочие			Весь мир	СССР	Весь мир	СССР	
Сл.	—	—	II—III	Весьма крупные	33	26	34	43	Кривой Рог, КМА, Олене-горское
"	—	—	II—III	То же	8	13,2	5	3,8	Костомукша, Карсакпай
—	—	—	I	Мелкие	3	0,70	Менее 0,5	1,1	Орско-Хали-ловская группа
Сл.	—	—	I	Весьма крупные	16	18,3	15	16,1	КМА, Кривой Рог
Менее 1	Менее 0,1	Pb, Zn, Cu	II	Крупные	8	9	Менее 0,5	17,1	Соколовское, Сарбайское, Таежное, Вы-сокогорское
Менее 1	Сл.	Mg	II	Крупные	—	2,1	—	3,7	Ангаро-Илим-ская группа
Менее 1	Сл.	Cu	II	Весьма крупные	9,5	10,8	3	9,2	Качканар, Гусевогор-ское
1	0,5—2,0	—	I—III	То же	12	14,5	20	2,4	Айтское, Лиса-ковское
1,7	0,1	—	I—III	Средние	2	0,7	1	0,8	Бакальское, Березовское
Сл.	Более 2	—	II	"	—	0,8	—	2,2	Ено-Ковдор-ское, Африкан-да
1	0,5	—	I—III	Крупные	—	3	—	0,6	Атасуйская, Удско-Шантар-кая группа
1	Менее 2	—	I—II	Средние	8	0,6	20,7	—	Холзунское, Абовянское
—	—	—	II	Ожидаются весьма круп-ные	Около 0,5	0,2	Около 0,3	—	Ручарское

шевского бассейна. 4. Для гематит-магнетитового типа формаций железистых кварцитов данные суммарных мировых запасов приведены по гематитовым железистым кварцитам и кремнисто-гематитовым рудам, а в данных о добыче в СССР не учтены 62,4 млн.т добытых и складированных гематитовых железистых кварцитов.

Таблица 9  
Критерии прогнозирования железорудных формаций [Критерии..., 1978]

Железорудная формация	Региональные			
	Геотектонические		Магматические и метаморфические	Литологические и геохронологические
1	2		3	4
Железистых кварцитов	Древние щиты и докембрий- ское основание геосинкли- нальных областей		Лептитовая и лептит- амфиболитовая (ме- таморфизованная кварц-кератофировая и спилит-кератофиро- вая) формации	Осадочно-вулканоген- ные толщи (?) <i>AR</i> (?) и <i>PR</i>
Апатит-магне- титовая	Геосинклинальные и про- тогеосинклинальные об- ласти		Лептитовая формация и ее аналоги	Осадочно-вулканоген- ные толщи <i>PR</i> и <i>PZ</i>
Титаномагнети- товая	Геосинклиналь- ные области фемического и сиалическо- фемического профилей	Интрагеосин- клиналь- ные зоны (струк- туры демис- сионной стадии раз- вития)	Дунит-пироксенит- габбровая, габбро- диабазовая, габбро- анортзитовая фор- мации	—
Магнетитовая скарповая	Геосинклиналь- ные области фемического и сиалическо- фемического профилей	Интрагеосин- клинальные зоны (струк- туры инвер- сионной и орогенной стадий раз- вития)	Гранит-гранодиори- товая формация	Осадочно-вулканоген- ные, реже карбонат- ные толщи; интрузии <i>PR</i> <sub>1-3</sub> , <i>E</i> , <i>D-C</i> , ( <i>J-K</i> )
Магнезио-фер- ритовая скарповая	Синеклизы платформенных областей		Трапповая формация	Осадочно-вулканоген- ные и осадочные (кар- бонатные и туфовые) толщи
Кремнисто-ге- матитовая	Синеклизы платформенных областей; геосинклиналь- ные области — краевые час- ти прогибов начала демис- сионной стадии и наложен- ные мульды орогенной (субплатформенной) стадии		Толейтовая и спилит- кератофировая фор- мации	Осадочно-вулканоген- ные и "паравулкано- генные" толщи <i>PR</i> <sub>2-3</sub> , <i>E</i> , <i>D-C</i> , ( <i>J-K</i> , <i>N-Q</i> )
Сидеритовая стратиформная	Крупные мульды в преде- лах срединных массивов геосинклинальных облас- тей, впадины мезозойских областей активизации		Не выяснены; воз- можна связь с основным вулка- низмом	Карбонатные, реже угленосно-карбонат- ные толщи <i>PR</i> <sub>3</sub> — <i>KZ</i>
Сидерит-шамозит-гидрогетитовая (оолитовая)	Синеклизы платформен- ных областей и геосин- клинальные области (интра- геосинклинальные зоны демис- сионной стадии развития)		—	Песчано-глинистые и флишоидные толщи <i>O</i> , <i>S</i> , <i>D</i> , <i>T-J</i> , <i>K</i> , <i>P</i> , <i>N</i>
Апатит-перов- скит-магнети- товая	Глубинные разломы в пре- делах древних платформ		Щелочно-ультраос- новная (карбона- титовая) форма- ция	—

Локальные			
Структурные	Магматические	Литолого-фациальные	Геохимические
5	6	7	8
Локальные поднятия в протогеосинклинальных прогибах; "захваченные" моноклинали между древними блоками	Кварцевые кератофиры (лептиты) и метадиабазы (ортоамфиболиты) повышенной щелочности	Тонкое переслаивание кремнистых и железистых прослоев в толщах, измеряемых километрами	—
Крайние части прогибов начала демиссионной стадии и поднятия внутри их	Крупные интрузии гранитового и сиенитового состава	Кислые (лептитовые) игнимбритовые толщи, подстилаемые в районе месторождений основными вулканогенными породами	Калинатровый метасоматоз в подстилающих рудные тела кислых вулканогенных породах
Придонные и приконтактные части интрузий, разломы внутри них	Грубозернистые габбро, габбро-перидотиты в апикальных частях интрузивных тел	—	Хлоритизация и уралитизация вблизи наиболее крупных рудных тел
Антиклинальные складки и оперяющие разломы в околоконтактных зонах интрузий; падение вмещающих пород к массиву или рудоподводящим разломам	Гранодиориты, монзониты, диориты, плагиограниты, реже граниты и сиениты	Пестрые по составу осадочно-вулканогенные толщи; доломитизированные карбонатные породы	Щелочной метасоматоз и интенсивное скарнирование
Крупные разломы, главным образом в бортах синеклиз и авлакогенов	Базальтовые трубки взрыва и (или) интрузии долеритов повышенной щелочности	—	—
Прибрежные части палеобассейнов вулканической суши; периферические части вулканических аппаратов	—	Вулканогенные и кремнисто-вулканогенные толщи вне ассоциации с известняками	Окварцевание и серицитизация в виде широких полей — древние фумарольно-сульфатные коры выветривания
Зоны широкого развития сбросов и сбросо-сдвигов	—	Массивные, иногда органогенные (водорослевые) известняки	Хлоритизация, доломитизация и анкеритизация вблизи рудных залежей
Отрицательные структуры конседиментационной и эрозионной природы (подводные валы и др.)	—	Континентальные (озерные) терригенные и флишевые (граувакковые) толщи	Высокая железистость вмещающих толщ
Глубинные разломы, ограничивающие крупные платформенные зоны	Многофазные конфокальные интрузии (от ультраосновных в центральной части к щелочным на периферии)	—	Обильная вкрапленность магнетита во вмещающих породах; карбонатизация, флогопитизация

Таблица 9 (окончание)

1	2	3	4
Бурожелезня- ковая и гематит- мартитовая кор выветривания	Области завершенной складчатости, щиты и массивы древних платформ	—	Области интенсивного развития площадных и линейных кор вывет- ривания (PР, D, P-T), J, K, P, N, Q
Магнетитовых пляжевых пес- ков	Прибрежные и береговые области геократических шельфов	Магматические фор- мации основного соста- ва в прибрежных об- ластях как источник размыва	Пляжевые пески (P, N), Q

вающая выделение хемогенно-осадочного и вулканогенного типа ф. Каждая из этих ф. имеет свои специфические особенности внутреннего строения, состава слагающих ее пород, возможно, источника рудогенного компонента и отвечает определенным этапам геологического развития того или иного региона. Хемогенно-осадочная ф., или ф. типа оз. Верхнего ("Сьюпериор"), представлена осадочными и хемогенно-осадочными породами нижнепротерозойского возраста. Вулканогенно-осадочная ф., соответствующая типу ф. "алгома", характеризуется насыщенностью ее разреза вулканогенным материалом и архейским возрастом образования.

Аналогами этих формаций на Украинском щите являются соответственно криворожская и верховецкая, образующие Украинскую железорудную провинцию.

1. Ф. криворожского типа. Представлена осадочными кластогенными и хемогенными образованиями. В основании разрезов этой ф. залегает толща ортоамфиболитов. Амфиболиты выше по разрезу перекрываются мощной кластогенной толщей метаконгломератов, метапесчаников и сланцев. Затем залегает ритмично сложенная толща джеспилитов, железистых кварцитов и сланцев, включающая богатые железные руды. В наиболее полном разрезе железорудная свита, состоящая из семи железистых и семи сланцевых горизонтов, достигает суммарной мощности 1500 м. Завершается разрез толщей кластогенных (метаконгломераты, метапесчаники и сланцы) и хемогенных (доломиты) пород.

2. Вулканогенно-осадочная ф. верховецкого типа. Слагается амфиболитами, сланцево-песчанистыми породами, железистыми кварцитами и сланцами. В основании разреза залегают ортоамфиболиты, включающие серию пластов железистых кварцитов, сланцев, метаморфизованных эффузивов различной основности и субвулканические тела ультрабазитов. Существенно вулканогенная толща перекрывается толщей, низы которой представлены вулканогенно-терригенными образованиями (метапесчаники, апокератофиры, различные по составу сланцы, нередко с пирокластическим материалом), верхи — хемогенно-осадочными породами. Среди последних находятся железистые сланцы и кварциты, характеризующиеся сравнительно малой мощностью и фациальной неустойчивостью. Суммарная мощность непродуктивных пород резко преобладает над мощностью железистых кварцитов. Завершается разрез толщей, в составе которой, помимо метаэффузивов различной основности, находятся маломощные пласты силикатно-магнетитовых кварцитов.

В.Е. ПОПОВ [1979]

**Типы кремнисто-железородной формации.** Лан-дильский (карсакпайский) тип месторождений, локализованных в вулканогенных толщах основного состава; коргонский (стрибергский) тип месторождений, локализованный в вулканогенных толщах кислого состава; криворожский тип месторождений, локализованных в сланцевых толщах.

5	6	7	8
Погребенные палео-поднятия	—	Коры выветривания на железорудных телах и ультраосновных породах	Зональность, соответствующая подвижности элементов в зоне гипергенеза (вынос Са, Na, Mg, K, накопление Fe, Ca, Al, Ti и др.
—	—	Фация песков в литорали и сублиторали	Полимиктовый состав вмещающих осадков

Предлагаемое разделение учитывает важнейшие параметры оруденения: генезис, условия залегания, выдержанность и морфологию рудных тел, состав руд и размеры месторождений.

Предложенное Л.Н. Формозовой (1968 г.) разделение железосодержащих вулканогенно-осадочных формаций на порфиристо-лептитовую, вулканогенно-карбонатную группы и кремнисто-сланцевую формацию несколько отличается от классификации В.Е. Попова (так, например, Коргонская группа месторождений была помещена этим исследователем в одну группу с Лан-Дильской). Наиболее близка к ней классификация Н.П. Семеновко, построенная главным образом на месторождениях Украинского щита и их докембрийских аналогах.

Выделяемый Г.А. Гроссом (1965 г.) киватинский тип, вошедший в литературу также под названием "тип оз. Верхнего" или тип "Сьюперитор", является близким аналогом криворожского. Что же касается типа "алгома", то он хотя и близок к коргонскому (стритергскому), но по характеру разреза несколько отличается от него и является переходным между лан-дильским и коргонским типами.

Понятие о типе лан-диль как специфической железорудной ф., объединяющей вулканогенно-осадочные кремнисто-магнетито-гематитовые руды, связанные с основным вулканизмом, введено в литературу Г. Шнейдерхёном (1955 г.). Им же было высказано предположение о наличии лан-дильских аналогов в докембрии Канадского и других щитов. Таким образом, этот термин по сравнению с менее определенным типом "алгома" Г.А. Гросса пользуется правом приоритета.

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ И ЖЕЛЕЗИСТЫХ ФОРМАЦИЙ\*

#### МАГМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ

**ТИТАНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Пространственно и генетически тесно связана с габбро-пироксенитами и представлена жиллообразными телами, гнездами и вкрапленностью магнетита и ильменита, иногда с небольшой примесью сульфидов (борнита, халькопирита), хромита и изредка минералов платины. Характерна сидеронитовая структура руд и структуры распада ильменита в магнетите (титаномагнетит) и халькопирита в борните. Руды титаномагнетитовых месторождений содержат обычно 50—55% Fe, до 8—12% Ti, часто до 0,5—1% ценной примеси V, иногда немного Cu и Pt. Масштаб месторождений обычно сравнительно небольшой, и запасы отдельных объектов исчисляются всего несколькими десятками миллионов тонн руды; исключение

\* Часть железорудных ф. указана в таблицах.

составляют очень крупные, пока мало изученные месторождения Африки, связанные с Бушвельдским лополитом. Для месторождения Лиганга в Танганьике приводится цифра запасов в 1,2 млрд. т руды.

Месторождения этого типа широко развиты по восточному склону Урала (Кусинское месторождение на Южном Урале, Первоуральское на Среднем Урале, гора Качканар на Северном Урале и др.). Подобные месторождения известны в Южной Швеции, Норвегии, США, Танганьике, Южной Африке, Индии и других странах.

Удельный вес титаномагнетитовых месторождений в мировой добыче железных руд очень невелик, но надо отметить, что руды этого типа являются природно-легированными, содержат очень ценную примесь ванадия [Магакьян, 1955].

**ТИТАНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ РУД.** — Ф. гистеромагматического и частью сегрегационного типа, тесно связана с габбро-пироксенитами и интрузивными диабазами ранней стадии развития складчатых зон или накладывается вдоль более поздних глубоких разломов на участки докембрийских щитов.

Рудные тела представляют линзо- и жиллообразные обособления массивного характера среди габбро, пироксенитов, диабазов (Кусинское и Первоуральское на Урале) или зоны более или менее густовкрапленных руд, охватывающих крупные массивы интрузивов (гора Качканар и др.). В размещении рудных тел среди интрузивных массивов большая роль принадлежит прототектонике последних — зонам магматического расслоения, согласных сколов, серий даек и др.

Очень типична сидеронитовая структура руд с более ранним выделением силикатных минералов (пироксенов, основных плагиоклазов, иногда оливина), сцементированных титаномагнетитом. В составе руд основную роль играют магнетит, титаномагнетит и ильменит. Колебания в содержаниях металлов значительны: Fe 10–53%;  $TiO_2$  2–20%;  $V_2O_5$  0,1–0,5%; редко до 8%, иногда Cu до 0,5–1%;  $Cr_2O_3$  до 1–2%; изредка Pt. Руды комплексные железо-титан-ванадиевые, иногда медно-титаномагнетитовые.

Т.ф. играет значительную роль в мировом производстве железа титана: кроме СССР, крупные месторождения руд этой ф. известны в Канаде, Индии, Танзании, Швеции и т.д. [Магакьян, 1969].

**ТИТАНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ В ОСНОВНЫХ ПОРОДАХ.** — Руды слагаются магнетитом, ильменитом и гематитом. Часто эти минералы наблюдаются в тончайших сростаниях типа структур распада твердых растворов. Сопровождающие минералы бывают представлены пироксеном, амфиболом, основным плагиоклазом, хлоритом, реже биотитом и гранатом. Титаномагнетитовые руды содержат промышленные количества железа, титана и ванадия и служат поэтому объектом комплексной переработки.

Широкой известностью пользуются уральские месторождения титаномагнетитов, залегающие в форме жиллообразных, линзообразных и гнездообразных залежей в габбро и амфиболитах. Например, Кусинское месторождение на Южном Урале. Крупные титаномагнетитовые месторождения находятся в Норвегии, в Африке, в США [Вахромеев, 1961].

**ФОРМАЦИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД, ПРИУРОЧЕННЫХ К ОСНОВНЫМ И УЛЬТРАОСНОВНЫМ ИНТРУЗИВНЫМ ПОРОДАМ СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ.** — Месторождения данной ф. довольно широко распространены на территории СССР (Урал, Алтай-Саянская обл., Карелия и другие районы) и за рубежом (США, Канада, Африка и др.). Однако при весьма значительных запасах руд, измеряемых нередко сотнями миллионов и первыми миллиардами тонн, роль титаномагнетитовых руд в добыче пока весьма умеренная вследствие низкого содержания в них железа.

Основными геолого-промышленными типами месторождений титаномагнетитовых руд являются следующие (Г.С. Момджи, И.И. Пастушенко, 1963 г.).

1. Месторождения магнетитовых малотитанистых руд в пироксенитах, оливинитах, перидотитах, горнblendитах и редко в габбро. Основной промышленный тип здесь — месторождения типа Качканарского.

2. Месторождения титаномагнетитовых вкрапленных руд в диабазах и габбро-диабазах. Основной промышленный тип — месторождения типа Пудожгорского.

3. Месторождения ильменитовых, ильменит-титаномагнетитовых и титаномагнетитовых сплошных и вкрапленных руд в габбро-амфиболитах и амфиболитах. Промышленными являются месторождения типа Кусинского и Копацкого [Принципы..., 1977].

**ПЛАТИНО-ТИТАНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — К этой ф. относятся собственно магматические, главным образом позднемагматические месторождения, развитые в широком возрастном интервале — от протерозоя до палеогена. Максимум проявления этой ф. можно выделить в раннем палеозое, хотя он выражен не слишком отчетливо и не вполне достоверен. Месторождения обнаруживают тесную генетическую связь с интрузиями габбро-перидотит-дунитовой ф., располагаясь непосредственно в самих интрузиях.

Наиболее распространенные минеральные типы: титаномагнетитовый, ильменит-магнетитовый и хромит-платиновый. Морфология рудных тел достаточно разнообразна. Встречаются дайкоподобные жилы, линзы, гнезда, шпирь разнообразных размеров, трубообразные тела, иногда рудные тела представляют собой просто крупные участки интрузий без геологических границ (границы руд определяются опробованием); иногда границы руды и вмещающей породы вполне четкие и легко наблюдаемые. Рудные минералы: магнетит, ильменит, кулсонит, халькопирит, хромит, поликсен, осмистый иридий, пирротин, пирит и др.

Главные районы развития этих месторождений: в СССР — Урал, Карелия, за рубежом — Швеция, Финляндия, Танзания, Египет, Канада [Строна, 1978].

**ИЛЬМЕНИТ-ТИТАНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения этой ф. известны в Венгерском Среднегорье. Характеризуются постоянством основной парагенетической ассоциации минералов, включающей ильменит, титаномагнетит, пироксены и плагиоклазы. Текстура руд вкрапленная. Все месторождения ф. пространственно и генетически связаны с габброидными интрузиями. Рудные тела большей частью линзообразные, иногда неправильной формы, четких границ с вмещающими породами не наблюдается [Рудные формации..., 1978].

**ФОРМАЦИЯ ИЛЬМЕНИТ-ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД.** — Представлена рассеянной вкрапленностью ильменита, титаномагнетита, магнетита в габбро-диабазы или габбро-диоритах. Характерна для мезозойско-кайнозойских геосинклинальных прогибов с породами габбровой и габбро-плагиогранитной формации. Например, мезозойские проявления Северного Кавказа (Аибга и в верховье р. Фиагдон) [по Черницыну и др., 1971].

**ИЛЬМЕНИТ-РУТИЛ-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Как известно, рутил как акцессорный минерал развит в некоторых сиенитах, реже в гранитах. Небольшое количество его встречается в щелочных и кислых пегматитах, а также в кварцевых жилах. Иногда рутил встречается вместе с ильменитом и гематитом в габбро-анортзитовых массивах.

Ильменит как акцессорный минерал встречается почти во всех интрузивных и эффузивных горных породах, в пегматитах, кварцевых жилах; образуется он при метаморфизме титаносодержащих магматических и осадочных пород. Однако промышленные скопления ильменита приурочены преимущественно к комплексу интрузивных пород габброидной магмы.

Остаточные накопления рассматриваемых минералов могут формироваться при химическом выветривании широкого комплекса пород. Однако в Мугуджарах пока выявлены лишь остаточные титаномагнетитовые рудопроявления и небольшие месторождения, генетически связанные с корами выветривания габбро и габбро-норитов. Эти остаточные минеральные накопления можно рассматривать как элювиальные россыпи. Рудные минералы представлены ильменитом, рутилом, титаномагнетитом и магнетитом и распространены в коре выветривания крайне неравномерно. Обычно они встречаются в виде вкрапленности и гнезд в массе выветрелых пород. Мощность кор выветривания колеблется от 1,5 до 25 м и более. Содержание полезных компонентов в пересчете на условный ильменит изменяется от сотен граммов до десятков килограммов на кубический метр исходной породы [Металлогения Мугуджар, 1976].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ МАГМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения, связанные с мезозойским магматизмом и развитые в Северо-Венгерских островных горах, относятся к магматической железо-титан-ванадиевой рудной ф., генетически связанной с габбро-перидотитами верхней юры (по Г. Панто, 1955 г.; Е.К. Лазаренко, 1962 г.) [Науменко, 1973].

**МЕДНО-ВАНАДИЕВО-ТИТАН-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ассоциирует с дунит-габбровой геологической ф. В Казахстане эта ф. представлена ванадиево-титаномагнетитовым минеральным типом, к которому относятся Горюнское, Херсонское, Велиховское месторождения и ряд рудопроявлений в Актюбинской области.

Руды титаномагнетитовых месторождений характеризуются высоким содержанием

титана и ванадия при фоновой и ниже концентрации марганца, фосфора, серы [Металлогения Казахстана, 1980].

**ВАНАДИЕВО-ФОСФОРНО-МЕДНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с кварц-кератофировой ф. Горного Алтая. В составе этой рудной ф. преобладают месторождения гидросиликатно-пирит-апатит-магнетитового минерального типа. Руды многих из них (Холзунское, Маркаколь и другие месторождения) характеризуются высоким содержанием фосфора и ванадия. Основной массе руд месторождения Родионов Лог присуще повышенное содержание серы, цинка, меди [Металлогения Казахстана, 1980].

## ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ

**ОСАДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Образование пластов железных руд имеет место среди песчано-глинистых прибрежных отложений, причем очень характерны конкреции или оолиты минералов железа. В зависимости от режима кислорода, связанного с глубиной бассейна, по мере удаления от береговой линии и погружения дна бассейна отлагаются сначала окисные (лимонитовые) руды, затем шамозитовые, сидеритовые и, наконец, сульфидные (пирит и др.).

Характерны значительные площади железорудных бассейнов, пластовые формы рудных тел мощностью от 0,5–1 м до десятков метров, оолитовые структуры руд, огромные запасы их. В составе руд главное значение имеют гидроокислы железа (лимонит и др.); железистые хлориты, сидерит. Содержание Fe в промышленных рудах составляет обычно 30–35%, Mn до нескольких процентов,  $V_2O_5$  — 0,05–0,5%, причем примесь Mn и V ценна и повышает качество руды.

В Советском Союзе крупные месторождения данной ф. известны на Керченском и Таманском полуостровах (Керчь-Таманский железорудный бассейн плиоценового возраста), в бассейне р. Хопер (Хоперское месторождение в толще верхнего мела), в районах Тулы и Липецка (месторождения раннекарбонного возраста) и др. [Магакьян, 1969].

**ООЛИТОВАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Единый генетический комплекс, состоящий из рудосодержащих горизонтов, вмещающих пород и имеющий сложное строение. В разрезе ф. перемежаются мелководно-морские и аллювиально-дельтовые железорудные пачки с сериями морских и континентальных осадков. Мощность ф. колеблется от 50 до 250 м. Руды относятся к широко известному бурожелезняково-лептохлорит-сидеритовому типу. Они сложены гидроокислами железа, железистыми хлоритами, сидеритом, глауконитом и обломочным материалом. Гидроокислы железа участвуют в строении оолитов и цемента. Оолиты состоят преимущественно из гидрогётита. Месторождения этой ф. образуют верхнемеловой Западно-Сибирский железорудный бассейн в среднем течении р. Оби [по Казанскому, 1960].

**ФОРМАЦИЯ ООЛИТОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД.** — Связана с осадками среднего олигоцена Казахстана. Генотип — Павлодарское Прииртышье [Сатпаев, 1968].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ.** — 1. Представлена двумя рудными типами: оолитовым и сидеритовым. Оолитовые (лимонитовые) руды приурочены к прибрежно-морским отложениям, сидеритовые — к палеоцен-среднеэоценовой терригенной формации. Развиваются в юго-восточной части Украинского щита. Лимонитовые руды (керченского типа) формируются в окислительных условиях прибрежной зоны, образуют залежи мощностью до 21 м с содержанием железа 15–40%. Сидеритовые возникают в восстановительной обстановке прибрежной зоны, железа в них 25%. Руды этой формации имеют промышленное значение и эксплуатируются (Керченский бассейн) [Металлогения. . . , 1974].

2. Распространена в области юго-восточного Зауралья. Сложена косослоистыми железистыми песками и песчаниками Лисаковского и других аналогичных месторождений, налегающими с размывом на более древние третичные отложения. По происхождению пески и песчаники, образующие ф., представляют собой речные осадки [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ ООЛИТОВЫХ БУРЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ, ЛЕПТОХЛОРИТОВЫХ И СИДЕРИТОВЫХ РУД.** — Мелководные морские осадки, среди которых залегают пласты или пачки пластов оолитовых бурых железняков, сидеритов, лептохлоритов, глауконита. Представлена на восточном склоне Урала и в Зауралье [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ БОБОВЫХ И КОНГЛОМЕРАТОВЫХ БУРЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ.** — Объединяет месторождения бобовых и конгломератовых бурых железняков, обычно обогащенных хромом, Серовского, Орско-Халиловского, Режевского и других районов Урала. Руды этого типа образовались в зонах тектонических погружений юрского времени и представляют собой озерные или болотные осадки, претерпевшие размыв и переотложение [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ ОЗЕРНЫХ И БОЛОТНЫХ БУРЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ.** — В четвертичное время в различных частях Урала образовались многочисленные мелкие месторождения бурых железняков озерного и болотного происхождения. Именно на рудах этого типа месторождений в 1630 г. был построен первый на Урале металлургический завод [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ ЛИМОНИТОВАЯ.** — Древние озерные месторождения Липецкого и Тульского железорудных районов. Руда этих месторождений представляет собой в основном скопления гидроокислов железа, пронизывающих и цементирующих песчано-глинистые отложения. Характерна жеодовая текстура руд [Вахромеев, 1961].

**ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — По преобладающему песчано-глинистому составу с прослоями угля и условиям образования очень сходна с угленосной боксит-железной ф., по Л.Б. Рухину. Их сходство представляется особенно наглядным по содержанию в них таких спутников железа, как уголь и бокситы. Все эти полезные ископаемые встречаются совместно или порознь, образуя залежи вдоль береговых линий существовавших ранее озерных бассейнов.

Л.Н. Формозова (1960 г.) относит к угленосной П.-г.ф. толщу обогащенных углестым материалом отложений, вмещающих железные руды Халиловского и Малкинского месторождений. Эта толща относится к ф. переходных областей. К описываемой же ф. платформенного происхождения принадлежат, по нашему мнению, железорудные толщи осадочных пород в пределах центральных областей древних платформ. Здесь и поныне образуются залежи современных озерных и болотных железных руд мощностью до нескольких метров. Еще в XVII в. они служили главным источником получения железа и только в XVIII в. потеряли промышленное значение. Оолитовые и бобовые руды таких залежей, особенно многочисленные в Карелии, накапливаются в прибрежных частях озер; их оолиты и бобовины состоят из концентрических оболочек гидрогёти-та и псиломелана.

Аналогичные руды прошлых геологических времен широко распространены. Считается установленным, что они образовались на платформах в озерах разных геологических эпох — от раннего триаса до современного периода. В СССР наиболее крупные представители таких руд находятся в Липецком и Тульском железорудных районах. Морфологически железорудные месторождения этих районов представляют собой линзовидные залежи с максимальной мощностью в осевых частях занимаемых ими мульдообразных структур. Песчано-глинистые отложения, вмещающие рудные залежи, отличаются типичными для осадков мелководных зон косою слоистостью и тонкой перемежаемостью постепенно замещающих друг друга песчаных и глинистых слоев [Чайковский, 1973].

**УГЛЕНОСНАЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — По Л.Н.Формозовой, содержит бобовые или пизолитовые руды. Структурное положение ф. — зоны интенсивных прогибаний на территории молодых, еще весьма подвижных платформ, вследствие чего она является, по существу, связующим звеном между группами рудоносных ф. платформенных и переходных областей.

Окраска пород красная с различными оттенками желтых и вишневых тонов разной интенсивности. С удалением от береговой линии породы приобретают серый и темный цвет. Синхронно с изменением окраски меняется и состав рудных минералов: наряду с бурыми гидроокислами железа и железистыми хлоритами появляются сидериты, реже магнетит.

В качестве примера руд этой ф. Л.Н. Формозова приводит ааленские руды Халиловского месторождения на Южном Урале и тоарские руды Малкинского месторождения на Северном Кавказе. Первые тесно связаны с корой выветривания ультраосновных пород, благодаря чему они "облагораживаются" примесью никеля и хрома.

Тесная пространственная и генетическая связь ф. с корой выветривания сочетается с трансгрессивным залеганием ее отложений на подстилающих породах в начале нового седиментационного цикла. Примечательно, что руды этой ф., по данным Л.Н. Формозо-

вой, обычно залегают полосами вдоль бывших берегов озерного бассейна. Это указывает на связь их с озерно-болотными рудами древних платформ [Генетические типы... , 1973].

**ЛЕПТОХЛОРИТ-ГИДРОГЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена пластами и линзами, сложенными гидрогетитом, лимонитом, шамозитом, сидеритом. Например, юрские мелкие, непромышленные месторождения Северного Кавказа: Мало-Бамбакское (Зеленчук-Белочеренский бассейн) и Ташлы-сырт (Малкинский бассейн) [по Черницыну и др., 1971].

**ГЛАУКОНИТОВАЯ И ЛЕПТОХЛОРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Образовалась в мелководных условиях верхнеюрского морского бассейна Северного Зауралья. Представлена чередованием глауконит-лептохлоритовых пород оолитовой структуры с глауконитовыми песчаниками [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ ШАМОЗИТ-ГЕТИТ-ГИДРОГЕТИТОВАЯ.** — Представлена крупнейшими осадочными месторождениями железных руд. К ним относятся Керченское месторождение третичного возраста и Эльзасское месторождение юрского возраста в Западной Европе. Главными рудными минералами являются гидроокислы железа (гидрогетит, гетит) и железистые хлориты (шамозит). Встречаются также сидерит и в небольшом количестве окислы марганца. Руды обычно фосфористые [Вахромеев, 1961].

**УГЛИСТО-ЛЕПТОХЛОРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Самой типичной чертой наряду с углистостью является присутствие в разных ее горизонтах оолитовых железняков континентально-долинного типа и лептохлоритового (с сидеритом и гидрогетитом) состава. В отличие от оолитовых железистых образований, известных, например, в верхнем мелу Зауралья, плиоцене и юре Европы, эти железняки не локализируются в лагунно-эстуариевой приморской зоне, а отложены внутри континента четковидными и лентообразными телами в старицах и руслах среднеолигоценовых речных систем (Кокбулак и Кашказига в Приаралье, Челкартениз и Лисаковка в Тургае, Шидерты в Прииртыше). Породы ф. представлены главным образом мелкими песками и алевритами с линзами глин [Лавров, 1955].

**УГЛЕННО-БОКСИТ-ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — На платформах известны ф. континентального генезиса, слагаемые песчано-глинистыми отложениями с приуроченными к ним скоплениями бокситов, железных руд, бурых углей и огнеупорных глин. Примерами таких ф. являются нижнекаменноугольная песчано-глинистая толща северо-западного крыла Подмосковной котловины, юрские отложения Восточного и Южного Урала, а также Казахстана.

Огнеупорные глины приурочены обычно к замкнутым озерным депрессиям, бокситы — к долинообразным понижениям или, как и железные руды, к краевой части древних озерных депрессий. Залежи бурых углей, бокситов, бурых железняков и огнеупорных глин встречаются совместно или порознь. В этом случае следует говорить об угленосных, бокситовых и других платформенных субформациях.

Субформацией, входящей в состав У.-б.-ж.ф., являются отложения, содержащие осадочные железные руды. Характер этих железорудных отложений может быть различным. Одной их разновидностью являются элювиальные образования, наблюдающиеся обычно в коре выветривания основных пород, другая разновидность сложена, как и предыдущая, гидроокислами железа, но образуется за счет окисления озерных сидеритовых руд. Встречаются и первично-окисные железные руды, сложенные в значительной степени из бобовин. Железные руды рассматриваемой субформации обычно приурочены к понижениям древнего рельефа, достигая наибольшей мощности в их центральной части (липецкие руды) или при значительных размерах депрессий располагаясь в их периферической части (юрские отложения Южного Урала) [Рухин, 1969].

**БОКСИТ-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ООЛИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Выделена Д.П. Сердюченко в 1958 г. Прослежена на обширной территории востока и северо-востока Русской платформы, Тимана и западного склона Урала.

Минералогический состав рудных образований довольно однообразен, что свидетельствует о сравнительно выдержанных условиях среды осадконакопления на всей площади формирования рассматриваемой ф. девона.

Присутствие железных руд характерно для всех рудоносных горизонтов. Они имеют оолитовую структуру, в переменных количествах содержат примесь нерудного кластического материала, главным образом кварца. Оолиты состоят из шамозита, в той или иной степени окисленного или замещенного сидеритом, каолинитом, кальцитом и

др. Минералогический состав бокситов и аллитов каолинит-бемитовый, изредка с диаспором. Для бокситов и аллитов весьма характерно присутствие оолитов.

Практический интерес для поисков бокситов и железных руд представляют области неглубокого залегания рудоносных горизонтов описываемой ф. (западный склон Урала, Тиман) [Горбачев, Миропольская, 1971].

**ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТО-ФОСФАТНАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная)**. — По составу, сложению и условиям образования довольно близка к песчано-глинистой ф., однако от последней ее, помимо отсутствия угленосности, отличает относительно высокая фосфатность и положение в пределах не платформенных, а переходных геотектонических структур. Крупнейшая из подобных ф. расположена в краевом прогибе Крымско-Кавказского складчатого сооружения. Железные руды сосредоточиваются здесь в наиболее подвижной части структуры, образуя обширный Керченско-Таманский железорудный бассейн киммерийского яруса среднего плиоцена.

Рудоносная ф. заполняет ряд мульд, разобщенных на современной поверхности несогласно подстилающим породам понтического яруса. Руда представлена оолитами и пизолитами гидрогётитового, хлорит-гидрогётитового, хлоритового или карбонатно-хлоритового состава с примесью окислов марганца [Чайковский, 1973].

**ТЕРРИГЕННО-ФОСФАТ-ГЛАУКОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная)**. — Характеризуется тонкозернистыми бескарбонатными отложениями, которые в отличие от пород угленосной песчано-глинистой ф. всегда содержат значительное количество глауконита и фосфоритовые конкреции. К ф. приурочены довольно многочисленные месторождения оолитовых железных руд Русской платформы, главным образом от позднеюрского до палеогенового возраста. Наиболее типичные ее представители — железорудные проявления Егорьевского фосфоритового месторождения, месторождения Окско-Цнинского вала, Хоперское. В ряде случаев руды обогащены глиноземом, марганцем вплоть до образования марганцерудных проявлений. Таково Марсятское месторождение, находящееся на восточном склоне Урала. Иногда описываемые руды по содержанию фосфоритовых желваков связаны постепенными переходами с типичными фосфоритовыми залежами. Интересно, что по характеру образования и составу руды данной ф. близки к минеттам геосинклинальных и керченским рудам переходных областей.

Ф. отличается слабой фациальной изменчивостью составляющих частей в связи с развитием на платформе равнинного рельефа. Мощность ее от десятков до нескольких сотен метров. По простиранию и вверх по разрезу породы постепенно переходят в кварц-глауконитовые пески и песчаники, глины и алевролиты.

Рудные оолиты состоят в основном из хлорита и гидрогётита, цемент обычно хлоритовый, иногда глинисто-хлоритовый и сидеритизированный. Часто встречаются прослой массивного сидерита.

Рудные залежи тяготеют к окраинным частям ф., отлагавшимся в прибрежном мелководье. Трансгрессивным залеганием пород в условиях равнинного рельефа можно объяснить значительную достигающую в плане десятки и более километров ширину рудных залежей при мощности их до 15 м и более [Чайковский, 1973].

**КЛАСТОГЕННАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ**. — Представлена мартито-гематитовыми маломощными залежами и прослоями, развита главным образом в южной и юго-западной частях Карелии (Прионежье, Суоярви, Туломозеро, Янисъярви) в ятулийских отложениях. В отличие от вулканогенных железисто-кремнистых ф. рассматриваемая ф. не образует скоплений и ассоциирует исключительно с терригенными породами (песчаниками, кварцитами, песчано-глинистыми сланцами, кварцевыми конгломератами, доломитами) [Чернов, 1972].

**ГЕМАТИТОВАЯ КРАСНОЦВЕТНАЯ ФОРМАЦИЯ**. — До последнего времени наличие гематитовых прослоев в терригенных красноцветных толщах казалось необычным. Как правило, обсуждались лишь проблемы происхождения рассеянного гематита, окрашивающего красноцветные породы. С обнаружением гематитовых прослоев в красноцветных отложениях позднего докембрия на юго-западе Сибирской платформы появляется возможность выделить новый, ранее неизвестный тип красноцветных формаций.

Сибирская платформа не уникальна в этом отношении. На северо-востоке Китайской платформы, например, в красноцветных отложениях позднего докембрия известны промышленные гематитовые руды сюаньлунского типа. Гематитовые прослои среди

красноцветных отложений обнаружены, в частности, на юго-востоке Сибирской платформы, Канадском щите, Бразильской платформе (главным образом, в позднедокембрийских отложениях). Таким образом, стало очевидным, что некоторые красноцветы позднего докембрия обнаруживают тесную парагенетическую связь с различной мощностью гематитовыми прослоями [Анатольева, 1972].

**ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНО-СУЛЬФАТНАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — Следуя соображениям Н.С. Шатского, можно относить эту ф., в которой иногда встречаются оолитовые железные руды, к платформенным образованиям. По составу и условиям образования она может служить платформенным аналогом, с одной стороны, известково-терригенным геосинклинальным ф. с минеттовыми рудами, также пока не обнаруженными на Русской платформе, с другой — песчано-фосфатной ф. переходных геоструктурных областей, с которой связаны среднеплиоценовые керченские руды [Чайковский, 1973].

**ХАЛЬКОПИРИТ-ГЕМАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. представлена единичными стратиформными месторождениями халькопирит-гематитовых руд, приуроченными к терригенно-карбонатным породам Южно-Словацкого Карста Южно-Гемеридной зоны (Шанковце и др.). Основные компоненты руд — железо, медь, ангидрит и гипс. Рудные тела имеют пласто- и линзовидную форму, мощность до 20—30 м. Минеральный состав руд сравнительно простой; главные минералы — гематит, халькопирит, ангидрит и гипс [Рудные формации. . . , 1978].

**ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНАЯ ГЛИНОЗЕМИСТАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — В составе ф. преобладают терригенные породы: в переходных областях — пески, песчаники, алевролиты, реже кварциты и в разной мере песчанистые глины с пестрой окраской окислами железа; в геосинклиналях — аргиллиты и глинистые сланцы. В сочетании с перечисленными породами всегда находятся известняки, частью битуминозные и переходящие в доломиты. Отсутствуют или слабо представлены фосфориты и глауконит.

Рудные оолиты состоят из концентрических чередующихся оболочек гематита, шамозита или иного железистого хлорита, в зоне окисления сливающихся в сплошной гематит, отчего всей руде присваивается иногда название "красные железняки". Центром рудной массы служат хлорит и сидерит, переходящие при выветривании в гематит и гидрогётит.

Форма рудных тел пластовидная, линзовидная. По простиранию рудный материал утрачивает оолитовое сложение и по составу переходит более или менее постепенно в пески (песчаники), глины и реже известняки.

Характерно повышенное содержание глинозема, что приводит в некоторых районах Южного Урала к переходу оолитовых железных руд в железистые бокситы с содержанием глинозема до 67% (Л.Н. Формозова, 1960) г.). В бокситы переходят и подстилаются ими железные руды Иксинского месторождения [Чайковский, 1973].

**П р и м е ч а н и е.** Ф. выделена Л.Н. Формозовой. Связана взаимопереходами с кремнисто-сланцевыми древнейшими ф. (для них характерно развитие оолитовых кварц-гематитовых, кварц-гематитовых, гематит-сидерит-шамозитовых и гематитовых руд) [Чайковский, 1973].

**СИДЕРИТ-ЛЕПТОХЛОРИТ-ГИДРОГЁТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Осадочные месторождения этой ф. на территории Карпато-Балканской области имеют широкое распространение. Мощность железорудных пластов колеблется в основном от 0,8 до 10 м и более, на месторождении Брадло-Елшава — от 20 до 50 м. Минеральный состав руд крайне непостоянен. Наиболее типичные минералы — гематит, лептохлориты (шамозит, тюрингит), гидрогётит и сидерит.

Выделяются три типа руд: гидрогематитовые или лептохлоритовые оолитовые с кальцитовым или железистым цементом, сплошные гематитовые и сидеритовые. Нередко наблюдаются фациальные переходы богатых железных руд в гематитовые сланцы, а затем — в кварциты (Брадло-Елшава) [Рудные формации. . . , 1978].

**СИДЕРИТ-ШАМОЗИТ-ГИДРОГЁТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена протяженными пластами, иногда значительной (от нескольких единиц до первых десятков метров) мощности оолитовых руд, сложенных железистыми хлоритами (шамозит, тюрингит), гематитом, лимонитом, сидеритом. Содержание железа 32—40%, характерны заметные примеси фосфора.

Наиболее известными эксплуатируемыми месторождениями являются в СССР Керченское, Лисаковское, Аятское месторождения и Западно-Сибирский железорудный бассейн. В учетных запасах месторождения этой ф. в СССР занимают существенную

долю (14,5%) при незначительной пока (около 2%) добыче. В мировых запасах их доля 12%, но эксплуатируются они интенсивнее (около 24% добычи), например, Эльзас-Лотарингский бассейн с запасами около 6 млрд. т. и др. [Критерии. . . , 1978].

Син.: оолитовая ф. [Критерии. . . , 1978]

#### **ФОРМАЦИЯ ГЁТИТ-ШАМОЗИТ-СИДЕРИТОВЫХ РУД ОСАДОЧНОГО ГЕНЕЗИСА.**

Для железа очень характерна и развита весьма широко. Месторождения образуются в морских и озерных бассейнах. В зависимости от кислородного режима и величины рН осаждаются окисные руды (лимонит, гётит, гематит), силикатные руды (железистые хлориты) или карбонаты (сидеритовые) руды. Обычно наиболее мощные и богатые пласты руд приурочены к синклинальным прогибам — мульдам, причем в центральных участках мульды отлагаются закисные руды, а на периферии — окисные. Характерна оолитовая структура этих руд.

В осадочных месторождениях железа обычны содержания Fe в пределах 20—50, чаще 30—40%, примесь Mn до нескольких процентов, V до 0,1%, P до 0,2—0,5, даже 1,5% и As в количестве от сотых долей до 0,15%.

Масштаб морских месторождений железа исчисляется многими миллиардами тонн руды (для Лотарингии до 15 млрд.т); по своему промышленному значению они занимают второе место после метаморфогенных. На их долю падает около 30% мировой добычи железных руд [Магакьян, 1955].

**КАРБОНАТНАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — Большой научный и практический интерес представляет весьма своеобразная и не вполне еще выясненного происхождения железорудная К. ф., широко распространенная в пределах развития рифейских отложений южной части западного склона Урала. Рудоносность ф. связана с интенсивным развитием в ее составе сидеритовых и магнезитовых руд, которым большинство геологов приписывают осадочный генезис, впервые предположенный Д.В. Наливкиным и А.Д. Архангельским и в недавнем прошлом дополнительно обоснованный Н.К. Бургеля, А.Е. Малаховым, З.М. Старостиной и другими.

Речь идет о крупнейших скоплениях сидеритовых руд, составляющих главную часть ф. Вообще же железные руды описываемого типа встречаются не только в карбонатных породах, но и в породах смешанного состава и даже с преобладанием терригенных.

Породами, подстилающими карбонатную сидеритоносную ф., являются гнейсы, амфиболиты и железистые кварциты тараташского комплекса, на которые ф. ложится с перерывом и угловым несогласием. В ее составе при движении к береговой зоне по латерали и к кровле по вертикали наблюдается смена господствующих пород в последовательности: известняк—доломит—сидерит—глинистый сланец. Все более или менее значительные рудные тела приурочены к левой части ряда, точнее, к краевой части хемогенных осадков в зоне перехода К.ф. в терригенную. Аналогичное развитие рудоносности намечается и в вертикальном, т.е. стратиграфическом разрезе.

Морфологически рудные тела представляют собой пластовые или пластообразные залежи, реже рудные линзы и гнезда. Вмещают их доломитизированные и "чистые" известняки, доломиты, с тем или иным (иногда доминирующим) содержанием прослоев углисто-глинистых, кварц-серицит-глинистых и серицит-хлоритовых сланцев.

Руды состоят из магнезиальных разновидностей карбонатов железа типа сидероплезита и листомезита, а также из сидерита с незначительной примесью кремнезема, глинозема, серы, фосфора, марганца. В зоне гипергенеза сидеритовые руды окислены и превращены в бурые железняки и турьиты (плотные, охристые, кавернозные, глинистые) [Чайковский, 1973].

**СИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения представлены пластообразными, гнездообразными, неправильными по форме метасоматическими, изредка жильными телами, сложенными главным образом марганецсодержащим сидеритом. Руды этого типа образуют крупные промышленные скопления на Южном Урале в пределах Бакальского рудного поля, известны и в ряде зарубежных стран. В зоне окисления и на глубину до 100 м от поверхности сидеритовые руды окислены в лимонит и представлены лимонитовыми шляпами с рудами высокого качества (Fe 30—40% и больше, Mn — несколько процентов, S почти нет); ниже в первичных сидеритовых рудах при почти том же содержании Fe и Mn, что и в лимонитовых, руды содержат 0,5—1,5% S, что снижает их качество.

А.Н. Заварицкий подчеркивает роль структурного контроля в локализации оруденения и широкое развитие процессов оруденения — его эпигенетический, гидротермальный

характер, в то время как Д.В. Наливкин и А.Е. Малахов обращают внимание на пластовые формы рудных тел, их фациальные переходы в осадочные доломиты и магнезиты, на основании чего считают оруденение сингенетичным с вмещающими породами, осадочным [Магакьян, 1969].

**СИДЕРИТОВАЯ СТРАТИФОРМНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Пользуется в СССР достаточно широким распространением. Наиболее крупной является Бакальская группа месторождений на Урале (запасы около 1 млрд. т). В запасах СССР руды этой ф. занимают около 0,8%, в мировых — около 2%. Наиболее известно месторождение Бильбао (Испания).

Руды сложены сидеритами и продуктами их окисления — бурыми железняками. Последние почти всегда сопутствуют сидеритовым рудам и являются наиболее ценной частью запасов руд. Содержание железа в сидеритовых рудах 25—38%. Пластообразные тела сидеритов обычно расположены в карбонатных породах, иногда (Бакал) ассоциируют с магнезитами [Критерии. . . , 1978].

**СФЕРСИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена пластами и линзами сидерита. Например, мезозойские мелкие, непромышленные месторождения Северного Кавказа: Кардоникское (Зеленчук—Белореченский бассейн) и Джубга (Новороссийский синклиниорий) [Черницын и др., 1971].

**СИДЕРИТ-МАГНЕЗИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает относительно немногочисленные месторождения простого минерального состава и, за немногими исключениями, спорного генезиса. Развита в широком возрастном интервале: от протерозоя до мела; при этом максимальное количество проявлений сидеритовой минерализации приходится на палеозой, магнетитовой — на протерозой.

Отчетливо проявлена связь оруденения с магнезиально-карбонатной осадочной ф., включающей доломиты, мергели, известково-глинистые сланцы, известняки, филлитовидные сланцы, песчаники. Это один из основных доводов в пользу осадочного происхождения месторождений.

Выделяются два основных минеральных типа: сидеритовый и магнезитовый. Главные минералы руд (без учета минералов зоны окисления): сидерит, марганесидерит, сидероплезит, магнезит, анкерит, доломит, кварц, барит.

Рудные тела представлены пластообразными грубосогласными метасоматическими залежами или секущими жилами, нередко весьма крупными. Проявления рудной ф. связаны преимущественно с постскладчатыми (позднеорогенными) прогибами — образованиями поздних и особенно конечных этапов (по Ю.Я. Билибину).

Практическое значение формации относительно невелико для железа (немногочисленные и небольшие месторождения высококачественных руд) и очень велико для магнезита (главный источник). Наиболее важные районы проявления этой формации: в СССР — Урал, южное обрамление Сибирской платформы; за рубежом — Маньчжурия, Северная Корея, Австрия, ФРГ, Югославия, Алжир, Тунис. Сидеритовые месторождения: Бакальское, Туканское и др. [Строна, 1978].

**ЖЕЛЕЗО-КАРБОНАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения Бакал (Урал), Зигерланд (ФРГ), Эрцберг (Австрия). Основным рудным минералом этих месторождений является сидерит, при окислении которого в верхних горизонтах образуются турьит и лимонит [Вахромеев, 1961].

**СИДЕРИТ-ЛИМОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Небольшие озерно-болотные месторождения в северной части СССР, в Швеции, Финляндии и Канаде. Руды состоят в основном из глинистого лимонита и сидерита [Вахромеев, 1961].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Железорудная ф. байкальской эпохи представлена месторождениями магнетитового минерального типа Боуцари, Валя Физрулуй и др. в Южных Карпатах (Банат). Месторождения сложены прожилковыми рудами тонко-грубозернистого магнетита с примесью ильменита, гематита, апатита. Оруденение размещается в туфогенных амфиболит-эпидот-альбитовых сланцах.

В массиве Пояна Руске (Южные Карпаты) эпиметаморфное оруденение сидеритового минерального типа локализовано на месторождениях Телиук и Хемер, где размещается в нижнем комплексе туфогенных хлоритовых сланцев. Месторождения железорудной ф. локализуются также в Мармарошском массиве. Рудные тела месторождений, размещающиеся в толще слюдястых сланцев и амфиболитов, представлены серией вытянутых согласных линз. На месторождении Русайя различаются гематит-магнетитовые, магнетитовые, вкрапленные в карбонатах и сланцах, а также метадреспилитовые типы руд,

состоящие из магнетита и гематита, встречается халькопирит. Месторождение Якобени характеризуется наличием гранатитовых с магнетитом и вкрапленных в сланцах типов.

В Спишско-Гемерском Рудогорье месторождения относятся к сидерит-анкеритовому (или анкеритовому) метасоматическому и сидеритовому жильному минеральным типам [Науменко, 1973].

**КРЕМНИСТО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения этого типа залегают среди вулканогенно-осадочных толщ различного возраста и образуют пластообразные или гнездообразные тела гематита или магнетита в тесной ассоциации с кремнистым (яшмовым) материалом.

В составе руд главную роль играют гематит и магнетит, яшмовидный кварц с примесью якобсита, манганомagnetита, гаусманита и др. Масштаб месторождений обычно небольшой, связи с другими рудными формациями неясны — иногда отчетливая связь с кремнисто-марганцеворудной ф., менее ясная — с колчеданной.

К этому типу относятся небольшие месторождения железных руд Малого Кавказа, залегающие в вулканогенно-осадочных толщах мезозоя—кайнозоя: Чатахи в ГССР (гематитовые руды в туфоконгломератах), Алабашли в АзССР (гематитовые руды в туфогенах), Чайкенд и Айриджур в АрмССР (якобсит-манганомagnetитовые и гематитовые руды в туфопорфиритах) [Магакьян, 1969].

**КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ (железорудная).** — Представляется, что по постоянной ассоциации с вулканогенными и кремнистыми образованиями эту ф., выделенную Л.Н. Формозовой (1960 г.), можно сопоставлять с отдаленной кремнистой формацией Н.С. Шатского.

Для К.-с.ф. характерны породы доинверсионного геосинклинального этапа — темные или черные, нередко графитистые, слюдястые и кремнистые серицитовые, хлоритовые и глинистые ожелезненные сланцы и песчаники с прослоями кремней, туфы и лавы диабазового и спилитового состава. Часто встречаются фосфоритовые конкреции разной величины и формы.

Рудные оолиты (0,2—0,5 мм в поперечнике) состоят из чередующихся концентров шамозита или другого хлорита и гематита. Диагенезированные разности представлены сидеритовыми оолитами. Иногда образуются целые прослои массивного сидерита и гематита мощностью до 1 м [Чайковский, 1973].

**КРЕМНИСТО-ГЕМАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена месторождениями, сложенными пластами гематитовых, гидрогематитовых и магнетитовых руд, иногда содержащих минералы марганца, тонкопереслаивающихся с кремнями (яшмами), песчаниками, хлоритоидными аргиллитами и алевролитами.

В СССР к ней относятся такие железорудные бассейны, как Ангаро-Питский, Джетымский, Удский, Атасуйский, Непский. За рубежом к этой ф. принадлежат кварц-кальцит-гематитовые руды бассейна Клинтон в США, марганецсодержащие кремнисто-гематитовые залежи в палеозойских вулканитах Японии и др.

Содержание железа в рудах колеблется от 40 до 60%. Основные эпохи накопления кремнисто-гематитовых руд — поздний протерозой, ранний и средний палеозой.

Рудные залежи всегда приурочены к нижним членам трансгрессивных циклов. В случаях, когда руды приурочены к кремнисто-вулканогенным ф., наиболее богатые залежи располагаются в прибрежных частях палеобассейнов, примыкающих к вулканическим архипелагам и континентальной суше.

При региональном или контактовом метаморфизме в первичных кремнисто-гематитовых рудах появляется существенное количество магнетита (Удский бассейн), а иногда руды превращаются в полностью магнетитовые (Джетымский бассейн) [Критерии... , 1978].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ЭФФУЗИВНО-ЯШМОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Удский железорудный район своеобразен по характеру железорудной ф.

Железные и тесно связанные с ними марганцевые руды, а также фосфориты локализируются исключительно в эффузивно-яшмовой ф., содержащей иногда в подчиненном количестве песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, известняки и доломиты. В терригенных отложениях руды не выявлены. Ф. пространственно устойчива в общем, но не выдержана в деталях, и даже близко расположенные разрезы не аналогичны. В целом же для нее характерно пластообразное, линзовидное залегание пачек сравнительно однородных слоев, сложно переслаивающихся друг с другом. В составе ф. явно преобладают разнообразные яшмы, их глинистые разности — глинисто-кремнистые сланцы. Минералы

железа и в небольшом количестве гидрослюда, глинистое вещество, являющиеся пигментирующими примесями, распределены либо равномерно, либо параллельно- или линзовидно-слоисто.

Отдельные рудные тела пластообразной, реже линзообразной формы, преимущественно сложного строения, причем часто рудные залежи чередуются с подчиненными прослоями нерудных пород. Мощности сложных тел до 300 м, протяженность до 5–6, чаще до 1–2 км. Чисто рудные тела имеют различную мощность: от нескольких сантиметров до 50–60 м, причем более мощные тела обычно и более протяженные, хотя длина их сравнительно небольшая — сотни метров, редко 1–2 км. Окисные и гидроокисные руды, в общем не богатые железом. В среднем его количество составляет 40–46 или 29–32%. Эти две группы четко различаются. Карбонатные руды содержат железа от 10–15 до 25–35% в зависимости от наличия марганца [Школьник, 1972].

**ОСАДОЧНАЯ ФОРМАЦИЯ КАРБОНАТНЫХ И ОКИСНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ РУД.** — Связана с карбонатными толщами карбона Казахстана. Проявлена в районе Караганды, Алтабэйсора, Борлы, Агадыря и других. Ф. малоперспективна в отношении крупных запасов богатых железомарганцевых руд [Сатпаев, 1968].

**ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНАЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Многочисленные рудопроявления, расположенные в пределах Присаянского прогиба, представлены двумя генетическими типами: метаморфизованные вулканогенно-осадочные рудопроявления браунит-гаусманит-гематитовых руд позднее протерозойского возраста; остаточные и инфильтрационные месторождения и рудопроявления марганцевых и железных руд, возникшие в результате формирования мезозойско-кайнозойской коры выветривания.

Рудные тела первого типа в виде маломощных прерывистых пластов и линз располагаются согласно с вмещающими отложениями на контактах вулканогенных и осадочных пород и хорошо прослеживаются по простиранию.

Известные рудопроявления ф. не представляют практической ценности, но наличие их позволяет надеяться на выявление и промышленных концентраций [Корабельников, Бессолицин, 1971].

**ЖЕЛЕЗИСТО-МАРГАНЦЕВАЯ КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Наиболее полно она представлена в Успенской тектонической зоне Казахстана, в которой ряд синклиналей, сложенных морскими отложениями верхнего девона и нижнего карбона, образует прерывистую полосу протяженностью около 300 км.

Рудоносная толща сложена кремнистыми известняками с гематит-магнетитовыми и браунит-гаусманитовыми рудами, чередующимися с красными яшмами и другими кремнистыми породами. В рудоносной толще выделяются две пачки, разделенные безрудными известняками мощностью до 20–75 м. Нижняя пачка, мощностью 300–100 м, более четко выделяется на западе синклинали. С ней связаны месторождения Камыс, Жумарт, Жайрем. Верхняя пачка, мощностью 30–90 м и более, прослеживается на востоке структуры, к ней приурочены месторождения Каражал, Ктай, Клыч и др. Рудоносная толща характеризуется высокой кремнистостью, выраженной кремнистыми известняками, алевролитами и красными яшмами.

Нередко наблюдаются фациальные переходы одних руд в другие: гематито-магнетитовые руды с яшмами сменяются окисными марганцевыми, последние в свою очередь переходят в слабо оруденелые известняки [Новохатский, 1972].

**ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Линзовидные рудные тела железо-марганцевых месторождений Южных Карпат слагаются спессартином, родонитом, пироко-мангитом, домнеморитом с незначительным количеством карбонатов. Оруденение размещается в метаморфизованных вулканических породах — амфиболитах, туфогенных гранат-эпидот-альбитовых сланцах, керсантитах, черных кварцитах. Месторождения являются эксгальационно-осадочными, впоследствии метаморфизованными [Науменко, 1973].

**СВИНЦОВО-ЦИНКОВО-ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с калиево-базальт-трахитовой магматической ф. Представлена двумя минеральными типами. Месторождения слабо метаморфизованных вулканогенно-осадочных руд кварц-гаусманит-браунит-магнетит-гематитового состава лучше изучены в Жайльминской мульде Казахстана (атасуйский тип). Руды здесь характеризуются повышенным и очень высоким содержанием марганца, кремнезема и кальция. На многих месторождениях этого района железные руды фациально сменяются железо-марганцевыми и марганцевыми

(маложелезистыми). Еще одним характерным признаком руд атасуйского типа является наличие фациальных переходов железо-марганцевых руд в полиметаллические по простиранию залежей. Однако чаще пластовые залежи железных и марганцевых руд расположены стратиграфически выше полиметаллических.

К кварц-гематит-браунитовому (метаморфизованному) типу ф. относятся месторождения Каратас, Керегетас и др. Слагающие их руды богаты серой, медью, кобальтом, цинком [Металлогения Казахстана, 1980].

**ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВО-КОЛЧЕДАННАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Проявления этой ф. охватывают практически всю геологическую историю, за исключением, может быть, архея: они широко распространены от раннего протерозоя до неогена включительно, и трудно выделить какой-либо интервал преимущественного проявления этой ф.

Месторождения обнаруживают тесную парагенетическую связь с образованиями спилит-диабазовой, спилит-кератофировой, кремнисто-яшмовой ф., реже встречаются среди сланцевых толщ геосинклинального этапа развития складчатых зон; однако и в этих случаях тщательное изучение обычно приводит к выявлению следов вулканической деятельности.

Руды месторождений этой ф. представлены как сплошными массивными, полосчатыми или слоистыми, так и вкрапленными разностями. Наиболее обычны пластовые, ленто- или линзовидные формы рудных тел. Определяющими в огромном списке рудных минералов являются пирит, халькопирит, галенит, сфалерит и блеклые руды, с одной стороны, и окислы (магнетит, гематит) и гидроокислы железа и марганца — с другой.

Месторождения ф. приурочены к геосинклинальным прогибам с эвгеосинклинальным типом развития, при этом колчеданные разности тяготеют к троговым зонам, железо-марганцевые располагаются обычно на некотором удалении от них.

Месторождения рассматриваемой ф. играют очень большую роль в добыче меди, свинца и цинка, умеренную — в качестве источников железа и марганца. Наиболее известные районы проявления этой ф.: в СССР — Урал, Северный Кавказ, Закавказье, Центральный Казахстан, Рудный Алтай и др., каледониды Западного Забайкалья, Байкальская горная область; за рубежом — каледониды Скандинавии, Канадский щит, балканская и малоазиатская части Средиземноморского пояса, Япония, запад США [Строна, 1978].

**П р и м е ч а н и е.** Исключительное разнообразие минеральных типов проявляется на фоне двух относительно обособленных ветвей этой ф.: железо-марганцевой и колчеданной; первая обнаруживает более удаленную, вторая — более тесную связь с вулканизмом. Ранее мы выделяли обе ветви на правах самостоятельных ф. (Строна, 1968 г.). Это, однако, не оправдано как с точки зрения принципов соответствия геологических и рудных ф. (одна геологическая, одна рудная ф.), так и в свете многочисленных фактов совмещения в одних рудных полях (со сменой по латерали) железо-марганцевого и сульфидного оруденения (Атасу, Жайрем, Озерное и др.) [Строна, 1978].

**ЭКСГАЛЯЦИОННО-ОСАДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Пластообразные месторождения гематитовых и манганомангнетитовых руд Армении (Чайкенд, Айриджур и др.), залегающие среди вулканогенных пород эоцена [по Магакьяну, 1966].

**ПЛАТФОРМЕННАЯ ПИРОЛЮЗИТ-ГИДРОГЕТИТ-ЛЕПТОХЛОРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает хемогенно-осадочные морские, речные, озерные и болотные месторождения, иногда слабо метаморфизованные. Несмотря на существенные фациальные отличия рудовмещающих толщ, между крайними их разновидностями существуют взаимопереходы, что дает право рассматривать соответствующую ассоциацию месторождений как единую рудную ф. Месторождения известны от позднего протерозоя до кайнозоя; наиболее крупные объекты относятся к мезозою и кайнозою.

Железородные и марганцевородные тела представляют собой звенья терригенных песчано-кремнисто-глинистых и терригенно-глауконитовых аллювиальных, дельтовых и прибрежно-морских ф.

Наиболее распространенные минеральные типы месторождений; гидрогетитовый, гидрогетит-хлоритовый, хлорит-гематитовый, гидрогетит-сидерит-хлоритовый, сидеритовый, манганосидеритовый, гидрогетит-глауконитовый, псиломелан-гидрогетитовый, пиrolюзит-псиломелановый, пиrolюзит-манганитовый, родохрозит-манганокальцитовый, лептохлорит-гидрогетитовый. Рудные минералы: гетит, гидрогетит, гематит, хлорит, псиломелан, сидерит, манганосидерит, олигонит, гидроферрихлорит, ферримонтмориллонит, лептохлорит, пиrolюзит, манганит и др.

Наиболее распространенные формы залегания руд: пласты, часто весьма протяженные и значительной мощности, пологие или слабо дислоцированные. Для ряда месторождений характерна многоэтажность — до 4—5 и более промышленных пластов в разрезе. Характерной чертой месторождений является зональность — смена (по латерали или по разрезу) окисных руд закисными, закисно-карбонатными и карбонатными.

Месторождения рассматриваемой ф. возникали в условиях платформенного режима — на древних и на молодых платформах, в краевых прогибах; иногда крупные железорудные или марганцеворудные провинции с месторождениями этой ф. располагаются в платформенном чехле на резко гетерогенном основании.

Ф. является основным в нашей стране (и в мире) источником марганца. С ней связаны также очень крупные и многочисленные месторождения железа, запасы которых, особенно с учетом последних открытий на территории Западной Сибири и Казахстана, немногим уступают запасам метаморфогенных месторождений ф. железистых кварцитов; однако качество руд осадочных месторождений несравненно хуже, что заметно снижает общую ценность этих месторождений. Значение компонентов, в некоторых случаях сопутствующих железу и марганцу, — ванадия, фосфора, никеля, кобальта — относительно невелико.

Основные районы развития описанной ф.: в СССР — Русская платформа, Западно-Сибирская плита, Туранская плита; за рубежом — Североамериканская платформа, Африканская платформа, северо-восточные районы Франции и некоторые другие. Месторождения железа: Керченское, Тульское, Хоперское, Липецкое и др., Ангаро-Питский бассейн в СССР, Клинтон в США [Строна, 1978].

**ПСИЛОМЕЛАН-ГИДРОГЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Незначительные по величине месторождения озерно-болотного типа. Они представлены смешанными железо-марганцевыми рудами, состоящими из гидроокислов марганца и железа, нередко присутствуют студенистый кремнезем и фосфаты. В качестве примеров месторождений этого типа А.Г. Бетехтин приводит Абзелиловское на Южном Урале и Новофирсовское (Алтай) [Вахромеев, 1961].

**ЖЕЛЕЗИСТО-ГЛИНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — В ее составе одним из главных осадкообразующих компонентов являются окислы и гидроокислы железа и марганца. Осадочные образования при этом сильно обогащены широким спектром малых элементов (А.П. Лисицын и др., 1976 г.; Ю.А. Богданов и др., 1979 г.). Аномальность состава данной ф. обусловлена существенным участием в ее образовании гидротермальных металлоносных растворов. В осевых частях срединно-океанических хребтов описана карбонатная субформация рассматриваемой ф. Кроме того, базальные горизонты осадочной толщи многих глубоководных котловин также содержат материал, осажденный из гидротермальных растворов. Эта гидротермальная осадочная формация имеет скользящие возрастные границы, ее мощность обычно составляет единицы и первые десятки метров, а распространение обычно ограничено аридными зонами океана [Богданов и др., 1980].

**ФОРМАЦИЯ РУД АЛЛЮВИАЛЬНЫХ И МОРСКИХ РОССЫПЕЙ (руды железа).** — Образуется за счет разрушения коренных месторождений различных генетических типов и накопления в россыпи тяжелых и устойчивых минералов, представляющих ценность. В СССР значительное развитие и промышленное значение имеют несколько типов россыпных руд, в том числе циркон-рутил-ильменитовые ископаемые россыпи третичного возраста и прибрежные морские россыпи магнетита и ильменита — современные и ископаемые магнетитовые песчаники (Средняя Азия) [Магакьян, 1969].

**ФОРМАЦИЯ ИЛЬМЕНИТ-ЦИРКОН-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ.** — Хотя в составе ф. могут присутствовать все разновидности россыпей, начиная от элювиальных и кончая морскими, главная роль принадлежит в ней крупным озерным и особенно морским россыпям. Месторождения известны в интервале от позднего протерозоя до кайнозоя, кайнозойские образования имеют наибольшее значение.

Россыпи данной ф., как правило, комплексные, поэтому выделение минеральных типов является в известной степени условным, а сами типы связаны взаимопереходами. Наиболее распространенные типы: циркон-ильменит-рутиловый, монацит-циркон-ильменит-ильменитовый, магнетит-ильменитовый, монацитовый. Рудные минералы: ильменит, циркон, рутил, монацит, магнетит, титаномagnetит и др.

Наиболее крупные месторождения рассматриваемой ф. приурочены к древним и молодым платформам. Практическое значение этой ф.: она является главным источ-

ником титановых руд и наиболее ценной их разновидности — рутиловых концентратов; единственным источником циркония; главным источником редких земель и тория; второстепенным источником урана; магнетит и титаномагнетит могут иногда использоваться в черной металлургии, иногда как утяжелители промывочной жидкости. Наиболее перспективные районы: Австралийский, Индийский, Африканский, Бразильский щиты, Североамериканская платформа [Строна, 1978].

**МАГНЕТИТ-ИЛЬМЕНитОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Магнетит и ильменит в виде "черного шлиха" встречаются почти по всех речных россыпях, однако практического значения они не имеют. Промышленный интерес представляют морские россыпи магнетита и ильменита, разрабатывающиеся в Японии и Италии [Вахромеев, 1961].

**ФОРМАЦИЯ МАГНЕТИТ-ИЛЬМЕНитОВЫХ РОССЫПЕЙ.** — Источником россыпей являются коренные месторождения железа и главным образом интрузивные и эффузивные горные породы с вкрапленностью минералов железа. Небольшое промышленное значение имеют современные морские россыпи магнетитовых песков Японии и Италии, а также в СССР на побережье Черного моря в полосе от Батуми до Сочи, где они разрабатываются как утяжелитель — заменитель барита в нефтяной промышленности.

В последнее время на территории СССР — в АрмССР и в Средней Азии — изучены месторождения типа ископаемых (зоценовых и более древних) россыпей, представленных магнетитовыми песчаниками с высоким содержанием Fe, Ti и с примесью V. Масштаб россыпных месторождений небольшой; промышленная роль их незначительна [Магакьян, 1955].

**ФОРМАЦИЯ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РОССЫПЕЙ.** — Ф. известна в прибрежной полосе Бургасского залива Черного моря, где она представлена единственным россыпным месторождением Бургас. Прибрежноморские пляжевые россыпи на третичных и четвертичных отложениях образованы полимиктовыми песками. Главные рудообразующие минералы — магнетит и титаномагнетит; нерудные — кварц и авгит [Рудные формации..., 1978].

**ФОРМАЦИЯ МАГНЕТИТОВЫХ ПЛЯЖЕВЫХ ПЕСКОВ.** — Месторождения этой ф. располагаются вдоль берегов, сложенных преимущественно основными магматическими породами, эффузивными или интрузивными. В СССР такие пески известны по берегам некоторых островов Курильского архипелага, на морских террасах побережья Камчатки, на отдельных участках северного и южного побережья п-ова Кольского.

В рудах ф. содержания железа колеблются от 7,5 до 50%. Легкость обогащения и комплексность позволяют эксплуатировать их в ряде стран — Новой Зеландии, Австралии, Индии. В СССР эта ф. не имеет сейчас промышленного значения, но заслуживает изучения и освоения [Критерии..., 1978].

## МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ

**МЕТАМОРФОГЕННАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена мощными толщами железистых кварцитов (джеспилитов) и железистых роговиков с подчиненными им залежами богатых массивных руд.

В Советском Союзе крупнейшими месторождениями этой формации являются Кривой Рог, месторождения района Курска—Белгорода и Кременчуга и др. Среди зарубежных месторождений этой формации наибольшее значение имеют месторождения Индии, Бразилии, США, Канады и др.

Запасы бедных руд (железистых кварцитов и роговиков) с содержанием Fe в среднем 30—33% в каждом из этих районов исчисляются многими десятками и даже сотнями миллиардов тонн. Запасы богатых массивных руд с содержанием Fe 50—65% и выше исчисляются миллиардами и в ряде районов (Курск—Белгород, Индия, Бразилия) десятками миллиардов тонн; они интенсивно разрабатываются и дают 60% мировой добычи железных руд, притом наиболее высококачественных (P и S в них очень мало). Руды этой ф. сосредоточены в толщах протерозоя и частью архея, в пределах щитов или изредка очень глубоко размытых складчатых зон.

В составе руд главное значение имеют гематит (мартит), магнетит, гидрогематит, сидерит с примесью кварца, лимонита, щелочных амфиболов и эгирина.

Скопления богатых массивных руд (магнетитовых, гематитовых или сидерит-гидрогематитовых), имеющие формы залежей, штоков, столбообразных тел, залегающих

среди железистых кварцитов и возникающих на их месте, как считают, возникли в результате циркуляции гидротермальных, метаморфических или метеорных вод, которые, с одной стороны, растворяли железо и кремнезем кварцевых прослоев джеспилитов, с другой — на месте этих прослоев отлагали минералы железа [Магакьян, 1969].

**ОСАДОЧНО-МЕТАМОРФОГЕННАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ** (типа джеспилитов, частью мармитовых роговиков). — С промышленными железными рудами; приурочена к вулканогенно-терригенным геосинклинальным отложениям верхов протерозоя Казахстана. Районы проявления: Карсакапай, Улутау, Кокчетавская глыба и др. Генотип — Карсакапайское месторождение железистых кварцитов. Руды их хорошо обогащаются и чисты от вредных примесей. Потенциальные запасы железных руд, связанных с этой ф., огромны, исчисляются миллиардами тонн. Ф. относится к весьма перспективным в отношении железа [Сатпаев, 1968].

**ФОРМАЦИЯ МАГНЕТИТ-ГЕМАТИТОВЫХ РУД МЕТАМОРФОГЕННОГО ГЕНЕЗИСА.** — Играет для железа ведущую роль; достаточно отметить, что подавляющая часть мировых запасов железных руд и до 60% мировой добычи руд падает на тип метаморфизованных месторождений докембрийского, главным образом протерозойского возраста.

Месторождения представлены мощными толщами полосчатых железистых кварцитов и роговиков с чередованием тонких магнетит-гематитовых и кремнистых прослоев со средним содержанием Fe 25—40% и подчиненными этим толщам столбобразными и пластообразными скоплениями массивных богатых руд с содержанием Fe 50—70% при незначительном содержании (всего сотые доли процента) вредных примесей — серы и фосфора.

Масштаб месторождений очень крупный — запасы железистых кварцитов и роговиков исчисляются десятками и даже сотнями миллиардов тонн, а запасы богатых массивных руд высокого качества — миллиардами тонн.

Разрабатываются обычно лишь массивные, богатые руды, с содержанием Fe выше 46%, а железистые кварциты рассматриваются как руды будущего, из которых путем обогащения возможно получение высококачественных концентратов. Такие железистые кварциты со средним содержанием Fe 36—39% эксплуатируются только в Северной Норвегии на месторождении Зюдварангер.

Метаморфогенные месторождения разрабатываются весьма интенсивно. Металлургия наиболее мощных промышленных стран — СССР и США — базируется главным образом на этом типе руд [Магакьян, 1955].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КВАРЦИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Типичнейшая и наиболее широко распространенная, связанная с докембрийскими метаморфическими комплексами. В Украинском щите она представлена разнообразными рудными типами, среди которых значительный промышленный интерес имеют джеспилиты, железистые роговики и кварциты.

Рудные тела представлены пластами значительной протяженности (до 2—5 км) при мощности в несколько десятков и иногда сотен метров. Различаются рудные типы по минеральному составу и по текстурно-структурным свойствам: джеспилиты и железистые роговики по сравнению с железистыми кварцитами имеют мелкозернистую структуру и более четкие полосчатые и линейные текстуры; различия между железистыми роговиками и джеспилитами в основном текстурные (первые грубо-, а вторые — тонкополосчатые). По минеральному составу выделяются хлоритовые, амфиболовые и пироксено-магнетитовые рудные типы.

Железа в джеспилитах, железистых роговиках и кварцитах содержится 20—45%, из сопутствующих элементов в небольшом количестве имеются германий, золото, серебро. Главным рудным минералом в них является магнетит, обуславливающий легкую обогатимость руд. Запасы металла в месторождениях железистых роговиков, кварцитов и джеспилитов наиболее крупные и исчисляются сотнями миллионов тонн. Значительное количество железа находится и в железистых сланцах, песчаниках, конгломератах. Однако промышленного значения они пока не имеют [Металлогения..., 1974].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ.** — Представлена метаморфизованными хемогенно-осадочными или вулканогенно-осадочными месторождениями, сформированными на протяжении архея и протерозоя, но главным образом в раннем протерозое. В состав метаморфических толщ наряду с железистыми кварцитами входят магнетит-хлоритовые, куммингтонитовые, биотит-хлоритовые сланцы. Степень метамор-

физма в разных месторождениях меняется в широких пределах: от зеленосланцевой до гранулитовой фации.

Минеральные типы месторождений этой ф. довольно однообразны (хотя очень часто изменчивы даже в пределах одного месторождения): магнетитовые, гематитовые, магнетит-гематитовые кварциты, такониты, итабириты, магнетит-гематит-сидеритовые породы, магнетит-железнослюжковые, магнетит-хлоритовые, хлорит-гематитовые, хлорит-железнослюжковые, куммингтонит-магнетитовые и другие сланцы.

В большинстве месторождений в толщах железистых кварцитов залегают также богатые руды магнетитового, гематитового, гидрогематит-гематитового или гематит-сидеритового состава. Их происхождение не всегда ясно и не всегда одинаково даже в пределах одного месторождения. Среди них, несомненно, есть остаточные образования — результат интенсивного латеритного выветривания с выносом кремнезема или с полным механическим разрушением рудной массы (рыхлые руды "якутинга" в Бразилии); руды, возникшие в результате глубинного латеритного выветривания по проницаемым зонам ("красковые" руды Кривого Рога) или под воздействием эндогенных гидротермальных растворов с выщелачиванием кремнезема, а иногда и с привносом и метасоматическим отложением железа (богатые гематитовые руды Итабира в Бразилии).

На долю ф. приходится не менее 80% мировых запасов железа и до 65% добычи при очень высоком качестве руд. Запасы отдельных регионов могут измеряться десятками миллиардов тонн богатых руд и сотнями миллиардов тонн железистых кварцитов. В некоторых районах с железистыми кварцитами связана небольшая примесь золота.

Районы развития этой ф. и месторождения: в СССР — Кривой Рог, Кременчуг, Белозерское, Корсак-Могилы, КМА, Лебединское, Михайловское, им. Губкина, Оленегорское, Костамукшское и др., за рубежом — оз. Верхнее, Вермилион, Лабрадор в Канаде, Вайоминг в США, Бихар в Индии, Минас-Жерайс в Бразилии и др. [Строна, 1978]. Близкие определения: [Чайковская, 1973; Критерии..., 1978].

**П р и м е ч а н и я:** 1. Все разновидности докембрийских железисто-кремнистых пород Южной Якутии известны под названием "железистых кварцитов". Невыразительность этого термина и несоответствие его минеральному, химическому составу и генезису большинства разновидностей этой группы пород препятствуют правильной оценке их практического значения и мешают сопоставлению с аналогичными образованиями других районов. Поэтому целесообразно пользоваться в практике геологических исследований номенклатурой Р.П. Петрова (1957 г.), предложившего наиболее точную терминологию для пород этого состава и происхождения. По Р.П. Петрову, в докембрийских отложениях Южной Якутии распространено три основных типа железисто-кремнистых пород осадочно-метаморфического происхождения: а) железистые кварциты — породы, состоящие на 85–90% из кварца и содержащие условно до 10% гематита или магнетита; текстура грубосланцевая, полосчато-вкрапленная, редко линзово-гнездовая; среднее содержание железа от 5 до 10%; б) итабириты — практически двухкомпонентные породы, состоящие из кварца и магнетита (или спекулярита, маргита) и обладающие ясно выраженной ритмично-полосчатой, реже линзово-полосчатой текстурой; среднее содержание железа в них устойчиво и достигает от 30 до 42% (отсюда ясно, что называть их "железистыми" неправильно); в литературе итабириты нередко называют "джеспилитами" (Л.И. Салоп, 1960 г.); в) такониты — трехкомпонентные породы, состоящие из кварца, магнетита (маргита, спекулярита) и обычно одного из сложных силикатов (биотита, хлорита, амфибола, пироксена и др.); все три компонента присутствуют примерно в равных количествах; среднее содержание железа и текстура таконитов такие же, как в итабиритах.

Термин "таконит" одновременно является собирательным по отношению к названным трем разновидностям железисто-кремнистых пород, связанным серией взаимных переходов (Р.П. Петров, 1957 г.). Он употребляется и в этом широком смысле слова как синоним ф. железисто-кремнистых пород, и в конкретном приложении к собственно таконитам [Кравченко, 1961].

2. В архейских породах Белоруссии, Молдавии и других районах известны магнетитовые рудопроявления и месторождения в орто- и парагнейсах, которые многие исследователи относят к типу железистых кварцитов, что совершенно неправомерно, так как кварц в этих породах отмечается в небольших количествах, а в железистых кварцитах он, как правило, является преобладающим или одним из главных минералов. Кроме того, магнетит в гнейсах наблюдается в виде вкрапленников, в то время как железистые кварциты отличаются полосчатыми текстурами [Принципы..., 1977].

**ФОРМАЦИИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ (джеспилитов).** — Являются характерным образованием докембрийских и нижнепалеозойских комплексов. Железистые кварциты представляют плотные мелкозернистые породы темных тонов, состоящие из переслаивающихся тонких пропластков кварцевого и гематит-магнетитового со-

става. В нижних частях железорудного горизонта обычно залегает марганценосная пачка железистых кварцитов. Изредка здесь отмечаются пропластки измененных вулканогенных пород и фосфорсодержащих образований.

Типичные джеспилиты (железисто-кремнистая ф.) известны на Малом Хингане, Ханкайском массиве и в других регионах [Кулиш, 1979].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ ЭВГЕОСИНКЛИНАЛЬНОГО ТИПА.** — Эвгеосинклинальные архейские зеленокаменные комплексы, отличающиеся глубоким метаморфизмом, представляют собой, по-видимому, древнейшие геологические ф., вмещающие железистые кварциты. В менее измененных метаморфизмом протерозойских комплексах иногда наряду с железистыми кварцитами встречаются пространственно с ними разобщенные залежи марганцевых руд [Шатский, 1965]. Я.Н. Белевцев (1967 г.) отметил, что эти железистые кварциты не сопровождаются богатыми рудами.

Для ф. железистых кварцитов эвгеосинклинального типа М.С. Марков (1959 г.) предложил наименование киватинской и дал ее характеристику.

Архейские ф. железистых кварцитов этого типа представлены магнетитовыми кварцитами, а иногда (Тараташский комплекс Урала) и пироксен-магнетитовыми рудами, не обладающими ритмичной слоистостью. Те и другие отличаются пониженным кларком концентрации железа (4—5). В связи с гранулитовой фацией метаморфизма, свойственной этим ф., магнетит железистых кварцитов претерпевает собирательную кристаллизацию, сопровождающуюся самоочисткой.

В СССР этот формационный тип известен в глыбовых сооружениях на периферии древних платформ (Тараташская, Шарыжылгайская глыбы), в сериях архея КМА, на Украинском и Балтийском щитах. Эксплуатируется лишь одно небольшое месторождение — Радостное на Урале [Момджи, 1979].

**ОРОГЕННЫЙ (эпизвгеосинклинальный) формационный тип ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ.** — Этот тип можно назвать балтийским, поскольку его прототипы, наиболее полно описанные, размещаются на Балтийском щите (Приимандровский район в СССР, районы Центральной и Северной Швеции).

Залежи железистых кварцитов данного формационного типа по сравнению с киватинским фациально более выдержанные, и их мощность достигает первых сотен метров. Иногда отмечаются фациальные переходы от железистых комплексов к существенно марганцевым. Характерен магнетитовый и гематит-магнетитовый состав. Начиная со среднего протерозоя, отмечается наличие их фациального перехода к апатит-магнетитовым рудам типа Кируны (Гернсдорф в Центральной Швеции).

В СССР к позднеархейским проявлениям этого формационного типа могут быть отнесены месторождения железистых кварцитов Мариупольского района на Украинском щите и Чаро-Токкинского района на западе Алданского щита.

Месторождения, относящиеся к балтийскому формационному типу, имеют промышленное значение и эксплуатируются [Момджи, 1979].

**МИОГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ.** — Это ф. криворожского типа. Отличается чередованием железистых кварцитов и сланцев, относится к кремнисто-сланцевой геологической ф. В структурном отношении она тяготеет к ядрам древних форм, являясь столь же локальной во времени, как эти структуры.

На территории СССР архейское кратонное ядро известно лишь на Восточно-Европейской платформе, в пределах восточной части Украинского щита и Воронежского поднятия кристаллического фундамента, разделенных Днепровско-Донецкой впадиной. В западном обрамлении этого ядра, в относительно узких тектонических блоках на Украинском щите размещены нижнепротерозойские миогеосинклинальные комплексы пород и принадлежające им месторождения Кременчугско-Криворожской железорудной полосы, а на Воронежском поднятии — Рыльско-Комаричская зона магнитных аномалий КМА. В восточном обрамлении прослежены основные железорудные полосы КМА: Белгородско-Брянская и Оскольско-Орловская. Нижний возрастной предел криворожской и курской серий пород раннего протерозоя определяется в 2,6 млрд. лет, что отвечает началу первого протерозойского геосинклинального мегацикла.

Железистые кварциты относятся к среднему отделу указанных серий пород. В них наблюдаются фациальные переходы от существенно магнетитовых кварцитов к гематитовым, что, по Н.А. Плаксенко (1966 г.), зависит от наличия и распределения органического вещества в придонной области осадконакопления. Фациальные переходы

железистых пород в марганцевые не наблюдаются. Признанным аналогом Криворожского бассейна является железорудный бассейн оз. Верхнего в США [Момджи, 1979].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ НАЛОЖЕННЫХ ВПАДИН (в пределах срединных массивов).** — Ее проявления известны лишь в южном полушарии и знакомы нам преимущественно по литературным данным, наиболее полная сводка которых приведена Л.Н. Формозовой (1973 г.). Кремнисто-карбонатная геоформация, к которой относятся итабириты, названа ею эвгеосинклинальной. С этим нельзя согласиться, поскольку карбонатные породы не сопровождают рудоносную кремнистую спилито-диабазовую эвгеосинклинальную ф. из-за ее большой глубоководности. Несравнимы ни насыщенность рудоносных ф. эффузивными образованиям, ни фациальная выдержанность и масштабы рудных слоев, которые для итабиритовой ф. уникально велики. Данные Н. Бьюкса (1975 г.), характеризующие бассейн Трансвааля, позволяют отнести кремнисто-карбонатную ф., содержащую итабириты, к комплексам пород, выполняющих наложенные впадины в пределах срединных массивов.

Месторождения итабиритов в Южной Африке и в Австралии имеют возраст 2,2–1,9 млрд. лет, что отвечает началу второго протерозойского геосинклинального мегацикла, появлению крупных срединных массивов с характерными для них мозаично-блоковыми тектоническими движениями.

Для этих месторождений характерен относительно невысокий метаморфизм, а для самих итабиритов — гематитовый состав, наличие богатых гематитовых, а также гидротит-мартитовых полосчатых руд и фациальные переходы к марганцевым рудам, что позволяет называть эту ф. марганцево-железородной в отличие от других ф. железистых кварцитов.

На территории СССР в кремнисто-карбонатных комплексах пород, относящихся к указанной выше ассоциации геоформаций, размещаются марганцево-железородные месторождения Малого Хингана и Атасуйские в Центральном Казахстане. Руды последних уже не относятся к железистым кварцитам; место кремнистых прослоев в них нередко занимает красный марганцевистый сидерит [Момджи, 1979].

Син.: и т а б и р и т о в а я ф., м а р г а н ц е в о - ж е л е з о р у д н а я ф. [Момджи, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Характеризуется отчетливым парагенезом окисных марганцевых, железных руд (браунитовых, гаусманитовых, гематитовых, магнетитовых) и кремнистых пород.

Ф. эта довольно слабо изучена. Представительным примером ее в СССР может служить рифейская марганценосная железисто-кремнистая ф. Малого Хингана. К ней приурочен ряд месторождений, характеризующихся смешанным железо-марганцевым оруденением (Поперечное, Охринское, Серлуховское и др.). Рудная пачка мощностью 30–35 м сложена кремнистыми породами (кремнистыми сланцами, яшмовидными кварцитами, марганцовистыми и железистыми кварцитами), сохраняющими первоначальную тонкослоистую текстуру. В нижней части пачки развиты преимущественно кремнистые марганцевые руды, в верхней — железные руды [Рудные месторождения СССР, 1974].

Син.: д ж е с п и л и т о в а я ф. [Каляев, 1969; Рудные месторождения СССР, 1974; Критерии..., 1975].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — К этому типу относятся месторождения и рудопоявления железистых кварцитов архейского и протерозойского возрастов начальных этапов геосинклинального развития многих регионов Сибири. На Алданском щите — это месторождения и рудопоявления Сутамо-Гонамской, Холодниканской, Сагарской и Ярогинской рудных зон (В.А. Биланенко и др., 1977 г.). Магнетитовые кварциты ассоциируют с высокоглиноземистыми и графитистыми гнейсами, ортоамфиболитами и безрудными кварцитами. Кроме того, отмечаются чарнокиты основного состава. На месторождении Ягиндя руды полосчатые с чередующимися кварцевыми и магнетитовыми прослойками. Кроме кварца и магнетита, отмечаются гиперстен (до 10%), диопсид-геденбергит, гранат, плагиоклаз, вторичная роговая обманка.

Месторождения магнетитовых кварцитов Прибайкалья — Байкальское, Китойский Жидой, Сарамтинское и другие — составляют единую рудную зону. Железоносная свита содержит значительное количество рудных тел. Руды пироксен-магнетитовые, кварц-магнетитовые, силикатно-магнетитовые и мономинеральные магнетитовые.

Наиболее распространены пироксен-магнетитовые кварциты с преобладающей массивной текстурой.

Железисто-кремнисто-метабазитовые ф. описанных районов аналогичны эвгеосинклинальным ф. Тараташского района Урала, нижней метабазитовой серии Криворожского бассейна, обоянской и михайловской сериям КМА и др. [Кассандров, 1979].

Син.: железисто-кремнисто-метабазитовые ф. [Кассандров, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-ГЛИНОЗЕМИСТО-МЕТАБАЗИТОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — Своеобразный формационный тип высокоглиноземистых железистых кварцитов выявлен в архейской толще на южной окраине Алданского щита. Рудный горизонт сложен переслаивающимися гематитовыми, железнослюдково-мартитовыми кварцитами, железистыми лютогенитами, лютогенитами с мелкими пластинами и линзами магнетитовых руд. Мощность рудного горизонта около 50 м, протяженность на разных участках от 5 до 19 км. Руды и железистые кварциты массивные и полосчатые. Главный рудный минерал — гематит, реже встречаются мартит, магнетит. В.А. Кудрявцев и Р.Н. Ахметов (1977 г.) эту рудную ф. относят к глиноземисто-кремнистому типу и сопоставляют с кондалитами Индии и железистыми кварцитами верхнеалданской свиты Алданского щита [Кассандров, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТ-ЛЕПТИТОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — Железисто-кремнистые ф. смешанного метабазит-лептитового типа распространены в верхнеархейских толщах на западе Алданского щита. На примере месторождений железистых кварцитов Чаро-Токкинского железорудного района они изучены наиболее полно.

По данным Г.Ф. Горелова, рудоносная толща состоит из ритмично переслаивающихся гнейсовых, амфиболитовых и железистых пачек. Железистые кварциты образуют рудные тела мощностью 10—210 м и протяженностью по простиранию от 0,3 до 15 км. Они перемежаются с амфиболовыми, слюдястыми, биотит-гранатовыми сланцами и безрудными кварцитами. Руды средне- и тонкополосчатые, пльчатые, брекчированные с грано- и гетеробластовой структурой. Главный рудный минерал — магнетит. Преобладают куммингтонит-магнетитовые и бессиликатные магнетитовые кварциты. Руды содержат в среднем 31—32% общего железа.

Указанные месторождения близки месторождениям железистых кварцитов Костомукшского и Приимандровского районов Карело-Кольской провинции и других районов Балтийского щита [Кассандров, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТ-СЛАНЦЕВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — По своим особенностям ф., отнесенные к этому типу, близки к железисто-кремнисто-метабазитовым, но отличаются от них значительно меньшим участием в составе рудоносной толщи основных вулканитов и большим распространением терригенных и карбонатных пород, марганцевых рудопроявлений. Породы имеют позднепротерозойский возраст. Они метаморфизованы в зеленосланцевой и амфиболитовой фациях.

Наиболее крупные по прогнозным запасам месторождения железных руд железисто-кремнисто-метабазит-сланцевой формации выявлены в Северном Прибайкалье.

Мощность рудоносной толщи до 2 км, а рудоносного интервала — 500—1000 м. Пачки железистых кварцитов залегают между двумя горизонтами карбонатных пород. Рудный горизонт Тыйской полосы представляет собой ритмичное чередование пластов железистых кварцитов, хлоритовых, углисто-серицитовых, карбонатно-кварцевых сланцев и безрудных кварцитов. Суммарная мощность рудного горизонта достигает 110 м. Выделяются магнетитовые, магнетит-гематитовые и гематитовые разновидности, встречающиеся в разрезе горизонта разобщенно. Изредка они связаны взаимопереходами. Наибольшим распространением пользуются полосчатые магнетитовые кварциты. Среднее содержание железа в рудах колеблется от 26,23 до 34,08%.

В Восточном Саяне и нагорье Сангилен (Тува) тоже известны сравнительно крупные месторождения железистых кварцитов этого формационного типа. К нему же принадлежит, видимо, проявления железистых кварцитов в верхнепротерозойских отложениях Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Енисейского кряжа. По ряду признаков охарактеризованный тип железисто-кремнистых формаций близок к типам тимискаминг и таконитовому, по Л.Н. Формозовой (1973 г.). [Кассандров, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-РИОЛИТ-КЕРАТОФИРОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — К ф. этого типа относятся широко известные месторождения девонских краснополосча-

тых кремнисто-гематитовых руд и их метаморфизованных аналогов на Алтае и, вероятно, нижнекембрийские гематит-магнетитовые месторождения Восточного Саяна (Белокитатский район).

Белокитатское месторождение залегает среди переслаивающихся туфов кислого состава, альбитофинов, метапесчаников и филлитовидных сланцев с горизонтами кремнистых яшмовидных пород. Рудные тела пластовой и линзообразной формы прослеживаются на расстояние 0,5—1,5 км при мощности 1,7—18,0 м, образуя рудную зону длиной более 10 км. Ритмично полосчатые руды состоят из магнетита, гематита, кварца, апатита, хлорита, кальцита, биотита. Участками они обогащены пиритом и пирротином. Среднее содержание железа в рудах 20—30%, редко 40% [Кассандров, 1979].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-ВУЛКАНОГЕННЫЙ ТИП ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ФОРМАЦИИ.** — Развита среди осадочно-вулканогенных образований верхней части разреза обоянь-михайловской серии КМА, для которой типична довольно часто и закономерно повторяющаяся в разрезе последовательная смена хлоритовых, биотит-хлоритовых, реже биотитовых сланцев, а также безрудных, сидеритовых и слабрудных кварцитов (роговиков).

Как известно, для кератофир-спилитовой ф. докембрия типично наличие среди вулканогенных пород железистых кварцитов, с которыми в отдельных районах (Украинский щит) связаны залежи богатых железных руд. Эта особенность характерна и для разреза Белгородского района КМА, где между хлоритовыми сланцами и вулканитами развиты стильпноелан-магнетитовые сланцы и кварциты. Наличие в их составе стильпноелана, повышенное количество элементов примесей (меди 0,6%, марганца до 0,5%, цинка и др.) отличают их от залегающих стратиграфически выше железистых кварцитов протерозойских серий. Обращает на себя внимание и их тесный парагенезис с зеленокаменными и туфогенными породами, а также амфиболитовыми сланцами, спилитами и кератоспилитами [Зайцев, 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВЫЙ ТИП ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ФОРМАЦИИ.** — Характеризуется сменой прибрежных фаций железистых кварцитов (грубополосчатые слабрудные и силикатные) более глубоководными фациями (тонкополосчатые и железнослюдковые кварциты).

Стратиграфическое расчленение железистых кварцитов достоверно только для Яковлевского и Гостищевского месторождений КМА, где С.И. Чайкин и И.А. Русиневич (1959 г.) выделяют до семи горизонтов кварцитов. Четные из них соответствуют более глубоководным мартитовым (магнетитовым) и железнослюдковым разновидностям; нечетные — мартит (магнетит)-гидрогематитовым с железистыми силикатами.

Строение свиты железистых кварцитов не сохраняется на протяжении всех картируемых полос кварцитов. По простиранию наблюдаются частые изменения мощностей кварцитов и сланцев, а также выклинивание отдельных горизонтов и появление новых [Зайцев, 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-КЛАСТОГЕННЫЙ ТИП ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ФОРМАЦИИ.** — Установлен в оскольской серии и распространен на территории КМА повсеместно. Железисто-кремнистые образования представляют собой метаморфизованные продукты переотложения железисто-кремнисто-сланцевой ф. и представлены конгломератами, гравелитами, обломочными железистыми кварцитами, метапесчаниками и сланцами.

Наиболее изучен разрез этого типа ф. на Яковлевском месторождении. Здесь в центральной части на грубополосчатых гидрогематит-мартитовых кварцитах, часто переслаивающихся с силикатными сланцами, залегают кластогенные грубополосчатые мартит-железнослюдковые кварциты и связанные с ними песчаникоподобные хлорит-мартит-железнослюдковые руды.

Эти породы по простиранию замещаются железисто-кремнистыми образованиями, получившими местное название "конгломератовидных", или "желваковистых", кварцитов. Мощность мартит-железнослюдковых кварцитов достигает 50 м, конгломератовидных (желваковистых) — 30 м [Зайцев, 1972].

**ЛЕПТИТОВЫЙ ТИП ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТЫХ ФОРМАЦИЙ.** — Характеризуется ассоциацией железистых кварцитов с кислыми и средними вулканитами (кварцевыми порфирами, кератофирами, дацитовыми и андезитовыми порфиритами, а также пирокластическими аналогами). Превращенные при региональном метаморфизме в кристаллические сланцы, они приобретают специфический облик, весьма напоминаю-

щий облик скандинавских лептитов (П.М. Горяинов, 1967 г., 1971 г.). Строение лептитовой железисто-кремнистой ф. характеризуется постепенной сменой более основных вулканитов (близких по составу базальтам) средними и даже кислыми вверх по разрезу. Железистые кварциты в большинстве разрезов данного типа ф. залегают в средней части разреза между этими, более или менее контрастными толщами. Таким образом, лептитовый тип ф. обладает достаточно заметной вертикальной упорядоченностью. Он представлен на Оленегорском, Комсомольском, Октябрьском месторождениях Кольского полуострова [Горяинов, 1976].

**АМФИБОЛИТОВЫЙ ТИП ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТЫХ ФОРМАЦИЙ.** — Характеризуется ассоциацией железистых кварцитов с метабазами: спилитами, диабазами, миндалекаменными основными лавами и их туфами. Роль кислых вулканитов и осадков проявлена минимально. Толща дифференцирована слабо: железистые кварциты залегают среди амфиболитов. В верхней части лишь несколько возрастает роль туфогенных пород. Немногочисленные линзы кислых вулканитов отделены от железистых кварцитов основными вулканитами. Рассматриваемый тип представлен на подавляющем большинстве месторождений Затуломской, Вороньетундровской, Центрально-Кольской, Южно-Печенгской зон, на отдельных месторождениях Приимандровской зоны Кольского полуострова [Горяинов, 1976].

**КИВАТИНСКИЙ ТИП ФОРМАЦИЙ (железорудный).** — Объединяет вулканогенно-кремнистые ф., содержащие железные руды. Ф. киватинского типа сложены мощной серией зеленокаменных пород, которые представляют собой главным образом измененные базальты, диабазы и андезиты, а также туфы и агломераты основного состава, с подчиненным количеством кислых эффузивов и туфов-риолитов, дацитов и трахитов (А.Н. Мазарович, 1951—1952 гг.; М.С. Марков, 1962 г.; Е.В. Павловский, 1962 г.; М.Е. Уилсон, 1968 г.). Слои и линзы железистых кварцитов связаны преимущественно с основными или средними лавами и туфами. Некоторые прослои зеленых сланцев представляют собой измененные туфы и пеплы. Встречаются яшмы, кварциты, кремнистые, хлоритовые, карбонатные и графитовые сланцы, а иногда небольшие прослои мраморов и граувакк. Наблюдаются взаимные переходы вулканических и осадочных пород. Мощность ф. от 7 до 12,5 км. Типичный представитель ф. киватинского типа — это породы серии Киватин в железорудных районах Мичипикотен в Канаде и Вермильон в США. В связи с этим для древнейших вулканогенных ф. целесообразно сохранить название "киватинский тип" [Формозова, 1973].

Примечания: 1. Впервые вулканогенно-кремнистые ф. были выделены Н.С. Шатским (1954, 1955, 1965 гг.). Для послерифейского времени он описал несколько рядов таких ф., в том числе "зеленокаменно-кремнистый ряд", вулканогенные компоненты которого представлены главным образом породами спилит-кератофирового и диабаз-порфирирового состава. В докембрии Н.С. Шатский выделил гомологичный зеленокаменно-кремнистому ряду "джеспилитовый ряд ф.", характерные породы которого — железистые кварциты — в раннем докембрии тесно связаны с вулканическими породами основного и среднего состава. При изучении железистых кварцитов Карсакпайского синклинали М.С. Марков (1959 г.) выделил в джеспилитовом ряду ф. киватинского типа, образовавшуюся близ центров вулканической деятельности, и ф. криворожского типа, удаленную от них. По существу зеленокаменную ф. Шатского и киватинскую М.С. Маркова можно считать аналогичными. Обе ф. типично вулканогенные и имеют близкий парагенез пород [Формозова, 1973].

2. В архее и начальных этапах раннего протерозоя в эвгеосинклинальных условиях образовались вулканогенно-осадочные месторождения железистых кварцитов так называемого киватинского или алгоманского типа. В пределах СССР к этому типу относятся магнетитовые кварциты архейского возраста Мариупольского района Украины, тараташской свиты Южного Урала, шарыжалгайской серии Восточных Саян, а также нижнепротерозойские магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты Карелии, Кольского полуострова, метабазитовой серии Украины и михайловской серии КМА. Все они отличаются магнетитовым составом руд, глубокой степенью метаморфизма (в гранулитовой и амфиболитовой фациях), небольшими или средними мощностями пластов (первые метры, десятки метров), малыми или средними запасами (десятки или сотни миллионов тонн), сложной дислоцированностью залежей, наличием многочисленных дизъюнктивных нарушений и зон пересечений-дайками главным образом основных пород [Принципы..., 1977].

**ТИП ФОРМАЦИЙ КИРУНА (железорудный).** — Объединяет порфир-лептитовые ф., содержащие железные руды [по Формозовой, 1973].

**ТИП ФОРМАЦИЙ ТИМИСКАМИНГ (железорудный).** — Объединяет известково-кремнистые ф., содержащие железные руды. Парагенез ф. представлен комплексом

крайне разнообразных переслаивающихся пород. Это подводные базальтовые лавы, туфы и агломераты, известняки, яшмы и другие кремнистые породы, железные руды, зеленые сланцы, граувакки, кварциты и грубые кластические породы. Мощность ф. — немногие километры. Лучшим примером этой фации являются отложения района оз. Стип-Рок (Онтарио, Канада), где метаморфизм пород сравнительно слабый [по Формозовой, 1973].

**КРИВОРОЖСКИЙ ТИП ФОРМАЦИЙ (железородный).** — Объединяет кремнисто-сланцевые ф., содержащие железные руды. Ф. сложены различными сланцами, филлитами, конгломератами, рудными и нерудными кварцитами. Карбонатные породы встречаются в небольшом количестве и не являются обязательными членами парагенеза. Железистые кварциты обычно залегают несколькими мощными и богатыми железом горизонтами. Мощность ф. около 5 км. Например, нижняя и средняя свиты курской серии КМА и криворожская серия Украинского щита [по Формозовой, 1973].

**П р и м е ч а н и я:** 1. Большинство исследователей выделяют железоносную часть курской серии как "железисто-кремнисто-сланцевую ф.". Н.С. Шатский (1955 г.) выделял ее как "джерспилитовую" ф., а М.С. Марков (1959 г.) добавил к этому термину название "криворожский тип". Парагенез пород этой ф. резко отличается от парагенеза пород ф. киватинского типа прежде всего небольшим развитием вулканических и преобладающим количеством осадочных пород [Формозова, 1973].

2. Поздний период нижнего протерозоя и средний протерозой — время образования крупных (несколько миллиардов тонн) и уникальных (десять миллионов тонн) по запасам месторождений магнетит-гематитовых и гематит-магнетитовых кварцитов так называемого криворожского типа. Образование этих месторождений связано с накоплением мощных толщ железисто-кремнистых отложений в миогеосинклинальных условиях. К этому типу относятся все наиболее крупные железородные провинции мира (Канады, США, Бразилии, Либерии, Индии, Китая, Австралии). В пределах СССР в этот период были сформированы месторождения железистых кварцитов КМА и Кривого Рога [Принципы . . ., 1977].

**ИТАБИРИТОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — Объединяет доломит-кремнистые ф., содержащие железные и железо-марганцевые руды — "итабириты". Породы формации складчаты, различно метаморфизованы и залегают в эвгеосинклинальных и миогеосинклинальных структурах. Парагенез пород состоит из доломитов, яшм, основных вулканических пород, филлитов, кремнистых, углистых, тальковых и других сланцев, железистых кварцитов, граувакк и конгломератов. Мощность ф. достигает 4—5 км и более. Характерной чертой ф. итабиритового типа является широкое развитие мощных доломитовых толщ, определяющих весь ее облик и переслаивающихся с итабиритами. Слоистость итабиритов часто обусловлена чередованием прослоев окиси железа с доломитом и кремнеземом.

Ф. итабиритового типа развиты очень широко. Они встречаются в небольшом количестве в нижнем протерозое, а главным образом в среднем и верхнем протерозое Бразилии (серии Рио-дас-Вельяс, Минас и Итаколуми нижнего и среднего протерозоя — классический пример ф. итабиритового типа), Индии, Южной Африки, Венесуэлы, Южной Родезии, Южной Австралии (группа Мидлбек) [по Формозовой, 1973].

**П р и м е ч а н и е:** В указанных странах для обозначения итабиритовых руд сохранился классический термин "железистые кварциты"; употребляется также термин "железистая ф." для всей совокупности пород, имеющих повышенное содержание железа (15—20%), достаточное для превращения их в руду при последующем выщелачивании примесей и обогащения. Но чаще всего употребляются термины "итабириты" и "доломитовые итабириты" [Формозова, 1973].

**ТАКОНИТОВЫЙ ТИП ФОРМАЦИЙ.** — Объединяет кремнисто-сланцевые ф., содержащие железные руды. В наиболее мощных разрезах ф. этого типа ясно наблюдается многократная смена трех типов пород: вулканических, хемогенных и терригенных. Подводно-морские основные эффузивные породы (среди которых присутствуют базальты с эллипсоидальной и подушечной текстурой), туфы и агломераты (суммарной мощностью до 5 км), силлы, дайки и вулканогенные филлиты сменяются железистыми породами, часто сильно магнитными (500—600 м). Переслаивающие их кремнистые, хлоритовые, сидеритовые и черные графит-пиритовые магнетитовые сланцы, филлиты, яшмы и другие силициты, туфогенные породы, граувакки, алевролиты местами достигают 3 км общей мощности. Грубой терригенной кластики ф. не содержат, а в железистых горизонтах она вообще отсутствует. Отличительными особенностями кремнисто-сланцевых ф. таконитового типа являются многократное переслаивание, чередование и взаимные переходы пород, а также ритмичная слоистость. Лучше всего ф. этого

типа представлены в США и Канаде в Онтарио и на о-ве Унгава (Лабрадорская геосинклиналь) [по Формозовой, 1973].

**Примечание.** Таконитовый тип ясно отличается от других докембрийских типов железосодержащих ф., но в районах накопления значительного количества основных вулканических пород приобретает некоторое сходство с киватинским типом [Формозова, 1973].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-УЛЬТРАБАЗИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Незначительно распространена в Конкском, Верховцевском и Чертомлыкско-Соленовском районах Украины. Здесь с туфогенными (пикритовыми) прослоями ультраосновного состава чередуются полосчатые железисто-кремнистые прослои. В последних перемежаются тонкие прослои яшмы, сложенной кварцем, железорудные прослои, состоящие из нетита, гематита или сидерита, и железисто-силикатные прослои [Семененко и др., 1979]. Близкие определения: [Семененко, 1972; Мельник, 1973; Принципы . . ., 1977].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Формируется в областях развития подводного вулканизма с образованием основных лав. Она характеризуется сравнительно малой фациальной устойчивостью прослоев железисто-кремнистых отложений и их относительно небольшой мощностью и протяженностью. Иногда она образует мощные толщи (до 500 м), в которых железисто-кремнистые прослои составляют 10–30%. Эта ф. залегает в нижней метабазитовой серии Конкской, Белозерской, Верховцевской и Сурской синклиналей Украины [Семененко, 1972]. Близкие определения: [Мельник, 1973; Принципы . . ., 1977; Семененко, 1978].

Развита на участках Конкского и Чертомлыкско-Соленовского района, в нижней свите базавлукской серии Сурского и Верховцевского (Грановский и Домотканский участки) районов и нижней свиты Орехово-Павлоградской полосы Украинского щита. Здесь в парагенетической ассоциации находятся железисто-кремнистые образования, амфиболиты, основные апотуфы, микрогнейсы и зеленые сланцы [Семененко и др., 1979].

2. Выделяется пока условно. Железисто-кремнистые породы ее представлены безрудными и малорудными амфибол-магнетитовыми и хлорит-магнетитовыми кварцитами, залегающими маломощными прослоями в низах верхней эффузивно-осадочной (кератофир-сланцевой) свиты михайловской серии КМА и переслаивающимися с кварц-хлоритовыми, альбит-хлорит-биотитовыми и альбит-хлорит-амфиболовыми сланцами.

Масштабы развития и продуктивность этой ф. крайне ограничены, а ее взаимоотношения с железисто-кремнисто-гнейсовой ф. не ясны [Плаксенко и др., 1972].

**СПИЛИТ-ДИАБАЗОВАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Широко распространена в Карелии в отложениях гимольской серии, на Кольском п-ове (тундровая серия), в Финляндии (район Парконен-Пахтовара, Иломанси и др.), Северной Норвегии (район Финмаркен). Во всех указанных районах железистые кварциты ассоциируют с амфиболовыми сланцами и гнейсами, амфиболитами, метадиабазами и метамандельштейнами, образовавшимися в результате метаморфических преобразований лав и туфов базальтового состава. Ф. характеризуется широко развитой фацией массивных и шаровых лав. Характерна субвулканическая фация.

Незначительный объем в составе этой ф. слагают кварц-биотитовые и кварц-серицитовые графитистые пирротинсодержащие сланцы и железистые кварциты, которые образуют маломощные (0,5–15 м) быстро выклинивающиеся линзовидные рудные тела, преимущественно бедные по содержанию магнетита ( $Fe_{\text{магн}}$ , до 25%) и характеризующиеся высокими коэффициентами магнезиальности ( $M = 12 \div 25$ ) и глиноземистости ( $A = 10 \div 25$ ).

В этом типе железистых кварцитов, которые правильнее было бы назвать магнетитовыми сланцами, кварц и магнетит не дифференцированы. Для железисто-кремнистых пород этого типа характерна большая группа постоянно присутствующих элементов-примесей: Mn, Ti, Cu, Cr, V, Ni, Co, Ge, Zn, Pb и других, концентрация которых превышает кларковые в 2–5 раз.

Характерной литологической особенностью ф. является цикличное, закономерное повторение в разрезе основных вулканических пород и железистых кварцитов. Мощность циклов — десятки и сотни метров. Мощность ф. достигает 3–5 км [Горьковец, Чернов, 1977]. Близкие определения: [Чернов, 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТ-КАРБОНАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Развита в

Ташлыкском и Володарском районах Украины. Метабазиты сменяются в разрезе железисто-кремнистыми слоями, а эти последние перекрываются карбонатными слоями мраморов, при этом мраморы обогащены магнетитом и в них образуются магнетит-карбонатные руды.

Фациальная устойчивость прослоев железисто-кремнистых пород невысокая, она изменяется по простирацию на протяжении 0,5–5 км, при этом резко изменяется содержание железа — от 40 до 10%. Средние содержания в отдельных линзах составляют 15–20%. Мощности изменяются от 10 до 100 м. Степень насыщенности линзами железистых крупнокристаллических итабиритов достаточно высокая, имеются перспективы установления промышленных запасов в Ташлыкском синклинии [Семененко и др., 1979].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-МЕТАБАЗИТ-КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.** — Развита в Ташлыкском и Володарском синклинирных поясах Украинского щита. Здесь метабазиты сменяются в разрезе железисто-кремнистыми слоями, а последние перекрываются карбонатными слоями мраморов, при этом мраморы обогащены магнетитом и в них образуются магнетит-карбонатные руды.

Фациальная устойчивость прослоев линз железисто-кремнистых пород невысокая, изменяется по простирацию на протяжении 0,5–2 редко 5 км, при этом резко уменьшается содержание железа — от 40 до 10%. Средние содержания в отдельных линзах или слоях составляют 20–15%, а мощности их изменяются от 10 до 100 м. Степень насыщенности линзами железистых крупнокристаллических итабиритов достаточно высокая. Возможны промышленные запасы железа в Ташлыкском синклинии [Семененко, 1978].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Характеризуется чередованием железисто-кремнистых и сланцевых слоев, среди которых местами установлены прослои вулканогенных туфов. Она развита в Кременчугско-Криворожской провинции и характеризуется наибольшими устойчивостью и мощностью железисто-кремнистых пород. Отложение ф. здесь начинается с вулканогенных слоев ультрабазитов, так называемого талькового горизонта, залегающего в основании толщи. (К этому типу формаций на Северо-Американском континенте приурочены месторождения оз. Верхнего.) Мощность железисто-кремнистых отложений в Саксаганской и Кременчугской мульдах длиной до 30 км достигает 1,5–2 км; собственно железисто-кремнистые отложения в них составляют около 75% толщи [Семененко, 1978]. Близкие определения: [Семененко, 1972; Семененко и др., 1978].

2. Отличается наибольшей фациальной устойчивостью. Железисто-кремнистые слои прослеживаются на протяжении 10–20 км, их мощность достигает 100–300 м, содержание железа до 30–35%.

На Украинском щите к этой ф. относится криворожско-кременчугская железисто-кремнистая толща. Иногда наблюдается выклинивание рассматриваемой ф. по простирацию и замещение ее железисто-кремнисто-сланцево-кератофировой ф. (Конкская синклинали) [Мельник, 1973].

3. Включает толщу железистых кварцитов курской серии КМА, согласно залегающую в метаморфизованных типичных терригенных песчано-глинистых отложениях. Железисто-кремнистые породы представлены магнетитовыми и главным образом железнослюдково-магнетитовыми кварцитами с различными соотношениями магнетита и гематита. Для слагаемых ими толщ характерна четкая аутигенно-минералогическая зональность.

Масштабы распространения этой формации огромны, а продуктивность самая высокая. Главными генетическими типами железисто-кремнистых пород формации являются такие кварциты: а) малорудные (с магнетитом) и безрудные силикатно-карбонатные (безрудная силикатно-карбонатная закисная фация); б) силикатно (куммингтонит)-магнетитовые с железисто-магнезиальными карбонатами (рудная карбонатно-силикатно-железистая, окисно-закисная фация); в) магнетитовые (рудная магнетитовая окисно-окисная фация); г) железнослюдково-магнетитовые; д) магнетит-железнослюдовые и е) железнослюдковые. Три последних типа принадлежат к рудной гематитовой окисной фации. Железнослюдовые кварциты развиты незначительно.

Строение железорудной свиты ф. неодинаково в различных частях территории КМА, что выражается в значительных изменениях ее мощности, фациального состава железистых кварцитов и различного количестве пластов и прослоев, находящихся в желез-

рудной свите. Карбонатно-магнетитовые и пирит-карбонатные руды в разрезе формации встречаются локально [Плаксенко и др., 1972].

**ОСАДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Отличается наибольшей фациальной устойчивостью, большей протяженностью и мощностью отложений, повышенным содержанием железа. Образовалась она в условиях длительного прогревания обширных подводных участков за счет внутреннего земного тепла и хемогенного отложения первичных железистых и кремнистых осадков, при ограниченном поступлении вулканических материалов подводных вулканов. К этому типу относятся железисто-кремнистая толща средней свиты криворожской серии Криворожско-Кременчугской синклинали, породы средней свиты курской серии КМА и др. [Принципы . . ., 1977].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВО-КЕРАТОФИРОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Характеризуется парагенетическими ассоциациями туфокератофировых сланцевых и железисто-кремнистых отложений, образующихся в области подводного вулканизма кислых дацито-риолитовых лав. В области гнейсовых ступеней метаморфизма кислые вулканогенные продукты преобразуются в лептиты, поэтому они называются еще джеспилито-лептитовыми формациями (месторождение Грангесберг в Швеции). Эти ф. отличаются меньшей фациальной устойчивостью железисто-кремнистых отложений, меньшим постоянством или большей изменчивостью степени железистости пластов. Насыщенность разрезов железисто-кремнистыми отложениями невысокая и составляет 20—40%. Здесь, однако, наблюдаются отдельные линзы железисто-кремнистых отложений мощностью до 100—150 м и протяженностью около 5—7 км. Содержание железа в них составляет 30—35%.

К рассматриваемой ф. относятся верхняя свита верхнеконкской серии и породы Тепловской полосы верхнебазавлукской серии Украины [Семененко, 1972]. Близкие определения: [Мельник, 1973; Критерии . . ., 1975].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-КЕРАТОФИР-СЛАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Характеризуется парагенезисом слоев железисто-кремнистых осадков с кислыми туфо-вулканогенными продуктами, которые при низких стадиях метаморфизма образуют кератофиры и кварц-альбит-биотит-мусковит-хлоритовые сланцы, а при более высоких превращены в лептиты. В этом случае ее называют джеспилит-лептитовой ф. Она представлена в Конкском, Белозерском и других районах Украинского щита. На Балтийском щите к этой формации относится месторождение Костомукша (Западная Карелия). От других железисто-кремнистых ф. она отличается относительно устойчивым распространением и мощностью.

С рассматриваемой ф. связано месторождение богатых железных руд в Конкско-Белозерском, Чертомлыкско-Соленовском и других районах. Фациальная устойчивость пластов здесь измеряется первыми километрами по простиранию. Мощность их 20—150 м. Содержание железа колеблется от 15 до 35% [Семененко и др., 1979]. Близкие определения: [Семененко, 1978].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-КЕРАТОФИРОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Характеризуется парагенетическими ассоциациями кислых дацит-риолитовых лав, туфо-кератофировых и железисто-кремнистых отложений. Ф. свойственна меньшая фациальная устойчивость, образовывалась она вблизи вулканических очагов и была приурочена к периодам затухания вулканизма.

На Украинском щите к железисто-кремнисто-сланцево-кератофировой ф. Н.П. Семененко относит отложения верхнеконкской серии в пределах Конкской синклинали, а также породы верхнебузулукской серии Тепловской полосы в пределах Верховцевской синклинали.

В Карелии В.М. Чернов и др. (1970 г.) выделяют сланцево-лептитовую железисто-кремнистую ф., в которой наряду с вулканогенными развиты осадочные породы, и лептит-порфировую железисто-кремнистую ф., где преобладают продукты кислого вулканизма. Эти формации можно отнести к сланцево-кератофировой и кератофировой формациям [Принципы . . ., 1977].

**ЛЕПТИТОВАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Широко развита в образованиях раннего докембрия Балтийского щита. Генетически связана с проявлением геосинклинального кислого вулканизма и в настоящее время известна на территории развития карелид Западной Карелии, в свекофенидах Центральной Швеции и Южной Финляндии, Кольско-Норвежской зоне карелид.

Железистые кварциты рассматриваемой ф. ассоциируют преимущественно с метаморфизованными кислыми вулканитами (лавами, агломератовыми туфами, туффитами, кремнистыми туфами, вулканическими брекчиями) липаритового и липарит-дацитового состава. Кислые вулканиты составляют более 75% объема ф. Железистые кварциты закономерно чередуются с кислыми вулканитами, слагая верхние части вулканогенно-осадочных ритмов, образуя пласты и залежи мощностью до 20–50 м, протяженность которых достигает десятков километров. Как и в спилит-диабазовой ф., железисто-кремнистые породы здесь представлены преимущественно магнетитовыми сланцами с высокими коэффициентами магнезиальности ( $M = 10 \div 23$ ) и глиноземистости ( $A = 1-20$ ) и значительной концентрацией большой группы элементов-примесей — Mn, Ti, Cu, Ni, Cr, V, Co, Ge, Pb, Zn и ряда других элементов.

Небольшой объем в разрезе ф. занимают первично-осадочные породы, представленные графитистыми, кварц-биотитовыми и кварц-серицитовыми сланцами с пирротинном. На территории Швеции среди пород лептитовой ф. встречаются известняки.

Мощность пород лептитовой ф. карелид Западной Карелии, Кольского полуострова, Северной Финляндии редко превышает 0,5–0,7 км, тогда как для свекофеннид Южной Финляндии и Швеции с более поздним завершением развития протегосинклинальной системы мощность формации достигает 2,0–2,5 км. Основные вулканиты играют здесь подчиненную роль. С этой ф. связаны промышленные месторождения железных руд [Горьковец, Чернов, 1977].

**СЛАНЦЕВО-ЛЕПТИТОВАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Сложена в различной степени метаморфизованными первично-осадочными и вулканическими породами гимольской серии Карелии, среди которых выделяются конгломераты, гравелиты, аркозы, разнообразные глиноземистые гнейсы (гранат-биотитовые и ставролитовые). Реже встречаются туфобрекчии, кварц-биотитовые туфосланцы, графитистые, мусковитистые, серицитовые, тальк-хлоритовые сланцы и амфиболовые парасланцы и параамфиболиты.

Железистые кварциты, представленные главным образом биотитовыми, рибекитовыми и гронеритовыми разностями, залегают в верхней части формации, где ритмично чередуются с гнейсами и сланцами.

Для сланцево-лептитовой железисто-кремнистой формации характерно широкое развитие наряду с вулканическими и железисто-кремнистыми породами метаморфизованных терригенных отложений, а также фациальная изменчивость разрезов, обусловленная выклиниванием литологических толщ и замещением по простиранию одних пород другими [Чернов, 1972].

**ЛЕПТИТ-ПОРФИРОВАЯ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Состоит в нижней части из вулканических пород кислого состава, превращенных в лептитовые гнейсы, порфиroidы, геллефлинты и разнообразные туфогенные сланцы, а в верхней части — из железистых кварцитов, ритмично чередующихся главным образом с туфогенными кристаллическими сланцами и лептитами гимольской серии Карелии.

Широкое развитие в составе рассматриваемой ф. вулканитов, отлагавшихся в водной среде (ритмичная слоистость в туфосланцах), свидетельствует о том, что она образовалась в подводных условиях и сопровождалась интенсивным вулканизмом.

По простиранию Западно-Карельской структурно-фациальной зоны парагенезисы пород этой ф. в главных чертах сохраняются без изменения [Чернов, 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-ГНЕЙСОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Железисто-кремнистые породы, согласно залегающие в толще пироксен-амфиболовых, гранатовых, пироксен-плагиоклазовых гнейсов и других пород, характеризуются кварц-магнетит-пироксеновым (гиперстеновым) и гранат-магнетит-гиперстеновым составом. Текстура их массивная, неясно-полосчатая и реже линейно-полосчатая. Прослои и пачки железисто-кремнистых пород имеют мощность от 0,8 до 35 м и незначительную протяженность.

Ф. развита в пределах Курско-Бесединского участка КМА. Изучена слабо, однако очевидны ее ограниченные масштабы и продуктивность. По всем признакам она является аналогом железисто-кремнисто-гнейсовой ф. архея Мариупольского участка Украинского щита [Плаксенко и др., 1972].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТО-КЛАСТОГЕННАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Встречается лишь в тех районах КМА, где на толще железистых кварцитов несогласно залегают перекрывающие породы.

Кластогенные железисто-кремнистые породы представляют собой главным образом

продукты разрушения, перемыва и переотложения железистых кварцитов железисто-кремнисто-сланцевой ф. Они характеризуются в одних случаях ярко выраженным, в других — несколько замаскированным типичным кластогенным сложением. Среди них встречаются как грубообломочные породы (конгломераты и гравелиты), так и породы с псаммитовой и алевролитовой размерностью частиц (мартитовые метапесчаники, железистые кварциты грубослоистой, линзово-слоистой, желваковистой и тонкополосчатой текстур). Наряду с бедными железом и малорудными железистыми породами в составе ф. значительное место занимают рудные железистые кварциты, а также богатые песчанистые тонкослоистые железные руды с грубым ритмичным сложением.

Груборитмичное сложение и дифференциация материала в разрезах ритмов — весьма характерные черты всех пород ф. [Плаксенко и др., 1972].

**ТЕРРИГЕННО-ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Развита на территории Западной Карелии, Кольском полуострове, в Восточной Финляндии (сланцевая зона Кайну), Центральной финской Лапландии (Савукоски) и других регионов и характеризуется парагенетическими ассоциациями железистых кварцитов исключительно с терригенными первично-осадочными породами — конгломератами, ритмично-слоистыми флишевыми песчано-глинистыми отложениями, превращенными метаморфическими процессами в кварц-биотитовые и биотит-кварцевые сланцы и гнейсы с высокоглиноземистыми минералами, графитистыми кварц-биотитовыми и кварц-серицитовыми пиритинсодержащими сланцами, кварцитами, доломитами и филлитами.

По петрохимическим характеристикам слоистые железистые кварциты, содержащие до 45% магнетитового железа, характеризуются низкими значениями магнезиальности ( $M = 1 \div 10$ ) и глиноземности ( $A = 0 \div 8$ ). Для них характерна небольшая группа элементов-примесей, из которых лишь Ge и Mn достигают кларковых концентраций.

Характерной литологической особенностью пород этого типа ф. является ритмичное чередование флишевых песчано-глинистых толщ с железистыми кварцитами.

Железистые породы кластогенных фаций сложены гематито-мартитовыми рудами, маломощные (0,1—3 м) прослои которых чередуются с гравелитами, кварцитами, глинистыми сланцами, аркозами и доломитами и не имеют промышленного значения.

На территории Карелии с рассматриваемой ф. связаны месторождения железистых кварцитов (Костомукшское, Межозерское), в которых мощность рудных пластов достигает 350 м и имеет протяженность десятки километров. Запасы железных руд исчисляются миллиардами тонн [Горьковец, Чернов, 1977].

**П р и м е ч а н и е.** Эта ф. через конгломераты сменяет во времени вулканогенные спилито-диабазовую и лептитовую железисто-кремнистые ф. и образуется на инверсионной стадии развития протогеосинклинальной системы. Ранее эта ф. для Карелии определялась как лептитовая железисто-кремнистая. Более правильно было бы выделить ее, по предложению В.П. Горьковца и соавторов (1976 г.), в самостоятельную терригенно-железисто-кремнистую или пи железисто-кремнистую флишевую ф. [Горьковец, Чернов, 1977].

**СИЛИКАТНАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Предполагается, что в породах этой ф. после завершения осадконакопления и диагенеза сидерита нет; устойчивым силикатом двухвалентного железа является минерал типа миннесотаита; кремнезем находится в избытке. При прогрессивном метаморфизме в условиях фации зеленых сланцев миннесотаит преобразуется в грюнерит. Последний только в верхах амфиболитовой фации разлагается на стабильную в условиях гранулитовой фации ассоциацию фаялита с кварцем [по Мельнику, Сироштану, 1972].

**СИЛИКАТНО-КАРБОНАТНАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Большинство железистых пород представлено не чисто силикатными или карбонатными, а смешанной полосчатой силикатно-карбонатно-кремнистой ф. с добавлением магнетита или без него. Поскольку породообразующими минералами являются силикаты двухвалентного железа и сидерит, то обязательно наличие и некоторого количества графита, играющего роль кислородного буфера [Мельник, Сироштан, 1972].

**КАРБОНАТНАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Характерной четрой этой ф. является наличие сидерита в парагенезисе с кварцем, обычно также наличие окислов железа, как магнетита, так и гематита; водных силикатов двухвалентного железа нет [Мельник, Сироштан, 1972].

**ОКИСНАЯ ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Породы этой формации представляют собой осадки гидроксидов железа, преобразованные в процессе диагенеза в гётит и,

возможно, магнетит. Переход гётита в гематит осуществлялся до начала метаморфизма. Если восстановителей нет, ассоциация гематит + магнетит вполне устойчива в условиях всех фаций метаморфизма вплоть до гранулитовой [Мельник, Сироштан, 1972].

**МАРТИТ-МАГНЕТИТОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Приурочена к породам верхней терригенной формации, залегающей в основании верхней свиты криворожской серии в пределах Ингулецкой синклинали Украинского щита.

Рудные тела представлены пластовыми, пластообразными и линзовидными залежами. Размеры пластовых залежей при мощности от единиц до 10—20 м определяются несколькими сотнями и даже тысячами метров по протяженности. Размеры пластообразных и линзовидных залежей меньше пластовых. Размещаются силикатно-магнетитовые рудные залежи магнетит-хлоритовых сланцев, магнетит-кварцевых песчаников и железистых седиментационных брекчий.

Руды имеют массивную, иногда слабополосчатую, линейную текстуру; на фоне зернистых гранобластовых структур нередко наблюдаются псаммитовые структуры. Железа в рудах содержится 50—65%. Интересными сопутствующими элементами являются золото и германий. Состав руд хлорит-карбонатно-магнетитовый и куммингтонит-гематит-магнетитовый; они нередко мартитизованы и лимонитизованы. Различия в минеральном составе позволяют в описываемой рудной формации выделить два рудных типа: силикатно-магнетитовый и краско-мартитовый. Руды давно разрабатываются промышленностью, но их количество в сравнении с другими типами невелико [Металлогения . . . , 1974].

**МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — К этой ф. относится несколько месторождений, расположенных в Сербско-Македонском массиве. Проявления магнетита приурочены к древним кристаллическим сланцам, гнейсам и амфиболитам.

Рудные тела представлены пластообразными залежами и линзами массивных и вкрапленных руд, залегающими согласно с вмещающими породами. Протяженность пластов на некоторых месторождениях достигает нескольких километров, мощность — нескольких метров (Житни-Поток). Главные минералы — магнетит и кварц. Магнетит, сформировавшийся в гнейсах, характеризуется повышенным содержанием титана [Рудные формации . . . , 1978].

**УРАНОСНАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — По данным Р.П. Петрова (1969 г.) в областях ее развития разрез докембрия начинают биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы, а также интрузирующие их кварцевые диориты и гранодиориты, выше залегают железорудные, метабазитовые и гипербазитовые формации и, наконец, лептиты и среднезернистые гнейсы, кварциты и интрузии микроклиновых гранитов. В составе железорудной ф., вмещающей урановые руды, выделяются три свиты. Средняя, таконитовая, свита образована выдержанными по простиранию горизонтами куммингтонитовых, куммингтонит-биотитовых и биотитовых сланцев, магнетитовых, магнетит-гематитовых и гематитовых джеспилитов, итабиритов и таконитов. Реже в составе свиты встречаются микросланцы, лептиты и переслаивающиеся с ними доломитовые мраморы и диопсидовые кварциты. Комплексные железо-урановые руды залегают среди богатых гематит-магнетитовых железных руд [Рудные месторождения СССР, 1974].

**МЕДИСТО-СЕРНОКОЛЧЕДАННО-МАРГАНЦЕВО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена незначительными по запасам стратиформными залежами ордовикских железистых кварцитов, связанных с кремнисто-спилит-диабазовой геологической ф. Месторождения этой ф. (Туяк, Косагалы и др.) находятся на юго-востоке Атасуйского рудного района в Центральном Казахстане. Они относятся к кварц-пирит-пентландит-браунит-магнетитовому минеральному типу. Для слагающих их руд характерно повышенное содержание марганца, серы, германия, а для хлорит-кремнисто-магнетит-гематитовой разновидности также фосфора и глинозема [Металлогения Казахстана, 1980].

## МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ СКАРНОВ.** — Скарновые месторождения железа тесно связаны с умеренно кислыми гранитоидами — гранодиоритами, кварцевыми диоритами и монзонитами и располагаются чаще всего по контакту их с карбонатными толщами, реже по контакту интрузивных пород с вулканогенными (туфами, пор-

фиритами), а также среди самих интрузивных пород независимо от наличия карбонатных толщ.

Месторождения представлены вкрапленностью, гнездами и пластообразными телами магнетита и реже гематита в скарновых зонах, сложенных гранатами, пироксенами, эпидотом, скаполитом и другими минералами. Руды содержат от 25 до 70% (обычно 40—50%) Fe и часто до 1—2% и больше S, связанной с сульфидами, главным образом пиритом. Поэтому наибольшую ценность на этих месторождениях представляют верхние горизонты, в пределах зоны окисления, где руды маритовые (пирит в них окислен, сера выщелочена) и почти лишены этой вредной примеси. В рудах скарновых месторождений нередко наблюдается повышенное содержание ценной примеси кобальта.

Месторождения этого типа широко распространены в СССР — горы Магнитная, Благодать, Высокая на Урале и другие, месторождение Банат в Румынии и др. Масштаб месторождений сравнительно небольшой, крупные месторождения с запасами, превышающими 100 млн. т руды, относительно редки, в связи с чем удельный вес этого типа в мировой добыче железных руд невелик [Магакьян, 1955].

**ФОРМАЦИЯ РУДОНОСНЫХ СКАРНОВ (железорудный тип).** — Минеральный состав скарновой ф. сложен и разнообразен: преобладают различные гранаты (андрадит, андрадит-гроссуляр и др.), пироксены (диопсид, геденбергит, салит), скаполиты, эпидот. Из рудных минералов в скарновых зонах промышленные концентрации дают магнетит и гематит, шеелит и ряд других. В соответствии с относительной ролью отдельных металлов выделяются типы рудоносных скарнов: железорудный (горы Магнитная, Высокая, Благодать, Дашкесан и др.); вольфрам-молибденовый и ряд других. Эти типы месторождений единой скарновой ф. С.А. Вахромеев предлагает выделить в отдельные ф., с чем трудно согласиться. Дело в том, что в пределах одной и той же скарновой зоны на разных ее участках встречается несколько из выделенных типов, отвечающих отдельным стадиям развития процесса скарно- и рудообразования.

Основные положительные поисковые признаки на развитие рудоносных скарнов: наличие гипабиссальных умеренно кислых гранитоидов и связанных с ними гидротермальных месторождений, отсутствие или слабое развитие пегматитов.

Формация рудоносных скарнов в СССР имеет большое промышленное значение для железных (магнетитовых) и вольфрамовых (шеелитовых) руд и несколько меньше для ряда других металлов [Магакьян, 1969].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Представлена магнетитовым, титаномагнетитовым и колчеданно-магнетитовым рудными типами. Оруденение размещается в полях скарнов, приуроченных к останцам пород железисто-кремнистой ф. в мигматитах и гранитах. Железные руды образуют жильные тела, достигающие обычно единиц метров по мощности и нескольких десятков, реже — более сотни метров по простиранию. Руды характеризуются крупнозернистыми структурами и массивным сложением. Они имеют магнетитовый состав, а в отдельных случаях значительное количество сульфидов (колчеданно-магнетитовый рудный тип) или минералов титан-ильменита и сфена (титаномагнетитовый тип). Из нерудных минералов характерны фаялит, горнотолит, роговая обманка, биотит, иногда гранат, железа — 30—60%. Известные в Украинском щите месторождения данной формации (Володарское, Раздольное, Родионовское) из-за мелких масштабов оруденения промышленного значения не имеют [Металлогения . . . , 1974].

2. Скарновые магнетитовые руды в экзоконтактных зонах умеренно кислых гранитоидов. Образуют небольшие месторождения в Армении (Кохб, Шишкерт и др.) [по Магакьяну, 1966].

**СОБСТВЕННО ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Размещена в контакте гранитоидов ранневарисского возраста со среднепалеозойскими карбонатными толщами Казахстана. Руды представляют магнетит, гематит, с небольшим участием сульфидов. Генотип — Кентобе. Ф. перспективна на железо [Сатпаев, 1968].

**СКАРНОВО-МЕДНО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Переходное звено в группе медно-железорудных формаций между скарново-медной и скарново-железорудной. Месторождения формации связаны с известковыми и магнезиальными скарнами на контактах или вблизи контактов интрузивов среднего, реже кислого и щелочного состава с известняками и доломитами. Характеризуются весьма сложной и изменчивой формой рудных тел — сплошных и вкрапленных, редко жилообразных. Примерами таких месторождений могут служить Никитинское на Урале, некоторые участки Саяк-

ского в Казахстане и др. Наиболее широко распространены минералы скарнов — пироксены диопсид-геденбергитового ряда и гранаты типа гроссуляр-андрадит. Из рудных — магнетит, гематит, пирит, пирротин, халькопирит, борнит, кубанит [Голованов, 1978].

**Примечание.** Наряду со скарново-халькопирит-магнетитовым минеральным типом описываемой ф. (месторождение Ирису) можно выделить минеральный тип месторождений с резко подчиненным количеством халькопирита и широким развитием пирита (месторождение Чокадамбулак в Таджикистане). Дальнейшее уменьшение сульфидности руд приводит к собственно скарново-магнетитовой рудной формации. Получены данные о повышенной висмутности этой формации. Выделена магнезиально-скарновая висмутин-магнетитовая формация (один из участков рудопроявлений — Чокадамбулак) [Голованов, 1978].

**Син.:** скарновая медно-железная формация [Сатпаев, 1953, 1968], скарновая железо-медная формация [Иванкин, 1957].

**МАГНЕТИТОВАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Играет большую роль в добыче (17%) и балансе (8%) железных руд СССР. На нее до настоящего времени ориентирована значительная часть металлургической промышленности. К этой ф. относятся месторождения гор Магнитной, Благодать, Высокой на Урале, Качарское, Соколовское, Сарбайское и др.

С некоторой условностью к этой формации отнесены также магнетитовые скарновые месторождения магнезиально-силикатного типа в древних архейско-раннепротерозойских структурах (Алдан, Прибайкалье).

За рубежом скарновые железорудные месторождения имеют подчиненное значение (менее 1% общих запасов). К ним относятся месторождения Риф в Марокко, Айрон-Спринг в США и др.

Месторождения имеют самые различные запасы — от нескольких миллионов до нескольких миллиардов тонн; наиболее обычны с запасами 100—400 млн. т. Промышленное значение имеют сплошные, отчасти вкрапленные руды, главным рудным минералом в которых является магнетит, реже присутствует гематит, иногда превращенный в мушкетовит.

На некоторых месторождениях в рудах содержится значительное количество сульфидов (пирит, иногда кобальтоносный, халькопирит, сфалерит). Содержание железа колеблется в широких пределах — от 25—30 до 55—70% (обычно около 40). Часто присутствует примесь кобальта, иногда бора.

Среди месторождений рассматриваемой ф. в общем можно наметить два типа (И.И. Пастушенко, 1973 г.; В.Е. Попов, 1966 г.): а) с рудными телами главным образом пластовой формы, залегающими согласно с вмещающими породами, повторяя и их складчатые структуры; иногда на этих месторождениях отмечается сочетание "стратиформных" и секущих залежей; б) с рудными телами сложной формы, дискондантной по отношению к вмещающим породам.

Максимальными размерами характеризуются месторождения первого типа (Качарское, Соколовское), второй обычно представлен мелкими месторождениями с запасами до 100 млн. т, лишь иногда образует узлы с запасами до 300 млн. т (мелкие месторождения Средней Азии и др.) [Критерии . . . , 1978].

**ФОРМАЦИЯ СКАРНОВ С МАГНЕТИТОМ (иногда с халькопиритом).** — Представлена неправильными сложными телами гранат-пироксен-магнетитовых скарнов, сложенными магнетитом, амфиболами, пироксенами, гранатами, кальцитом, кварцем и связанными с диоритами и диабазами. Например, юрское месторождение Санчаро в Приволжораздельной металлогенической зоне Северного Кавказа [по Черницыну и др., 1971].

**ПОСТГАББРО-ГРАНИТОИДНАЯ СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (поздняя, контактово-метасоматическая).** — Субформации: магнетитовая — Урал, (гора Магнитная, Соколовское месторождение); магнетит-халькопиритовая — Урал; магнетит-апатитовая — Урал (горы Высокая, Благодать, Лебяжинское месторождение); магнетит-кобальт-мышьяковая — по П.М. Татарину и др. (1957 г.), редка, сопряжена с габбро-граносиенитовой, габбро-диоритовой, диорит-плаггиогранитной ф., а также с магнетит-апатитовой субформацией, известна на Урале (горы Высокая, Благодать, Лебяжинское месторождение), иногда сопряжена с габбро-плаггиогранитной ф., например на Урале, на Малом Кавказе [Попов, 1968].

**СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (поздняя, контактово-метасоматическая).** — Выделена Х.М. Абдулаевым (1950 г.). Сюда относится выделенный П.М. Татаринным и соавторами (1957 г.) скарновый железорудный комплекс (с медью и ко-

бальтом), сопряженный со штоковым гранитоидным комплексом, образовавшимся в поздних внутренних и краевых прогибах. Выделенные ими в этом комплексе рудные ф., по мнению автора, отвечают следующим субформациям: 1) магнетитовой и швелит-магнетитовой (частью с медью и кобальтом), известным в геосинклинальных междуядерных зонах, например в Среднем Тянь-Шане (Чаткал), в ядерных (Дарваз), в постумных, например в Казахстане (Атансор, Саяк), в Туве (Торгалы) и др.; 2) медно-магнетитовой, частью с кобальтом, известной в геосинклинальных ядерных зонах, например в Среднем Тянь-Шане (Турангул-сай), в Дарвазе (Оби-хумбоу), на Малом Кавказе (Дашкесан) [Попов, 1968].

Син.: магнетитовая контактовая ф. [Усов, 1931; 1933], исключительно редкая скарново-магнетит-шеелитовая ф. (Абдулаев, 1950 г.); [Попов, 1968].

**ПОСТЩЕЛОЧНО-ГРАНИТОИДНАЯ СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (поздняя, контактово-метасоматическая).** — С примесью меди, молибдена и швелита. Сопряжена с постплатформенной субщелочной гранит-сиенитовой ф., по Ю.А. Билибину, 1955 г. [Попов, 1968].

**ПОСТГРАНИТОИДНАЯ ПОСЛЕМАЛОИНТРУЗИВНАЯ (ДОДАЙКОВАЯ) СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (поздняя, контактово-метасоматическая).** — Выделена Ю.А. Билибиным (1955 г.). Субформации: палеотипная, скарново-магнетит-кобальтовая. По данным Ю.А. Билибина (1955 г.), П.М. Татарина с соавторами (1957 г.), связана с ядерными (Карамазар, Жариков, 1956 г.), а также с "поздними" малоинтрузивными гранитоидными ф. [Попов, 1968].

**МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Объединяет довольно многочисленные на восточном склоне Урала месторождения магнетитов контактно-метасоматического типа, связанные в своем происхождении с сиенитовыми и плагиогранитными интрузиями. Типичными примерами таких месторождений являются широко известные Гороблагодатское и Высокогорское [Пронин, 1962].

**МАГНЕТИТОВАЯ И СУЛЬФИДНО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает в себя контактово-метасоматические магнетитовые, сульфидно-магнетитовые и сульфидные месторождения, расположенные в пределах Тагильско-Магнитогорского погружения на Северном Урале. По составу руд здесь можно условно выделить две субформации: магнетитовую и сульфидную, которые имеют, однако, взаимопереход через месторождения сульфидно-магнетитового типа (Ауэрбаховское месторождение). Все месторождения связаны с небольшими интрузиями габбро-диоритов, диоритов и кварцевых диоритов, прорывающими комплекс осадочных и вулканических пород среднего девона [Пронин, 1962].

**ЖЕЛЕЗО-МЕДНО-МОЛИБДЕН-ВОЛЬФРАМОВАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с ранневарисскими гранитоидами, размещена в контакте их с породами нижнего палеозоя Казахстана. Генотипы — Мурзачоку, Самомбет. Формация перспективна на железо, медь и редкие металлы [Сатпаев, 1968].

**ЖЕЛЕЗО-МЕДНО-КОБАЛЬТОВАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с гранитоидами средней основности, размещена в контакте их с карбонатными толщами среднего палеозоя Казахстана. Генотип — Саяк. Ф. весьма перспективна на железо и медь [Сатпаев, 1968].

**ЗОЛОТО-МОЛИБДЕН-МЕДНО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Наиболее широко распространена в Тургайском прогибе. Месторождения этой ф. залегают в вулканогенно-карбонатной и вулканогенно-терригенной толщах, прорванных интрузиями габбро, габбро-диоритов и диоритов.

Рудная ф. представлена тремя минеральными типами. Доминируют месторождения гидросиликатно-скарново-пирит-магнетитового типа, которые являются в различной степени метаморфизованными залежами кремнисто-карбонатисто-туффито-железистых или карбонатисто-туффито-железистых осадков. К пироксен-скаполит-магнетитовому минеральному типу этой ф. относятся типично метасоматические залежи, принимающие участие в строении Качарского, Куттукского, Соколовского и других месторождений. К плагиоклаз-магнетитовому минеральному типу относятся магматические месторождения в ультрабазитах (Надеждинское) и габброидах (Давыдовское, Западно-Кунайжаркульское месторождения) [Металлогения Казахстана, 1980].

**ЗОЛОТО-МОЛИБДЕН-МЕДНО-КОБАЛЬТ-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Ф. охватывает многочисленные скарново-железорудные, скарново-кобальт-железо-

рудные, скарново-пропилит-медно-золотые, березит-золото-медные, березит-молибден-медные (порфировые), боросиликатно-золото-медные и кварц-золото-медные проявления, ассоциирующие с пестрыми по составу гранодиоритовыми комплексами в структурах рифтового типа (Степнякская структурно-формационная зона Казахстана) [Металлогения Казахстана, 1980].

2. Связана с гранодиорит-гранитовой магматической ф. К известково-скарново-альбит-дашкесанит-герсдорфит-магнетитовому минеральному типу этой рудной ф. относятся месторождения Атансор, Кузган и другие в Центральном Казахстане. Они характеризуются повышенным содержанием в рудах Mn, Zn, Co, As. [Металлогения Казахстана, 1980].

**ФОСФОРНО-МЕДНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает месторождения докембрийских железистых кварцитов, связанных с базальт-липаритовой геологической ф. Выделяются три минеральных типа этих месторождений.

Кварц-магнетит-гематитовый тип представлен Гвардейским и другими месторождениями, расположенными в пустыне Бетпак-Дала.

Средние и мелкие по запасам месторождения кварц-апатит-магнетит-гематитового минерального типа широко распространены в Карсакпайском рудном районе.

Севернее Карсакпая, на юго-востоке Тургайской области, известны небольшие по запасам месторождения контактово-метаморфизованных железистых кварцитов скарноидно-кварц-апатит-хлорит-гематит-магнетитового типа (Ащи-Тасты и др.) [Металлогения Казахстана, 1980].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения: гора Магнитная на Урале, Тельбесское в Горной Шории, Железный кряж в Забайкалье, Дашкесан на Кавказе и Банат в Венгрии, связанные с гранитоидами. Из месторождений, связанных с сиенитами, отметим гору Благодать и гору Высокую на Урале.

Вещественный состав руд этих месторождений характеризуется магнетитом и гематитом с небольшой примесью сульфидов (пирита, халькопирита, пирротина, сфалерита и др.). Сопровождающие минералы — гранат, пироксен, амфибол, кальцит, хлорит, эпидот, кварц.

Железорудные месторождения Восточной Сибири (Ангаро-Илимское) залегают среди карбонатных пород, песчаников и туфогенных пород и связаны с основными породами — траппами. По Г.И. Антипову и соавторам (1960 г.), руды существенно магнетитовые и отличаются сферолитовыми и колломорфными текстурами, указывающими на небольшую глубину их образования [Вахромеев, 1961].

**МАГНЕЗИОФЕРРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Оруденение представлено жилами и метасоматическими штоками, которые контролируются разломами и вулканическими трубками в полях развития траппов; трубки обычно заполнены туфовым материалом, который легко замещается рудой.

В составе руд главную роль играет магнетит — необычный по составу (это магнезиоферрит с содержанием до 9% MgO) и форме выделений (концентрически-зональные и колломорфные выделения, напоминающие пизолиты); в виде примеси присутствуют гематит, хлор-апатит, карбонаты, редкие сульфиды и кварц. В боковых породах, обычно когда они представлены карбонатными толщами, развиты гранат, скаполиты, диопсид, свидетельствующие о высоких температурах рудоносных растворов. О высоких температурах свидетельствуют состав руд и характер окolorудных изменений, о малых глубинах — тесная связь оруденения с вулканическими трубками, залегание руд среди излившихся пород-траппов и скорлуповатые выделения магнетита.

Месторождения группируются вокруг небольших интрузивов габбро-диабазов верхнепалеозойского или триасового возраста в пределах Сибирской платформы, а также в районе Норильска и на Таймыре [Магакьян, 1969].

**МАГНЕЗИОФЕРРИТОВАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Роль месторождений этой ф. пока невелика: 2,1% запасов железных руд в СССР, 3,7% добычи. Перспективы выявления средних и крупных месторождений легкообогащаемых руд значительны. Известно несколько десятков месторождений, тяготеющих к краевым частям Тунгусской синеклизы. Они приурочены к зонам глубинных разломов, отраженных в верхнем структурном ярусе обширными полями трапповых интрузий среди осадочно-вулканогенных и осадочных (туфовых и карбонатных) толщ.

Рудные залежи представляют собой в большинстве случаев сочетание штоко-, пластообразных, жильных и неправильной формы рудных тел мощностью в десятки метров,

протяженностью до первых километров и глубиной распространения в сотни метров. Главный рудный минерал — магнетиоферрит (магномагнетит). Характерны два типа руд: а) сплошные (жильные) с массивной и полосчатой текстурой, содержащие до 67% железа, 2) вкрапленные и брекчиевидные (метасоматические), а также сетчато-прожилковые и кокардовые руды с содержанием железа от 20 до 50%. Особенно интересны оолитовые текстуры руд. Среднее содержание железа — 30—45, магнезии до 11, окиси кальция — до 14, серы от следов до 0,6, фосфора — в пределах 0,15—0,3% [Критерии..., 1978].

**ФОРМАЦИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАГНЕТИТОВЫХ РУД.** — Генетически связана с траппами (Ангаро-Илимская группа месторождений). Рудные тела залегают среди траппов, частично в карбонатных породах, а также среди песчаников и сланцев. Типичная форма этих тел — жильная. По простиранию жилы прослеживаются на сотни метров (до 2—3 км), мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 5—6 м и для ряда главных жил — до 20—30 м. Значительно реже встречаются штоки и штокверковые зоны (мощностью до 100 м). Рудные тела сложены главным образом магнетитом (магнетиоферритом). Характерны его скорлуповатые (оолитообразные) выделения. Качество руд высокое, содержание Fe 48—60%. Запасы значительные [по Магакьяну, 1955].

**ПЛАТФОРМЕННАЯ МАГНОМАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Эта ф. известна лишь на Сибирской платформе (Средне-Ангарский, Ангаро-Илимский и Ангаро-Катский районы). Она объединяет месторождения, сформированные в мезозойском этапе тектоно-магматической активизации платформы и пространственно связанные с характерными для этого этапа трапповыми интрузиями. Месторождения образуются на различных стратиграфических уровнях от кембрия до триаса в результате взаимодействия рудоносных растворов с литологически благоприятными для оруденения породами, принадлежащими различным платформенным геологическим формациям, что является одной из отличительных особенностей этой рудной формации. Оруденению обычно предшествует скарнирование боковых пород с последующим их изменением — хлоритизацией, серпентинизацией и другими процессами. Минеральный состав руд довольно однообразен и несложен. Главными рудными минералами являются магнетит и магномагнетит с различным содержанием магния [Принципы..., 1977].

**МАГНЕТИТ-ХАЛЬКОПИРИТ-ПЕНТЛАНДИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает ликвидационные, а также гидротермальные месторождения умеренных и малых глубин, высоко-, средне- и низкотемпературные. Она проявлена в течение всего послепротерозойского периода истории Земли, но особенно широко представлена в позднем палеозое и мезозое. Месторождения пространственно, парагенетически, а иногда и генетически связаны с траппами (интрузиями и эффузивами толеит-базальтовой серии). Основной район развития траппов в СССР: Сибирская платформа; за рубежом: в ЮАР, Индии, в очень небольшом масштабе на востоке Североамериканской платформы, в крупных масштабах — в Бразилии.

Среди разнообразных месторождений, входящих в состав рудной ф., выделяются следующие минеральные типы: пирротин-халькопирит-пентландитовый, пирит-миллерит-халькопиритовый, талнахит-кубанитовый, борнит-галенит-сфалеритовый, кальцит-гематит-магнетиоферритовый и др.

Рудные тела ликвидационных месторождений представлены линзовидными залежами сплошных и вкрапленных руд, жилами; среди гидротермальных образований известны штокверки, минерализованные зоны дробления, жилы, трубообразные тела. Рудные минералы: пирротин, халькопирит, талнахит, магнетит, кубанит, пентландит, миллерит, валлернит, виоларит, бравоит, борнит, платина, сперилит, палладий, магнетиоферрит (магномагнетит) и др.

Практическое значение формации связано в первую очередь с входящими в ее состав медно-никелевыми месторождениями. Месторождения железа данной формации имеют существенное значение лишь для СССР. Это Коршуновское, Рудногорское, Красноярское, Нерюндинское, Татьянинское, Тагарское и другие месторождения на Сибирской платформе [Строна, 1978].

**ХАЛЬКОПИРИТ-КОБАЛЬТИН-МАГНЕТИТОВАЯ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННО СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Для нее настолько типичны скарновые месторождения, что мы сочли возможным отразить это в названии ф. Вместе с тем в ее состав входят также высокотемпературные гидротермальные месторождения умеренных глубин и, может

быть, своеобразные собственно магматические (позднемагматические) образования — апатит-магнетитовые месторождения Северной Швеции, генезис которых во многом остается неясным.

Время проявления формации: ранний докембрий—палеоген, но если исключить объекты, формационная принадлежность которых сомнительна, то этот интервал сократится до палеозоя—мезозоя с совершенно отчетливым максимумом в раннем—среднем палеозое.

Месторождения парагенетически связаны с интрузивными габбро-диорит-плагиогранитовой или габбро-монзонит-граносиенитовой ф., характерными для ранних этапов развития эвгеосинклинальных структур (включая ранние фазы складчатости).

Четыре основных промышленных компонента этих месторождений (железо, медь, кобальт и золото) в разных соотношениях образуют ряд минеральных типов, хотя в целом эта ф. не отличается большой пестротой и разнообразием. Основные минеральные типы: скарново-магнетитовый, скарново-магнетит-халькопиритовый, скарново-кобальтин-магнетитовый, скарново-золото-сульфидный, скарново-золоторудный, кварц-сульфидно-золоторудный, флюорит-apatит-магнетитовый. Рудные минералы: магнетит, гематит, пирит, халькопирит, кобальтин, галенит, сфалерит, арсенопирит, золото, молибденит, шеелит, никелин, линнеит и др.

Для месторождений характерны относительно богатые руды при умеренных или небольших размерах рудных тел. Сами рудные тела — преимущественно пластообразные или линзовидные залежи, реже — жилородные тела.

Практическое значение месторождений по каждому из основных четырех компонентов — второстепенное. Однако следует иметь в виду, что в связи с особенностями размещения железорудных месторождений и высоким качеством руд в СССР эта ф. при небольшой доле запасов железа играет видную роль в его добыче.

Месторождения железа: горы Магнитная, Высокая, Благодать, Соколовское, Сарбайское и др., Банат в Венгрии, может быть, Кирунавара в Северной Швеции [Строна, 1978].

**АПАТИТ-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Пространственно и генетически тесно связана с сиенитами и сиенито-диоритами, характеризуется срастаниями двух главных рудообразующих минералов — магнетита и апатита, к которым примешиваются гематит, слюды, флюорит. Характерны дайкообразные и линзообразные тела с очень высоким содержанием железа (55—70%) и высоким содержанием фосфора (2—4% и выше).

Запасы магнетитовых месторождений Северной Швеции достигают весьма внушительной цифры — 5 млрд. т руды. Это одно из крупнейших месторождений железа и самое крупное в мире скопление магнетита. Удельный вес месторождений этого типа в мировой добыче железных руд составляет около 5% и почти целиком падает на одну страну — Швецию (месторождение Кируна и др.) [Магакьян, 1955].

2. Представлена залежами сплошных богатых руд различного размера и формы в вулканогенных толщах. В СССР известны лишь три месторождения этой ф.: Лебяжинское на Урале, Абовянское в Армении и Холзунское в Горном Алтае. Наиболее значительные объекты известны за рубежом: в Северной (Кирунавара, Гелливар, Ректор) и Центральной (Гренгесберг) Швеции и др.

Главным рудным минералом является магнетит, реже гематит, всегда сопровождаемые апатитом, количество которого иногда достигает 4% объема руды. В зарубежных месторождениях содержание железа обычно более 60, иногда до 68%, содержание фосфора до 2%. Имеются примеси титана (0,3%), ванадия (0,13—0,18%) [Критерии..., 1978].

**ФОРМАЦИЯ АПАТИТ-МАГНЕТИТОВЫХ РУД.** — Тесно связана с габбро-сиенитовыми и сиенит-диоритовыми дифференциатами основных магм ранней или средней, иногда конечной (?) стадии развития геосинклинальных складчатых зон.

Рудные тела апатит-магнетитовых руд залегают частью среди интрузивных пород (сиенитов, сиенит-диоритов), но главным образом в скарнированных карбонатных или вулканогенных породах экзоконтакта; формы рудных тел: линзо-, жило- и дайкообразные различных размеров (от мелких до значительных). Наряду с массивными очень богатыми рудами широко развиты брекчиевые и прожилковые среди раздробленных вмещающих пород с отложениями хорошо образованных октаэдрических кристаллов магнетита. В составе руд главную роль играют магнетит и апатит в различных количественных соотношениях (от почти мономинеральных магнетитовых до чисто апатитовых

руд): в среднем содержание апатита в руде составляет 2—3%. Интересно отметить высокое содержание в апатите элементов группы TR, особенно Ce и La. Содержание Fe в рудах колеблется от 20—25% в брекчиевидных и прожилковых до 60—70% в массивных; содержание Ti, Mn, V, S низкие, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — до нескольких процентов.

По генетическому типу месторождения этой ф. относятся к гистеро-магматическим, нередко с большой ролью скарновых и пневмато-гидротермальных наложенных процессов. К этому типу относятся Лебяжинское месторождение на Среднем Урале (в районе горы Высокой); громадные месторождения района Кирунаваара в Северной Швеции и аналогичные месторождения Норвегии (Лофотен), США (Адирондак), Мексики, Чили и других стран [Магакьян, 1969].

**АПАТИТ-ПЕРОВСКИТ-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Выделена на основании ее устойчивой минеральной ассоциации и четкой приуроченности к магматической ф. щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами.

В состав руд входят магнетит (с примесью магнезии), титаномагнетит, ильменит, которым сопутствуют апатит, перовскит, пироксид, бадделит и другие редкоземельные минералы, циркон, флогопит, вермикулит. Рудные тела имеют жильную и штокверковую форму, размеры их измеряются обычно сотнями метров. Они располагаются среди различных пород интрузий щелочно-ультраосновных ф., локализованных только на платформах. Выделяются 3 типа руд: перовскит-магнетитовый, апатит-форстерит-магнетитовый, циркон-пироксид-apatит-магнетитовый (карбонатитовый). Содержание железа невысокое (15—30%). Благодаря присутствию ряда ценных компонентов эксплуатация месторождений рентабельна.

На Русской платформе к описываемой ф. относятся месторождения Ковдор, Африканда и др., на Африканской — Палабора и др., на Южно-Американской — Якупиранга, на Северо-Американской — Паудерхорн. Размеры месторождений средние и крупные, запасы измеряются сотнями миллионов, а на севере Сибирской платформы, по-видимому, первыми миллиардами тонн. Доля месторождений этой ф. в известных запасах СССР невелика (0,8%) [Критерии..., 1978].

**КАРБОНАТНАЯ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНО-ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Существенно преобладают породы основного состава — амфиболовые и амфибол-пироксеновые кристаллические сланцы. Метабазиты занимают 40—50% объема ф., из них 20—30% — ортоамфиболиты, около 1% — метультрабазиты, остальные метагаббро.

Руды магнезиально-силикатно-магнетитовые с постоянной примесью пирротина и пирита, эпизодически содержат людвигит. Железо общее составляет 35—46%. Рудам сопутствуют доломитовые мраморы и кальцифиры, диопсидовые и форстеритовые породы, салит-плагиоклазовые кристаллические сланцы. Характерна прерывистость оруденения по простираанию продуктивных горизонтов, протяженность их рудоносных частей не превышает 6—12 км, а перерывы между ними составляют 2—10 км.

Крупнейшие месторождения магнезиально-силикатных магнетитовых руд приурочены к Унгра-Тимптонскому синклинию (Дес-Леглиерский район) Алданского щита [Киселев, Кравченко, 1979].

*Примечание.* Крайне противоречивы суждения о происхождении этой ф. Видимо, по этой причине ей даже не нашлось места в ряду железорудных ф. докембрия, рассмотренных Л.Н. Формозовой (1973 г.) [Киселев, Кравченко, 1979].

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена хлорито-куммингтонит-гематит-магнетитовыми рудными типами. К ней относятся месторождения северного и южного районов Криворожского бассейна, а в отдельных случаях — Саксаганского района. Главным минералом руд является магнетит (80—90%), нерудные минералы — кварц, хлорит, карбонаты и амфиболы. На участках проявления щелочного метасоматоза магнетитовые руды бывают измененными — вместо куммингтонита находятся щелочные амфиболы и эгирин; в некоторых зонах проявляются карбонатизация и гематитизация. Структуры руд зернистые гранобластовые, текстуры — полосчатые, складчато-полосчатые, обусловленные процессами осадконакопления; железа — 50—62%; сопутствующим элементом является германий.

Формы рудных тел столбовидные, пластовые и линзовидные, иногда штоко- и гнездообразные. Наиболее крупные размеры характерны для пластовых и линзовидных рудных тел; протяженность по простираанию и падению достигает сотен метров при мощности до 10—40—60 м [Металлогения..., 1974].

**ПОСТБАЗАЛЬТОИДНАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ** (ранняя, средне-ранняя,

средне-поздняя и поздняя, жильно-метасоматическая). — Субформации: кайнотипная, сублимационная. Связана как с наземными, так и с подводными базальтоидными ф. Примеры: налеты и жилки железного блеска по трещинам срединно-океанических подводных базальтов на островах Тихого океана (о-в Лакруа, по Г. и Ж. Термье, 1956 г.); магнетитовое оруденение в связи с якутскими подплатформенными трапповыми формациями (В.И. Гоньшакова, 1957 г.) [Попов, 1968].

**ПОСТГАББРОВАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ** (поздняя, жильно-метасоматическая). — Нередко представлена залежами магнетита или же титаномагнетита, например, Урал, Качканар (В.А. Обручев, 1928 г., 1934), Султаниздаг.

Субформации: палеотипная, жильно-метасоматическая [Попов, 1968].

**ПОСТГАББРО-ДИАБАЗОВАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ** (ранняя, средне-ранняя, средне-поздняя и поздняя, жильно-метасоматическая). — В Якутии в связи с трапповой габбро-диабазовой ф. образовались пластовые залежи магнетита, гематита (Ангара и др.). Нередко рудная ф. выражена только небольшими прожилками железного блеска, выделившимися по трещинам габбро-диабазов.

Субформации: кайнотипная, палеотипная, метасоматическая, гематитовая, магнетитовая [Попов, 1968].

Син.: магнетитовая ф., сопряженная с интрузивной трапповой габбро-диабазовой (Ю.А. Билибин, 1955 г.; Общие принципы..., 1957 г.) [Попов, 1968].

**ПОСТОФИОЛИТОВАЯ ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ** (поздняя, жильно-метасоматическая). — По П.М. Татаринovu и др. (1957 г.), это магнетит-халькопиритовая ф., развивающаяся в серпентинизированных офиолитовых ф., например, на Урале, Кольском полуострове [Попов, 1968].

**ПОСТГРАНИТОИДНАЯ ПОСЛЕМАЛОИНТРУЗИВНАЯ (ПОСЛЕДАЙКОВАЯ) ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ** (поздняя, жильно-метасоматическая). — Субформации: 1) кварц-гематитовая — известна в Кармазаре; 2) гематитовая (западноевропейский тип, по Ю.А. Билибину, 1955 г.) — известна в постумных ф. Северного Тянь-Шаня (Чатыркуль, Жосалы) и Северного Прибалхашья (Тогай I — линза железного блеска с сульфидами); иногда содержит медь; 3) гематит-барит-флюорит-сидеритовая — Джунгарский Алатау (Карташово); 4) марганцевая (западноевропейский тип, по Ю.А. Билибину, 1955 г.) — известна в Западной и Центральной Европе, на Центральном Памире (с сидеритом и кварцем) и др.; 5) метасоматическая сидеритовая (с баритом, кварцем, халькопиритом) — известна в карбонатных формациях Западной Европы, Урала (Бакал), в Срединном Тянь-Шане (Абаил) и на Северном Памире (Ванч, Танымас); частью может относиться к телетермальным ф. или же иметь эпигенетическое осадочное (гипергенное) происхождение [Попов, 1968].

Син.: кварцевые железоблесковые жилы (Б.Н. Наследов, конец 20-х годов, Кармазар), железомарганцевые ф.: метасоматическая и жильная (М.А. Усов, 1931 г., 1933 г.) [Попов, 1968].

**ТЕЛЕТЕРМАЛЬНАЯ СИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ** (поздняя, жильно-метасоматическая). — Известна на Урале (Бакал), в Срединном Тянь-Шане (Абаил, по В.Г. Горьковцу) [Попов, 1968].

**ФОРМАЦИЯ СРЕДНТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИДЕРИТОВЫХ РУД.** — Представлена жильными и метасоматическими залежами (Бакальское на Южном Урале, Эрцберг в Австрии, Уенца в Алжире, Бильбао в Северной Испании) в карбонатных толщах. Связана с глубинными, вероятно, гранитоидными очагами. Руды содержат ценную примесь марганца.

Масштаб отдельных объектов определяется довольно внушительными цифрами запасов в сотни миллионов тонн руды; качество руды очень высокое. Удельный вес в мировой добыче сравнительно невелик [Магакьян, 1955].

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ФОРМАЦИИ

**ГЕМАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена на Малом Кавказе Алабашлинским месторождением и рудопроявлениями. Это месторождение гематита приурочено к нижнебайосской вулканогенной толще и состоит из двух рудных тел пластообразной формы. Верхний рудный пласт размыт на значительной площади, нижний прослежен на площади около 2 км<sup>2</sup>. Железные вкрапленные и массивные руды возникли при гидротермальном замещении туфов гематитом вдоль слоистости. Руды сложены гематитом, гёт.

том, гаусманитом, пиритом, халькопиритом, борнитом, ковеллином, халькозином, кварцем, серицитом, хлоритом, эпидотом, кальцитом, алунитом и каолинитом. Чардалинское жильное проявление гематита расположено в экзоконтакте плагиогранитового интрузива среди кварцевых плагиопорфиров. Кроме гематита, в руде встречаются также магнетит и пирит. Эти гематитовые руды кобальтоносны [Абдулаев, 1967].

**ЖЕЛЕЗО-ГЕМАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Межпластовые тела массивных и штокверковых руд на контактах между покровами эффузивов. Связаны с бескальдерными вулканами центрального типа. Например, месторождения Болидара, Ташкесян, Салгар Подадурского рудного поля [по Яковлеву и др., 1965].

**ЖЕЛЕЗО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена двумя структурными типами рудных тел, связанных с бескальдерными вулканами центрального типа: а) овальными телами, ограниченными дугообразными разрывами (например, месторождение Маднеули); б) штокверковыми, гнездообразными и другими неправильными телами в диатремах (например, ряд трубок в Хопи-Навахо) [по Яковлеву и др., 1965].

**КВАРЦ-МАГНЕТИТОВАЯ (гематитовая) ФОРМАЦИЯ.** — Представлена двумя видами: а) гидротермальные залежи, жилы, сложенные магнетитом, халькопиритом, гематитом, кварцем, кальцитом и связанные с диоритами, габбро, диабазами и др. (например, палеозойские месторождения Карабек, Турова башня в металлогенической зоне Передового хребта Кавказа); б) гидротермальные жилы, сложенные магнетитом, гематитом, арсенопиритом, кварцем, турмалином и связанные с малыми интрузиями гранитоидов (например, мезозойское месторождение Сардидон в Северной металлогенической зоне Кавказа) [по Черницыну и др., 1971].

**МЕДНО-МАГНЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Медно-магнетитовые руды, связанные с комплексом щелочных габброидов и базальтоидов. Гидротермальный метаморфизм, связанный с фумарольно-сульфатной деятельностью, выразился в широком площадном развитии процессов пропилитизации и кварцитизации. К наиболее измененным разностям пород приурочено и оруденение.

М.-м. ф. локализована на юге Казахстана и в Таласском Алатау (экструзивно-интрузивные массивы Ирисч, Кайнды, а также Даубабинский стратовулкан) [по Фремду, 1965].

**МЕДНО-ГЕМАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Небольшие проявления медно-гематитовых руд в экзоконтактовых ореолах герцинских гранитоидов Армении [по Магакьяну, 1966].

**ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕН-МЕДНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Распространена в Каркаринском рудном районе Центрального Казахстана. Типичными представителями этой ф. являются месторождения Кенътюбе, рудам которого свойственно несколько повышенное содержание серы [Металлогения Казахстана, 1980].

**МЕТАМОРФОГЕННО-ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ (?) ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ И МАРГАНЦЕВЫХ РУД.** — Размещена в зонах региональных разрывных структур, среди хорошо расслоенных кремнисто-карбонатных осадков карбона Казахстана, вблизи контакта их с гранитоидами и их дайковыми отщеплениями. Генотип — Каражал [по Сатпаеву, 1968].

**ГИДРОТЕРМАЛЬНАЯ КАЛЬЦИТ-БАРИТОВАЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с региональными поясами разрывных структур и контролируемые ими интрузиями адамеллитов и гранит-порфиров; размещена в контакте их с кластическими толщами верхнего девона Казахстана. Иногда марганцевые минералы обособляются от железных, давая скопления практически мономинеральных высокосортных марганцевых руд [Сатпаев, 1968].

**ПОСТАЛЬБИТОФИРОВАЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ (ранняя, средне-ранняя, средне-поздняя и поздняя постгабброидная, жильная).** — Выделена Ю.А. Билибиным (1955 г.). Субформации: кайнотипная, палеотипная. По П.М. Татарину и др. (1957 г.), образовалась как в доофиолитовую фазу, так и в постофиолитовую [Попов, 1968].

**БАРИТ-СУЛЬФИДНО-ГЕМАТИТ-СИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — К этой ф. отнесены альпийские гидротермальные месторождения, расположенные в Венгерском Среднегорье (Мартони, Рудабанья, Упюнь), Бужовинском покрове (Дельница) и Старплатинской зоне (Кремиковци). Полезные компоненты — железо, барит, медь и свинец, из которых преобладает железо, а практическая значимость других в отдельных месторождениях непостоянна.

Сидеритовые тела в виде линз, прослоев и тел неправильной формы, залегающие в нижне- и среднетриасовых доломитах, образовались в результате метасоматического замещения карбонатных пород. Главные минералы при значительных колебаниях их количественных соотношений — сидерит, гематит, лимонит, барит, галенит, халькопирит [Рудные формации..., 1978].

**ЖИЛЬНАЯ ХАЛЬКОПИРИТ-СИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Многочисленные месторождения этой ф. расположены в Западных Карпатах. Основные компоненты руд — железо и медь, а в отдельных месторождениях также ртуть, висмут и барит. Это явилось основанием для выделения киноварно-халькопирит-сидеритовой (Рудняны) и висмут-халькопирит-сидеритовой (Алдинац) субформаций.

Жилы имеют протяженность 0,3—7 км, на глубину вскрыты до 0,4—1 км, их мощность 1—30 м. К главным рудным минералам относятся халькопирит, тетраэдрит. Основной минерал, сплагающий жилы, — сидерит [Рудные формации..., 1978].

**ЖИЛЬНАЯ КВАРЦ-СИДЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения этой ф. расположены в Западных Карпатах. Характерен существенно кварц-сидеритовый состав жил и незначительная примесь барита, различных сульфидов и магнетита. Жилы образуют обширные рудные поля или зоны протяженностью 10 км и более (рудные поля Дюмбнер—Лударова Гора, Луциа—Баня и др.). Мощность жил небольшая. Вертикальный размах оруденения точно не установлен, но предполагается, что он нередко достигает 1000 м [Рудные формации..., 1978].

**ОПАЛ-ГЕМАТИТ-ЛИМОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена рудопроявлениями, приуроченными к неовулканикам Вигорлат-Гутинской гряды и к карбонатным породам Южно-Гемеридной зоны Карпат.

Рудные тела — жилы, прожилковые зоны, неправильной формы залежи и гнезда, расположенные в тектонических зонах во вмещающих породах. К главным минералам относятся гематит и лимонит, к второстепенным — опал, пирит, анкерит и кварц. Предполагается, что рудные тела образовались в результате инфильтрации водных растворов вадозного происхождения, а образованные руды впоследствии были частично окислены. Рудопроявления ф. возникли в альпийский тектоно-магматический цикл, в его орогенную (Лучка, Борка) и позднеорогенную (Трнава-При-Лаборци, Поруба-Под-Вигорлатом) стадии. Они не представляют промышленного интереса ввиду малых размеров и наличия труднообогатимых руд, убогих по содержанию железа [Рудные формации..., 1978].

## ФОРМАЦИИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

**ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Широко распространена и представлена разнообразными, но преимущественно мелкими месторождениями. По минералогическому составу выделяются три рудных типа: гематит-мартитовый, лимонитовый и сидеритовый. Гематит-мартитовый в свою очередь подразделяется на два подтипа: богатые мартитовые и гематитовые руды.

Богатые мартитовые руды развиты в Саксаганском районе Криворожского бассейна и на Белозерском месторождении. Они имеют важнейшее промышленное значение. Минеральный состав: мартит (60—85%), гематит (15—35%), реликты магнетита, кварц, глинистые минералы; железа — 56—68%, нередко есть германий. Рудные тела характеризуются пласто- и столбообразной формами, размеры определяются единицами и десятками метров по мощности и сотнями метров по простиранию. Пористость руд иногда весьма значительная и достигает 10—25%.

Гематитовые руды представлены выщелоченными пористыми джеспилитами ("шелестухами") и гётит-гематитовыми ("красковыми") рудами. Выщелоченные джеспилиты окаймляют тела богатых мартитовых руд и образуют самостоятельные залежи. Шелестухи состоят из мартита и незначительного количества кварца, гидроокислов железа и глинозема; железа — 45—55%. Мощность шелестух достигает 10 м и редко более; в глубину они прослеживаются на несколько сот метров. Руды характеризуются плоскопараллельными текстурами, высокой пористостью (25—35%) и рыхлостью. Красковые руды сложены преимущественно гематитом, гидроокислами железа и каолинитом;  $Fe_2O_3$  содержится 50—65,  $Al_2O_3$  — 12—23%. Образуются красковые руды в результате гипергенного разложения железистых сланцев.

Лимонитовый рудный тип представлен мелкими месторождениями (Хашеватское,

Могильнянское и др.), приуроченными к коре выветривания в породах диабаз-спилитовой и джеспилитовой формаций. Рудные тела в форме плащеобразных залежей располагаются на головах пластов железистых пород — сланцев, метабазитов, роговиков. Содержание железа в рудах колеблется в широких пределах: в зависимости от состава первичных пород в них могут быть примеси Ni, Co, Mn и др. Минеральный состав руд типичен для коры выветривания — гётит, гидрогётит, мартит, каолинит и др.

Сидеритовый рудный тип встречается реже других. Рудные тела — плащеобразные залежи — сложены ленточными и жилковатыми выделениями сидерита в выветрелых сланцах, метабазитах и железистых кварцитах; железа — 30–60%. Месторождения Плоское, Березнянское и другие из-за мелких масштабов промышленного значения не имеют [Металлогения..., 1974].

**ФОРМАЦИЯ ГЕМАТИТ-МАРТИТОВЫХ И БУРОЖЕЛЕЗНЯКОВЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Гематит-мартитовые руды кор выветривания развиваются по магнетитовым или гематитовым рудам других формаций.

Наибольшее значение имеют коры на железистых кварцитах. Достаточно сказать, что учтенные запасы руд этой ф. на месторождениях КМА составляют 26,2 млрд. т, на месторождениях Кривого Рога — 2,7 млрд. т. К этой ф. относились также ныне выработанные окисленные руды горы Магнитной. За рубежом наиболее известны месторождения подобных руд в корах выветривания итабиритов Бразилии (Минас-Жейрас), гематитовых кварцитов ЮАР (провинция Трансвааль) и др.

Различаются два подтипа кор выветривания на железистых кварцитах — плащеобразные и линейные. Первый из них наиболее распространен, известен на КМА, в Бразилии, Африке, Индии. На КМА они перекрыты чехлом осадочных пород, в верхней части иногда обогащены сидеритом. Второй, линейный подтип известен в Кривом Роге и в районе оз. Верхнего (США). Здесь коры приурочены к поверхностям тектонических нарушений, шарнирам складок, иногда к контактам интрузий.

Бурые железняки развиваются при выветривании месторождений других ф. (например, сидеритов Бакальского месторождения) либо ультраосновных пород (Серовское, Орско-Халиловское месторождения). В последнем случае они природно легированы никелем, кобальтом. Встречаются также месторождения сложного генезиса, объединяющего субазральное выветривание с инфильтрацией (Тульско-Липецкая группа). Запасы отдельных месторождений подобных руд в СССР невелики. Перспективы открытия новых крупных месторождений этого типа и даже расширения старых незначительны.

Необходимо указать, что за рубежом чрезвычайно широко развиты относящиеся к этой ф. латеритные коры выветривания, составляющие около 3% мировых запасов железных руд. К ним относятся латеритные руды Кубы, Филиппин, Индонезии, Западной Африки и др. [Критерии..., 1978].

**ФОРМАЦИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД.** — Линзы, сложенные гидрогётитом, гидрогематитом, магнетитом, сидеритом в коре выветривания серпентинитовых массивов. Например, мезозойское Малкинское месторождение на Северном Кавказе [по Черницыну и др., 1971].

**ЛИМОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена месторождениями бурых железняков, содержащих никель и хром, образующихся в коре выветривания ультраосновных пород, главным образом дунитов и перидотитов. На Елизаветинском месторождении Урала, описанном К.Е. Кожевниковым (1947 г.), промышленный интерес представляет верхняя зона охристых руд, состоящая из гидроокислов железа, никелевых силикатов, асболана и рассеянных хромшпинелида и магнетита. Это месторождение представляет собой кору выветривания дунитов [Вахромеев, 1961].

**ОКИСНО-СИЛИКАТНАЯ ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВО-КОБАЛЬТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Связана с древней корой выветривания массивов гипербазитов. Генотипы — Шайтанстас и Бокмбай в Казахстане [Сатпаев, 1968].

**ФОРМАЦИЯ ПРИРОДНО-ЛЕГИРОВАННЫХ БУРЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ (елизаветинского типа) И СИЛИКАТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ РУД (орско-халиловского и бурыктальского типов).** — Этот тип руд Урала представляет собой одну из разновидностей коры выветривания ультраосновных пород, обогащенных железом и никелем [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ БУРЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ (алапаевского типа).** — Пользуется распространением на Урале во всех его тектонических зонах. Месторождения руд алапаевского типа произошли в результате выветривания богатых железом осадочных пород в зонах их

трансгрессивных контактов с подстилающими карбонатными породами, поверхность которых обыкновенно является закарстованной [Пронин, 1962].

**ФОРМАЦИЯ СФЕРСИДЕРИТОВЫХ РУД ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ГЕНЕЗИСА.** — Возникает в результате выщелачивания, переноса и перепrecipitation железа. К этому типу относятся: Алапаевское месторождение (Северный Урал), месторождение Эгримонт в Англии и др.

Качество руд невысокое; масштаб месторождений обычно небольшой; промышленное значение второстепенное [Магакьян, 1955].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ШЛЯП.** — Возникает как результат окисления сульфидных, чаще всего колчеданных месторождений, реже — в результате окисления карбонатных руд железа. Руды представлены гидроокислами железа и на глубине переходят в сульфидную, медно-серноколчеданную или сидеритовую руду.

Железные шляпы широко развиты на Урале, в выходах колчеданных месторождений меди, а также на Балканах (например, месторождение Бор в Югославии); в обоих случаях характерна примесь золота, рассеянного в лимоните. Масштаб месторождений небольшой; значение их как железорудных невелико [Магакьян, 1955].

— Размещена в зоне окисления и вторичного обогащения месторождений железных, марганцевых, медных и полиметаллических руд, практически важных особенно для месторождений медно-порфировых руд типа Коунрада и Бошекуля [Сатпаев, 1968].

**ФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ЛАТЕРИТОВ.** — Возникает в процессе латеритного выветривания массивов ультраосновных пород (дунитов, перидотитов, серпентинитов); широко развита в СССР. Рудные тела образуют плащеобразные покровы на массивах ультраосновных пород и состоят в основном из рыхлых гидроокислов железа с примесью гидроокислов марганца, гидросиликатов никеля, асболана, зерен хромита. Мощность этих покровов от нескольких до десятков метров, с глубиной они постепенно переходят в неизмененную материнскую породу, за счет которой возникли. Руды высокого качества и, помимо Fe, содержат примесь Mn, Ni, Co, Cr, V, что делает их природно-легируемыми и поднимает их ценность.

Масштаб месторождений этого типа как на Урале (Орско-Халиловский район, Елизаветинское и др.), так и в ряде зарубежных стран (Куба, Филиппины, Нигерия, Индонезия и др.) весьма крупный [Магакьян, 1969].

— Возникает в связи с выветриванием массивов ультраосновных пород. Руды сложены гидроокислами железа, содержат примесь хромита в виде зерен, рассеянных в лимоните и сохранившихся при выветривании, а также примесь марганца, никеля и кобальта — элементов, характерных для ультраосновных пород. Эти ценные примеси делают руды этого типа природно-легируемыми, из которых непосредственно, без специальных добавок, возможна выплавка качественных сортов стали.

Месторождения рассматриваемого типа известны на Среднем Урале (например, Елизаветинское), на Южном Урале, а также на Филиппинах, на о-ве Куба, во Французской Гвинее (Конакри) и в Индонезии. Масштаб месторождений часто крупный — запасы исчисляются сотнями миллионов тонн, а для о-ва Куба с месторождениями Моа и Майари — цифрой в 2 млрд. т. Все же в общей мировой добыче железных руд значение типа второстепенное [Магакьян, 1955].

## II

# МАРГАНЦЕНОСНЫЕ И МАРГАНЦЕВОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ

### 1. КЛАССИФИКАЦИИ МАРГАНЦЕНОСНЫХ И МАРГАНЦЕВОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

Н.С. ШАТСКИЙ [1954]

Классификация вулканогенно-кремнистых марганценосных формаций представлена в табл. 10.

Т а б л и ц а 10

Классификация вулканогенно-кремнистых марганценосных формаций [ по Н.С. Шатскому, 1954 ]

Группа формаций	Формации
Зеленокаменно-кремнистая	Вулканогенные (спилит-кератофировая, диабаз-порфирировая), яшмовая, кремнисто-сланцевая <i>Отдаленная кремнистая</i>
Порфир-кремнистая	Вулканогенные (порфирировые) Кремнисто-сланцевая <i>Отдаленная кремнистая</i>
Докембрийские гомологи: вулканогенно-кремнистой группы формаций	
1. Гондитовая формация. 2. Лептитовая формация. 3. Группа вулканогенных джеспилитовых формаций: а) вулканогенная (спилит-кератофировая или зеленокаменная); б) кремнисто-сланцевая; в) отдаленная	

Е.Е. ЗАХАРОВ [1958]

Классификация марганцеворудных формаций разработана в связи с составлением карты распространения марганцево-рудных формаций мира и включает следующие группы формаций.

*Постмагматические.* Бустамит-гаусманит-браунитовая в скарнах; браунит-родохрозит-баритовая или кварцевая, часто с сульфидами свинца, цинка, серебра, меди и других компонентов.

*Выветривания.* Опал-псиломелан-вернадитовая (шляпы на осадочных марганцевых месторождениях и марганецсодержащих известняках); псиломелан-вернадитовая (шляпы на метаморфогенных месторождениях); гидрогётит-псиломелановая (часто в связи с карстом в известняках).

*Осадочные.* Опал-родохрозит-псиломелан-пирролизитовая среди прибрежно-морских и лагунных отложений третичного, мезозойского (главным образом мел и юра), позднепалеозойского (главным образом верхний карбон и пермь), среднепалеозойского (главным образом верхний девон и нижний карбон), раннепалеозойского (главным образом кембрий и ордовик) возрастов; псиломелан-гидрогётитовая среди озерных и озерно-болотных отложений.

*Вулканогенно-осадочные:* Браунитовая карбонатно-силикатно-марганцевая в яшмах и в вулканогенно-кремнистых породах (марганцевое оруденение связано с подводными вулканическими излияниями третичного возраста) мелового и юрского, позднедевонского и раннекаменноугольного, кембрийского и ордовикского возрастов.

*Метаморфогенные* (первично-осадочные докембрийского возраста), карбонатно-силикатно-марганцевая в яшмах, джеспилитах, кварцитах и т.д., карбонатно-силикатно-марганцевая в гондитах.

С.А. ВАХРОМЕЕВ [1961]

Классификация марганценосных формаций произведена в зависимости от среды накопления формаций и включает следующие формации.

*Морские отложения.* Формации марганцевистых известняков и известково-доломитовая.

*Прибрежно-морские и лагунные отложения.* Формации опал-пирролюзитовая и опал-родохрозитовая.

*Озерные и озеро-болотные отложения.* Формация псиломелан-гидрогётитовая.

И.М. ВАРЕНЦОВ [1962]

Главнейшие марганценовые формации выделены на основании анализа основных марганцеворудных областей мира и представлены следующими группами.

1. Никопольская марганценовая формация (ортокварцит-глауконитовая) —  $800 \cdot 10^6$  т Mn.
2. Наложённые, преимущественно латеритные формации —  $64 \cdot 10^6$  т Mn.
3. Джеспилитовые формации —  $62 \cdot 10^6$  т Mn.
4. Известняково-доломитовые формации —  $31 \cdot 10^6$  т Mn.
5. Кремнисто-сланцевые ортокварцитовые формации —  $28 \cdot 10^6$  т Mn.
6. Гондитовые формации —  $21 \cdot 10^6$  т Mn.
7. Вулканогенно-осадочные формации порфиروهого ряда —  $9 \cdot 10^6$  т Mn.
8. Вулканогенно-осадочные формации зеленокаменного ряда —  $5,6 \cdot 10^6$  т Mn.
9. Флишевая (туфогенно-терригенная) формация —  $0,0538 \cdot 10^6$  т Mn.

Е.А. СОКОЛОВА [1968, 1978]

Классификация вулканогенно-осадочных марганценовых отложений проведена по типам парагенезов (табл. 11).

Классификация марганценовых вулканогенно-осадочных формаций СССР (палеозой) приведена в табл. 12.

Классификация марганценовых вулканогенно-осадочных формаций Тихоокеанского пояса (мезозой—кайнозой) приведена в табл. 13.

В.П. РАХМАНОВ, В.К. ЧАЙКОВСКИЙ [1971, 1972], В.П. РАХМАНОВ,  
Ю.А. ХОДАК, Е.М. ГРИБОВ [1973]

Генетическая классификация осадочных марганценовых формаций (табл. 14) имеет в основе схему расчленения всех осадочных формаций на три группы: платформенную, переходную и геосинклинальную. По литологическим признакам в каждой из этих групп выделяются подгруппы марганценовых формаций: терригенные, карбонатная и вулканогенная; приводятся их количественные соотношения.

Распространенность различных подгрупп марганценовых формаций в каждой из выделенных тектонических групп неравнозначна. От платформ к переходным и далее к геосинклинальным областям в подгруппах формаций происходит заметное снижение терригенной и, наоборот, резкое увеличение вулканогенной и частично карбонатной составляющих. Выделенные в подгруппах марганценовые формации могут подразделяться по степени метаморфизма слагающих их пород на метаморфизованные и слабометаморфизованные — эпигенетические.

Классификация основных типов марганценовых формаций представлена в табл. 15.

П р и м е ч а н и е. Создается впечатление, что В.П. Рахманов и соавторы, выделив ряд месторождений марганца, часто совершенно произвольно относят их к той или иной формации, с тем чтобы доказать преобладающую роль вулканогенно-осадочных формаций в геосинклиналях и собственно осадочных формаций — на платформах. Причем в значительной степени они подкрепляют это цифровыми данными, полученными путем сравнения количества (в %) генетически разных формаций в различных тектонических обстановках.

Обратимся непосредственно к количественным соотношениям терригенных, карбонатных и вулканогенных подгрупп формаций в указанных группах. В платформенную группу входят 75% терригенной подгруппы, представленной Никопольским и Больше-Токмакским месторождениями (Украина), а также месторождением Тимна (Израиль); в карбонатную подгруппу, составляющую 15%, входят месторождения Наргешум и Имини-Таздрем (Марокко), в вулканогенную (10%) — Пик-Артиллеры, Голконда (США) и Урукум (Бразилия).

Пересчитав процентные содержания различных подгрупп, используя для этого данные по запасам металлического марганца названных месторождений, взятые у И.М. Варенцова и некоторых других исследователей, получим совершенно иные соотношения. Так, терригенная подгруппа составила около 97%, карбонатная около 1%, а вулканогенная примерно 2% [Штеренберг, 1974].

Т а б л и ц а 11

Марганценовые вулканогенно-осадочные парагенезы пород [ Соколова, 1968]

Палеогеографическая обстановка осадконакопления	Группа парагенезов	Осадочная составляющая парагенезов	Вулканогенная составляющая парагенезов
Морская	Вулканогенно-карбонатная	Карбонатные породы	Вулканиды основного состава  Вулканиды кислого состава
Континентальная	Вулканогенно-терригенная	Терригенные породы	Вулканиды основного состава  Вулканиды кислого состава
Группы парагенезов не выделены			

Примечание. Курсивом выделены главные члены парагенезов.

Т а б л и ц а 12

Марганценовые вулканогенно-осадочные формации СССР (палеозой) [ Соколова, 1978]

Формация и комплекс	Характеристика парагенезов		
	Соотношения составляющих парагенезов	Осадочные породы	Вулканические породы
1	2	3	4
Карамалыташская спилит-кератофир-яшмовая формация, Южный Урал $D_1 - D_2$	Преобладают вулканиды и яшмы, осадочные породы подчинены	Известняки, слагающие отдельные линзы среди вулканидов	Диабазы, спилиты, базальты, подчиненное развитие вулканидов липарит-дацитового ряда (эффузивы, туфы, субвулканические образования). Излияния лав сопровождались интенсивным кремнеаккумулятивом

Тип парагенезов	Состав парагенезов Примеры	Основные типы руд
Атасуйский	<i>Известняки</i> , глинисто-кремнисто-карбонатные породы, яшмы, эффузивы спилитового типа, туфы, туффиты, железные и марганцевые руды Месторождения Каражал, Джумарт, Джайрем и другие (Атасуйский р-н, Центральный Казахстан)	Mn-руды: браунитовые, гаусманитовые, марганцокальциевые, псиломелановые Fe-руды: гематитовые, магнетитовые, сидеритовые
Усинский	<i>Известняки</i> , кремнистые известняки, глинисто-кремнисто-карбонатные породы, слюдисто-кремнисто-хлоритовые сланцы, порфиры, кварцевые альбитофиры и их туфы, марганцевые руды Месторождения Усинское (хребет Кузнецкий Алатау), Тахта-Карача (Зеравшанский хребет)	Mn-руды: карбонатные, псиломелановые Fe-руды: нет
Калифорнийский	<i>Терригенные породы</i> , линзы известняков, глинисто-кремнистые сланцы, туффиты, туфы, яшмы, спилиты, базальты, марганцевые руды, железные руды Месторождения Береговых хребтов (Калифорния), мезозойской зоны Новой Зеландии, Внешней зоны Японии и другие	Mn-руды: карбонатные браунитовые, гаусманитовые, "опаловые", псиломелановые Fe-руды: гематитовые, карбонатные, "опаловые"
Дауташский	<i>Терригенные породы</i> , песчаные известняки, мраморы, фельзиты, кварцевые порфиры и их туфы, марганцевые руды Месторождения Дауташ и Кызыл-Сайрак (Зеравшанский хребет)	Mn-руды: карбонатные, псиломелановые Fe-руды: нет
Колорадский	<i>Терригенные породы</i> , гипсы, известняки, туфопесчаники, базальты, андезиты, туфы, марганцевые руды Пик-Артиллери, Лейк-Мид (Колорадо, США)	Mn-руды: псиломелан-пирролизитовые Fe-руды: нет
Голкондский	<i>Известковые туфы</i> , иногда прослои песчаников и кремнистых пород Голконда (Невада, США), Боливия	Mn-руды: псиломелановые, тунгомелановые Fe-руды: нет

Характеристика парагенезов		Палеогеографическая обстановка осадконакопления	Стадия геосинклинального процесса
Гранитоидный магматизм	Рудоносность		
5	6	7	8
Нет	Марганцевые, реже железные руды окисного и карбонатного состава. Руды и кремнистые породы имеют вулканогенно-осадочное, иногда гидротермальнометасоматическое происхождение	Морские, относительно глубоководные отложения	Начальная (океаническая)

Таблица 12 (окончание)

1	2	3	4
Усинский вулканогенно (андезит-базальтовый) -карбонатный комплекс, Кузнецкий Алатау $R_2-C_1$	Преобладают осадочные породы; вулканиды и кремнистые образования (смешанного состава) подчинены	Известняки (рифогенные и хемогенные, иногда кремнистые и с примесью пирокластического материала), реже доломиты, обломочные карбонатные породы	Туфогенные сланцы, локальное развитие эффузивов и туфов андезитово-базальтового состава, прослой порфиридов и порфиритоидов
Атаусуйская вулканогенно-карбонатная формация, Центральный Казахстан $D_3-C_1$	Преобладают осадочные породы, вулканиды и кремнистые образования (яшмовидные и смешанного состава) подчинены	Известняки рифогенного и хемогенного происхождения, иногда кремнистые, глинисто-кремнисто-карбонатные породы, реже песчаники и алевролиты	Вулканиды (эффузивы, туфы, субвулканические образования) дифференцированного состава
Джездинская моласовая формация, Центральный Казахстан $D_3$	Преобладание осадочных пород, единичные прослой вулканитов	Конгломераты, гравелиты, разнозернистые песчаники, реже алевролиты. В верхних горизонтах прослой карбонатных пород	Эффузивы и туфы андезит-базальтового состава

Таблица 13  
Марганценовые вулканогенно-осадочные формации Тихоокеанского пояса  
(мезозой—кайнозой) [Соколова, 1978]

Тип формаций и комплекс	Характеристика парагенезов*		
	Соотношения составляющих парагенезов	Осадочные породы	Вулканические породы
Францисканский (вулканогенно-кремнисто-граувакковый) тип	Преобладают осадочные образования, вулканиды подчинены	Граувакковые песчаники, подчиненные линзы известняков, прослой внутриформационных конгломератов	Преимущественно толеитовые базальты и спилиты. Излияния лав сопровождались интенсивным кремненакоплением
Кубинский (андезит-вулканогенно-обломочный) тип	Преобладают вулканиды, осадочные породы подчинены	Известняки, слагающие отдельные линзы среди вулканитов, а в верхней части формации обособляющиеся в самостоятельную пачку	Эффузивы и разнообразные вулканогенно-обломочные образования преимущественно андезитово-базальтового состава. Излияния лав кремненакоплением не сопровождались
Чилийский вулканогенно-молассовый формационный комплекс	Соотношения вулканитов и терригенных пород непостоянны	Конгломераты, песчаники, реже алевролиты; известняки преимущественно озерного происхождения, гилсы	Эффузивы преимущественно андезитового состава, их пирокластические производные, вулканогенно-терригенные породы. Локальное развитие трахипаритовых ингимбритовых ассоциаций

\*Имеются в виду интрузии, входящие в состав вулканоплутонических комплексов соответствующих формаций.

5	6	7	8
Внедрение гранитоидов следовало за накоплением формационного комплекса	Марганцевые руды карбонатного состава, вулканогенно-осадочного происхождения	Отложения относительно мелководных морей открытого типа	Переходная
Внедрение гранитоидов предшествовало накоплению формации	Ассоциации руд железа, марганца, свинца и цинка. Марганцевые и железные руды окисного и карбонатного состава, вулканогенно-осадочного происхождения	Отложения эпиконтинентальных депрессионно-островных морских бассейнов	Завершающая (континентальная)
То же	Марганцевые руды окисного состава, гидротермально-метасоматического происхождения	Наземная обстановка осадконакопления	То же

Характеристика парагенезов*		Палеогеографическая обстановка осадконакопления	Стадия геосинклинального процесса
Гранитоидный магматизм*	Рудоносность		
Нет	Марганцевые, реже железные руды окисного и карбонатного состава. Руды и ассоциирующие с ними кремнистые породы и имеют вулканогенно-осадочное происхождение	Отложения периферических частей океанического бассейна	Начальная (океаническая)
Интрузии диоритов и плагиогранитов	Марганцевые руды окисного состава. Руды и связанные с ними кремнистые породы имеют гидротермально-метасоматическое происхождение	Отложения внутренних, связанных с океаном островных морей	Переходная
Крупные батолиты гранитоидов, преимущественно диоритов адамелитов и гранодиоритов	Марганцевые руды окисного состава, вулканогенно-осадочного происхождения	Наземная обстановка осадконакопления. Среди субэвральных отложений локально распространены озерные, лагунные образования	Завершающая (континентальная)

**Таблица 14**  
**Генетическая классификация осадочных марганценовых формаций**  
 [по В.П. Рахманову, В.К. Чайковскому, 1972]

Группа марганценовых формаций	Подгруппа марганценовых формаций (количественные соотношения, %)	Марганценовая формация
Платформенная	Терригенная (75) Карбонатная (15)	Кварц-песчано-глинистая Доломит-терригенная Известняково-доломитовая
	Вулканогенная (10)	Вулканогенно-терригенная Вулканогенно-карбонатная Кремнисто-железистая
Переходных областей (субплатформенная и субгеосинклиальная)	Терригенная (50)	Кварц-песчано-глинистая Кварц-песчано-глинистая "гондитовая"

**Таблица 15**  
**Основные типы марганценовых формаций [Рахманов и др., 1973]**

Группа формаций	Подгруппа формаций	Типы формаций	Характеристика формаций		
			Марганцевые руды		
			Форма рудных тел	Текстура; структура	
1	2	3	4	5	
Платформенные	Терригенная	Кварц-глаукоцитовая песчано-глинистая	Пласты	Конкреционная, желваковая, оолитовая, бобовая, землистая; концентрически зональная, сферолитовая, метакolloидная	
		Карбонатная	Известняково-доломитовая	Пласты, линзы	Конкреционная, геодовая; кристаллически зернистая
	Доломитовая		Линзы	Конкреционная; концентрически слоистая, колломорфная	
	Вулканогенная	Вулканогенно-терригенная	Вулканогенно-терригенная	Пласты, линзы	Полосчатая, желваковая, землистая, цементная; кристаллически зернистая
			Вулканогенно-карбонатная	Линзы, гнезда, жилы	Массивная, землистая; слоистая, натечно-скорлуповая; кристаллически зернистая, колломорфная
	Переходных областей (субплатформенные и субгеосинклиальные)	Терригенная	Железисто-кремнистая	Пласты, уплотненные линзы	Полосчатая; кристаллически зернистая
Кварц-глаукоцитовая песчано-глинистая			Пласты	Вкрапленная, оолитовая, желваковая, цементная, землистая; кристаллически зернистая, коллоидная	
		Кварц-песчано-глинистая	Пласты, уплотненные линзы, гнезда	Прожилково-цементационная, желваковая, натечно-скорлуповая, землистая; кристаллически зернистая, коллоидная	

Таблица 14 (окончание)

Группа марганценовых формаций	Подгруппа марганценовых формаций (количественные соотношения, %)	Марганценовая формация
Переходных областей (суб-платформенная и субгеосинклинальная) Геосинклинальная (эвгеосинклинальная и миогеосинклинальная)	Карбонатная (20)	Кремнисто-известняковая Известняково-доломитовая
	Вулканогенная (30)	Вулканогенно-терригенная
	Терригенная (10)	Кварц-песчано-глинистая
	Карбонатная (30)	Известняковая Доломит-известняковая Кремнисто-известняковая
	Вулканогенная (60)	Сплит-кератофирово-кремнистая Порфир-кремнистая Кремнисто-железистая

Характеристика формаций		Тектоническое положение	Район развития формации, месторождения; возраст
Марганцевые руды	Вмещающие породы		
Состав; элементы-примеси	Состав		
6	7	8	9
Пирролюзит, псиломелан, манганит, кальциевый родохрозит, манганокальцит	Пески, алевриты, глины	Склоны щитов	Южная Украина, Никопольское, Больше-Токмакское, P
Пирролюзит, псиломелан (коронадит), иногда гаусманит; Pb, Ba	Доломиты с прослоями известняков, мергелей	Склоны антеклиз (выступов)	Марокко, Имини-Таздрем; K <sub>3</sub>
Пирролюзит, псиломелан (голландит, коронадит, криптомелан), иногда манганит, гаусманит; Fe, Ba, P	Доломиты, мергелистые доломиты, доломиты, доломитовые известняки		Синай, Ум-Бугма; C <sub>1</sub>
Псиломелан, вад, пирролюзит, манганит	Конгломераты, песчаники, алевриты, глины, прослой известняков, гипсов, туфов, туфогенные песчаники и алевриты		США, Пик-Артиллерии, Лейк-Мид; P
Псиломелан (тунгомелан)	Туфы карбонатные, песчаники	Активизированные участки платформ	США, Голконда; Q
Криptomелан	Яшмовидные, гематитовые породы, аркозы		Бразилия, Урукум; S
Пирролюзит, псиломелан, манганит, кальциевый родохрозит, манганокальцит	Пески, алевриты, глины, спонгалиты	Жесткие срединные массивы в зоне геосинклиналей	Западная Грузия, Чиатурское; P
Псиломелан (криptomелан, голландит), пирролюзит, вернадит. Вторичные минералы — браунит, гаусманит; Fe	Конгломераты, гравелиты, песчаники, алевриты	Внешние прогибы	Присаянье, Нижнеурдинская группа; PR

Т а б л и ц а 15 (окончание)

1	2	3	4	5
Переходных областей (суб-платформенная и субгеосинклинальная)	Терригенная	Кварц-песчано-глинистая "гондитовая"	Пласты, уплощенные линзы	Полосчатая, вкрапленная, массивная; кристаллически зернистая
	Карбонатная	Известняково-доломитовая	Пласты, линзы	Слоистая, оолитовая, комковатая; кристаллически зернистая
		Кремнисто-известняковая	То же	Слоистая; кристаллически зернистая, кристаллобластическая, катакластическая
Геосинклинальные (миогвосинклинальные)	Вулканогенная	Вулканогенно-терригенная	Пластообразные тела, линзы	Слоистая, оолитовая; кристаллически зернистая
	Терригенная	Кварц-песчано-глинистая	Пласты, линзы, жилы	Массивная, вкрапленная, цементная, брекчиевая; кристаллически зернистая
			Линзы, гнезда	Массивная, порошкато-землистая, конкреционная, почковидная; зернистая, концентрически зональная
Геосинклинальные (эвгеосинклинальные)	Карбонатная	Известняковая	Пласты	Слоистая; кристаллически зернистая
	Вулканогенная	Кремнисто-известняковая	"	Слоистая, волнисто-слоистая, брекчиевидная; кристаллически зернистая
		Доломит-известняковая	Пласты, уплощенные линзы	Слоистая; прожилковая, кристаллически зернистая, афанитовая, сферолитовая, оолитовая, гелевая
Геосинклинальные (эвгеосинклинальные)	Вулканогенная	Спилит-кератофир-кремнистая	Линзы, гнезда, жилы	Слоистая; кристаллически зернистая
		Порфир-кремнистая	Пласты, линзы	Слоистая, массивная, брекчиевидная; кристаллически зернистая
		Железисто-кремнистая	То же	Слоистая, полосчатая; кристаллически зернистая

А.Д. ПЕТРОВСКИЙ [1971, 1973]

Группа марганценовых вулканогенно-осадочных формаций подразделена на подгруппы и типы, отражающие различное качественное проявление эндо- и экзогенных процессов.

1. Подгруппы марганценовых вулканогенно-осадочных формаций.

1. Смешанные вулканогенно-осадочные формации, объединяющие группу парагенезов, в состав которых входят продукты, поступившие в бассейн непосредственно при вулканических процессах, и нормальные осадочные отложения, генетически не связан-

6	7	8	9
Браунит, родонит, спескартин, гаусманит	Изначально пески, алевриты, глины, кремнистые осадки	Субплатформы	Центральные районы Индии, Мадхья-Прадеш; <i>AR</i>
Марганцовистый кальцит, манганокальцит	Доломиты, доломитовые мергели, ангидриты, известняки марганцовистые	Краевые прогибы в зоне сочленения платформ и геосинклиналей	Западное Приуралье, Улутелякское; <i>P<sub>1</sub></i>
Браунит, гаусманит, манганокальцит; Fe, Pb, Zn, Ba	Известняки пестроцветные, кремнистые, железистые: углистые, марганцовистые	Консолидированные участки с субплатформенным режимом	Центральный Казахстан, Каражал; <i>D<sub>3</sub></i>
Псиломелан, пиролюзит, манганит	Туфы, туфоконгломераты, туфобрекчи, туфопесчаники, известняки	Глыбы, сопряженные со складчатыми областями	Центральная Грузия, Тетрицкаротская группа; <i>P</i>
Браунит, гаусманит, псиломелан, пиролюзит	Аркозовые песчаники грубозернистые	Субплатформенные участки разломно-блокового строения	Центральный Казахстан; Джебдинское; <i>D<sub>3</sub></i>
Пиролюзит, псиломелан, голландит, криптомелан	Песчаники, песчанистые доломиты, туфопесчаники, туффиты	Внешние зоны геосинклиналей	Прибайкалье, Иликтинское; <i>PR<sub>2</sub></i>
Марганцовистый кальцит, манганокальцит	Известняки		Прибайкалье, Саган-Забинское; <i>AR</i>
Родохрозит, манганокальцит, марганцовистый кальцит	Известняки, кремнистые известняки, прослои доломитов, туфов		Средняя Азия, Тахта-Карачинское; <i>S</i>
Кальциевый родохрозит, феррородохрозит, манганокальцит, марганцовистый кальцит, манганостильпноелан			Кузнецкий Алатау, Усинское; <i>E<sub>1</sub></i>
Браунит, гаусманит, родонит, бустамит, тефрит, родохрозит	Кремнистые породы, яшмы, яшмовидные кварциты, кремнистые сланцы, основные и средние эффузивы, их туфы		Южный Урал, Примагнитогорская группа; <i>D<sub>1-3</sub></i>
Браунит; Pb, Zn, Cu, As, Ag, Sb	Кварциты безрудные, железистые и марганцовистые, кварцевые порфиры	Внутренние зоны геосинклиналей	Салаир, Друновское; <i>E</i>
Браунит, гаусманит, родохрозит, олигонит	Кремнистые сланцы, яшмовидные кварциты, марганцовистые и железистые кварциты		Дальний Восток, Малохинганские; <i>R-E</i>

ные с эндогенными процессами. Такие формации образуются в результате одновременного (в геологическом смысле) накопления на определенном участке морского дна эндогенного и экзогенного (хемогенного или обломочного) материала. В качестве примера можно привести различные вулканогенно-обломочные и вулканогенно-карбонатные марганценозные формации.

2. Собственно вулканогенно-осадочные формации, характеризующиеся парагенезами вулканогенных пород с производными того же вулканизма, накопление которых происходило обычным осадочным путем (химическим, биохимическим или гравитационным). К этой подгруппе следует отнести все вулканогенно-кремнистые ассоциации.

3. Полигенные вулканогенно-осадочные формации, представляющие собой различные количественные сочетания парагенезов первой и второй групп, т.е. комбинации смешанных и собственно вулканогенно-осадочных ассоциаций пород. Подобные вулканогенно-осадочные марганценозные формации наиболее широко развиты.

II. Типы вулканогенно-осадочных марганценозных формаций выделяются в зависимости от количественных соотношений в них вулканогенной и осадочной составляющих, а также от характера и взаимного расположения в пространстве.

1. Существенно вулканогенные формации, в которых осадочная составляющая присутствует в резко подчиненном количестве. Характерным представителем этого типа является формация сантонских андезитовых порфиритов, развитая на северном и частично на южном склонах Баргушатского хребта в Армении.

2. Осадочно-вулканогенные формации, в составе которых осадочный компонент играет заметную, но все же подчиненную роль. Примером может служить эйфельская сложного строения яшмово-кератофиристо-спилитовая формация восточного склона Южного Урала, включающая группу мелких марганцевых месторождений. К рассматриваемому типу принадлежат многие месторождения Японии и вообще все формации, выделенные Е.А. Соколовой в особый "калифорнийский" тип. Рудные накопления в таких формациях имеют более правильную линзовидную форму, представлены как окисными, так и карбонатными соединениями марганца и приурочены обычно к контактовым частям вулканогенных пород с пачками туффов и яшм.

3. Вулканогенно-осадочные формации, характеризующиеся резким преобладанием осадочных образований над вулканогенными. К ним следует отнести известное Караджальское месторождение, вулканогенно-осадочная природа которого признается еще не всеми исследователями. В составе формации, вмещающей это месторождение, преобладают кремнистые породы и карбонаты, в них отмечаются лишь редкие прослойки туфов и туффов.

4. Отдаленные вулканогенно-осадочные формации.

И.М. ВАРЕНЦОВ, В.П. РАХМАНОВ [1974]

Классификация марганценозных формаций проведена для территории СССР. Выделяются:

1. Кварц-глауколитовая песчано-глинистая, к которой принадлежат нижнеолигоценые месторождения Украины (Никопольское, Больше-Токмакское и др.), Грузии (Чиатурское и др.), Мангышлакское, верхнеплиоценовое Лабинское месторождение на Северном Кавказе, группа палеоценовых месторождений восточного склона Северного Урала, нижнекембрийское Олдакитское месторождение в Прибайкалье, верхнепротерозойское Нижнеудинское месторождение в Присянье и др. Эта формация развита преимущественно на тектонически стабильных участках: на склонах кристаллического щита, на платформах, блоках эпигерцинской платформы, срединных массивах геосинклинали. Масштабы рудоносности грандиозны: не менее 75—80% от запасов марганцевых руд континентов.

2. Карбонатные формации геосинклиналей и платформ, к которым относятся месторождения Усинское ( $E_1$ , Кузнецкий Алатау), Улутелякское ( $P_1$ , Приуралье), Саган-Заба ( $AR$ , Прибайкалье). Марганценозные формации этого типа характеризуются умеренными масштабами рудоносности.

3. Карбонатно-кремнистая формация с характерными месторождениями: Каражальское ( $D_3$ , Центральный Казахстан, миогеосинклиальный регион), Тахта-Карача и другие (С, Узбекистан, Зеравшанский хребет, эвгеосинклиальная зона). Масштабы рудоносности умеренные.

4. Группа вулканогенно-осадочных формаций подразделяется на две формации: спилит-кератофир-кремнистую (месторождения Примагнитогорского района Урала,  $D_{1-3}$ ) и порфир-кремнистую (Дурновское месторождение, Салаир,  $E_{1-2}$ ). Развиты в эвгеосинклиальных и миогеосинклиальных зонах. Рудоносность невелика.

5. Марганценозная железисто-кремнистая формация (джеспилитовая), в районе Малого Хингана (миогеосинклиальный регион) развиты верхнепротерозойские (синийские) залежи руд марганца, запасы которых умеренные.

Основные типы марганценосных формаций СССР объединены в группы.

1. Группа терригенных формаций, представленная песчано-глинистой и конгломерат-песчаниковой формациями.

2. Группа карбонатных формаций, включающая в себя доломит-известняковую, сульфатно-известняковую и кремнисто-карбонатную формации.

3. Группа кремнистых формаций, состоящая из сланцево-кремнистой и эффузивно-кремнистой формаций.

Кроме того, отдельно выделяется четвертая группа наложенных "вторичных" марганценосных формаций, возникших в процессе более позднего преобразования марганецсодержащих пород. Это — гондитовая формация, объединяющая комплекс глубокометаморфизованных марганценосных отложений, и формация марганценосных кор выветривания.

## 2. ТИПЫ МАРГАНЦЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

**МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Парагенетически связанная в возрастном и пространственном отношении ассоциация горных пород, неизменно членом которой являются пласты марганцевых или близких к ним накоплений [Рахманов и др., 1973].

Примечания: 1. Для классификационных целей представляется целесообразным объединить М.ф. в три большие группы, соответствующие наиболее крупным тектоническим элементам земной коры: платформенные, переходных областей — субплатформенные и субгеосинклинальные, геосинклинальные — миогеосинклинальные и эвгеосинклинальные. По литологическим признакам в этих группах возможно выделить подгруппы — терригенные, карбонатные, вулканогенные, в составе которых преобладают то кластические, то карбонатные отложения или лавы и туфы от основного до кислого состава [Рахманов и др., 1973].

2. При сопоставлении данных о распределении марганцевых руд во времени и пространстве намечаются некоторые закономерности. Первая из них выражается в смещении зон проявления рудоносности с областей развития геосинклинальных структур на платформы. Вторая закономерность заключается в том, что по мере роста значения платформенных месторождений марганцевых руд геосинклинали становятся областью распространения преимущественно, а затем и исключительно вулканогенно-осадочных и осадочно-вулканогенных руд [Рахманов, Чайковский, 1971].

Син.: осадочная марганцевая фация [Орлова, Шаталов, 1963; Попов, 1968].

### ТЕРРИГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ

**КВАРЦ-ГЛАУКОНИТОВАЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., развитая либо на относительно жестких консолидированных основаниях платформ, либо на устойчивых участках геосинклинальных областей типа срединных массивов. Образована преимущественно терригенным материалом кварцевого и глинистого состава, причем глауконит является достаточно характерным аутигенным минералом. Латерально (ближнее выклинивание) обычно замещается безрудной относительно грубокластической формацией, иногда (например, к северу от Никопольского месторождения) с прослоями угленосных пород. Очевидно, эта безрудная формация отделяет рудоносную формацию от коры выветривания питающей суши. В направлении дальнего выклинивания марганценосная формация переходит в существенно глинистую с подчиненным количеством алевритов — ф., в которой крайне трудно наметить подразделения, эквивалентные трем указанным членам ее рудоносной части. Наиболее типична эта ф. в районе Никопольского и Больше-Токмакского марганцевых месторождений (Южно-Украинский марганцево-рудный бассейн); ей принадлежат также Чиатурское, Мангышлакское, Лабинское и группа палеоценовых месторождений восточного склона Северного Урала и др. [Варенцов, Рахманов, 1974, 1978].

Примечание. По масштабам рудоносности формация не сопоставима с другими марганценосными формациями. В ней заключено не менее 85% балансовых запасов марганцевых руд Советского Союза. И. Варенцов (1962 г.) и С. Рой (1969 г.) рассматривали эту формацию как "никопольскую" (орт кварцит-глауконит-глинистую). В. Чайковский, В. Рахманов, Ю. Ходак (1972 г.) подразделяют ее на собственно кварц-песчано-глинистую и кварц-песчано-глинистую гонди-

товую субформации. Эта формация отличается весьма четкими особенностями и, как правило, имеет трехчленное строение; в ней выделяются три части: подрудная, рудоносная, надрудная.

Нельзя согласиться с присвоением формации названия никопольской, если исходить из общепринятых представлений о формации. В самом деле, названия формациям лучше давать по первичному (нематаморфизованному) петрографическому составу преобладающих пород, что должно характеризовать основные черты формации и в значительной мере ее происхождение. Наименование по территориальному признаку лишено этого качества, важное значение которого вытекает из самого термина — "формация". Разумеется, лучше второе название никопольской формации, присваиваемое ей также И.М. Варенцовым, — "ортокварцит-глауконит-глинистая" [Чайковский и др., 1972].

Син.: никопольская формация, ортокварцит-глауконит-глинистая формация [Варенцов, 1962]; кварц-песчано-глинистая марганценовая формация платформенной группы [Чайковский и др., 1972]; песчано-глинистая марганценовая формация [Михайлов, Колокольцев, 1978].

**КВАРЦ-ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТАЯ МАРГАНЦЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ ПЛАТФОРМЕННОЙ ГРУППЫ.** — Ф., тесно смыкающаяся с такими образованиями, как формация битуминозных глин, темных глин и песков, красноцветов, карбонатного флиша. К ней принадлежат третичные месторождения Николаевского бассейна, Чиатурское, отнесенные И.М. Варенцовым (1962) к месторождениям марганцевых руд никопольской марганценовой формации. Не возражая против объединения этих месторождений в одну группу, все же нельзя согласиться с присвоением вмещающей их формации названия никопольской [Чайковский и др., 1972].

Примечания: 1. К.-п.-г. м.ф.п.г. известна и в составе рифейского комплекса пород Присянья, где она связана с карбонатно-терригенными, пологопадающими на юго-запад отложениями карагаской и оселочной серий. Формация включает многочисленными мелкими месторождения и рудопроявления Нижнеудинского района (Николаевское, Шунгулежское, Кеттское, Каменское и др.) Накопление отложений, слагающих формацию, происходило в субплатформенных условиях в относительно стабилизированной в рифее краевой зоне юго-западной части Сибирской платформы. Пласты и линзы окисленных псиломелановых, пирролизит-псиломелановых, псиломелан-вернадитовых руд мощностью от 0,5 до 10–15 м и протяженностью 1,5–2 км приурочиваются к низам изанской свиты, в основании которой развиты горизонты кластических и грубозернистых отложений (конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов). Предполагается, что первичные седиментационно-диагенетические рудные накопления Присянья были представлены в основном марганцевыми карбонатами [Грахманов и др., 1973].

2. Н.С. Шатский (1965) группу месторождений описанного типа отнес к глауконитовой формации. Нет уверенности, что глауконит во всех случаях является обязательным и характерным членом данной формации, и поэтому предпочтительней оставить за ней принятое в Атласе (1961–1962) название кварц-песчано-глинистой. По Н.С. Шатскому, марганцевые руды данного типа приурочены к перерыву в самом верху формации. От этого сохранность подобных месторождений очень плохая.

Источником никопольских руд послужили metabазиты и зеленокаменные породы, подстилающие криворожские джеспидиты. Чиатурские руды возникли в результате размыва мощных вулканогенных пород доггера, покрывающих Дзирульский массив, и гранитоидов самого массива. Впрочем, имеются и другие точки зрения [Сапожников, 1971], не лишенные серьезных оснований [Чайковский и др., 1972].

Син.: кварц-песчано-глинистая марганценовая формация платформенного типа [Чайковский и др., 1972].

**КОНГЛОМЕРАТ-ПЕСЧАНИКОВАЯ МАРГАНЦЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. на территории СССР развита весьма ограниченно и главным образом среди пород докембрия и палеозоя. Отложения ее известны в Сибири (Нижнеудинская группа месторождений позднего протерозоя и др.) и в Казахстане (Джездинская группа месторождений и др.). Добыча руд производится только на Джездинском месторождении. Здесь марганцевое оруденение приурочено к низам мощной толщи конгломератов и грубозернистых аркозовых песчаников верхнего девона, несогласно залегающей на каледонских гранитах. Руды представляют собой те же грубообломочные гравелиты, конгломераты и песчаники, но с браунитовым цементом. В обломках встречаются магматические и метаморфические породы. Мощность марганцеворудных пластов составляет 1–3 м, редко больше, а содержание марганца в руде не превышает 18%. Вблизи дневной поверхности наблюдается обогащение пород марганцем, связанное, по-видимому, с его гипергенной миграцией [Михайлов, Колокольцев, 1978].

**ГОНДИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Толща марганценосных пород докембрия центральных провинций Индии, соответствующая по своему стратиграфическому объему и набору пород "гондитовой серии" Л. Фермора. Г.ф. (типа Мадхья-Прадеш) представляет собой глубоко метаморфизованную толщу нормально осадочных пород, сложенную отчетливым парагенезом измененных глинистых осадков, ортокварцитов, окисных и отчасти, по-видимому, карбонатных марганцевых руд [Варенцов, 1962]. Близкие определения: [Шатский, 1954].

— 2. Ф., связанная с отложениями архея, раннего и среднего протерозоя Индии. Псаммит-алеврит-глинистые, иногда с известковистым составом первичные марганцовистые осадки, впоследствии измененные метаморфизмом и выветриванием, по существу, содержат все промышленные месторождения марганцевых руд. В отложениях нижнего и среднего протерозоя, реже архея в штатах Мадхья-Прадеш, Махараштра, Гуджарат, районах Балагхат, Уква, Донгри Бузург, Панч-Махал, Барода и других залегают пласты богатых браунитовых руд мощностью от 2—3 до 20—22 м, протяженностью 2—3 км, содержащие 30—50% марганца, иногда и более.

В дарвазской, саурской, гангпурской и кондалитовой сериях архея (изредка в протерозое) с этой формацией, не столь богатой в период ее формирования окисными, гидроокисными и карбонатными соединениями марганца, связаны в основном силикатные разности марганцевых руд — месторождения штатов Орисса, Мадхья-Прадеш, Майсур. В их составе преобладает кварц, из рудных минералов присутствуют родонит, спессартин, иногда бустамит, марганецсодержащие амфиболы и пироксены, отмечаются браунит, гаусманит, родохрозит. Промышленная ценность таких силикатных руд, содержащих 10—13% марганца, определяется степенью естественного обогащения их в коре выветривания. Содержание марганца возрастает в этом случае до 50%, иногда до 60—70%. В поверхностных и близповерхностных участках земной коры, т.е. в зоне гипергенеза, эти изменения в марганценосных формациях приводят к тому, что в их рудной части появляется парагенетическая минеральная ассоциация, почти нацело состоящая из окислов и гидроокислов марганца (пиролюзит, манганит, минералы группы псиломелана, вернадит, вад) [Рахманов и др., 1973].

**Примечания:** 1. Отсутствие в породах вулканогенных образований позволяет предположить, что формирование марганценосной гондитовой формации происходило во внешней тектонической зоне геосинклинальной области или же в краевых относительно подвижных участках платформ. Часть рудоносных толщ, относимых И.М. Варенцовым к гондитовой формации и отличающихся широким развитием вулканических пород, типичных для Дарвазской системы (штат Майсур), можно отнести к подгруппе вулканогенно-осадочных формаций, связанных с миогеосинклинальными и отчасти эвгеосинклинальными зонами. Таким образом, выражение "гондитовая формация" может быть принято, согласно пониманию этого термина, лишь в значении "марганценосная метаморфическая или метаморфизованная формация" в качестве дополнительного определения к выражению "кварц-песчано-глинистая". Отсюда следует говорить: "кварц-песчано-глинистая гондитовая" или "спилит-кератофирированная гондитовая субформация" и т.д. Слово "гондитовая" не определяет сущности формации в ее общепринятом значении, а лишь указывает на ее особое, отнюдь не общеобязательное для формации качество. Для кварц-песчано-глинистой гондитовой субформации также характерно несогласное залегание рудных тел на подстилающих породах, главным образом гнейсах, метаморфических сланцах [Чайковский и др., 1972].

2. Гондитами называют кремнистые метаморфические породы буровато-серого цвета, сложенные существенно кварцем и спессартином с различным, изменчивым количеством марганцовистых пироксенов, амфиболов и с большим или меньшим количеством браунита, может быть, гаусманита, с примесями изоморфных окислов железа и марганца — голландита, ситапарита, вреденбургита, джакобсита. Порода состоит из переслаивания обычно очень неправильных линзовидных прослоев кварца, бедного примесями, с прослоями, обогащенными марганцевыми соединениями [Шатский, 1954].

Син.: кварц-песчано-глинистая "гондитовая" формация [Рахманов и др., 1973].

**ФОРМАЦИЯ ПЕЛАГИЧЕСКИХ ГЛИН (красных глубоководных глин).** — Ф., развивающаяся главным образом в пределах аридных зон океанов на глубинах 4700—6000 м, но захватывающая и смежные части гумидных зон. Это маломощная (по сейсмическим данным, как правило, менее 100 м) толща глубоко окисленных бескарбонатных глинистых, цеолит-глинистых и цеолитовых осадков, нередко чередующихся с палаголитовыми туфами — продуктами подводного базальтового вулканизма. Скорости

отложения пелагических глин обычно не превышают 1—2 мм в 1000 лет. В областях развития этой формации в условиях расчлененного рельефа дна особенно обильны обнажения осадков неогена и палеогена, а также вулканических пород, выходящих на многочисленных абиссальных холмах, а иногда и между ними. Это определяет прерывистость, возрастную и фаціальную изменчивость осадков на поверхности дна и обилие внутриформационных перерывов в толще осадков. К этой формации приурочены наиболее крупные скопления железо-марганцевых конкреций, а сами красные глины отличаются повышенным содержанием Fe (более 5%) и Mn (в среднем более 0,5%) [Безруков, Мурдмаа, 1971].

**П р и м е ч а н и е:** Результаты подводного фотографирования и сбора проб различными приборами показывают, что Fe—Mn-конкреции залегают преимущественно на самой поверхности дна или в верхнем слое осадков мощностью от 1—3 до 10—20 см. Степень покрытия дна конкрециями (или их концентрация) изменяется даже в пределах главных рудоносных полей в очень широких пределах — от 0 до 90—100%, как правило, увеличиваясь на вершинах и склонах абиссальных холмов и уменьшаясь в депрессиях между ними, куда движениями придонных вод сносится тонкий осадочный материал. При высоких концентрациях (примерно более 50%) конкреции образуют на дне характерные "мостовые". В связи с большими колебаниями размеров конкреций (чаще всего от 0,5 до 10 см) между их концентрацией и продуктивностью (весовым количеством на единицу площади дна) не бывает полного соответствия. Продуктивность конкреций, определяемая непосредственно в дочерпательных пробах или косвенно по фотоснимкам дна, изменяется от менее 1 до 50—70 кг/м<sup>2</sup>. Поскольку конкреции часто содержат неоруденные ядра (обломки пород, комки глины, зубы акул и другие органические остатки), причем мощности рудных оболочек варьируют, эти величины не всегда отражают истинную продуктивность конкреционных руд.

В тех местах, где на дне океанов обнажаются твердые вулканические и вулканогенно-осадочные породы или древние известняки, они обычно бывают покрыты не конкрециями, а рудными корками. Мощность их колеблется от 1 мм до 10—16 см (при максимальной продуктивности рудного вещества свыше 200 кг/м<sup>2</sup>). Нередко рудные корки облекают со всех сторон залегающие *in situ* или оползшие на склонах крупные отторженцы и обломки коренных пород, образуя глыбовые и плитовидные конкреции. Размеры их местами достигают 1 м и более. Рудные корки на верхних поверхностях глыбовых и плитовидных конкреций, как правило, более мощные, чем на нижних, за счет выпадения рудного вещества из придонной воды. Иногда они цементируют обломки базальтов или конкреции более древних генераций.

В каких же районах океанов залежи конкреционных руд в настоящее время привлекают к себе основное внимание?

Поскольку главным показателем при оценке залежей конкреций является прежде всего высокое содержание никеля и меди (при обилии конкреций и относительной выдержанности в пространстве рудных залежей), то в Тихом океане наиболее перспективным сейчас принято считать широтный пояс распространения медно-никелево-марганцевых конкреций, протягивающийся в северной тропической (приэкваториальной) зоне между 7—8 и 15—16° с.ш. и 120—180° з.д. Общая длина пояса более 5000 км при максимальной ширине в несколько сот километров. В пределах этого пояса конкреции, обогащенные Mn, Ni и Cu, залегают, как указывалось выше, преимущественно на кремнисто-глинистых радиоляриевых илах. Именно к данному поясу, который для краткости можно условно назвать "радиоляриевым", а главным образом к его восточной половине, расположенной к юго-востоку от Гавайских островов, между разломами Кларсон и Клиппертон, в последнее время за рубежом приковано наибольшее внимание. Здесь в течение нескольких лет проводились относительно детальные геологические работы на судах США и некоторых других стран.

В рассматриваемом поясе конкреции развиты в основном на пологохолмистом дне южной части Северо-Восточной котловины на глубинах от 4000 до 5600 м и содержат от 22 до 35% Mn, от 0,9 до 2,0% Ni, от 0,8 до 1,8% Cu и от 0,2 до 0,4% Co. Суммарное содержание в конкрециях Ni, Cu и Co достигает 3,5%, а в среднем составляет 2—2,4%. Эти величины при продуктивности не менее 10 кг/м<sup>2</sup> (или в пересчете на сухое вещество 7,5 кг/м<sup>2</sup>) сейчас принимаются как минимальные с точки зрения экономической эффективности разработки конкреционных руд [Безруков, 1979].

**ФОРМАЦИЯ ОКЕАНИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ.** — Очень мало данных о какой-либо связи их с геологическими формациями; известна ассоциация их с красными глинами, радиоляриевыми и карбонатными илами; есть геохимические данные о связи (преемственности?) состава конкреций с составом базальтовых покровов дна океана. Скопления конкреций приурочены к океаническим платформам.

Может быть выделен один вернадит-гидрогётитовый минеральный тип. В составе конкреций отмечаются вернадит, тодорокит, бернессит, вудреффит, гидрогётит, гидротематит, соединения глинозема, в сорбированной форме кобальт, никель, медь, магний, в меньшей степени молибден, свинец, олово, редкие земли и другие элементы [Строна, 1978].

**КАРБОНАТНЫЕ МАРГАНЦЕНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., представленные главным образом морскими мелководными карбонатными, нередко карбонатно-терригенными отложениями, переходящими с удалением от прибрежного мелководья в относительно мощные карбонатно-глинистые и доломитовые толщи с кларковыми (или более низкими) содержаниями марганца. По тектонической позиции, строению, составу и литолого-геохимическим особенностям вмещающих пород выделяются: известняково-доломитовые формации марокканского типа, развитые на платформенном основании, и известняково-доломитовые формации геосинклинальных зон усинского типа (Варенцов, 1962 г.).

Отличительной чертой К.м.ф. служит повторяемость аналогичного типа марганценосности на различных стратиграфических уровнях, так сказать, "сквозной" характер карбонатных марганцеворудных концентраций (в Марокко от рифея до верхнего мела). Это позволяет предполагать неоднократное переотложение марганценосного материала первичных источников, подвергавшихся длительному механическому и химическому выветриванию.

Для карбонатных марганценосных формаций характерно часто повышенное содержание не только бария ( $> 6\%$ ), но и свинца (до  $6\%$ ), цинка, меди, а в геосинклинальных зонах — хрома и других сидерофильных элементов. По направлению к береговой линии карбонатные отложения сменяются карбонатно-терригенными, часто красноцветными отложениями, в которых выклинивается средний карбонатный член трансгрессивного цикла, где обычно локализуются рудные залежи. В направлении к открытому морю марганценосные формации замещаются мощными "пустыми" известняково-доломитовыми толщами.

Содержание полиметаллов, ассоциация с красноцветными отложениями и другие признаки свидетельствуют о том, что накопление карбонатных марганценосных формаций происходило в аридных условиях, приметы которых, естественно, ослабевают с переходом от прибрежно-морской обстановки к более глубоководной.

Карбонатные формации развивались, по-видимому, в разных тектонических условиях, о чем свидетельствует распространение их в пределах платформенных и геосинклинальных зон, с проявлениями вулканизма и без них. Неодинаковыми, вероятно, были и климатические условия. По Н.С. Шатскому (1965 г.), руда здесь приурочена к перерывам в основании формаций [Чайковский и др., 1972].

Син.: известняково-доломитовая формация [Вахромеев, 1961].

Примечание. Общие признаки группы карбонатных марганценосных формаций следующие.

1. Сложный полипородный состав с обычным присутствием многокомпонентных кремнисто-глинисто-углисто-карбонатных пород, железных руд, иногда пирокластического материала. Для этих формаций обычно характерны повышенные содержания меди, свинца, цинка, иногда кобальта и ванадия.

2. Накопление рудоносных осадков в тех частях морских бассейнов, где происходит смена терригенного осадкообразования на карбонатное. Часто карбонатные марганценосные формации несут признаки аридного климата: пласты гипсов, ангидрита, красноцветные полимиктовые песчаники (карбонатные марганценосные формации Башкирии и др.). К субаридным образованиям могут быть, по-видимому, отнесены и продуктивные углисто-кремнисто-карбонатные марганценосные отложения "атасуйского типа" в Центральном Казахстане (вероятная разновидность группы черносланцевых формаций), поскольку содержащееся в них органическое вещество в значительной мере относится к битумному ряду, т.е. формировалось в морском бассейне, а об аридных обстановках на суше, окружавшей эти бассейны, отчасти свидетельствует присутствие в отложениях меди, свинца, цинка.

3. Приуроченность формаций к областям неспокойного тектонического режима с интенсивной вулканической деятельностью. Это либо миегосинклинальные зоны древних геосинклиналей, либо склоны передовых прогибов и области поздней активизации. Роль вулканического материала в карбонатных марганценосных формациях, как правило, невелика. Большинство формаций (карбонатные марганценосные толщи Центрального Казахстана, Саянской области и др.) вообще не содержат вулканического материала, хотя известны разрезы марганценосных формаций, где наряду с карбонатами существенную роль в составе формаций играют эффузивы. Правда, и в последнем случае рудные тела приурочены исключительно к прослоям осадочных пород.

4. Минеральный состав руд карбонатных формаций весьма пестрый. Родохрозит и манганокальцит, которые, казалось, должны преобладать в рудах, на самом деле широко развиты только в собственно доломит-известняковой формации, а в других преобладают окисные руды вполне

удовлетворительного качества (месторождения Ктай, Каражал в Центральном Казахстане, Муржик в Восточном Казахстане).

5. Марганцевые концентрации известны в карбонатных формациях, главным образом позднепротерозойско-раннекембрийской, позднедевонской и каменноугольной эпох.

Группа карбонатных марганцевых формаций включает в себе значительные запасы марганцевых руд, пока еще почти не используемых промышленностью [Михайлов, Колокольцев, 1978].

**ПЛАТФОРМЕННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ МАРГАНЦЕНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ МАРОККАНСКОГО ТИПА (Наргешум).** — Ф., характеризующиеся заметным содержанием красноцветных терригенных осадков в почве и кровле формации. Залежи окисных марганцевых руд (Имини-Таздрем) приурочиваются к толщам верхнемеловых доломитов с прослойками гипсов и ангидритов [Рахманов, Чайковский, 1972].

Син.: известняково-доломитовые марганцевые формации марокканского типа, развитые на платформенном основании [Варенцов, 1962; Чайковский и др., 1972].

Примечание. Марганцевые известняково-доломитовые формации марокканского типа характеризуются прежде всего определенной тектонической позицией — они с разрывом, нередко с несогласием залегают на жестком платформенном основании близ древних выступов и поднятий, представляющих собой участки суши в период накопления этих формаций. Обычно рассматриваемые формации обладают четко выраженным трехчленным строением: а) нижний, обычно красноцветный терригенный член; б) собственно рудный член формации, представляющий собой ассоциацию окисных марганцевых руд с доломитами, известняками, красными глинами, иногда гилсами; в) верхний, терригенный член, нередко красноцветный.

В формационном ряду рассматриваемые марганцевые формации граничат, с одной стороны, с красноцветными грубокластическими толщами, в которые они латерально переходят по направлению к древней береговой линии, и, с другой стороны, мощными известняково-доломитовыми толщами, замещающими марганцевые формации к центральным частям бассейна седиментации [Варенцов, 1962].

**ДОЛОМИТОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ ПЛАТФОРМ.** — Ф., включающая нижнекаменноугольное месторождение Ум-Бугма, распространена на Синайском полуострове и сложена преимущественно пластами доломитов и мергелистых доломитов. Линзы железомарганцевых руд диаметром до 200 м и мощностью 0,2—6 м располагаются в основании формации и состоят из псиломелана, пиролюзита, манганита, гаусманита, пирохроита, гематита, гётита [Рахманов и др., 1973].

**ИЗВЕСТНЯКОВО-ДОЛОМИТОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ УЛУТЯЛЯКСКОГО ТИПА.** — Расположена на восточной окраине Русской платформы вблизи ее сочленения с Предуральским прогибом. С Улутялжским месторождением марганцевых известняков она локализуется в юго-восточной части Бирской депрессии, секущей Русскую платформу и Предуральский прогиб с северо-запада на юго-восток.

В составе формации выделяется филипповский горизонт нижней перми — сульфатные породы с двумя прослоями карбонатных пород и пластами марганцевых руд. Разрез первого марганцевого пласта Улутялжского месторождения (снизу вверх) следующий.

1. Пласт ангидритов мощностью 35—40 м залегают в основании горизонта без перерыва на артинских органогенных известняково-доломитовых породах.

2. Нижний марганцевый пласт мощностью 4,5—10 м лежит без видимого перерыва на ангидритах, на востоке месторождение трансгрессивно залегают на размывтой поверхности артинских отложений. В строении выявлены три ритма мощностью 1,5—2,5 м каждый. В основании ритма обычно находится прослой мощностью не более 0,2—0,4 м марганцевых мергелей, переходящих вверх по разрезу в карбонатные марганцевые руды мощностью до 0,5—1 м, которые в свою очередь сменяются марганцевыми известняками, имеющими иногда комковатую, реже оолитовую текстуру и завершающими ритм. Максимальные содержания марганца в рудах 12—18%.

3. Пласт ангидритов мощностью 45—50 м залегают без видимого перерыва на марганцевом пласте. В его нижней части отмечен маломощный (0,3—0,4 м) прослой глинистого доломита.

4. Пласт марганцевых карбонатных пород мощностью 5—9 м завершает разрез, залегают с размывом в восточной части месторождения на подстилающих отложениях кунгурского и артинского ярусов. Второй марганцевый пласт также начинается

марганцовистыми мергелями, сменяющимися вверх по разрезу карбонатными марганцевыми рудами; этот ритм заканчивается марганцовистыми, известняками, иногда комковатой текстурой.

Для рассматриваемых пород формации, особенно марганценосных, характерна фациальная смена различных их типов, отражающая разные фациальные условия накопления.

В восточной (прибрежной) части месторождения в разрезе формации отмечаются два пласта онколитовых и оолитовых известняков, залегающих с размывом. Западнее, в Бирской депрессии в разрезе формации имеются два переслаивающихся пласта ангидритов мощностью 40—60 м и два пласта карбонатных пород — карбонатных марганцевых руд, известняково-доломитовых мергелей и доломитов мощностью 8—15 м. В области Уфимского плато и Рязано-Охлебининского вала филипповский горизонт сложен доломитами и известковистыми доломитами.

Более резкая фациальная смена разрезов наблюдается в марганценосных карбонатных слоях Улутелякского месторождения. Вблизи Каратауского выступа пласты карбонатных пород сложены онколитовыми известняками, переслаивающимися с оолитовыми. К западу онколитовые известняки фациально сменяются сначала оолитовыми и комковатыми известняками, затем тонкослоистыми карбонатными марганцевыми рудами с прослоями доломит-известняковых мергелей и известняков, образовавшихся на стыке пресных, континентальных вод и вод морского бассейна повышенной солености. Далее к западу фация марганцевых руд сменяется известняково-доломитовыми мергелями и затем доломитами.

С учетом всех данных можно заключить, что образование улутелякской формации происходило в полузамкнутом морском соленосном бассейне в условиях аридного климата при ограниченном привносе терригенного материала и пресных вод с Урала. Формация отражает регрессивный этап развития региона, начавшийся со второй половины сакмарского века.

Марганцеворудные концентрации на Улутелякском месторождении, представленные карбонатными рудами, сформировались в стадии сингенеза и диагенеза (Сапожников, 1967 г.). При эпигенезе в процессе микробиологического восстановления сульфатов в присутствии углеводородов нефти карбонаты марганца замещались алабандином без заметного обогащения руд. В коре выветривания значительно (в 2—3 раза) обогащались марганцевые руды вследствие выноса  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$  с образованием рыхлых руд, сложенных главным образом вернадитом [Рахманов и др., 1973].

Син.: сульфатно-известняковая марганценосная формация [Михайлов, Колокольцев, 1978].

**КРЕМНИСТО-ИЗВЕСТНЯКОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ КАРАЖАЛЬСКОГО ТИПА.** — Развита в Казахстане в позднекаледонской области завершённой складчатости. Породы, слагающие формацию, связаны с отложениями теплого мелкого моря, расположенного между цепочками островов, обычно соответствующих антиклинорным зонам — Актайской, Текстурмасской и др. Протяженность изогнутой к югу мульды почти 200 км при ширине до 40 км.

Формация с ее месторождениями железных и марганцевых, а также свинцово-цинковых руд сложена сравнительно полого падающими к центру мульды кремнисто-известняковыми породами, содержащими многочисленные прослои кремнистых и глинистых сланцев, а также секущих и пластовых диабазов и их туфов. Мощность формации достигает 2 км. Ниже залегают молассовая толща франских красноцветных песчаников, конгломератов, туфобрекчий, сланцев, местами туфолов мощностью около 1 км, подстилаемых мощными (4—5 км) кислыми и средними преимущественно континентальными эффузивами нижнего и среднего девона, прорванными послескладчатыми внегеосинклинальными массивами гранитоидов. Каражальская формация слагает субплатформенный чехол существовавшего дифференцированного складчатого остова салическо-фемического типа. На площадях залежей обычно наблюдаются кремнистые и известняково-кремнистые породы с окисными марганцевыми и железными рудами. Мощность рудной пачки достигает 60 м. По мере удаления от бортов мульды породы и руды постепенно замещаются красноцветными известняковыми разностями с вкраплениями и прослоями гематита и марганцевых скоплений, прослеживающимися на протяжении 2—3 км.

Железо-марганцеворудная пачка подстилается кремнисто-карбонатными и глинисто-карбонатными породами, нередко включающими тонкослоистые глинисто-карбонатные свинцово-цинковые руды. В таких участках Джайльминской мульды (Джайрем, Бестюбе, Каражал и др.) наблюдается совмещение полиметаллического и марганцево-железного оруденения; последнее в этом случае обычно проявляется лишь марганцевистыми красными яшмами (Ходак, Грибов и др., 1966 г.). В пределах месторождений среди руд и пород развиты пластовые и секущие баритовые тела. Местами марганцевое оруденение достаточно обособлено от железных руд (Восточный Караджал, Камыс, Джумарт). Иногда гематитовые породы и руды (район южнее Джайрема, Ушкатын) залегают непосредственно на приподнятых локальных блоках вулканогенного среднего девона, осложняющих западную часть мульды. Сказанное свидетельствует о комплексном характере оруденения каражальской формации. В разрезах формации в зависимости от положения в мульде и приуроченности к определенным фациям наблюдаются кремнистые, известково-кремнистые, кремнисто-известняковые разности браунитовых, гаусманит-браунитовых, гаусманитовых, родохрозит-манганокальцитовых руд; отмечаются контактово-метаморфизованные яkobситовые и существенно окисленные с поверхности пиrolюзит-псиломелановые, вернадитовые руды. Среднее содержание в рудах марганца около 25%, иногда до 40%. Аналогично марганцевым рудам выделяются разности кремнистых, кремнисто-известняковых, известняковых гематитовых, магнетит-гематитовых, магнетитовых, а также мартитовых, сидерит-магнетитовых, хлорит-сидеритовых железных руд [Рахманов и др., 1973].

Син.: кремнисто-известняковая марганценосная формация [Рахманов и др., 1973]; парагенез атасуйского типа [Соколова, 1968]; карбонатно-кремнистая формация [Варенцов, Рахманов, 1978].

**ИЗВЕСТНЯКОВО-ДОЛОМИТОВЫЕ ФОРМАЦИИ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ ЗОН** (аппалачского и усинского типов). — Марганценозные формации, характеризующиеся общностью состава, но различающиеся по строению и тектонической позиции; не образуют однородного формационного семейства, как, например, региональные аналоги Никопольской формации, либо марганценозные известняково-доломитовые формации марокканского типа; различия можно интерпретировать как проявление относительно резкой специфичности и региональной индивидуальности этих формаций [Варенцов, 1962].

**ДОЛОМИТ-ИЗВЕСТНЯКОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ УСИНСКОГО ТИПА.** — Ф., включающая крупнейшее в Сибири Усинское месторождение карбонатных марганцевых руд, расположена в 90 км северо-восточнее г. Новокузнецка и приурочена к западному борту мегантиклинория Кузнецкого Алатау. Марганцеворудные тела развиты на круто падающем западном крыле синклинальной складки, сложенной карбонатными породами бельсинской свиты верхнего протерозоя и усинской свиты нижнего кембрия. Известняки восточного крыла структуры прорваны интрузией диоритов, наблюдаются в виде разобщенных останцов протяженностью 4—5 км. Ядро синклинальной структуры выполнено осадочно-эффузивными породами мундыбашской свиты среднего кембрия (?).

Месторождение представляет собой три разобщенные круто падающие и асимметричные марганцеворудные залежи, согласно залегающие среди известняков, известковистых, кремнистых и глинистых, местами углистых сланцев усинской свиты, вытянутые по простиранию синклинальной структуры на 4,5 км от горы Марганцевой на севере до ручья Ажигол на юге. Родохрозитовые руды — главный и наиболее богатый промышленный тип марганцевых руд. Мощность продуктивных пластов 10—15 м, содержание марганца 25—30%. Руды широко распространены на северном — Правобережном и центральном — Левобережном участках месторождения. Выделяются пирротин-пирит-родохрозитовые руды, характеризующиеся чередованием тончайших прослоев родохрозита, железо-марганцевых гидросиликатов, пирротина и лирита. С глубиной — по падению слоев и к югу — по их простиранию количество пирротина в родохрозитовых пластах уменьшается, значительно сокращается их мощность (Рахманов, 1966 г.). Манганокальцитовые руды встречаются в тесном переслаивании с пластами родохрозитовых руд, марганцевых известняков и известковисто-кремнистых сланцев. Мощность отдельных пластов манганокальцитовых руд достигает иногда 30 м; содержание Mn — до 20%. Родохрозитовые и манганокальцитовые руды тонкослоистые, мелко- и среднезернистые, от темно-серого до черного цвета. Микрослоистость родо-

хрозитовых руд обусловлена чередованием тончайших прослоев, состоящих из микросферолитов родохрозита, железо-марганцевых, гидросиликатов, манганокальцита и марганцовистого кальцита, сульфидов железа, углистого вещества. В манганокальцитовых рудах увеличивается карбонатная составляющая основной массы; представленная комковато-сгустковыми раскристаллизованными сфероидальными образованиями манганокальцита. Отдельные слои состоят из гидросиликатов марганца, углистого вещества, сульфидов железа, кальцита.

Первичные карбонатные марганцевые руды в местах выхода их на дневную поверхность окислены с образованием типичных марганцеворудных накоплений коры выветривания — псиломелановых, псиломелан-вернадитовых, пиролюзит-псиломелановых с вадом. В строении рудных тел наряду со сходными чертами (пластовый характер марганцеворудных образований, крутое падение их, содержание марганца до 30%, относительная однородность минерального состава — карбонатные разности изоморфного ряда родохрозит-кальцит и др.) имеются и существенные различия. Главное из них — фациальная невыдержанность рудных пластов — родохрозитовых и манганокальцитовых по простираению марганцеворудной толщи, которая приводит к постепенному выклиниванию их и появлению в южных разрезах известково-кремнистых, известково-кремнисто-глинистых и кремнисто-глинистых марганцовистых сланцев, переслаивающихся с пластами и прослоями манганокальцитовых руд. На юге в первичных рудах снижается среднее содержание Mn от 19,5 до 17,5%, увеличивается количество Fe от 5,0 до 7,1%, P — от 0,17 до 0,23%, S — от 0,85 до 1,8%, SiO<sub>2</sub> — от 13,0—15 до 30,5%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — от 1,6 до 3—4%.

Марганцеворудная известняковая и известняково-сланцевая пачка Усинского месторождения подстилается темно-серыми мелкокристаллическими кремнистыми слоистыми известняками, иногда массивными и брекчиевидными, мощностью около 250 м. Вниз по разрезу к устью р. Усы они сменяются светлыми археоциатовыми известняками со следами окремнения и доломитизации мощностью до 400 м. К югу в сторону Левобережного и Ажигольского участков они фациально замещаются доломитами. Количество марганца в известняках, доломитах и кремнистых прослоях подрудных пород, как правило, колеблется на уровне кларкового. Толща надрудных карбонатных отложений представлена белыми и светло-серыми известняками, местами интенсивно перекристаллизованными (мраморизованными) с образованием крупнокристаллических структур, двойникованием кальцита. В известняках содержится 0,1—0,2% марганца [Рахманов и др., 1973].

Син.: известняково-доломитовая эвгеосинклинальная формация [Варенцов, Рахманов, 1974, 1978]; доломит-известняковая марганценосная формация [Михайлов, Колокольцев, 1978]; парагенез усинского типа [Соколова, 1968]; формация марганцовистых известняков [Вахромеев, 1961].

**ИЗВЕСТНЯКОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., развитая в Прибайкалье. Главный член марганценосной формации месторождения Саган-Заба, расположенного на западном берегу Байкала, — архейские белые и серые мраморизованные известняки с заключенными внутри них пластами марганцовистых известняков (мощность 4—18 м, протяженность до 400 м), прослоями и линзами кварцитов, гнейсов, амфиболитов, порфиритов. Структурное положение формации определялось тектоническим развитием региона в раннеархейское время — периода замыкания геосинклинальной системы и расчленения ее на платформенную и подвижную области [Рахманов и др., 1973].

**КРЕМНИСТО-ИЗВЕСТНЯКОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ ТАХТАКАРАЧИНСКОГО ТИПА,** развитая в Зеравшанском хребте, сложена карбонатными породами с переслаивающимися пластами и линзами кремнистых пород, карбонатных марганцевых и железных руд.

В составе формации, по возрасту относящейся к нижнему—среднему лудлоу, выделяются три толщи. Подрудная толща мощностью 50—70 м, залегающая на нижнесилурийской толще песчано-сланцевых пород, сложена серыми, темно-серыми известняками, местами битуминозными доломитами. Средняя толща — рудовещающая, мощностью до 200 м, связана постепенным переходом с подстилающими и перекрывающими ее породами. Она представлена тонкослоистыми известняками, кремнисто-известняковыми и кремнистыми породами, доломитами, пластами и линзами карбонатных

марганцевых и железо-марганцевых руд. Надрудная толща состоит преимущественно из мраморов и мраморизованных известняков мощностью до 500 м.

Марганцевые и железо-марганцевые руды Тахтакарачинского месторождения сложены исключительно карбонатными минералами марганца и железа типа родохрозита, манганокальцита, марганцовистого кальцита, сидерита и железистого родохрозита, образовавшимися в стадии сингенеза и диагенеза. В малых количествах встречаются сульфиды железа (пирит, марказит), спессартин, халькопирит, возникшие позднее, в стадию эпигенеза и при метаморфизме. В приповерхностных частях пласты марганцевых руд представлены окисленными разностями, сложенными водными окислами марганца, главным образом вернадитом и в меньшей степени двуокисью марганца типа рамсделлита.

Рудная пачка изменчива по разрезу и простиранию. Строение ее следующее (снизу вверх).

	Мощность, м
Тонкополосчатый известняк	60
Родохрозитовая руда	6
Тонкополосчатый известняк	6
Марганцовистый известняк массивный	8
Родохрозит-манганокальцитовая руда	6
с прослоями марганцовистого известняка	

В строении марганценосной карбонатной формации на Тахтакарачинском месторождении и более резко в рудовмещающей толще отмечается характерная фациальная смена различных ассоциаций пород. Известняки с пластами кремнистых, кремнисто-известняковых пород, марганцевых и железо-марганцевых карбонатных руд, образовавшиеся вблизи островов, сменяются в сторону открытого моря толщей массивных доломитов.

Можно предположить, что марганценосная карбонатная формация тахтакарачинского типа образовывалась в неглубоком геосинклинальном морском бассейне в условиях аридного климата. Флишевая толща раннего силура, подстилающая марганценосную толщу, образовалась в мелком море с частыми колебаниями дна бассейна седиментации. В конце раннего силура изливались основные эффузивы в горах Кара-Тюбе, Зирабулакских и Нура-Тау (Хамрабаев, 1958 г.). В позднем силуре на фоне общего погружения региона флиш постепенно сменялся карбонатными осадками открытого неглубокого моря. В это время накапливались главным образом доломиты и только на площади месторождения вблизи островов образовывались известняковые и кремнистые осадки, обогащенные марганцем. Вместе с известняками осаждались соединения марганца и железа, впоследствии преобразованные в родохрозитовые, манганокальцитовые и сидеритовые руды. На относительно небольшие глубины бассейна седиментации указывают волнисто-слоистые и брекчиевидные текстуры руд и вмещающих пород, а также маломощные (до 1,5 м) линзы песчаников, свидетельствующие о существовании временных островов, с которых происходил снос терригенного материала и, возможно, марганца.

Поскольку рудоносные осадки месторождения откладывались на фоне затухающей вулканической деятельности, допускается, что марганец частично мог поступать в бассейн седиментации и при подводной гидротермально-экспаляционной деятельности [Рахманов и др., 1973].

## ВУЛКАНОГЕННЫЕ И ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ

**СПИЛИТ-КЕРАТОФИР-КРЕМНИСТАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., развитая на западном борту Магнитогорского синклинория близ зоны глубинных разломов дорифейского массива Уралтау, охватывает мощную толщу нижнего и среднего девона — ирендыкскую и карамалыташскую свиты, сложенные сильно складчатými осадочными породами мощностью до 5 км. Она содержит ряд кремнисто-яшмовых пачек с марганцевыми, а местами и с железными пластовыми рудами, залегающими согласно с другими породами разреза. Основная масса пород формации представлена диабазовыми и андезитовыми амфибол-пироксеновыми морскими порфиритами типа спилитов и их туфами, переслаивающимися с пачками и пластами известняков, глини-

стых сланцев и глинисто-кремнисто-яшмовых пород с марганцевыми рудами. Местами среди яшм и кремнистых сланцев развиты кварцевые альбитофиры типа кератофиринов, залегающих в виде согласных слоев и небольших штоков секущих и пластовых. Появление кремнисто-яшмовых чачек, особенно чачек, прослеживающихся на десятки километров по простиранию, а также по падению пород, знаменует определенные этапы дифференциации магм, слагающих почти половину пород формации. Вверх по разрезам появляются породы все меньшей основности: дациты, андезитовые порфириды и альбитофиры в карамалыташской свите, трахиты в верхах девона и в нижнем карбоне; кроме того, увеличивается роль кремнистых и яшмовых пород. В нижней части формации (ирендыкской свите) среди магматических пород почти полностью преобладают диабазовые порфириды, их туфы, диабазового состава туффиты.

Марганцевые руды магнитогорской формации представляют собой тонкокристаллические и тонкополосчатые кремнистые и глинисто-кремнистые породы, послойно обогащенные минералами марганца. Формирование магнитогорской формации и содержащихся в ней кремнистых марганцевых руд, залегающих с морскими лавами и туфами различного состава (от основных до кислых), связано с многообразным развитием фемической эвгеосинклинали Урала. Рудные и кремнистые компоненты выносились в прогиб с запада, с борта древнего Урала при вулканических эксгалациях из широко развитых в этой зоне контакта затухающих магматических очагов центрального типа с наземными или подводными постройками, при сносе терригенного, туфогенного, рудного материала с этих построек, при выбросе туфогенного и сопутствующего материала в периоды усиления активности вулканов, при излияниях и выносе вулканических, кремнистых, рудных компонентов в результате трещинных излияний из отмеченных построек [Рахманов и др., 1973]. Близкие описания: [Шатский, 1954; Варенцов, Рахманов, 1974, 1978].

Син.: зеленокаменная вулканогенная марганценосная формация [Шатский, 1954]; эффузивно-кремнистая марганценосная формация [Михайлов, Колокольцев, 1978].

Примечание. Месторождения марганца в зеленокаменных (спилит-кератофировых) формациях известны во многих складчатых областях. Одним из лучших примеров марганцевых залежей этого типа являются третичные месторождения на Олимпийских горах в Северной Америке. Марганцевое оруденение в породах основной магмы хорошо известно в западноальпийской, пеннинской офиолитовых зонах как в пределах Швейцарии, так и в Италии. Характерно оно и в Болгарии для большинства толщ, представленных вулканогенными зеленокаменными формациями. Залежи марганцевых руд встречаются в вулканогенной формации о-ва Куба (провинция Ориента). Это мелкие месторождения [Шатский, 1954].

**ЯШМОВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представленная красными, типичными "сургучными", реже зелеными яшмами и яшмовидными кремнистыми зелеными и красными туфами, с подчиненными им линзами известняков, а иногда и терригенными породами; на Южном Урале яшмовой формацией слагается в существенных чертах бугулугырская толща Л.С. Либровича, в которой мощность этой формации достигает 150 м [Шатский, 1954].

Примечание. К залежам в яшмовой формации Южного Урала относится огромное большинство месторождений бугулугырского горизонта  $D_{1-2}$ : Тетраук, Кусимово, Низагулово II, Файзулино, Сарбай, Никольское, Губайдулинское, Янзигитово, Ялимбетово, Аумышево, Аюсазово, Гибдимово, Куралинское, Байсултан и другие. Прекрасным примером марганцеворудных залежей в яшмовых формациях, кроме южноуральских, являются многочисленные мелкие месторождения в пеннинской зоне (так называемый верхнепеннинский покров) Швейцарских Альп, в кантоне Граубюнден. Месторождения этой группы, из которых главнейшими считаются Парсеттен и Фалётта, представляют собой также пластовые залежи среди верхнеюрских радиоляритов с прослоями глинистых сланцев. В Европе в Альпийской системе, кроме офиолитового пояса пеннинской зоны, марганцевые руды известны в радиоляритах Италии, в Раполане (Тоскано) и в Гамбатеса (Лигурия). На юго-востоке, на Балканах, марганцевые залежи приурочены также к типичной яшмовой формации (юрские радиоляриты Боснии, месторождения у с. Чевлянович). Это марганцевое месторождение аналогично залежам среди радиоляритов Граубюндена; так же как и в Швейцарских Альпах, рудоносная яшмовая формация здесь связана с толщей эффузивов основного состава, однако, как и в Альпах, в Чевляновическом месторождении руды не находятся в непосредственной близости к эруптивной серии. Руда залегает в спойстых яшмах в виде линз или тонких прослоев вполне согласно с вмещающими породами, образуя частое чередование с "пустой" кремнистой породой. Руды были смяты в складки, дислоцированы вместе с яшмами, что свидетельствует

также об их сингенетичности. По химическому составу руды залежей у Чевляновичей идентичны рудам Граубюндена: наиболее обычным рудным минералом является браунит.

В яшмовых формациях наиболее известны марганцеворудные залежи в Калифорнии (США). В Тихоокеанской складчатой зоне зеленокаменные серии и кремнистые вулканогенные формации чрезвычайно широко развиты в палеозойских и мезозойских отложениях. В смысле марганценосности особенно интересна францисканская серия (юра), в радиоларитовых яшмах которой марганцевые руды встречаются во многих местах на разных горизонтах разреза.

Мелкие марганцевые месторождения распространены в складчатых геосинклинальных образованиях архипелага Сунда, в Индонезии. На о-ве Борнео в свите Данау, относящейся к верхнемеловым отложениям, радиоларитовые кремнистые толщи достигают ста и более метров. Марганцевые руды встречаются в виде тонких прослоев между радиоларитами, линз и даже конкреций и включений, рассеянных в этой породе. Радиоларитовые кремнистые образования ассоциируются здесь всегда с основными эффузивными породами; по всем данным, кремнистые образования являются яшмовыми формациями. Аналогичные образования, видимо, широко развиты и на других островах Индонезии, например на о-ве Тимор.

Наконец, надо отметить, что залежи марганцевых руд описываемого типа, по-видимому, широко развиты в палеозое восточной Австралии. По данным Дэвида, с вулканогенно-кремнистой группой формаций, несомненно, связанных месторождения, приуроченные в верхней части интенсивно смятых сланцев, — Брисбэн в Квинслэнде и Новом Южном Уэльсе. Месторождения эти весьма многочисленны, но мелкие; они обычно имеют вид линзовидных или неправильной формы пластовых тел, часто всего в десятку—два метра длиной. Руды содержат до 70%  $MnO_2$ ; на месторождениях горы Миллар верхние выветрелые горизонты сложены пилломеланом, ниже по падению переходящим в браунит, родохрозит и родонит [Шатский, 1954].

**КРЕМНИСТО-СЛАНЦЕВАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., выраженная желтоватыми и серыми кремнистыми сланцами, переслаивающимися с туффитами, глинистыми и углисто-глинистыми сланцами; здесь же встречаются яшмы, но в виде подчиненных линз и прослоев. Подчиненными членами кремнисто-сланцевой формации являются также линзовидные слои известняков, туфов, граувакк [Шатский, 1954].

*Примечание.* Марганцеворудные залежи в кремнисто-сланцевых формациях встречаются значительно реже, чем в яшмовых или вулканогенных. К к.-с. м. ф. относятся марганцевые руды Келлервальда, залегающие в виде линзовидных тел или тонких прослоев в кремнистых сланцах кульма. Нижние горизонты каменноугольных отложений слагаются здесь черными граувакками и глинистыми сланцами с обильным пиритом, которые подстилаются кремнистыми известняками с гоизатитами и радиолариями, а также лититами и кремнистыми сланцами с радиоларитами; под ними лежат покровы диабазов и шальштейнов.

К этому же типу месторождений принадлежат, по-видимому, известные нижнекарбонные залежи провинции Гуельва в Испании; здесь эти весьма обширные, мощные и, вероятно, осадочные залежи расположены также в кульмских "роговиках", находящихся в самой тесной связи с основными эффузивными толщами.

Очень близкие по типу и совершенно сходные по вмещающей формации залежи марганцевых руд описаны из кремнисто-сланцевой толщи северного Ньюфаундленда (месторождение Сьюэни, Форчун Харбор). По-видимому, в отложениях кремнисто-сланцевой формации Молуккского полуострова залегают рудные месторождения Мачанг-Сатахун, в штате Тренгану.

Аналогичны им и более древние по возрасту ордовикские типично осадочные марганцевые залежи в Южной Шотландии (Карнарвон и Мэрионет).

В пределах СССР к месторождениям описываемой группы относятся Мазульское в хребте Арга в Ачинском районе Краснодарского края. К кремнисто-сланцевой формации, по-видимому, относится толща, вмещающая месторождения Ванданского хребта к северу от Хабаровска, Аккермановское месторождение на Южном Урале [Шатский, 1954].

**ОТДАЛЕННЫЕ КРЕМНИСТЫЕ МАРГАНЦЕНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., представляющие собой сочетание терригенных или карбонатных отложений с кремнистыми образованиями, выраженными кремнистыми сланцами, обычно серых или светлых оттенков, или повышенной кремнистостью вмещающих терригенных или карбонатных пород [Шатский, 1954].

*Примечание.* Предположительно выделяются два типа отдаленных кремнистых формаций. Первый можно представить как отложение кремнистых осадков вулканического происхождения, но, возможно, далеко отнесенных от вулканического источника течениями. Второй тип можно представить, по Н.А. Штрейсу, как отложения кремнезема из местных фумарольных источников, весьма удаленных от основных очагов главной вулканической области. Этот тип отличается тем, что кремнистость в таких образованиях распределяется по площади неравномерно, а пятнами, положение которых определяется тектоническими разломами. Последние, второй тип отдаленных кремнистых формаций пока распознается только во второй группе вулканогенно-кремнистых

формаций ("порфир-кремнистой"). Примером первого типа отдаленных кремнистых формаций могут быть фосфоритоносные кремнистые сланцы Каратау и кремнистая формация Фосфория Скалистых Гор. Хорошим примером формации подобного типа является так называемый арканзасский новакулит. Эта кремнистая порода обычно рассматривается то как метаморфизованный кремьен, то как кремнистый алевролит, то как окварцованный известняк и т.д. По геологическим условиям залегания кремнистые породы новакулита, видимо, связаны с вулканогенными породами складчатой зоны Уачита, скрытой под мезозойско-кайнозойским чехлом на юге.

Выделять отдельные отдаленные кремнистые формации из осадочных серий рассматриваемых областей представляется весьма трудным. К этому классу могут быть причислены только те образования, для которых может быть в той или иной мере доказана принадлежность к вулканогенно-кремнистому ряду [Шатский, 1954].

**ПОРФИР-КРЕМНИСТАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., включающая Дурновское месторождение марганцевых руд, расположена на Северо-Восточном Салаире. Она обнажается в ядре Урско-Бачатской антиклинали в зоне резкого сужения складчатых осадочных и вулканогенно-осадочных пород гавриловской и печеркинской свит кембрия, осложненных многочисленными дизъюнктивными нарушениями, придающими этому участку продольно-разломно-блоковый характер строения.

К собственно марганценовой пачке рассматриваемой формации относятся пласты слабо железистых и марганцовистых кварцитов, часто яшмовидного облика, переслаивающиеся с пластами и пропластками браунитовых руд, эффузивными кварцевыми порфирами. Породы рудоносной пачки перекрываются без видимого несогласия толщей известняков с горизонтами пирокластических образований — кислых туфов, туфопесчаников, туфосланцев и туфоизвестняков.

Среди промышленных марганцевых руд выделяются два главных типа: первичные браунитовые руды массивной, слоистой и брекчиевой текстуры, слагающие, по существу, все марганцеворудные тела, и вторичные псиломелановые руды — продукт изменения в гипергенных условиях браунитовых руд, натечно-скорлуповатые, почковидные и корковые образования.

Рудная пачка месторождения не представляет собой единого марганцеворудного тела. Она состоит из отдельных рудных залежей пластовой и линзовидной формы, переслаивающихся со слабо ожелезненными и омарганцованными кварцитами и порфироидами. Мощность ее 40—45 м. Рудные тела прослеживаются с юго-востока на северо-запад на расстоянии 300 м, угол падения их 45—50°. В этой сложно построенной пачке пород отчетливо выделяются девять линзовидных браунитовых пластов. Они характеризуются неравномерным пространственным развитием: то быстро выклиниваются, то прослеживаются на 180—200 м по простиранию и более чем на 150 м по падению при средней мощности около 4 м. Мощность руд в центральных частях линз 4—5 м. Содержание Mn в браунитовых телах 6,5—26,5, Fe — 2,2—13,3% [Рахманов и др., 1973]. Близкие описания: [Варенцов, Рахманов, 1974, 1978].

Син.: порфировая марганценовая формация [Чайковский и др., 1972].

**ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ПЛАТФОРМЕННАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., развитая в районах Пик-Артиллери и Лейк-Мид, провинции Колорадо-Рио (США), где окисные марганцевые руды входят в парагенетическую ассоциацию неогеновых пород от конгломератов до песчаников, алевролитов и глин, переслаивающихся с андезит-базальтовыми лавами и их туфами. Рудные пласты и линзы мощностью иногда до 3,0—4,5 м и более протягиваются на десятки и сотни метров [Рахманов и др., 1973].

Син.: парагенез колорадского типа [Соколова, 1968].

**Примечание.** Континентальные вулканогенно-осадочные марганценовые отложения развиты с юго-западной части США. В пределах этой территории Д. Хьюитт (Hewett et al., 1956 г.) выделяет две металлогенетические провинции: южную — Колорадо-Рио и северную — Центральная Невада. В провинцию Колорадо-Рио входят марганцеворудные районы Пик-Артиллери и Лейк-Мид. Рудоносные толщи этих районов представлены очень схожими по составу и строению ассоциациями пород, которые мы описываем под общим названием "парагенез колорадского типа" [Соколова, 1968].

**ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА.** — Ф., развитая в Закавказье и Казахстане. Примером может служить толща палеоценовых вулканогенно-осадочных пород, расположенная на Артвино-

Сомхитской глыбе в Тетрицкарройском районе Грузии, где марганцевое оруденение приурочено к контакту песчано-глинистых отложений с андезит-дацитовыми лавами и туфами. Рудные залежи сложены окислами и гидроокислами марганца, средняя мощность их 4–5 м, они прослеживаются на 50–150 м. В Казахстане с этой формацией связываются пластовые рудные залежи Джездинского месторождения, залегающие в основании средне-верхнедевонской толщи грубозернистых кластических осадков (конгломератов, песчаников, аркозовых, известковистых песчаников), трансгрессивно прорывающих нижележащие метаморфизованные породы силура и каледонские гранитоиды. Рудные пласты мощностью 1,0–2,7 м протягиваются более чем на 2 км [Рахманов и др., 1973].

Син.: смешанная вулканогенно-осадочная марганценосная формация [Чайковский и др., 1972].

**МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ КАЛИФОРНИЙСКОГО ТИПА** [Соколова, 1965]. — Ф., выделенная в юрских отложениях Берегового хребта Калифорнии. Аркозовые песчаники, глинистые сланцы, кремнистые радиолариевые сланцы, известняки, конгломераты, вулканогенные породы базальтового ряда: эффузивы, туфы, агломераты. Мощность около 9 км. Руды залегают в глинисто-кремнистых сланцах в виде линз и ассоциируют с линзами кремнистых пород. Размеры рудных тел: мощность 1–9 м, протяженность десятки—сотни метров. Марганец — в карбонатах, опалах и халцедонах. Накапливалась в условиях эвгеосинклинального морского бассейна, заполнявшегося терригенными и вулканогенными образованиями. К ней относятся в Калифорнии также палеозойские и юрские марганценозные комплексы Сьерра-Невады; пермско-юрские и меловые отложения Новой Зеландии; марганценозные толщи палеозоя и мезозоя Японии, палеогенные отложения Новой Каледонии и др. [Геологический..., 1973].

Примечания: 1. Все формации калифорнийского типа характеризуются следующими общими чертами: это морские геосинклинальные серии, осадочная составляющая которых всегда представлена терригенными породами, а вулканогенная — лавами и их пирокластическими производными, преимущественно основного состава; особенно типичны для марганценозных ассоциаций пород спилиты.

Количественное соотношение вулканических и осадочных пород в различных формациях калифорнийского типа изменяется в довольно широких пределах, и в зависимости от этого соотношения конкретная формация занимает то или иное место в вулканогенно-терригенном ряду. Так, в Калифорнии, Новой Зеландии и Новой Каледонии ассоциации вулканических и вулканогенно-осадочных пород внутри формаций всегда подчинены терригенным образованиям, причем в Новой Зеландии это подчинение выражено особенно резко.

В Японии, напротив, роль вулканогенных пород значительно возрастает, вплоть до их преобладания над осадочными, и японские марганценозные формации по составу и особенностям их строения располагаются ближе всего к вершине треугольника, т.е. к собственно вулканогенным формациям. По сравнению с другими формациями калифорнийского типа в Японии несколько изменяется и состав вулканитов: здесь, помимо эффузивов, широко распространены туфы, которые ни для Калифорнии, ни для Новой Зеландии не характерны, но весьма типичны для собственно вулканогенных формаций.

В тех случаях, когда накоплению терригенных отложений сопутствовала вулканическая деятельность, в составе формаций калифорнийского типа обособились весьма характерные парагенезы пород, выделяемые Ридом и Веллманом под специальным названием "red rocks". В состав ассоциации red rocks, помимо эффузивов, чаще всего спилитового типа, входят кремнистые породы, вулканические аргиллиты, туффиты, марганцевые и реже железные руды.

Во всех рассматриваемых формациях, за исключением японских, тела, сложенные red rocks, имеют форму линз, которые залегают согласно с терригенными породами, составляющими фон формаций. В Новой Зеландии эти линзы разбросаны по различным горизонтам терригенной серии и значительно разобщены друг от друга; в Калифорнии их количество очень велико, и они группируются в средней части разреза францисканских отложений, часто сливаясь в сравнительно выдержанные по простиранию горизонты. Контакты линз red rocks с вмещающими их породами, как правило, резкие.

Основные особенности состава и распределения рудных концентратов в формациях калифорнийского типа следующие.

Железо-марганцевые руды — обязательный член ассоциации red rocks и никогда не встречаются за пределами этих сообществ пород, т.е. локализируются в непосредственной близости от вулканических очагов, поставляющих рудоносные растворы.

Внутри ассоциаций red rocks руды всегда залегают согласно с вмещающими породами, среди которых они образуют многочисленные, но небольшие по размерам тела линзовидной формы.

Рудные залежи чаще всего локализуются среди кремнистых пород и только изредка залегают непосредственно в эффузивах или их туфах.

Продуктивные пачки в формациях калифорнийского типа состоят из огромного количества рудных линз, которые иногда вытягиваются цепочкой вдоль одного горизонта, чаще же располагаются кулисообразно на разных стратиграфических уровнях. Характерно, что состав руд от линзы к линзе часто существенно изменяется.

Ни в одной из формаций калифорнийского типа эпоха рудонакопления в целом не характеризуется сколько-нибудь значительными изменениями палеогеографических условий. Продуктивные пачки приурочены к средним частям непрерывных серых морских отложений и локализуются на относительно стабильном фаціальном фоне [Соколова, 1967].

**ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНАЯ МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ КУБИНСКОГО ТИПА.** — Ф., принадлежащая к вулканогенно-карбонатному ряду, характеризуется резким преобладанием вулканической составляющей над осадочной. Входящие в ее состав вулканиты представлены породами базальтоидной группы, что дает основание отнести формации Эль-Кобре к типу формаций с родоначальным вулканизмом основного состава [Соколова и др., 1973]. Близкие определения: [Соколова, 1973].

**Примечание.** Специфика рассматриваемого парагенеза пород, к которому принадлежит формация Эль-Кобре, заключается в следующем.

1. Формации Эль-Кобре составляют вулканические образования, среди которых марганцевые руды и локализуются. Все ранее выделенные марганценозные формации характеризуются явным преобладанием осадочных пород над вулканическими. Такое соотношение этих двух составляющих рассматривается как благоприятная предпосылка для возникновения рудных концентраций.

2. Формации Эль-Кобре свойствен совершенно особый тип марганцевого оруденения. Подавляющее большинство рудных залежей имеет метасоматическую природу; рудам свойствен преимущественно окисный состав (резкое преобладание окислов марганца над силикатами при полном отсутствии карбонатных марганцевых руд), причем в ряде месторождений промышленные концентрации образуют тодорокит, чисто марганцевый состав руд (отсутствии железистых разностей). Вулканогенно-осадочные руды в формациях с родоначальным основным вулканизмом, относящихся как к вулканогенно-карбонатному (атасуйский тип), так и к вулканогенно-терригенному ряду (калифорнийский тип), неизменно представлены и окисными, и карбонатными разностями. Кроме того, в составе продуктивных пачек месторождений, приуроченных к формациям вышеупомянутых типов, помимо марганцевых руд, постоянно присутствуют и руды железа.

**МАРГАНЦЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ ЧИЛИЙСКОГО ТИПА.** — Ф., характеризующаяся следующими основными чертами.

1. Для формации характерно резкое преобладание вулканических пород над осадочными. Вулканиты имеют преимущественно андезитовый состав, но наряду с этим среди них достаточно широко представлены субщелочные и особенно кислые разности. Вулканические очаги, поставляющие материал разного состава, были пространственно разобщены. Коэффициент эксплозивности составляет несколько десятков процентов. Помимо пирокластов, для формации характерны вулканогенно-терригенные образования. Осадочная составляющая парагенеза представлена терригенными породами, известняками и гипсами. Известняки и гипсы распространены локально.

2. Формации свойственно сложное строение, обусловленное как характером вулканической деятельности (разнородность материала, поставляемого одновременно действующими очагами, и изменение положения вулканических центров во времени), так и большой неустойчивостью условий осадкообразования в нижнем мелу. В ее составе явно преобладают породы наземного происхождения, но наряду с ними известны отложения озерного и морского генезиса. Перечисленные фаціальные типы находятся в сложных взаимоотношениях: они переслаиваются и сменяются в латеральном направлении, но со временем количество водоотложенных образований заметно сокращается вплоть до их полного исчезновения.

3. Для формации характерно присутствие многочисленных интрузий гранитоидов, которым свойственна та же направленность в изменении состава, которая наблюдается и в синхронных им вулканогенных образованиях. Обе группы пород находятся в тесной генетической связи и в совокупности образуют единый вулканогенно-плутонический комплекс.

4. В составе формации известны месторождения марганца и меди, а также рудопровлечения молибдена, свинца и золота. Марганцевые руды представлены преимущественно

но браунитом и пиролюзитом и образовались вулканогенно-осадочным путем. Руды локализуются в составе озерных фаций.

5 Формация характерна для периода прекращения геосинклинального процесса и накапливалась на тех стадиях развития земной коры, которые выступали после фазы развития островных дуг [Соколова, 1975].

### ПОНЯТИЕ "ФОРМАЦИЯ МАРГАНЦЕНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ"

**ФОРМАЦИЯ МАРГАНЦЕНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Промышленные месторождения марганца, связанные с корами выветривания и наиболее широко развитые в современном тропическом поясе Земли, где они входят в состав латеритных покровов на богатых марганцем породах — гондитах, кодуритах и др. Закономерности строения и распространения Ф. м. к. в. определяются теми же параметрами, что и других рудоносных элювиальных образований, а именно: а) относительной тектонической стабильностью в течение продолжительного времени (не менее века), характеризующейся общим медленным воздыманием территории. Это обстоятельство приводит к возникновению расчлененного скульптурного рельефа, что в свою очередь определяет высокий гидродинамический градиент грунтовых вод; б) жарким влажным климатом, создающим условия для промывания пород теплыми ультрапресными (дождевыми) водами, являющимися одной из наиболее агрессивных гипергенных сред; в) высокой биологической активностью органического вещества, особенно микрофлоры, интенсивно разрушающей устойчивые кристаллические структуры алюмосиликатов.

Кроме этих параметров, общих для всех латеритных кор выветривания, возникновение марганецсодержащего элювия требует обязательного присутствия коренных пород, богатых марганцем. Эмпирически устанавливается, что промышленные концентрации марганца возникают лишь при условии наличия на менее 2—5% марганца в карбонатных породах и 10—15% в силикатных. При меньшем содержании марганца возможно в особо благоприятных условиях возникновение так называемых "инфильтрационных" или гипергенно-метасоматических руд. В общем же случае марганец уже на начальных стадиях выветривания переходит в растворимое двухвалентное соединение и выносится из породы совместно с другими двухвалентными катионами [Михайлов, Колокольцев, 1978].

Примечания: 1. Выделение наложенных формаций — марганценосных кор выветривания и гондитовой — определяется в первую очередь тем, что прогнозирование связанных с ними марганцевых месторождений имеет ряд специфических особенностей. Соответственно критерии поисков этих месторождений в большинстве своем отличны от критериев поисков "первичных" марганценосных отложений, за счет преобразования которых возникли наложенные формации. Кроме того, важность изучения марганценосных кор выветривания диктуется тем, что около половины мировой добычи марганцевых руд приурочены именно к месторождениям этой формации [Михайлов, Колокольцев, 1978].

2. Марганцеворудные коры выветривания широко развиты на многих континентах; особенно крупные скопления богатых марганцевых руд формируются на древних платформах и щитах, расположенных в тропической экваториальной зоне (марганцевые месторождения Индии, Габона, Ганы, ЮАР, Бразилии и др.). Основное количество добываемых товарных марганцевых руд зарубежных стран связано с этим типом месторождений; достоверные запасы марганцевых руд коры выветривания составляют от 85 до 90% всех разведанных запасов зарубежных стран.

Небольшие месторождения коры выветривания известны в Советском Союзе. Разведанные запасы окисленных марганцевых руд, образовавшихся в условиях коры выветривания, составляют около 2% от суммы всех учетных балансов запасов нашей страны. Окисленные марганцевые руды в настоящее время в СССР добываются лишь при попутной отработке других типов марганцевых руд [Варенцов, Рахманов, 1974, 1978].

Син.: наложенные марганценосные формации [Варенцов, 1962].

## 3. ТИПЫ МАРГАНЦЕВОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

**ГАУСМАНИТ-БРАУНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ (скарновый тип).** — Ф., генетически связанная с интрузиями умеренно кислых пород и расположенная в контактах с карбонатными толщами. Характерными минералами здесь являются марганцовистые гранаты, пироксены и эпидоты, магнетит, гаусманит, браунит, родонит, местами фран-

клинит. Это редкий тип месторождений марганца, и значение его резко подчиненное. Примерами могут служить месторождения Лонгбан (Швеция), Франклин (США), а также Липовая гора на Северном Урале [Магакьян, 1955].

Син.: марганцевоцинковая формация [Вахромеев, 1961].

**ОПАЛ-ПИРОЛЮЗИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Крупнейшие пластовые месторождения марганца. К ним относятся Чиатурское месторождение (Закавказье) и Никопольское, связанное с третичными осадками. Руды окисные, состоящие из пиролюзита, псиломелана, манганита, опала, глинистого вещества и др. [Вахромеев, 1961].

**ОПАЛ-РОДОХРОЗИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Полуночное месторождение на Северном Урале, залегающее среди третичных опок и глин. Руды карбонатные и частично окисные. Карбонатные руды состоят из родохрозита и опала с незначительной примесью сульфидов железа (мельникозит, марказит, пирит) [Вахромеев, 1961].

**ПСИЛОМЕЛАН-ГИДРОГЕТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Незначительные по величине месторождения марганца озерно-болотного типа. Они представлены смешанными железомарганцевыми рудами, состоящими из гидроокислов марганца и железа, нередко присутствует студенистый кремнезем и фосфаты. В качестве примеров месторождений этого типа А.Г. Бетехтин приводит Абзелиловское на Южном Урале и Новофирсовское (Алтай) [Вахромеев, 1961].

**ПСИЛОМЕЛАН-МАГНЕТИТ-БРАУНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена марганцевыми месторождениями — Джебдинским (Казахстан) и Индийскими, а также железомарганцевыми месторождениями Караджал (Казахстан) и Поперечным (Хабаровский край) [Вахромеев, 1961].

**РОДОХРОЗИТ-БУСТАМИТ-БРАУНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Сильнометаморфизованные марганцевые руды, слагающие как небольшие месторождения (Магнитогорский район, Урал), так и крупные месторождения (Индия, Гана, Африка и Бразилия) [Вахромеев, 1961].

### III

## ХРОМИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ

**ХРОМИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Формационный анализ показывает, что ультраосновные породы входят в состав двух первичных гипербазитсодержащих формаций — дунит-гарцбургитовой и дунит-клинопироксенит-габбровой.

Материнской для промышленного хромитового оруденения является только дунит-гарцбургитовая формация, представленная как в чистом виде, так и в дунит-гарцбургитовой серии смешанного формационного типа. Во всех остальных формациях хромитовые концентрации не выходят за пределы минерализации и крайне редко достигают размеров единичных рудопроявлений. Материнскими породами промышленного хромитового оруденения являются не все породы дунит-гарцбургитовой формации, а только максимально насыщенные оливином дуниты (0–5% энстатита) и близкие к ним по составу дунит-гарцбургиты (5–15% энстатита). Породы такого состава благоприятны для возникновения в них массивных и густо вкрапленных руд, максимально обогащенных  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . При этом размер рудных тел прямо пропорционален объему существенно оливиновой породы, вследствие чего с более крупными дунитовыми и дунит-гарцбургитовыми прослоями связано образование и более крупных хромитовых тел [Москалева, Морозова, 1973].

Региональные и локальные критерии хромитоносности для дунит-гарцбургитовой формации приведены в табл. 16 и 17 [Москалева, 1978].

Между породами обеих формаций существует промежуточная межформационная ассоциация пород, в которой сохраняются реликты дунит-гарцбургитовой формации (дуниты, гарцбургиты, хромитовые тела), залегающие преимущественно в нижних горизонтах, и вместе с тем на более высоких горизонтах появляются черты строения и, главное, породы и руды, по составу соответствующие дунит-клинопироксенит-габбровой формации (лерцолиты, диаллагиты, верлиты, дуниты, габбро, анортозиты, нориты, залежи платиноидов и титаномагнетита). Вследствие этого в тех массивах, в которых представлена полная гамма этих пород, сосуществуют полезные ископаемые обеих формаций (хромит, платиноиды, титаномагнетит). В случаях же, когда массивы сложены теми или иными фрагментами межформационной ассоциации пород, рудоносность определяется реальным составом фрагментов [Москалева, 1978].

Определенные концентрации хромшпинелидов заключаются в формациях ультрабазитов: пери-

Таблица 16

Региональные критерии хромитоносности для дунит-гарцбургитовой формации [Москалева, 1978]

Структурная позиция поясов	Состав пород	Примеры массивов и поясов	Степень промышленной перспективности пояса
Пояса I типа (зоны сочленения геосинклинали со стабильной рамой)	Преобладают дуниты, дунит-гарцбургиты (85—100% оливина, 15—0% энстатита)	Южная часть Кемпирсайского пояса Урала	Максимальная
	Преобладают гарцбургиты (70—85% оливина, 30—15% энстатита) с маломощными прослоями дунитов	Южная часть Кракинского пояса Урала	Умеренная
	Преобладают гарцбургиты (70% оливина, 30% энстатита)	Восточно-Тагильский массив Урала	Низкая
	Преобладают лерцолиты (менее 60% оливина, более 40% ромбического и моноклинового пироксена)	Нуралинская часть Кемпирсайского пояса Урала	Самая низкая
Пояса II типа (окаймление срединных массивов)	Преобладают дуниты, дунит-гарцбургиты (85—100% оливина, 15—0% энстатита)	Севано-Амасийский пояс Кавказа, пояса восточноуральские, кузнецко-алатауские, тувинские и др.	Умеренная
	Преобладают гарцбургиты (70—85% оливина, 30—15% энстатита)	Пояса западной части Средиземноморья, Малкинско-Беденский пояс Северного Кавказа и др.	Низкая
	Преобладают гарцбургиты (70% оливина, 30% энстатита)		"
Преобладают лерцолиты (менее 60% оливина, более 40% ромбического и моноклинового пироксена)		Самая низкая	
Пояса III типа (горсты горст-антиклинорий и горст-антиклиналей)	Хризотил-антигоритовые и антигоритовые апогипербазитовые серпентиниты	Пояса Казахстана, Бельский пояс Северного Кавказа и др.	Низкая и самая низкая

дунит-ортопироксенит-норитовой, перидотитовой, дунит-клинопироксенитовой, габбро-норит-гарцбургитовой, пикрит-долеритовой, дунит-клинопироксенит-ийолитовой и кимберлитовой. Из всех перечисленных формаций только три являются промышленно хромитоносными: перидотит-ортопироксенит-норитовая (на платформах), габбро-норит-гарцбургитовая и перидотитовая (в складчатых областях). В геосинклинальных областях всего мира, так же как и на территории СССР, самым широким распространением пользуется перидотитовая формация. Перидотитовая формация объединяет массивы существенно гарцбургитового состава, в которых присутствует подчиненное количество дунитов, лерцолитов, верлитов, пироксенитов и троктолитов. По наличию и количественному соотношению перечисленных пород с гарцбургитами в ней выделяются субформации: собственно гарцбургитовая, дунит-гарцбургитовая, дунит-троктолит-гарцбургитовая, дунит-лерцолит-гарцбургитовая и пироксенит-гарцбургитовая. Масштаб хромитового оруденения и качество руд находятся в зависимости от петрографического состава комплекса слагающих массивы пород. Крупные концентрации высокохромистых руд связаны с наиболее дифференцированными массивами, которые относятся к дунит-троктолит-гарцбургитовой и дунит-гарцбургитовой субформациям. Из-за высокой степени серпентинизации пород выделение отдельных петрографических разновидностей в пределах большинства ультраосновных массивов произведено еще недостаточно, и это затрудняет решение вопроса о принадлежности их к той или иной субформации. В зарубежных странах хромитовые месторождения известны и на платформах, где они связаны с гарцбургит-ортопироксенит-норитовой формацией. Эту формацию обычно называют стратиформной, так как она представлена интрузивными телами, в которых четко проявлена перемежаемость (псевдослоистость) пород различного сос-

Таблица 17

Локальные критерии хромитоносности для дунит-гарцбургитовой формации [Москалева, 1978]

Состав пород	Степень потенциальной первичной хромитоносности пород	Влияние метаморфизма на качество руд	
		Характер метаморфических изменений	Руды
Преобладают дуниты, дунит-гарцбургиты (85—100% оливина, 15—0% энстатита)	Максимальная	Лизардитизация (юго-восточная часть Кемпирсайского массива и др.)	Высококачественные металлургические
		Антигоритизация (Миндякская часть Кемпирсайского пояса)	—
		Хлоритизация (Сарановский массив, месторождение Кеми)	Высокоглиноземистые для химической и огнеупорной промышленности
Преобладают гарцбургиты (70—85% оливина, 30—15% энстатита) с мало-мощными прослоями дунитов	Умеренная	Диопсидизация, габброизация (Батамшинское и Степнинское рудные поля Кемпирсайского массива, месторождения Бушвелда, Кото, Лусон в Индонезии, Стиллауотер в США)	—
		Лизардитизация (массив Крака, месторождения Албании, Югославии)	Высококачественные металлургические
		Хризотилизация; антигоритизация проявлена не повсеместно (восточно-уральские пояса и др.)	Низкокачественные металлургические
Преобладают гарцбургиты (70% оливина, 30% энстатита)	Низкая	Хризотилизация и хлоритизация (восточно-уральские пояса)	Глиноземистые для огнеупорной и химической промышленности
		Лизардитизация (месторождения Албании)	Высококачественные металлургические
		Хризотилизация (Восточно-Тагильский массив Урала)	Низкокачественные металлургические
Преобладают гарцбургиты (70% оливина, 30% энстатита)	Низкая	Хлоритизация (Восточно-Тагильский массив Урала)	Низкокачественные для огнеупорной и химической промышленности
		Руды практически отсутствуют	—
Преобладают перцолиты (менее 60% оливина, более 40% моноклинного и ромбического пироксена)	Самая низкая	Руды практически отсутствуют	—

тава: в нижней части тел развиты преимущественно ультраосновные, а в средней и верхней частях — габброидные и более кислые породы. Месторождения хромитов по форме рудных тел представляют собой пластообразные залежи относительно малой мощности (от 0,1 до 1,0 м), но значительной протяженности (десятки и даже сотни километров). Хромитовые руды и вмещающие их породы отличаются относительно повышенной железистостью, в связи с чем по качеству они хуже руд из массивов геосинклинальных областей, хотя запасы их исчисляются сотнями миллионов тонн [Павлов, Григорьева, 1974].

Формирование промышленных хромитовых концентраций генетически связано со становлением пород мантийной дунит-гарцбургитовой формации. Процесс заключается в последовательном обогащении исходного энстатитного субстрата магнием и хромом, обусловливающим оливинизацию энстатитов, возникновение серии гарцбургит—дунит и максимальное насыщение хромом решетки энстатита, а затем, по мере замещения энстатита оливином, высвобождение части хрома и образование хромшпинелида. Усиление процесса оливинизации и продолжающийся привнос хрома приводят к формированию двух существенно мономинеральных пород — дунитов и хромитов. Чем интенсивнее процесс, тем больше вероятность формирования крупных хромитовых концентраций [Москалева, 1978].

Выделяются два главных этапа формирования хромитоносных ультрабазитов дунит-гарцбургитовой формации: магматический этап становления; метаморфогенно-метасоматический этап преобразования. Первый этап включает два подэтапа: 1) собственно магматический, с образованием типоморфных для эвгеосинклиналей инициальных перидотитов, недифференцированных или очень слабо дифференцированных — гарцбургитов, реже перцолитов; 2) регрессивный позднеметаматический, с образованием жильной серии дунитов, хромитовых руд, пироксенитов. Второй этап включает ряд прогрессивных (наложенных на породы первого этапа) метаморфогенно-метасоматических процессов, связанных с автометаморфизмом ультрабазитов и хромитовых руд при термодинамических воздействиях или с аллометасоматозом в процессе формирования габброидных, позднее — гранитоидных комплексов и их жильной серии. В этот этап образуются: 1) хромитит-пироксенит-дунит-перидотитовая аллометасоматическая ассоциация повышенной железистости с двумя ветвями — хромитит-ортопироксенит-дунит-гарцбургитовой и хромитит-клинопироксенит-дунит-верлит-кортландитовой; 2) клинопироксенит-дунит-верлит-кортландитовая аллометасоматическая ассоциация экзоконтакта габброидов; 3) автометаморфические оливиновые, пироксен-оливиновые, пироксеновые, антофиллитовые и связанные с ними аллометасоматические карбонатные породы; 4) автометаморфические оливиновые, антигорит-оливиновые, амфибол-хлорит-оливиновые породы; 5) аллометасоматические хризотилитовые и антигоритовые серпентиниты, хлоритовые, тальковые, карбонатные, слюдяные и амфиболовые породы. Указанные ассоциации выделены на основе парагенетического анализа [Смирнова, 1976].

Хромитовые, платиноидные и титаномагнетитовые месторождения, пространственно и генетически связанные с дунит-гарцбургитовыми и дунит-клинопироксенитовыми массивами, образуются при постмагматических пневматолито-гидротермальных процессах в результате мобилизации рассеянного рудного вещества из первично-магматических пород. Возникновение хромитовых руд связано с магниезильным метасоматозом, что обуславливает приуроченность их к массивам со значительным развитием дунитов. Однако промышленные концентрации хромитов наблюдаются в дунитах не клинопироксенитовой, а альпинотипной формации, благодаря более высокому кларку хрома в гарцбургитах [Варлаков, 1976].

Крупные месторождения хромитов приурочены к серпентинитам, поэтому не случайно возникли представления о связи их с серпентинизацией. Рудные тела имеют неправильную, часто линзовидную форму, в контакте с ними серпентиниты обнаруживают узкую кайму перекристаллизации и дегидратации, а иногда реакционные оторочки из клинопироксена, амфибола, талька и др. Для рудных тел характерны брекчиевидные, такситовые текстуры, постепенные переходы сплошных руд во вкрапленные, прожилковые, мигматитоподобные и другие, сходные со структурами и текстурами метасоматических образований. Как правило, руды содержат участки серпентинита, а хромшпинелиды — включения серпентинитовых минералов. Состав руд и хромшпинелидов непостоянный даже в пределах одного небольшого тела. Тонко- и криптополосчатые структуры руд свидетельствуют о такой рассланцованности первичной породы, которая может возникнуть только в серпентинитах, но не в дунитах и гарцбургитах. В брекчиевидных рудах, сходных с брекчиями замещения, рудное вещество замещает исходный серпентинит, пересекая его рассланцованность, а сами рудные тела имеют поперечное к ней расположение [Морковкина, Гаврилова, 1976].

**ХРОМИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ ЭВГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ.** — Ф., содержащая следующие генетические типы хромитовых руд: 1) автореакционный позднематический—автометасоматический; 2) аллометасоматический; 3) метаморфогенный. Главный тип хромитового оруденения (автореакционный связан с регрессивным подэтапом становления ультрабазитов (следующим за кристаллизацией перидотитовой расплава), основными процессами которого являются депироксенизация перидотитов — образование дунитов и сопутствующего им хромитового оруденения [Смирнова, 1976].

**Примечание.** В геосинклинальных областях только две петрографические формации промышленно хромитоносны — перидотитовая и габбро-норит-гарцбургитовая. В перидотитовой формации наиболее хромитоносными являются хорошо дифференцированные массивы, относящиеся к дунит-гарцбургитовой и дунит-троктолит-гарцбургитовой субформации. В перидотитовой формации масштаб хромитовых месторождений находится в прямой зависимости от размера массива, а качество руд — от степени дифференцированности интрузива и высокой магнезиальности пород. Локализация месторождений подчинена петроструктурным особенностям интрузивов [Павлов, Григорьева, 1974].

**ФОРМАЦИЯ ХРОМИТОВЫХ РУД СОБСТВЕННО МАГМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА.** — Ф., характеризующаяся ассоциацией хромшпинелидов с оливином. Тесно связана с гипербазитами — дунитами и перидотитами. Хромитоносные массивы гипербазитов (ультраосновных пород) образуют пояса протяженностью в тысячи километров, приуроченные к глубинным разломам во внутренних зонах геосинклинальных складчатых структур (Тихоокеанской, Средиземноморской, Уральской) или к депрессиям в пределах щитов (Южная Африка, Бразилия) [Магакьян, 1969].

**Примечание.** Хромитовая формация, и в особенности гистеромагматический тип месторождений хромита, имеет решающее значение в добыче хромитовых руд в СССР и в ряде зарубежных стран: ЮАР, Южной Родезии, Турции, Филиппинах, Кубе, странах Балканского полуострова (Югославия, Греция, Болгария, Албания), Японии и др. Кроме хромита, в связи с его рудами или в непосредственной близости от них среди массивов гипербазитовых пород нередко имеют место концентрации платины и металлов ее группы: никеля, кобальта, железа, асбеста, талька и магнезита; породы (дуниты) используются в качестве огнеупора. С телами десилицированных пегматитов, залегающих среди серпентинизированных гипербазитов, связаны концентрации вермикулита, корунда и других драгоценных камней. Касаясь связей формации хромитовых руд с другими рудными формациями, необходимо отметить наличие на Урале среди дунитов месторождений платины, которые, по существу, представляют небольшие гистеромагматические тела хромита с самородной платиной в интерстициях зерен хромита; таким образом, намечается связь между формациями хромитовых и платиновых руд. Надо, однако, подчеркнуть, что далеко не все хромитовые месторождения платиноносны и ассоциация хромит—платина характерна только для дунитовых обособлений дифференцированного габбро-перидотитового платиноносного комплекса [Магакьян, 1969].

## IV

# ВОЛЬФРАМОВЫЕ И МОЛИБДЕНОВЫЕ ФОРМАЦИИ

## 1. ПОНЯТИЯ «ВОЛЬФРАМОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ» И «ФОРМАЦИЯ МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ»

**ВОЛЬФРАМОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Совокупность минеральных типов вольфрамовых месторождений и рудопроявлений, которая была сформирована в связи с определенными тектоно-магматическими комплексами в результате единого и непрерывного рудообразующего процесса и характеризующаяся близким набором рудных элементов вне зависимости от времени проявления оруденения [Иванов, 1975].

**Примечание.** Под минеральным типом Ю.Г. Иванов [1975] понимает группу месторождений и рудопроявлений, характеризующихся минеральными ассоциациями, сформированными в конкретных внешних условиях рудообразования. Эти условия определяются химическими и физико-механическими особенностями вмещающих пород. Названия минеральным типам даны по составу главных рудных минералов, определяющих реальное и возможное промышленное значение соответствующих месторождений. Минеральные типы, включенные в состав одной рудной формации, отличаются разнообразием вмещающих пород, особенностями геохимической специализации рудоносных интрузивов, спецификой конкретных структурных и некоторых других внешних условий рудообразования. В то же время эти минеральные типы обладают общими особенностями, отражающими их генетическое единство.

Син.: вольфраморудная формация [Иванов, 1975].

**ВОЛЬФРАМОВЫЙ РУДНЫЙ КОМПЛЕКС.** — Вольфрамовые (вольфрамитовые и шеллитовые) месторождения, связанные с трещинными постбатолитовыми близповерхностными интрузиями биотитовых гранитов и гранит-порфиров, становление которых обычно происходит после проявления первой фазы дополнительной складчатости, следующей за основной складчатостью предыдущих (средних, по Ю.А. Билибину) этапов развития подвижных зон. Для месторождений комплекса в некоторых регионах характерно повышенное содержание в рудах сульфидных минералов, в первую очередь молибденита, присутствие которого делает эти месторождения важным промышленным источником не только вольфрамовых, но и молибденовых руд (Казахстан, Монголия, Горный Алтай), а также пирита, галенита, сфалерита, пирротина, марказита, реже — золота (Забайкалье, Корея, Португалия). Оловянная минерализация для этой группы

вольфрамовых месторождений не характерна. Месторождения комплекса, так же как и связанные с ними трещинные интрузии (для которых типично повышенное содержание флюорита и циркона), обычно пространственно локализируются на крыльях крупных антиклинальных структур, являясь как бы несколько смещенными в стороны по отношению к осям сложных батолитовых плутонов, с постмагматической деятельностью которых связаны месторождения оловянно-вольфрамового рудного комплекса (Забайкалье, Китай). Нередко рудоносные интрузии гранит-порфиоров бывают приурочены к крупным разрывным структурам, располагающимся в поперечном относительно складчатости направлении (Монголия). Имеющиеся данные о минералогическом составе руд месторождений комплекса и строение рудоносных интрузий позволяют предполагать небольшие глубины формирования месторождений в условиях высоких и средних температур [Щеглов, 1964].

**ФОРМАЦИЯ МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Эндогенные проявления молибдена встречаются в месторождениях многих генетических типов. Однако в пегматитовых, карбонатитовых, альбититовых, грейзеновых, вольфрам-оловянных и колчеданных месторождениях молибден не образует промышленных концентраций и лишь иногда является попутным полезным компонентом. Промышленный молибден сосредоточен в кварцевых жилах, штокверках, брекчиевых трубках, грейзеновых и скарновых залежах. Это руды жильного, прожилково-вкрапленного и брекчиевого характера, не только монометалльные, но и комплексные медно-молибденовые и вольфрам-молибденовые.

Крупные экзогенные концентрации молибдена известны в углях, углисто-глинистых и углисто-кремнистых сланцах, а также в твердых нефтебитумах. Здесь молибден связан с органическим веществом и обычно ассоциирует с ванадием, ураном, германием. Содержания молибдена в таких месторождениях невысокие, а из-за относительно сложной технологии извлечения полезных компонентов эти месторождения пока слабо вовлекаются в эксплуатацию и представляют собой резерв будущего.

Промышленные запасы молибдена сосредоточены в месторождениях трех рудных формаций: *вольфрам-молибденовой, молибденовой и медно-молибденовой* [Принципы прогноза..., 1977].

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ ФОРМАЦИЙ ВОЛЬФРАМОВЫХ И МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

О.Д. ЛЕВИЦКИЙ [1939]

Генетическая классификация вольфрамовых месторождений Восточного Забайкалья показана в табл. 18.

Н.А. ХРУЦОВ [1956, 1959]

Классификация молибденовых месторождений на формационной основе показана в табл. 19.

А.Л. ЛИТВИН, В.Т. МАТВЕЕНКО [1958]

Генетическая классификация молибденовых месторождений включает следующие формации.

- I. Формация молибденовых пегматитов
  1. Тип сингенетических пегматитов
  2. Тип эпигенетических пегматитов
- II. Формация молибденоносных скарнов
  1. Тип магнетитовый
  2. Тип шеелитовый
  3. Тип сульфидный
- III. Формация молибденит-кварцевая
  1. Тип молибденоносных грейзенов
  2. Тип полевошпат-кварцевый
  3. Тип кварцевый
    - а) подтип молибденитовый
    - б) подтип сульфидно-молибденитовый
  4. Тип слюдисто-кварцевый
    - а) подтип молибденитовый
    - б) подтип вольфрамит-молибденитовый

Т а б л и ц а 18

Генетическая классификация вольфрамовых месторождений Восточного Забайкалья  
[Левицкий, 1939]

Минеральный тип	Тип магматических растворов	Минеральный состав	Примеры месторождений
I. Кварц-топазовый	Высококонцентрированные магматические растворы с высоким содержанием минерализаторов	Жильные минералы — топаз, кварц Рудные минералы: вольфрамит, касситерит, самородный висмут, арсенопирит	Шерловогорское, Малосоктуйское (Тоготуй), Тутхалтуйское, Загдачинское
II. Кварцевый	Высококонцентрированные магматические растворы со средним или низким содержанием минерализаторов	Жильные минералы: кварц Рудные минералы: вольфрамит	Антоновогорское, Арбуйское, Барун-Ундурское, Малосоктуйское (Тутхалтуй), Белуха, Куранджа, отчасти Букука
III. Кварц-сульфидный	Менее концентрированные магматические растворы со средним или низким содержанием минерализаторов		
1. Кварц-сульфидный подтип с преобладанием пирита и арсенопирита		Кварц, пирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, вольфрамит	Белуха, Куранджа, Букука
2. Кварц-сульфидный подтип с преобладанием сфалерита и галенита		Кварц, галенит, сфалерит, вольфрамит	Озерная, Мачеха, Букука

## IV. Формация молибденоносных вторичных кварцитов

1. Тип пирит-молибденитовый
2. Тип халькопирит-молибденитовый

## V. Формация молибденит-железисто-силикатная

1. Тип турмалиновый
2. Тип хлоритовый

В.Т. МАТВЕЕНКО [1959]

## Генетическая классификация вольфрамовых месторождений

А. Силикатно-кварцевая группа вольфрамовых месторождений, богатых кварцем и алюмосиликатами.

## I. Формация вольфрамоносных пегматитов

1. Тип сингенетических пегматитов
2. Тип элигенетических пегматитов

## II. Формация вольфрамит-кварцевая

1. Тип вольфрамоносных грейзенов
  - а) подтип турмалиновых грейзенов
  - б) подтип топазовых грейзенов
  - в) подтип сидерофиллитовых грейзенов
  - г) подтип мусковитовых грейзенов
2. Тип кварц-топазовый
3. Тип кварцевый
  - а) подтип вольфрамит-кварцевый
  - б) подтип касситерит-вольфрамит-кварцевый
4. Тип полевошпат-кварцевый

## III. Формация золото-кварцевая

1. Тип шеелит-кварцевый
2. Тип шеелит-сульфидно-кварцевый

**Т а б л и ц а 19**  
**Классификация молибденовых месторождений [Хрущов, 1959]**

Рудная формация	Форма рудных тел	Вмещающие породы
	<b>Эндеогенные месторождения</b>	
Молибденитовая	Неправильной формы участки среди изверженных пород с рассеянной вкрапленностью молибденита	Граниты, сиениты, аплиты, пегматиты
Кварц-молибденитовая	Тонкие кварцевые жилы с крупными чешуйками молибденита в зальбандах	Гнейсы, граниты и кристаллические сланцы
Молибденит-шеелитовая в скарнах	Залежи в области контакта гранитоидов с карбонатными породами	Скарны, мраморы, роговики
Кварц-вольфрамит-грейзеновая с молибденитом	Жилы, грейзеновые зоны и реже штокверковые тела	Граниты и реже породы их кровли, роговики
Кварц-молибденит-серицитовая	Выдержанные жилы, штокверковые тела	Граниты и реже роговики в их кровле
Кварц-молибденит-халькопирит-серицитовая	Штокверковые тела	Граниты, гранодиориты
Колчеданная формация с молибденитом	Рудные залежи	Метаморфические сланцы
Уранинит-молибденитовая	Жилы, жильные зоны и штокверковые тела	Граниты, эффузивные породы
	<b>Экзогенные месторождения</b>	
Вульфенитовая	Зоны окисления свинцовых месторождений	Карбонатсодержащие породы
Углисто-кремнистая и угленосная с молибденом	Пласты	Углисто-кремнистые сланцы и угли

IV. Формация молибденит-кварцевая

1. Тип шеелит-вольфрамит-кварцевый

Б. Силикатно-сульфидная группа вольфрамовых месторождений, богатых алюмосиликатами железа и (или) сульфидами

V. Формация шеелитоносных скарнов

1. Тип сульфидный

VI. Формация вольфрамит-силикатная

1. Тип турмалиновый  
 а) подтип кварц-турмалиновый  
 б) подтип турмалин-сульфидный  
 2. Тип хлоритовый  
 а) подтип кварц-хлоритовый

**А.Д. ЩЕГЛОВ [1964а,б, 1968]**

**Классификация вольфрамовых месторождений построена на формационной основе.**

1. Для подвижных (геосинклинальных) зон наиболее характерны следующие вольфрамоносные формации:

а) формация шеелитовых месторождений (часто с золотом), парагенетически связанных с малыми добатолитовыми интрузиями диоритов, гранодиоритов и реже — гранит-порфиров;

б) формация шеелитовых (преимущественно скарновых) месторождений, генетически связанных с соскладчатыми (?) интрузиями умеренно кислых гранитов;

Околорудные изменения	Элементы-спутники в молибденовых рудах	Типичные примеры месторождений и рудопроявлений
Практически отсутствуют	<b>Эндеогенные месторождения</b> Обычно отсутствуют	Джангырк в Киргизии, 3-й участок Янкана на Дальнем Востоке Сохатинка в Бурятской АССР, Рамона в Калифорнии
Практически отсутствуют	Редко вольфрам и висмут.	Чикой в Забайкалье, Харбей на Урале
Скарнирование и гидротермальные изменения скарнов Грейзенизация	Вольфрам, медь, реже свинец и цинк Вольфрам, олово, висмут	Месторождения на Северном Кавказе, на северо-востоке КНР, в Марокко Вольфрамитовые месторождения Центрального Казахстана, Восточного Забайкалья и юго-востока КНР
Серицитизация и окварцевание	Иногда золото, медь и рений	Умальта на Дальнем Востоке, Давенда в Забайкалье, Мачкатица в Югославии, Клаймакс в США
Серицитизация, окварцевание, хлоритизация	Медь и рений	Медно-молибденовые месторождения в юго-западных штатах США; в Армении и в Центральном Казахстане
Серицитизация, окварцевание, хлоритизация Карбонатизация, хлоритизация, каолинизация	Медь, золото, свинец и цинк Уран	Уруп на Северном Кавказе, Актюз в Киргизии Мерисвейл в США
	<b>Экзогенные месторождения</b> Свинец, цинк и золото Уран, ванадий, редкие земли	Мамосс в США, Кзыл-Эспе в Казахстане

в) формация вольфрамовых (вольфрамитовых и реже шеелитовых) месторождений, генетически связанных с многофазными соскладчатыми и позднескладчатыми интрузиями кислых и ультракислых гранитов;

г) формация вольфрамовых (вольфрамитовых и шеелитовых) месторождений, генетически связанных с трещинными послескладчатыми интрузиями гранит-порфиров и биотитовых гранитов;

д) формация вольфрамитовых (форберитовых и шеелитовых с антимонитом и кинварью) месторождений, приуроченных к зонам долгоживущих разломов вне видимой связи с интрузиями.

II. В областях автономной активизации земной коры выделяются две формации вольфрамовых месторождений:

а) формация вольфрамитовых месторождений (часто обогащенных сульфидами), генетически связанных с приповерхностными трещинными интрузиями гранит-порфиров и биотитовых гранитов;

б) формация вольфрамитовых месторождений (обычно с касситеритом), генетически связанных с трещинными интрузиями гранит-порфиров и лейкократовых гранитов.

П р и м е ч а н и е. Каждая из формаций характеризуется строго определенными типовыми общегеологическими (геолого-тектоническими), генетическими и экономическими особенностями (признаками) [Щаглов, 1968].

Т а б л и ц а 20

## Общая классификация вольфрамовых месторождений подвижных поясов по рудным комплексам и типам [Щеглов, 1964б]

Рудный комплекс	Главные типы месторождений	Этапы развития подвижного пояса	Связь с изверженными породами
Золото-вольфрамовый	1. Золото-шеелитовый 2. Золото-арсенипирит-шеелитовый	Первые фазы складчатости	Добатолитовые малые интрузии гранит-порфиров, гранодиоритов, гранит-порфиров, диоритов
Скарновый (шеелитовый)	1. Пироксеновый, пироксен-гранатовый 2. Гранатовый, гранат-эпидот-амфиболовый 3. Пирротиновый и пирротин-гранатовый 4. Магнетитовый и гранат-магнетитовый	Крупная складчатость и связанные с нею разрывы Собственно геосинклинальное развитие	Синтектонические интрузии. Биотитово-роговообманковые граниты, гранодиориты, кварцевые диориты. (Для интрузий характерно широкое развитие процессов ассимиляции и гибридизма)
Оловянно-вольфрамовый	1. Пегматитовый 2. Грейзеновый 3. Кварц-касситерит-вольфрамитовый (с топазом, бериллом, флюоритом, арсенипиритом) 4. Кварц-вольфрамитовый (ассоциация вольфрамита с арсенипиритом) 5. Кварц-шеелитовый	Крупная складчатость и связанные с нею разрывы	Синтектонические плутоны второго этапа батолитовых интрузий. Лейкократовые, двуслюдяные, пегматоидные граниты. Небольшие интрузии, располагающиеся на флангах крупных синтектонических батолитов, для которых характерны процессы гранитизации
Вольфрамовый	1. Кварц-сульфидно-вольфрамитовый 2. Кварц-вольфрамитовый 3. Кварц-вольфрамит-молибденитовый 4. Кварц-шеелитовый	Становление складчатой зоны	Постбатолитовые трещинные, близповерхностные интрузии биотитовых гранитов и гранит-порфиров
Антимонито-вольфрамитовый	1. Антимонит-ферберитовый (с кварц-ферберитовым подтипом) 2. Золото-антимонит-шеелитовый	Формирование молодой платформы	Видимая связь с интрузивными породами отсутствует. Намечается связь с дайками андезит-дацитов (Кавказ) и субвулканическими интрузиями того же состава (Боливия)

Классификация вольфрамовых месторождений подвижных поясов основана на выделении характерных групп однотипных вольфрамовых месторождений (вольфрамовые рудные комплексы), возникающих в сходной тектоно-магматической обстановке, показана в табл. 20.

В.Т. МАТВЕЕНКО [1966]

## Классификация вольфрамовых месторождений Северо-Востока СССР

- А. Вольфрамит-пегматитовая формация  
 I. Субформация простых гранитных пегматитов  
 1. Миаролитовый тип  
 2. Тип отщепленных пегматитов  
 II. Субформация сложных гранитных пегматитов

Структурные особенности проявления месторождений комплекса	Форма рудных тел	Промышленное значение месторождений комплекса	Примеры месторождений
<p>Локализация в пределах зон крупных тектонических нарушений Структурно-металлогенические зоны. Приуроченность к трещинным интрузиям</p> <p>Локализация в пределах структурно-металлогенических зон, приуроченных к антиклинорным структурам второго порядка</p>	<p>Правильные кварцевые жилы. Серии жил и прожилков, штокверки</p> <p>Различные, чаще всего контактовые залежи. Неправильные тела линзообразной, штокообразной формы</p>	<p>Для вольфрама — ограниченное, не промышленное значение. Для золота — промышленное</p> <p>Для отдельных регионов — очень большое (Средняя Азия, США). Для некоторых — промышленное (Восточное Забайкалье)</p>	<p>Урал, Забайкалье</p> <p>Среднеазиатская провинция, Кузнецкий Алатау, Тынрыауз, месторождения США</p>
<p>Локализация в пределах четких структурно-металлогенических зон, крупных разломах. Связь с антиклинорными структурами</p>	<p>Неправильные тела, штокверки, жилы</p>	<p>Среднее (Забайкалье, Прииртышье). Значительное (Малайя, Бирма)</p>	<p>Франция, Пиренейский полуостров, Малайя, Забайкалье (Шерлоговая Гора, Соктуй и др.). Алтай (Калба-Нарымская зона)</p>
<p>Приуроченность к региональным разломам в переходных областях от геосинклинали к платформе. Локализация на флангах оловянно-вольфрамовых металлогенических зон</p> <p>Проявление месторождений в пределах крупных зон тектонических нарушений</p>	<p>Правильные жилы значительных размеров, реже штокверки</p> <p>Жилы. Неправильные зоны нарушений. Реже штокверки</p>	<p>Очень большое</p> <p>Среднее (Западное полушарие). Не промышленное Восточное полушарие</p>	<p>Португалия (Сидейра), Китай, Корея, Монголия, Алтай (Кольванское, Кок-Кульское), Восточное Забайкалье (Букука, Белуха, Антоновогорское)</p> <p>Месторождения Горной Рачи (Кавказ), Новокзачинское (Забайкалье), Боулдер Кантри, Атолия, Стибнит (США), Ассенсион, Мерседес (Боливия)</p>

1. Тип натрово-литиевых пегматитов
2. Тип натровых пегматитов
- Б. Формация шеелитоносных скарнов
  1. Сульфидно-шеелитовый тип
- В. Вольфремит-кварцевая формация
  - I. Субформация вольфрамоносных грейзенов
    1. Кварц-турмалиновый тип
    2. Кварц-топазовый тип
    3. Кварц-сидерофиллитовый тип
    4. Турмалин-флюоритовый тип
  - II. Субформация собственно кварцевая
    1. Кварц-топазовый тип
    2. Кварцевый тип
  - III. Кварц-полевошпатовая субформация
    1. Кварц-адуляровый тип

Т а б л и ц а 21

Вольфрамовые и молибденовые рудные формации Алтае-Саянской области [Сотников, 1966]

Рудная форма-ция	Субформа-ция	Минеральный тип	Характерные минераль-ные ассоциации	Структурно-морфоло-гические типы оруде-нения
1	2	3	4	5
Редкометаль-но-вольфрамо-вая (скарно-вая)		Шеелитовый Редкометаль-но-шеелитовый	Гранат, везувиан, эпидот, пироксены, кварц, флюорит, мусковит, полевые шпаты, шеелит, пирит, халькопирит, сфалерит и др.	Линзообразные, жи-лообразные, пласто-образные тела и не-правильной формы залежи в экзоконтак-те гранитных массивов
Вольфрамовая (скарновая)			Гранат, диопсид, магнетит, эпидот, волластонит, аксинит, скаполит, кварц, хло-рит, кальцит, шеелит, халькопирит, молиб-денит	Залежи неправильной формы в экзоконтак-товых зонах гранитоид-ных массивов
Вольфрам-мо-либден-поли-металлическая (скарновая)			Гранат, пироксен, эпидот, кварц, магнетит, карбонаты, шеелит, молибденит, пирротин, пирит, арсенопирит, сфале-рит, халькопирит, галенит, блеклые руды	Линзовидные метасома-тические залежи и тре-щинные жилы в зонах повышенного расслан-цевания вблизи грани-тоидных массивов
Молибден-ред-кометально-вольфрамовая	Молибдено-вая	Грейзеново-молибдени-товый Кварц-мо-либдени-товый		
	Вольфра-мовая	Грейзеново-шеелитовый Кварц-шеелитовый Кварц-воль-фрамитовый	Кварц, мусковит, микроклин, альбит, апатит, флюорит, турмалин, гранат, вольфрамит, шеелит, молибденит, халь-копирит, пирит, вис-мутовые минералы, арсенопирит и др.	Штокверки, жилы, сложнопериостые зо-ны, гнездообразные, линзообразные, не-правильной формы залежи и грейзено-вые тела в зонах по-вышенной трещино-ватости
	Редкоме-тально-мо-либден-вольфра-мовая	Кварц-молиб-денит-вольф-рамитовый Кварц-редко-метально-мо-либденит-вольфрамит-овый		
	Редкоме-тальная	Грейзеново-редкометаль-ный Кварц-редкоме-тальный		
Вольфрам-зо-лоторудная			Кварц, серицит, турмалин, золото, шеелит, тантанит, галенит, сфалерит, халькопирит	Жилы, прожилки, лин-зы и реже гнезда

Вмещающие породы	Околорудные изменения	Связь с магматизмом	Примеры рудопоявлений
6	7	8	9

Известняки, песчано-сланцевые породы с прослоями известковистых пород

Скарнирование, грейзенизация

Генетическая связь с интрузиями формации батолитов, биотитовых гранитов

Атуркольское, Белорецкое

Карбонатные породы, реже гранитоиды

Скарнирование, эпидотизация, окварцевание, хлоритизация

Генетическая связь с интрузиями формации гранитоидных батолитов "пестрого состава"

Тумское и другие месторождения восточного склона Кузнецкого Алатау

Метаморфизованные карбонатно-песчано-сланцевые толщи, реже вулканогенные образования

Скарнирование, окварцевание, эпидотизация, серицитизация

Генетическая связь с складчатыми гранитоидными интрузиями (Змеиногорского типа)

Ширгайтинское, Солонешенское

"Молибденовый шток"  
Курганское

Граниты (лейкокраповые, аплитовидные), гранодиориты, роговики, метаморфизованные песчано-сланцевые толщи, редко известняки

Грейзенизация, мусковитизация, калишпатизация, альбитизация, окварцевание

Генетическая связь с интрузиями формации биотитовых гранитов

Быстрианское  
Токаревское,  
Седло, Осинское,  
Осокинское,  
Дмитриевское

Мульчихинское,  
Чиндагатуйское,  
Калгутинское,  
Кок-Кульское

Карбонатные и песчано-сланцевые

Карбонатизация, окварцевание, серицитизация

Парагенетическая связь с малыми интрузиями диорит-диабазового состава, а также с инородными гранитоидными интрузиями (Лебединского и Чингекатского типа)

Осиповское (Сагаир), Лебединское, Чингекатское

Таблица 21 (окончание)

1	2	3	4	5
Медно-молибденовая	Молибденовая Медно-молибденовая Молибден-медная		Молибденит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, тетрадимит, блеклые руды, кварц, ортоклаз, альбит, флюорит, серицит, каолинит, гипс	Штокверки, выдержанные жилы, зоны брекчий

Таблица 22  
Фациальность вольфрам-молибденового оруденения Алтае-Саянской складчатой области  
[Сотников, Никитина, 1971]

Фация глубинности	Рудная формация	Рудопоявление (месторождение)
Субэкстрезивная	Медно-молибденовая	Сорское, Ипчульское, Кульбичское
Гипабиссальная	Вольфрам-золоторудная Медно-молибденовая	Осиповское Искровское, Березовское, Ак-Кетское Ширгайтинское
Мезоабиссальная	Вольфрам-молибден-полиметаллическая (?) Редкометально-вольфрамовая (скарновая)	Атуркальское
	Молибден-редкометально-вольфрамовая Вольфрам-золоторудная Вольфрамовая (скарновая)	Осокинское, Осиновское, Колгутинское и др. Лебедское, Чингетакское Восточный склон Кузнецкого Алатау
Абиссальная (?)	Молибден-редкометально-вольфрамовая	Бугузинское

Г. Вольфрамит-кварцевая формация, богатая железистыми силикатами или сульфидами (или теми и другими)

I. Вольфрамит-железисто-силикатная субформация

1. Кварц-турмалиново-топазовый тип
2. Кварц-турмалиновый тип
3. Кварц-хлоритовый тип
4. Кварц-хлорит-магнетитовый тип

II. Вольфрамит-железисто-силикатная субформация с сульфидами

1. Кварц-турмалин-сульфидный тип
2. Кварц-хлорит-сульфидный тип

В.И. СОТНИКОВ [1966], В.И. СОТНИКОВ, Е.И. НИКИТИНА [1971]

Классификация вольфрамовых и молибденовых рудных формаций Алтае-Саянской области показана в табл. 21.

Примечание. Классификация вольфрамовых и молибденовых месторождений на формационной основе в последнее время получила широкое распространение. Вместе с тем сугубо минералогический подход к рудным формациям приводит, например, к выделению кварц-вольфрамитовой, кварц-шелитовой и других формаций, что отражает в основном условия рудоотложения и в меньшей степени условия рудообразования.

Изучение вольфрам-молибденовых месторождений и рудопоявлений Алтае-Саянской провинции и анализ многочисленной геологической литературы привели к выводу, что при формационном анализе подобных месторождений целесообразно учитывать устойчивые геохимические ассоциации ведущих элементов [Сотников, 1966].

Фациальность вольфрам-молибденового оруденения Алтае-Саянской складчатой области показана в табл. 22.

6	7	8	9
Гранодиориты, граниты, граносиениты, субвулканические и эффузивные образования (преимущественно кислого состава)	Калишпатизация, альбитизация, серицитизация, окварцевание, хлоритизация, аргиллизация	Парагенетическая связь с послескладчатыми субвулканическими образованиями (гранит-порфиры, кварцевые порфиры и др.). Связь с лейкократовой фазой гранитоидных интрузий (Змеиногорского типа)	Сорское, Ипчульское, Кульбичское, Искровское, Березовское, Аккемское

Д.О. ОНТОВ [1971, 1974]

Сравнительная характеристика сульфидно-вольфрамовых рудных формаций показана в табл. 23.

М.М. ПОВИЛАЙТИС [1971, 1974, 1975а, б, в, 1976, 1979]

Систематика месторождений вольфрама на геотектонической и петрологической основе состоит из крупнейшей таксономической единицы — рудной формации и наименьшей — минерального типа месторождений (табл. 24). Она включает следующие вольфраморудные формации: силикатно-вольфрамитовую (плутоногенную), сульфидно-вольфрамитовую (вулканогенно-плутоногенную), антипонит-вольфрамитовую (вулканогенную). При выделении формаций учитывалась зависимость минерального состава руд от структурных условий становления рудоносных магматических комплексов.

По отношению к рудным формациям выделялись формационные типы месторождений, связанные с плутоническим и вулканоплутоническими и вулканическими магматическими комплексами для главнейших типов металлогенических провинций: уральским (формации офиолитового комплекса), центральноказахстанским (порфировая формация) верхоянским (терригенные формации), южно-тянь-шаньским (карбонатные формации). Эти провинции различаются по геотектоническим режимам развития подвижных зон, предшествовавшим рудоотложению. Провинции первого и второго типа отвечают эвгеосинклинальному геотектоническому режиму развития, провинции двух других типов — миогеосинклинальному.

Минеральные типы месторождений подразделяются по возрастианию проницаемости земной коры в сфере рудоотложения, т.е. по степени открытости систем, на следующие группы: пегматитовая с вольфраматами, безводно-силикатная вольфрамотная, водно-фторо-силикатная кварц-вольфрамотная, водно-силикатная кварц-вольфрамотная, кварц-вольфрамотная с сульфидами Mo и Fe, кварц-сульфидно-вольфрамотная, сульфидно-вольфрамотная, сульфосольно-вольфрамотная, теллуридно-вольфрамотная, барит-вольфрамотная, антимонит-вольфрамотная.

Минеральные типы месторождений, оруденение которых возникло при сходной степени проницаемости земной коры в сфере рудоотложения, в пространственной и возрастной ассоциации с магматическими комплексами гранодиоритовой и гранитной формаций, различаются как по набору минералов в рудах, так и по характеру околорудного изменения вмещающих пород.

**П р и м е ч а н и е.** В предлагаемой систематике наиболее принципиальные из этих различий отражены в формационных типах месторождений. Однако изредка оруденение, связанное с гранодиоритовыми или гранитными комплексами, встречается в пределах одной металлогенической провинции. Различия этих руд иногда проявляются не столько в их минеральном составе, сколько в наборе элементов-примесей. Есть и еще одно принципиальное различие некоторых месторождений, которое не нашло отражения в предлагаемой систематике. Известно, что состав кварцево-жильного оруденения может зависеть не только от формационной принадлежности интрузивных комплексов, но и от однородности состава среды, в которой произошло рудоотложение. Это создает возможность дальнейшей детализации систематики и позволяет выделять шеелитовые разновидности минеральных типов месторождений в провинциях. Если аналогичные различия состава руд имеют место в преде-

Таблица 23

Сравнительная характеристика сульфидно-вольфрамовых рудных формаций [Онтоев, 1971]

Геологическая среда	Ведущие металлы	Рудная формация	Геолого-структурная позиция	Вмещающие породы	Формы рудных тел
Алюмосиликатная	Mo—W	Молибденит-сульфидно-вольфрамитовая	Эндо- и экзоконтактные зоны рудных интрузивов биотитовых гранитов. Трещинные структуры разрыва и скола, сопряженные с разломами и со становлением интрузивов	Граниты, гранодиориты, диориты, дайковые породы, метаморфические и песчано-глинистые сланцы	Штокверки, жилы
		Кварц-сульфидно-вольфрамитовая		Граниты, гранодиориты, диориты, песчано-глинистые сланцы и др.	Жилы
		Вольфрамит-сульфидно-шеелитовая	Надынтрузивная зона, реже экзоконтакты эродированных массивов гранитов. Сетчатая структура в местах пересечения разломов или в участках их подновления	Флишииды, терригенно-осадочные, вулканогенные (кварц-порфиры, дациты, порфиры) и метаморфические породы, реже гранитоиды	Штокверки
Карбонатная перемежающаяся алюмосиликатная	Sn—W	Касситерит-сульфидно-вольфрамитовая	Зоны рассланцевания и брекчирования Интрузивы отсутствуют	Терригенно-осадочная; осадочно-вулканогенная и метаморфическая	Жилы и зоны
	Скарново-сульфидно-шеелитовая	Экзоконтактная зона гранитных массивов. Узлы пересечения благоприятных карбонатных горизонтов с секущими разломами	Карбонатные породы среди терригенно-осадочной, вулканогенной и метаморфической толщи	Пластовые, пластообразные и другие неправильные залежи и тела	

Стадия минерализации	Главные элементы стадий	Околорудные изменения	Соотношение вольфрам: шеелит	Глубина оруденения, м	Примеры месторождений
1. Дорудная полевошпатовая	K, Na	Площадная альбитизация, микроклинизация		100—700	Джида и Булуктай (Западное Забайкалье), Караоба, Кокменкуль (Центральный Казахстан), Кок-Куль (Алтай)
2. Пирит-молибденитовая	Mo (Bi)	Околотрещинная микроклинизация			
3. Ранняя сульфидно-гюбнеритовая.	W, Bi (Zn, Sn)	Грейзенизация I			
4. Поздняя сульфидно-гюбнеритовая	W, Pb, Zn, Cu	Грейзенизация II и серицитизация			
5. Халцедоновидного кварца		Аргиллитизация			
1. Грейзеновая	(Mo, W, Bi)	Площадная грейзенизация		200—400	Букука, Белуха, Бом-Горхон (Западное Забайкалье), Саргордон (Средняя Азия), Хемгес-Крик (Австралия), Хукамарания, Мерседес, Чикото, Чойлла (Боливия), Бо-риана, Има (США)
2. Ранняя кварц-сульфидно-вольфрамитовая	W, Bi (Zn, Cu, Fe, As)	Грейзенизация II			
3. Поздняя кварц-сульфидно-гюбнеритовая	W, Pb, Zn, Cu	Грейзенизация II и серицитизация			
4. Халцедон, кварц	—				
1. Кварц-полевошпатовая	K, Na (Mo, W)	Микроклинизация		500—1000	Кти-Теберда и др. (Северный Кавказ), Урзарсайское (Алтай), Верхнее Кайраклы (Центральный Казахстан), Лянь-хуашань (КНР)
2. Вольфрамит-сульфидно-шеелитовая	W, Bi (Mo, As, Cu)	Грейзенизация	3:1—1:5		
3. Кварц-карбонатно-сульфидная	Pb, Zn, Cu	Серицитизация, реже хлоритизация			
4. Безрудная кварц-карбонатная	—	Карбонатизация			
1. Кварц-касситеритовая	Sn (As)	Грейзенизация, окварцевание, березитизация		200—400	Икуно и Акенобе (Япония), Аберфоулл Шеферд и Морфи (Тасмания), Маунт-Плезени (Канада)
2. Касситерит-сульфидно-вольфрамитовая	W, Sn (Cu, Bi)		2:1—1:6		
1. Скарновая	(Na)	Скарнирование		300—500	Приморье, Северо-Восток СССР, Средняя Азия, Флит-Ривер (Канада), Сондонг (Южная Корея), Чен-Чан (КНР), Пайн-Крик, Магдален (США), Морелос (Мексика)
2. Кварц-сульфидно-шеелитовая	W, Bi, Cu (Mo, Zn)	Окварцевание, грейзенизация			
3. Карбонатно-сульфидная	Pb, Zn, Cu	Серицитизация			
4. Безрудная кварц-карбонатная	—	Карбонатизация			

Т а б л и ц а 24

Схема систематики месторождений вольфрама [ Повилайтис, 1974 ]

Рудная форма-ция	Тип металлогенических провинций			
	Уральский		Центрально-Казахстанский	
	Формацион-ный тип месторож-дений	Минеральный тип месторожде-ний. Примеры	Формационный тип месторож-дений	Минеральный тип мес-торождений. Примеры
Силикатно-вольфрамитовая (плутоногенная)	Кварц-гюбнеритовый	Кварц-гюбнеритовый с безводными силикатами. Карасьевское (Урал)	Кварц-вольфрамитовый	Пегматитовый с вольфрамитом. Момэн (Франция)  Кварц-вольфрамитовый с безводными силикатами Сенг-Киик (Центральный Казахстан)  Грейзеновый вольфрамитовый с касситеритом (или молибденитом), Центральное (Центральный Казахстан). Кварц-вольфрамитовый с касситеритом (или молибденитом), Нура-Талды (Центральный Казахстан) Кварц-вольфрамитовый с сульфидами Fe и Mo. Кара-Оба (Центральный Казахстан)  Кварц-вольфрамитовый с сульфидами. Штрабсберг (ФРГ)
Сульфидно-вольфрамитовая (вулканогенно-плутоногенная)	Сульфидно-гюбнеритовый	Сульфидно-молибденит-гюбнеритовый. Булуктай (Западное Забайкалье)	Молибденит-гюбнеритовый	Молибденит-гюбнеритовый. Селшей (Центральный Казахстан)
Антимонит-вольфрамитовая (вулканогенная)		Сульфосольно-молибденит-гюбнеритовый		

Тип металлогенических провинций				Группа минеральных типов месторождений
Верхоянский		Южно-Тяньшаньский		
Формационный тип месторождений	Минеральный тип месторождений. Примеры	Формационный тип месторождений	Минеральный тип месторождений. Примеры	
	Пегматитовый с касситеритом и вольфрамитом. Тиктон (США)		Пегматитовый с шеелитом. Ореала (США)	Пегматитовая с вольфрамитами
Кварц-касситерит-вольфрамитовый	Кварц-касситерит-вольфрамитовый с безводными силикатами. Бошшивик (Центральный Казахстан)	Скарновый силикатно-шеелитовый	Скарновый безводно-силикатный с шеелитом. Ингичке (Средняя Азия)	Безводно-силикатная вольфрамитовая
	Кварц-касситерит-вольфрамитовый. Комсомольское (Восточный Казахстан)		Кварц-шеелитовый в скарнах. Лянгар (Средняя Азия)	Водно-второсиликатная кварц-вольфрамитовая Водно-силикатная кварц-вольфрамитовая
	Кварц-касситерит-вольфрамитовый с пирротинном и арсенопиритом. Палашкейра (Португалия)		Кварц-шеелитовый с пирротинном в скарнах. Кинг-Айленд (Тасмания)	Кварц-вольфрамитовая с сульфидами Мо и Fe.
	Кварц-пирротин-вольфрамитовый. Чикотэ (Боливия)	Скарновый молибденит-молибдошеелитовый	Кварц-пирротин-шеелитовый в скарнах. Кабуты (Средняя Азия)	Кварц-сульфидно-вольфрамитовая
Сульфидно-вольфрамитовый			Скарновый молибденит-молибдошеелитовый. Тырныауз (Кавказ)	Сульфидно-вольфрамитовая
	Сульфосольно-касситерит-вольфрамитовый. Потоси (Боливия)			Сульфосольно-вольфрамитовая
	Теллурид-вольфрамитовый. Боулдер (США)	Антимонит-шеелитовый		Теллурид-вольфрамитовая
	Барит-шеелит-ферберитовый. Хулиана (Боливия)			Барит-вольфрамитовая
	Антимонит-ферберитовый. Оплока (Боливия)		Антимонит-шеелитовый. Атолия (США)	Антимонит-вольфрамитовая

**Т а б л и ц а 25**  
**Схема систематики месторождений вольфрама в зависимости от состава пород рудоносных комплексов [ Повилайтис, 1975а ]**

Рудная формация	Состав пород рудоносных комплексов (магматические формации)			
	аляскистовые граниты		лейкократовые граниты	
Силикатно-вольфрамитовая	<b>Субформации</b>			
	Кварцевая шеелит-гюбнеритовая		Кварцевая шеелит-вольфрамитовая	
	<b>Типы руд</b>			
	В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава) Кварц-гюбнеритовый (в породах основного состава)  Кварц-шеелитовый	В карбонатной среде  Апокарбонатные грейзены (с аксессуарными минералами бериллия и шеелитом)	В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава) Кварц-вольфрамитовый (в породах основного состава)  Кварц-шеелитовый	В карбонатной среде  Апокарбонатные грейзены (с аксессуарными минералами бериллия и шеелитом)
Сульфидно-вольфрамитовая	<b>Субформации</b>			
	Сульфидная молибденит-шеелит-гюбнеритовая		Вольфрамит-молибденитовая	
	<b>Типы руд</b>			
	В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава) Молибденит-гюбнеритовый (в породах основного состава) Молибденит-шеелитовый (?)	В карбонатной среде (?)	В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава) Гюбнерит-молибденитовый (в породах основного состава) Ферберит (или шеелит)-молибденитовый	В карбонатной среде (?)

**Т а б л и ц а 26**  
**Эндогенные месторождения молибдена [ Покалов, 1972 ]**

Рудная формация	Геотектонические условия образования	Магматический комплекс, с которым связано оруденение	
		I этап (генетическая связь)	II этапа (парагенетическая или более отдаленная связь)
1	2	3	4
Медно-молибденная	Формирование геосинклинальных поднятий в орогенную стадию развития геосинклиналей	Крупные плутоны, в составе которых монцитоны, гранодиориты, граниты, диориты, сиениты, габбро, горнблендиты и др.	Дайки и небольшие штоки: диоритовые порфиры, гранодиорит-порфиры, монцитон-порфиры, сиенит-порфиры, латитовые порфиры, лампрофиры.  Эффузивы: андезиты, трахиандезиты, трахиты, липариты, трахилипариты, дациты, базальты

Состав пород рудоносных комплексов (магматические формации)

биотитовые граниты	гранодиориты, диориты, биотит-роговообманковые граниты
--------------------	--------------------------------------------------------

Субформации

Кварцевая шеелит-вольфрамит-касситеритовая

Кварц-шеелитовая

Типы руд

В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава)

Кварц-вольфрамит-касситеритовый (в породах основного состава)

В карбонатной среде

Шеелитовый в водно-силикатных скарнах

В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава)

Кварц-шеелитовый и кварц-золото-шеелитовый

В карбонатной среде

Кварц-шеелитовый в безводно-силикатных скарнах

Кварц-шеелит-касситеритовый

Субформации

Сульфидная шеелит-вольфрамит-касситеритовая

Молибденит-шеелитовая

Типы руд

В алюмосиликатной среде (в породах кислого состава)

Сульфидно-вольфрамит-касситеритовый

В карбонатной среде (?)

В алюмосиликатной среде (?)

В карбонатной среде

Молибденит-молибден-шеелитовый в безводно-силикатных скарнах

Минеральный тип оруденения	Морфологический тип оруденения	Примеры
5	6	7
Халькопирит-молибденитовый в калишпатизированных, окварцованных, серицитизированных, аргиллизированных породах	Жильный Штокверковый Брекчиевый (трубки, столбы, зоны)	Парагачай, Айгедзор Каджаран, Коунрад, Кальмаккыр, Бошекуль, Бингам, Чукикамата, Ред-Маунтин, Сора Браден, Коппер-Крик, Дастакерт, Каратас, Сора
Халькопирит-молибденитовый в известковых скарнах	Залежный (пласты, линзы, тела, сложной формы)	Киялых-Узень, Юлия, Улень, Саяк, Гехи, Каратас

Таблица 26 (окончание)

1	2	3	4
Молибденовая	Активизация тектономагматических процессов на платформах и в областях завершённой складчатости; в начальный период широкое развитие крупных наложенных впадин, vyplнявшихся молассовыми отложениями	Крупные плутоны, сложенные биотит-роговообманковыми гранитами: в эндоконтактах подчиненное значение имеют диориты, сиениты, гранодиориты	Дайки и небольшие штоки: диоритовые порфиры, лампрофиры, гранит-порфиры, лагитовые порфиры, гранодиорит-порфиры. Эффузивы: андезиты, трахиандезиты, липариты, трахилипариты, дациты
Вольфрам-молибденовая	Активизация тектономагматических процессов на платформах и в областях завершённой складчатости, начинавшаяся с общего воздымания земной коры (аркогенеза); развитие наложенных впадин не характерно	Плутоны лейкократовых гранитов	Дайки: гранит-порфиры, диоритовые порфиры, сиенит-порфиры

Таблица 27  
Вольфраморудные формации [Дечисенко, 1973]

Рудная формация и минеральный тип	Примеры месторождений
I. Вольфрамоносных скарнов 1. Шеелит-магнетитовый 2. Шеелит-сульфидный	Пороховское (Урал), Безорецкое (Горный Алтай), Угатское, Лянгар (Средняя Азия)
II. Вольфрам-силикатно-кварцевая 1. Вольфрамит-кварцевый 2. Шеелит-кварц-полевошпатовый 3. Вольфрамоносных грейзенов	Акчатау, Бейназар (Центральный Казахстан), Молодежное, Купалейское (Забайкалье), Светлое, Грейзеновое (Чукотка), Тигриное (Приморье), Элисейское (Памир)
III. Вольфрам-железисто-силикатная 1. Шеелит-хлорито-турмалиновый 2. Вольфрамит-колчеданно-сульфидный	Фестивальное, Перевальное (Дальний Восток), Начальное (Северо-Восток СССР), Большевикское, Чердожское (Калба), Бакука, Белуха (Восточное Забайкалье)
IV. Вольфрам-сульфо-сульфидная 1. Гюбнерит-сульфо-сульфидный 2. Шеелит-полиметаллический	Холтасон, Бом-Горхон (Забайкалье), Хукамарани (Боливия), Тахишан, Квеймешан (Китай), Икуно-Ахенобе (Япония)
V. Вольфрам-антимонито-халцедоновая 1. Вольфрамоносных риолитов 2. Ферберит-антимонит-халцедоновый	Берун-Шивеинское, Новоивановское (Забайкалье), р. Риони (Кавказ), Хилгров (Австралия), Усин, Ляндаси (КНР), Йеллоу-Пайн (США)
VI. Вольфрам-сульфидно-скарноидная 1. Шеелит-сульфидно-кварцевый 2. Шеелит-сланцевый	Олимпиадинское (Енисейский край), Маганат (Кузнецкое Алатау), реки Зей, Новая Джилinda (Джугджур), Артулукское (Горный Алтай)
VII. Вольфрам-марганцевая	Голконда (Невада, США), Тосор, Аксай в Средней Азии, Западное Забайкалье, Центральная Монголия
VIII. Вольфрам-галогенная	Оз. Серлз (Калифорния, США)

лах одного рудного поля, то такие руды следует относить к различным минеральным типам, а не к различным формациям, как это иногда делается.

Новый вариант систематики месторождений вольфрама предложен М.М. Повилайтис в 1976 г. Придерживаясь традиционного смысла, обозначаемого термином "рудная формация", в основу которого первоначально был положен состав руд, автор попыталась создать систематику месторождений, основанную на признаках, устанавливаемых в полевых условиях, без проведения тонких, длительных и дорогостоящих предварительных исследований, отражающую требования промышлен-

Таблица 26 (окончание)

5	6	7
Молибденитовый в калишпатизированных, окварцованных, серицитизированных, аргиллизированных породах	Жильный	Давенда, Шахтама, Умальта Квеста
	Штокверковый	Бугдая, Жирекен, Кляймакс
Молибденитовый в известняковых скарнах	Брекчиевый (трубки, столбы, зоны)	Жирекен
	Залежный (пласты, линзы, тела, сложной формы)	Азегур, Янцзя-Чжан-зы
Молибденит-вольфрамитовый (шеелитовый) в альбитизированных и меньше калишпатизированных породах	Жильный	Северо-Восточно-Коунрадское, Акчатау, Калгута, Джида
	Штокверковый	Коктенколь, Джанет, Ореkitкан, Байназар, Булуктай
Шеелит-молибденитовый в известковых скарнах	Брекчиевый (трубки, столбы, зоны)	
	Залежный (пласты, линзы, тела, сложной формы)	Тырныауз, Белорецкое

Таблица 28

Рудные формации вольфрамовых месторождений [Денисенко, 1975, 1978]

Группа формаций	Рудная формация	Состав внутренних зон гидротермально-метасоматических формаций	Месторождения
Плутоногенная	Шеелит-гранат-пироксеновая	<i>Py, Py-Gr, Gr-Fp, Q-Fp-Gr</i>	Ингичке (Средняя Азия), Плитнинское (горный Алтай), Арыхское (Саяны), Кинг-Айленд (Тасмания)
	Золото-шеелит-кварцевая турмалин-хлоритовая	<i>Turm, Q-Turm, Turm-Chl, Turm-Ser, Q-Ca-Chl</i>	Урал, Забайкалье, Гленорчи (Новая Зеландия)
	Вольфрамит-кварцевая	<i>Q-Q-Mu, Q-Mu, Mu, Fl-Mu, Ep-Mu</i>	Акчаутское (Казахстан), Антоновогорское (Забайкалье), Иультин (Чукотка), Тигриное (Приморье)
Плутоногенно-вулканогенная	Шеелит-кварц-полевошпатовая гюбнерит-сульфидно-кварц-березитовая	<i>Ort, Q-Qrt, Q-Ser-ort, Q-Ca-Ort, Chl-Ser-Q, Q-Ser, Ser-Q, Ca-Q-Ser, Q-Fl-Ser</i>	Верхнекайрактинское, Батыстау (Казахстан), Урзасайское (Горный Алтай), Холтасонское (Забайкалье), Кти-Теберда (Кавказ), Хукамарани (Боливия), Тахишан (КНР), Огопите (Перу), Ред-Роуз (Канада)
	Ферберит-антимонит-халцедоновая аргиллизитовая	<i>Ab-Mnt-Chl-Q, Gidr-Caol-KFp-Q, Q-Caol-Gidr, Q-Caol</i>	Берун-Шивейнское (Забайкалье), Ноцари (Кавказ), Хилгров (Австралия), Уси, Таоань, Ляндаси (КНР)
Гидротермально-метаморфогенная	Шеелит-сульфидно-кварцитовая скарноидная	<i>Q-Amf, Ca-Chl-Amf, Q-Ab-Ser</i>	Олимпиадинское (Енисейский край), Маганат (Кузнецкий Ала-тау), Давлянтай, Мютенбай (Средняя Азия), Багеторп (Швеция), Лагоса (Португалия)
	Вольфрам-псиломелановая	<i>Q-Mn, Q-Ser-Mn</i>	Тоссор, Аксайкасское (Средняя Азия), Голконда, Содавилл (США), Унсия (Боливия)
	Вольфрам-галогенная		Оз. Сериз (США)

Условные обозначения минералов: *Ab* — альбит, *Gidr* — гидрослюда, *Gr* — граната, *KFp* — калиевый полевой шпат, *Caol* — каолинит, *Ca* — карбонат, *Q* — кварц, *Mn* — минералы марганца, *Mnt* — монтмориллонит, *Mu* — мусковит, *Ort* — ортоклаз, *Py* — пироксен, *Fp* — полевой шпат, *Ser* — серицит, *Turm* — турмалин, *Fl* — флюорит, *Chl* — хлорит, *Ep* — эпидот, *Amf* — амфибол.

Т а б л и ц а 29

Схема генетической классификации эндогенных месторождений вольфрама, молибдена, олова Средней Азии [Бабаев и др., 1975]

Группа	Класс	Тип	Номенклатура рудных формаций		
			геохимическая	минералогическая	
1	2	3	4	5	
Магматическая	Эпимагматический	Гранитный	Оловянная	Касситеритовая	
		Аплитовый	Молибденовая	Молибденитовая	
	Пегматитовый	Гранитные пегматиты	Оловянная	Оловянная	Касситеритовая
			Оловянно-вольфрамовая	Оловянно-вольфрамовая	Касситерит-вольфрамитовая
			Молибденовая	Молибденовая	Мусковит-молибденитовая
			Вольфрамовая	Вольфрамовая	а) шеелит-магнетитовая б) шеелитовая; в) шеелит-сульфидная г) шеелит-полевошпатовая
Апомагматическая	Дейтеромагматический	Скарновый	Вольфрам-оловянно-цинковая	Шеелит-касситерит-сфалеритовая	
			Вольфрам-оловянно-мышьяковая	Шеелит-касситерит-арсенопиритовая	
			Вольфрам-золоторудная	Шеелит-золоторудная	
			Вольфрам-молибденитовая	Шеелит-молибденитовая	
		Апограниты — грейзены, альбиты	Молибденовая	Молибденитовая	
			Оловянно-свинцово-цинковая	Касситерит-галенит-сфалеритовая	
Телемагматическая	Гидротермальный	Жильный-метасоматический комбинированный	Оловянная	Кварц-касситеритовая	
			Оловянно-вольфрамовая	Кварц-касситерит-вольфрамитовая	
			Молибденовая	Кварц-мусковит-молибденитовая	
			Медно-молибденовая	Кварц-молибденит-халькопиритовая	
			Молибден-вольфрамовая	Молибден-шеелитовая	
			Оловянная	Кварц-касситеритовая	
Вольфрамовая	Кварц-вольфрамитовая				

Рудные минералы	Сопутствующие нерудные минералы	Месторождения
6	7	8
Акцессорные вольфрамит, касситерит, молибденит, берилл и др.	Кислый плагиоклаз, калишпат, кварц, биотит, турмалин и др.	Иныльчекское, Майданское, Зирабулакское, Гиссарское, интрузивы Аплитсай, Чонбайсорун Джангырак
Молибденит, ортит, оранжит	Полевые шпаты, слюды, циркон, рутил	
Касситерит, ниоботанталаты	Кварц, альбит, микроклин, лепидолит, мусковит, флюорит и др.	Иныльчекское, Тро, Дукенек
Касситерит, вольфрамит и др.	Микроклин, пертит, альбит, кварц, цинвальдит, топаз, апатит, флюорит	Ойгаинг, Баркрак
Молибденит, ортит	Полевые шпаты, слюды, циркон, рутил	Шамтерек
Шеелит (магнетит, молибденит)	Гранаты, пироксены, эпидот, кальцит, кварц	Чалай, Янгикан
Шеелит, пирротин, пирит, молибденит, арсенопирит, галенит	Пироксены, гранаты, эпидот, полевой шпат, актинолит, везувиан, салит	Ингичке, Чаштепе
	Пироксены, гранаты, кварц, флогопит, эпидот, турмалин	Майхура, Якарча
Шеелит, касситерит, сфалерит, халькопирит, пирит		
Шеелит, касситерит, арсенопирит, деллингит, висмутин, пирит, пирротин	Пироксены, гранаты, амфибол, хлорит, кварц	Сарымат, Такфон
Шеелит, арсенопирит, халькопирит, висмутин, золото	Диопсид, гранаты, амфибол, эпидот, кальцит, кварц	Джилау, Кумбель
Молибденит, шеелит, пирротин, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, висмутин	Пироксены, эндрадит, уралит, везувиан, кварц, кальцит	Лянгар, Койташ, Корух-Дайрон
Молибденит (шеелит), халькопирит, сфалерит, пирит	Диопсид, волластонит, гранат, везувиан, кварц, кальцит	Чимган, Шабароб
Касситерит, галенит, сфалерит, стеннин, тиллит, франкеит, пирит	Диопсид, актинолит, тремолит, кальцит, турмалин	Кызкурган, Кальта, Сарыбулак
Касситерит	Мусковит, кварц, флюорит, топаз	Чингаллы, Каракыз, Трезубец
Касситерит, вольфрамит, халькопирит, пирит, молибденит	Кварц, мусковит, флюорит, турмалин, альбит	Ортобайсорун, Ташкоро, Антор
Молибденит, пирит, сфалерит, галенит, халькопирит	Кварц, мусковит, биотит, полевой шпат, апатит, циркон	Арчалы, Обизаранг
Пирит, халькопирит, молибденит, золото, сфалерит, галенит, висмутин	Кварц, биотит, серицит, хлорит, ангидрит	Кальмыкыр, Сарычеку
Шеелит, молибденит, вольфрамит, пирит, галенит	Кварц, серицит, хлорит, кальцит, слюда	Ункурташ, Чавата, Янгак-лы
Касситерит, пирит, арсенопирит, галенит	Кварц, турмалин, серицит, флюорит, кальцит	Карнаб
Вольфрамит, касситерит, халькопирит, пирит, арсенопирит	Кварц, гидрослюды, флюорит	Саргардон, Верхний Ихнач

Таблица 29 (окончание)

1	2	3	4	5
Телемагматическая	Гидротермальный	Жильный метасоматический комбинированный	Вольфрам-золоторудная	Кварц-шеелит-золоторудная
			Оловянно-вольфрамовая	Кварц-касситерит-вольфрамитовая
			Молибденовая	Кварц-молибденовая
			Оловянно-борная (или оловянно-борнофтористая)	Кварц-касситерит-турмалиновая
			Оловянно-карбонатная	Кальцит-касситерит-кварцевая (или касситеритовая)
			Оловянно-свинцовая	Галенит-сфалеритовая

Таблица 30

Систематика вольфрамового оруденения юга Дальнего Востока [Иванов, 1975]

Рудная формация	Минеральный тип	Структурно-морфологические типы оруденения	Вмещающие породы и характер их изменения
1	2	3	4
Скарновая молибден-вольфрамовая			Кварц-спудистые сланцы и известняки в провесах кровли интрузивов: ороговикование, скарнирование, пропилитизация
Скарновая вольфрамовая		Линзообразные и неправильной формы залежи	Горизонты и линзы известняков в толщах переслаивающихся кристаллических сланцев и гнейсов; скарнирование
Скарновая вольфрам-оловянно-полиметаллическая			Линзы и прослойки известняков в толщах алевролитов и песчаников; ороговикование, скарнирование, грейзенизация, пропилитизация
Скарново-грейзеновая вольфрам-фосфорно-сульфидная	Шеелит-апатит-колчедановый	Сложные, иногда линзообразные залежи	Переслаивающиеся алевролиты, спилиты, известняки; гранитоиды; ороговикование, грейзенизация

6	7	8
Вольфрамит, шеелит, золото, пирит, халькопирит, галенит, висмутин Касситерит, вольфрамит, сфалерит, галенит Молибденит, пирит Касситерит, арсенопирит, галенит, пирит, пирротин, гематит, гетит, висмутин	Кварц, серицит, флюорит, кальцит, барит Кварц, серицит, хлорит, флюорит Кварц, серицит Кварц, турмалин, скаполит, хлорит, актинолит, циркон, кальцит, флюорит и др.	Кушайнак, Курай, Байбулатсай Тоялмыш Джошо Учкашкон, Аtdжайляу, Темирташ
Касситерит, тиллит, галенит, пирит, пирротин Галенит, сфалерит, халькопирит, пирротин, касситерит, молибденит	Кварц, серицит, эпидот, флюорит, анкерит Кварц, серицит, анкерит, флюорит, халцедон	Лапас, Кочкарлы Актюз, Курган, Кеншанык

Связь с интрузивными породами и расположение оруденения по отношению к массивам этих пород	Минералогический состав руд	Типоморфные и криеохимические особенности минералов	Промышленное значение вольфрамового оруденения
5	6	7	8

Вероятна генетическая связь со складчатыми интрузивами гранитоидов; рудные тела в провесах кровли крупных массивов	Магнетит, шеелит, молибденит, пироксены, гранат, эпидот, актинолит, хлорит		Не имеет
С достоверностью связь не установлена; рудные тела на контактах мраморов с кристаллическими сланцами и гнейсами	Шеелит, редко пирит и халькопирит, флогопит, диопсид, тремолит, геденбергит, гранат, волластонит, актинолит, хондродит, везувиан		То же
Парагенетическая связь с субвулканическими и интрузивами кварцевых порфиров и фельзит-порфиров; оруденение в экзоконтактах субинтрузий	Сфалерит, галенит, халькопирит, пирротин, арсенопирит, магнетит, касситерит, шеелит, минералы висмута и диопсид, геденбергит, салит, гранат, скаполит, актинолит, кварц, серицит, хлорит, флюорит		"
Парагенетическая связь с внегемоклиновыми небольшими интрузивами плагиогранитов и гранитов; рудные тела в интрузивах и их экзоконтактах, в провесах кровли интрузивов	Шеелит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, минералы висмута, галенит, станнин, касситерит, вольфрамит, диопсид, геденбергит, волластонит, гранат, везувиан, актинолит, тремолит, апатит, мусковит, серицит, флюорит	Шеелиты, апатиты-гранаты	Очень большое

Т а б л и ц а 30 (окончание)

1	2	3	4
Скарново-грейзеновая вольфрам-фосфорно-сульфидная	Грейзеновый шеелит-молибденитовый	Площадные зоны прожилково-кряпленного оруденения и жилькообразные тела	Граниты, реже алевролиты, песчаники; альбитизация, грейзенизация, окварцевание
Грейзеново-кварц-жильная редкометально-молибденоолювянно-вольфрамовая	Грейзеновый редкометально-касситерит-вольфрамитовый	Фронтальные в кровле интрузивов залежи в зонах их эндоконтактов, линейные залежи в экзоконтактах интрузивов	Граниты, песчаники; ороговикование, грейзенизация
	Касситерит-вольфрамит-кварцевый	Жилы и прожилковые и штокверкообразные зоны	Граниты, гранит-порфиры, часто песчаники, сланцы, роговики; альбитизация, грейзенизация
	Вольфрамит-кварцевый	Минерализованные дайки и апофизы гранитов; кварцевые жилы; прожилки и линзы, сопровождаемые грейзенизацией	Эффузивы, дайки породки состава; кристаллические сланцы, алевролиты, песчаники; окварцевание, грейзенизация
	Шеелит-кварцевый	Жилы, прожилки, прожилковые зоны, минерализованные зоны	Гранодиориты, граниты, частично песчаники и сланцы; окварцевание, альбитизация, грейзенизация
Кварц-сульфидно-жильная олювянно-вольфрамит-мышьяковая	Касситерит-вольфрамит-сульфидно-кварцевый	Жилы и прожилки	Граниты, роговики, песчаники; ороговикование, грейзенизация, хлоритизация
	Вольфрамит-сульфидно-кварцевый	Жилы, прожилки, часто группирующиеся в прожилковые зоны	Граниты, гранит-порфиры, алевролиты, песчаники; грейзенизация, серицитизация, хлоритизация

ности к вольфраморудному сырью и технологические свойства руд и в то же время могущую явиться инструментом в геологических исследованиях. Целью систематики является установление взаимосвязей явлений, упорядочение знаний о месторождениях рудных формаций и оптимальных условиях их образования, установление критериев их поисков и промышленной оценки. Обычная ассоциация вольфрама с другими металлами вызывала необходимость при построении систематики не только выдерживать строго соподчинение таксономических единиц, выделенных по наличию сопряженных различий минерального состава руд вольфрама и геологических условий их образования, но и искать единый подход к систематике месторождений других металлов.

Для построения систематики М.М. Повилайтис (1976 г.) произвела иерархизацию признаков, касающихся минерального состава и геологических условий отложения руд. Месторождения подразделены на две главные группы формаций: скарновую и грейзеново-жильную. Подчиненными им являются следующие группы формаций: гранитовая, пегматитовая и железо-марганцевая гидроокисная. Значение этих групп формаций невелико, так как в их состав входит не более двух формаций.

5	6	7	8
Генетическая связь с интрузивами; оруденение в эндо-реже в экзоконтактах интрузивов, их куполовидных выступах и апофизах	Шеелит, молибденит, висмутин, пирит, халькопирит, пирротин, галенит, магнетит, кварц, полевые шпаты, флюорит, апатит, мусковит, кальцит	Вольфрамиты Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> от 75 до 6300 г/т	Не имеет
Генетическая связь с порфироидными интрузивами гранитов и гранодиоритов; оруденение в эндо- и экзоконтактах интрузивов	Вольфрамит, касситерит, арсенопирит, танталонит, минералы висмута, кварц, топаз, флюорит, светлые слюды, альбит		Могут иметь значение при комплексном извлечении металлов
Генетическая связь с порфироидными интрузивами аляскитовых гранитов, рудные тела в эндо- и экзоконтактах интрузивов	Касситерит, вольфрамит, молибденит, минералы висмута, кварц, топаз, флюорит, светлые слюды		Могут иметь значение при комплексном извлечении металлов
По-видимому, генетическая связь с дайками гранитоидов; оруденение локализуется в дайках или их экзоконтактах	Вольфрамит, шеелит, арсенопирит, пирротин, халькопирит, самородный висмут, кварц, апатит	Топазы — от 7 до 50 г/т	Не установлено
Генетическая связь с внегиссинклинальными и порфироидными гранитоидными и интрузивами; оруденение внутри интрузивов, реже в их экзоконтактах	Шеелит, зейрегит, редко пирит, арсенопирит, кварц, апатит, мусковит, флюорит		Не имеет
Парагенетическая связь с интрузивами гранит-порфиров, гранитов, фельзит-порфиров; оруденение в эндо- и экзоконтактах интрузивов, иногда вне видимой связи с интрузивами	Касситерит, вольфрамит, арсенопирит, шеелит, халькопирит, галенит, пирротин, пирит, сфалерит, станнин, минералы висмута, кварц, топаз, полевые шпаты, флюорит, турмалин, светлые слюды	Вольфрамиты	Могут иметь значение при комплексном извлечении металлов
С достаточной определенностью не установлено, хотя оруденение иногда развито в интрузивных породах	Вольфрамит, арсенопирит, леллингит, молибденит, пирит, халькопирит, шеелит, самородный висмут, пирротин, галенит, кварц, полевые шпаты, апатит, флюорит, турмалин, биотит		Не установлено

Сопоставление вольфраморудных формаций с выделенными группами показано ниже.

Группа формаций	Рудная формация
Калишпатовая Гранитовая	Редкометалльно-вольфрамовая Оловянно-вольфрамовая Молибден-вольфрамовая
Аплит-пегматитовая	Оловянно-вольфрамовая
Скарновая	Редкометалльно-молибден-вольфрамовая Молибден-вольфрамовая Оловянно-вольфрамовая Золото-вольфрамовая
Грейзеново-жильная	Медно-вольфрамовая Оловянно-вольфрамовая

Группа формаций	Рудная формация
Аргиллизит-жильная	Молибден-вольфрамовая
	Золото-вольфрамовая
	Золото-вольфрамовая
	Сурьмяно-вольфрамовая
Железо-марганцевая гидроокисная Осадочно-метаморфогенная	Серебряно-вольфрамовая
	Оловянно-вольфрамовая
	Серебряно-вольфрамовая
	Молибден-вольфрамовая
	Сурьмяно-вольфрамовая
	Медно-вольфрамовая

Схема систематики месторождений вольфрама в зависимости от состава пород рудоносных комплексов показана в табл. 25.

**В.Т. ПОКАЛОВ [1972]**

Классификация эндогенных месторождений молибдена показана в табл. 26.

**В.К. ДЕНИСЕНКО [1973, 1975, 1978]**

Формационные типы вольфрамовых месторождений приведены в табл. 27.

Классификация рудных формаций вольфрамовых месторождений показана в табл. 28.

*Примечание.* В основе выделений рудных формаций лежит стремление к обособлению устойчивых типов оруденения, повторяющихся в различных регионах. Формационный анализ при этом в большинстве случаев проводится на "уровне" месторождений, т.е. в качестве классификационной единицы используются месторождения сходного минерального состава и строения.

Предложена классификация практически всех известных типов вольфрамовых месторождений на основе структурно-вещественного подхода, предусматривающего выделение в качестве классификационной ячейки рудной формации [Денисенко, 1975, 1978].

**К.Л. БАБАЕВ, В.Ф. ОТРОЩЕНКО, И.Г. ШАКИРДЖАНОВ [1975]**

Схема генетической классификации месторождений вольфрама, молибдена, олова Средней Азии показана в табл. 29.

*Примечание.* В основу классификационной схемы положены генетические признаки, определяющиеся основными физико-химическими процессами, учитывается также возможный первоисточник элементов, геологические условия формирования их месторождений. Определенный генетический тип включает несколько рудных формаций, выделяемых на основании минералого-геохимических особенностей рудопроявлений с устойчивыми минеральными ассоциациями, образующимися при сходных физико-химических и геологических условиях. Названия рудных формаций даются по ведущим металлам (элементам) [Бабаев и др., 1975].

**Ю.Г. ИВАНОВ [1975]**

Систематика вольфрамового оруденения юга Дальнего Востока показана в табл. 30.

**Е.А. РАДКЕВИЧ [1975 а, б]**

Формации месторождений олова и вольфрама и условия их образования показаны в табл. 31.

**Ф.Ф. АПЕЛЬЦИН, Е.С. ПАВЛОВ [1979]**

Формационная систематика вольфрамовых месторождений показана в табл. 32 (см. вкл.).

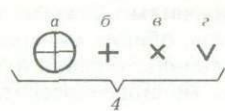
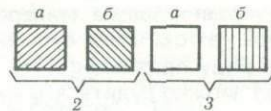
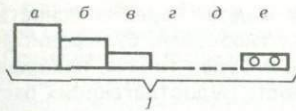
**В.Н. ВОЕВОДИН [1982]**

Диаграмма генетической классификации эндогенного вольфрамового оруденения показана на рис. 2 (см. вкл.).

Т а б л и ц а 31

Формации месторождений олова и вольфрама и условия их образования [Радкевич, 1975а]

Генетический класс	Сопровождающие нерудные минералы		Формация и тип месторождений	Распространенность и условия образования	
				Олово	Вольфрам
Апомагматиты	Безводные алюмосиликаты	(К) Кварц, полевые шпаты	1. Рудоносных гранитов с акцессорными и наложенными рудными минералами		
			2. Пегматитовая		
Скарны		(Ca, Mg, Fe, Mn) Карбонаты (кварц)	3. Скарновая		
			а) Магнетитовый		
			б) Шеелитовый		
			в) Касситерит-сульфидный		
Пневмато-гидротермальные		Водные алюмосиликаты (К) (мусковит), кварц	4. Кварцевая		
			а) Грейзеновый		
			б) Кварц-топазовый жильный		
			в) Кварц-полевошпатовый		
			г) Кварцевый		
Гидротермальные	Высокотемпературные	Водные алюмосиликаты (Fe) (турмалин, хлорит), кварц	5. Силикатно-сульфидная		
			а) Турмалиновый		
	Среднетемпературные			б) Хлоритовый	
Низкотемпературные				Водные алюмосиликаты (К) (серицит), кварц	6. Сульфидная
	а) Колчеданный (железистый)				
	б) Галенит-сфалеритовый (свинцово-цинковый)				
			в) Карбонатно-сульфидный (для вольфрама — золото-шеелитовый)		
			г) Антимонитовый		
			7. Риолитовая (деревянистого олова)		



1 — месторождения (а — широко распространенные, б — умеренно распространенные, в — мало распространенные, г — редкие и небольшого промышленного значения, д — не имеющие практического значения, е — россыпи); 2 — минералы вольфрама (а — вольфрамит, б — шеелит); 3 — вмещающие породы (а — терригенные, б — карбонатные); 4 — магматические породы, ассоциирующие с оруденением (а — аляскитовые граниты, б — нормальные граниты, в — гранодиориты и другие гранитоиды повышенной основности, г — вулканические породы кислого состава)

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ВОЛЬФРАМОВЫХ И МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**СИЛИКАТНО-ВОЛЬФРАМОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Минералого-геохимические особенности руд месторождений этой ф. зависят от формационной принадлежности рудоносного магматического комплекса, состава и контрастности дифференциации исходных магм, состава вмещающих пород и других факторов. В частности, главный промышленно ценный минерал руд может быть представлен вольфраматами группы вольфрамита или шеелита. Оруденение ассоциирует с многофазными гранитоидными интрузивами и находится в структурно-формационных зонах, обособившихся в ранние или средние стадии развития геосинклиналей. В складчатых областях руды отлагались до образования наложенных впадин, заполненных красноцветными обломочными отложениями, в процессе медленных восходящих движений инверсионного типа, а в условиях тектоно-магматической активизации параплатформ — при наличии мощного осадочного или вулканогенного покрова. Оруденение локализовано в апикальных, обычно приконтактных участках интрузивов или надынтрузивных зонах. Оно приурочено к самым ранним в процессе становления интрузивов нарушениям: в алюмосиликатных средах к пологим и крутопадающим трещинам отрыва, реже скальвания, в карбонатных средах к зонам пластических и дизъюнктивных деформаций. Формация объединяет пегматитовый, грейзеновый, гидротермальный генетические типы вольфрамового оруденения. *Общий признак минерализации — отсутствие в рудах сульфосолей, антимонита, киновари.* В зависимости от принадлежности рудоносного магматического комплекса к формациям гранодиоритовой, биотитовых и двуслюдяных гранитов, лейкократовых или аляскитовых гранитов месторождения вольфрама подразделены на четыре субформации: кварцевая шеелит-гюбнеритовая, кварцевая шеелит-вольфрамитовая, кварцевая шеелит-вольфрамито-касситеритовая, кварц-шеелитовая [Повилайтис, 1975 в].

Примечание. Характеристика указанных субформаций приведена в табл. 25.

**СУЛЬФИДНО-ВОЛЬФРАМАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Оруденение С.в.ф. приурочено к штоковидным интрузивам гранитоидов более мелкозернистой, чем породы плутонических комплексов, часто порфировой структуры. Внедрение магмы чередуется с излиянием лав и сопровождается явлениями диапиризма. Месторождения концентрируются не в протяженных рудных поясах, как плутонические, а в рудных узлах, локализованных в местах скрещения граничных и секущих складчатые структуры глубинных разломов, и возникают на стадии тектоно-магматической активизации земной коры. Оруденение расположено от интрузивных тел дальше, чем плутоногенное; связь его с магматическими телами более отдаленная, парагенетическая (?). Оруденение жильное (в крупных доинтрузивных дизъюнктивных нарушениях) или штокверковое, реже в трубах брекчирования или метасоматическое (скарновое). Оно образуется при быстром воздымании территорий, на фоне многократно возобновляющихся сбросовых и горизонтальных движений (с большими амплитудами) по многочисленным дизъюнктивным нарушениям. С этим связано разнообразие минеральных видов, неравномерность их состава, обилие минералов серы, в том числе сурьмяных сульфосолей, сульфовисмутидов свинца, серебра и т.п. По ряду признаков (отсутствие в рудах топаза, нахождение в них молибден-шеелита и др.) можно судить, что кислотность рудоотлагающих растворов никогда не возрастает до такой степени, как в плутоногенных месторождениях, а температура рудоотложения выше. Состав руд объединяет важнейшие черты состава плутоногенных и вулканогенных руд. Закономерны совмещение в рудных полях оруденения формаций разных металлов, определенная последовательность образования, концентрически-зональное распределение компонентов относительно интрузивов. Все сказанное позволяет считать формацию сложной. Месторождения этой формации, как и плутонические, подразделяются на четыре субформации: сульфидно-шеелитовую в скарнах, сульфидную шеелит-вольфрамито-касситеритовую, сульфидную, молибденито-шеелитовую-гюбнеритовую и ферберит-гюбнерит-молибденитовую [Повилайтис, 1975 в].

Примечание. Характеристика указанных субформаций приведена в табл. 25.

## ВОЛЬФРАМ-МОЛИБДЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ. — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения В.-м.ф. содержат около 35% всех учтенных запасов молибдена. Основными рудными минералами этих месторождений являются молибденит, вольфрамит или шеелит, промышленное значение которых примерно равно, однако в большинстве месторождений один из них преобладает. При комплексной переработке руд попутно с главными рудными компонентами могут извлекаться висмутин, флюорит, сульфиды меди, иногда касситерит. В молибдените присутствует рений, содержание которого обычно не превышает 30 г/т, достигая на отдельных месторождениях 100—130 г/т, что уже может иметь промышленное значение при большом масштабе разработки месторождений. В некоторых месторождениях в вольфрамите концентрируются такие ценные элементы, как тантал и скандий [Покалов, 1972].

Главным морфологическим типом вольфрам-молибденовых месторождений является штокверковый. В его отдельных представителях запасы вольфрама и молибдена достигают многих сотен тысяч тонн при содержании в рудах от сотых долей процента до 0,1—0,12%. Не менее многочисленны жильные месторождения, однако среди них много промышленных. Запасы вольфрама и молибдена в жильных месторождениях редко достигают 15—20 тыс. т при содержании полезных компонентов в жильной массе до 0,5—1,0%.

Еще реже встречаются вольфрам-молибденовые месторождения в скарнах, характеризующиеся рудными телами пласто-, линзообразной, седловидной и более сложной форм. Размеры таких месторождений могут быть вполне сопоставимы с крупными штокверками. Вольфрам в них и по запасам, и по содержанию в руде обычно преобладает над молибденом.

Пространственно и генетически вольфрам-молибденовое оруденение связано с плутонами лейкократовых гранитов. При этом большая часть оруденения находится над апикальными частями плутонов. В их экзоконтактовых зонах мощность до 1000—1500 м, мощность же рудоносных эндоконтактовых зон обычно не превышает 200—300 м. Образование рудоносных гранитов происходило вслед за субсеквентным развитием складчатых областей или в условиях активизации тектоно-магматических процессов на платформах и в областях завершённой складчатости. Примерами вольфрам-молибденовых месторождений являются: в СССР — Тырныаузское на Кавказе, Джанетское, Коктенкольское, Бытыстауское, Караобинское и другие в Центральном Казахстане; Джидинское, Булуктайское, Бом-Горхонское, Орекитканское в Западном Забайкалье; за рубежом — Серро-Асперо и Серро-Асперезис в Аргентине [Принципы прогноза..., 1977].

**МОЛИБДЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., которой принадлежит главная масса молибденовых месторождений, встречающихся в самых различных условиях и своим происхождением обязанных разным магматогенным процессам [Хрущов, 1959].

**Примечание.** В месторождениях М.ф. сосредоточено до 35% всех запасов молибдена. Молибденит — главный компонент месторождений, и лишь на некоторых возможна попутная добыча небольших количеств меди и редко золот. В молибдените содержится рений — от нескольких граммов до 200—300 г/т. Присутствующие вольфрам, свинец и цинк не имеют практического значения. Наиболее распространены жильный и штокверковый морфологические типы оруденения. В последнем развиты прожилковые и прожилково-вкрапленные руды, менее — вкрапленные и брекчиевые (Покалов, 1972 г.). Запасы молибдена в жильных месторождениях от сотен тонн до 10—20 тыс. т при содержании металла в жильной массе от десятых долей до 1—2%. В штокверковых месторождениях запасы молибдена достигают многих сотен тысяч тонн с содержанием его в рудах от сотых долей до 0,1—0,3%.

Месторождения М.ф. пространственно и генетически тесно связаны с плутонами умеренно кислых гранитоидов и находятся в их апикальных частях — экзо- и эндоконтактовых зонах мощностью до 700—800 м. Образование рудопроизводящих плутонов происходило в условиях тектоно-магматической активизации платформ и областей завершённой складчатости.

Примерами месторождений М.ф. являются Бугдинское, Шахтаминское, Жирекенское, Давендинское, Сырыгинское, Аманан-Макитское (СССР), Квеста, Юрд-Гендерсон (США), Яндзя-Чжанзы, Ченцоло, Цин-Дуй-Чен (КНР) [Принципы прогноза..., 1977].

Син.: Молибденитовая формация [Хрущов, 1959].

**ФОРМАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД.** — Медно-молибденовые прожилково-вкрапленные и вкрапленные, реже жильные и брекчиевидные руды, относящиеся к среднетемпературному гидротермальному классу, генетически связаны с умеренно кислыми гипабиссальными гранитоидами средних этапов развития геосинклинальных складчатых зон. Возраст месторождений этой формации альпийский в Закавказье (Каджаран, Агарек и др.) и на Камчатке (Воровское месторождение), герцинский в Центральном Казахстане (Коунрад и др.) и Средней Азии (месторождение Альмалык), каледонский в Северо-Восточном Казахстане (месторождение Бошекуль). Медно-молибденовые месторождения обычно располагаются группами, линейно, образуя рудные пояса, прослеженные на сотни километров и приуроченные к крупным структурам типа анти-

клинориев, прорванных рудоносными интрузивами и нарушенных региональными разломами, контролирующими оруденение. Состав руд М.-м.ф. довольно типичен и однообразен: главное значение среди рудных минералов имеют халькопирит и молибденит, правда, в различных соотношениях — от резкого преобладания первого до преобладания второго с переходами соответственно от почти медных руд через медно-молибденовые к молибденовым. Наряду с халькопиритом и молибденитом в рудах этой формации в подчиненном количестве присутствуют: пирит, сфалерит, галенит, блеклые руды, энаргит, борнит, гематит, магнетит, арсенопирит, шеелит и в качестве аксессуаров минералы Ag, Au, Te, Ge, иногда V и Th. Среди жильных минералов в рудных прожилках и гидротермально измененных породах интрузивных куполов и кровли развиты кварц, серицит, хлорит, каолинит, карбонаты — типично среднетемпературный гидротермальный комплекс. Обычно оруденение сосредоточено в раздробленных гидротермально измененных породах интрузивных куполов, иногда выходит в породы экзоконтакта. Структурным контролем оруденения служат зоны региональных разломов и сопряженных с ними трещин второго порядка, вдоль которых внедряются серии даек гранодиорит-порфиров или гранит-порфиров и образуются мощные кварцево-рудные жилы. Главная масса промышленных руд имеет прожилково-вкрапленный характер и вытягивается вдоль даек, образуя зоны мощностью в десятки метров, в тех случаях, когда имеются серии параллельных даек, общие мощности рудной зоны значительно больше (Рудный хребет, Каджарана) [Магакьян, 1969].

— Группа месторождений прожилково-вкрапленных руд, обладающих устойчивым составом главных рудных и жильных минералов (пирит, на ранней стадии магнетит, халькопирит, в отдельных случаях борнит, энаргит, халькозин, кварц, калишпат) и характеризующихся широким и интенсивным проявлением гидротермального изменения вмещающих пород (от ранней калишпатизации к процессам кислотного выщелачивания — окварцеванию, аргиллизации), развивающегося в тесной связи со становлением относительно малоглубинного комплекса пород (обычно порфирового типа) [Медно-молибденовая..., 1977].

**П р и м е ч а н и е.** В отношении термина М.-м.ф. в настоящее время единого мнения нет. Кроме этого термина, существуют и другие, объединяющие вообще-то одни и те же месторождения. В частности, широко распространен термин "медно-порфировые месторождения", предложенный и наиболее часто употребляющийся американскими исследователями. В одной из ранних работ А. Парсонса в качестве одного из характерных признаков подобных месторождений указывает постоянное присутствие в них интрузий порфиров рудоносного магматического комплекса. Этим фактически и обусловлен сам термин "медно-порфировые" месторождения, хотя в последнее время появились работы, в которых данный термин связывается с вкрапленным характером оруденения. И все же этот термин вряд ли можно признать удачным, особенно если учесть, что сюда же включаются обычно и существенно молибденовые месторождения, да и на медных месторождениях роль молибдена (особенно в экономическом отношении) значительна. К тому же между "медно-порфировыми" и "молибден-порфировыми" (как их иногда называют) месторождениями в геологическом и генетическом плане отмечается значительное сходство. Термин "медно-порфировые месторождения" отражает, скорее всего, подход к систематике с позиций медных месторождений.

Учитывая общий медно-молибденовый геохимический профиль месторождений и имеющиеся отклонения к молибденовым, с одной стороны, и медным месторождениям — с другой, генетическую общность всех этих месторождений и базируясь на существующих представлениях о рудных формациях, наиболее целесообразно все эти месторождения объединять в единую медно-молибденовую рудную формацию с возможным подразделением ее на молибденовую, медно-молибденовую и существенно медную субформации [Медно-молибденовая..., 1977]. Аналогичной систематике придерживаются В.Т. Покалов [1962, 1964], И.Г. Магакьян [1969], В.Н. Котляр [1970].

В качестве характерной особенности рассматриваемых медно-молибденовых месторождений следует отметить широкое развитие в них процессов эксплозивного breccирования.

Медно-молибденовые месторождения характеризуются не только общностью условий формирования, но и общими закономерностями размещения. Фиксируется их приуроченность к зонам активизации в областях завершенной складчатости. Возникшие в этот период крупные региональные и оперяющие разломы служили подводными каналами для магматических расплавов и проникновения рудоносных флюидов. Локализация в зонах активизации областей заверренной складчатости свойственна месторождениям медно-молибденовой формации в отличие от молибденосодержащих месторождений молибдено-редкометалльно-вольфрамовой рудной формации, для которых наряду с подобными условиями локализации часто характерны развитие в зонах активизации средних массивов и связь с магматизмом конечных стадий геосинклинального развития складчатых областей. Другие общие особенности месторождений медно-молибденовой рудной формации, в том числе отличающие их от геохимически близких месторождений молибден-редкометалльно-вольфрамовой формации, приведены в табл. 33 [Медно-молибденовая..., 1977].

Т а б л и ц а 33

Некоторые особенности проявления молибденовой минерализации различных формационных типов [Медно-молибденовая..., 1977]

Особенности	Медно-молибденовая формация	Молибден-редкометалльно-вольфрамовая формация
Геотектоническое положение	Области активизации в пределах складчатых зон, вторично-геосинклинальные структуры	Складчатые зоны средней стадии развития; области активизации (в пределах складчатых зон, срединных массивов и платформ)
Характер рудоносного магматизма	Формации субвулканических гранитоидов (мелкие штоки и дайки среднего и кислого состава). Относительно повышенная щелочность. Присутствие "сложных" даек	Формация батолитовых биотитовых гранитов. Трещинные гипабиссальные интрузии кислых и ультракислых гранитоидов, связанные с крупными массивами. Характерны пегматиты
Положение рудной минерализации относительно магматических образований	Преимущественная локализация вне субвулканических тел. Субвулканические тела часто являются "пустыми окнами" среди минерализованных	Преимущественная локализация в эндоконтактных и апикальных зонах интрузивных массивов
Развитие взрывчатых брекчий	Очень характерны	Отмечаются редко (в случае резко повышенной роли летучих)
Минеральные типы оруденения	Молибденитовый; халькопирит-молибденитовый; молибденит-халькопиритовый	Молибденит-вольфрамитовый; редко металльно-молибденит-вольфрамитовый; молибденитовый; шеелитовый и др.
Метасоматические преобразования	Калишпатизация, альбитизация (относительно редко), окварцевание, серицитизация, аргиллизация, пропилитизация	Альбитизация, грейзенизация, окварцевание, калишпатизация
Состношение вольфрамовой и молибденовой минерализации	Вольфрамовая минерализация проявляется редко и слабо (обычно в виде шеелита) и является наиболее ранней	Вольфрамовая минерализация (преимущественно вольфрамит) проявлена после молибденовой и часто отделена от нее внедрением даек
Другие минералого-геохимические особенности	Повышенная роль Си и пирита. Зональность: центральные зоны: пирит + халькопирит + молибденит; периферийные: пирит + халькопирит. Для ряда месторождений характерен Ge, В MoS <sub>2</sub> повышенные количества Re, Se	Повышенная роль редких элементов. Присутствуют минералы висмута
Роль летучих компонентов	Повышена роль Cl; F характерен для некоторых месторождений	Высокая роль F
Морфологический тип оруденения	Штокверковый, брекчиевый, жильный.	Жильный, штокверковый
Экономическое значение	Ведущее	Резко подчиненное

## Формационные типы молибден-медных месторождений [Павлова, 1978]

Формационный тип месторождений	Тектонический режим	Главные (второстепенные) компоненты	Главные (второстепенные) минералы
1. (Mo, Au)—Cu прожилково-вкрапленный вторично-кварцитовый — казахстанский	Орогенный и активизационный	Cu (Mo, Au)	Халькопирит, пирит (молибденит)
Mo—Cu порфировые вулканогенные		Cu, Mo(As)	Халькопирит, блеклые руды, молибденит, халькозин, энаргит, пирит (сфалерит, галенит)
2. Mo—Cu порфировый аргиллизит-вторично-кварцитовый и аргиллизит-серицит-кварцевый — коунрадский			
плутоногенные			3. Mo—Cu порфировый аргиллизит-гумбеитовый — кальмакырский
			Халькопирит, молибденит, магнетит, пирит (сфалерит, галенит)
4. Mo—Cu жильный, сопровождаемый серицит-кварц-хлоритовыми изменениями — чатыркульский		Cu, Mo	Халькопирит, молибденит
5. Mo—Cu—(Fe)-скарновый (пластообразные залежи) — маякский	Геосинклинальный	Cu, Fe, Mo (Au, Co)	Магнетит, халькопирит, молибденит
6. (Mo)—Cu прожилково-вкрапленный пропилитовый — бошекульский		Cu (Pt, Pd, Co)	Халькопирит, пирит (пирротин, молибденит)

## Формационные типы медно-молибденовых месторождений показаны в табл. 34.

Месторождения М.-м.ф. имеют очень большое промышленное значение, так как разведанные запасы меди составляют в них около 50% от общих мировых разведанных запасов. Молибден из этих месторождений обычно добывается попутно. Но иногда, например на Каджаранском, Сорском и некоторых других месторождениях, основным продуктом добычи становится молибден, а медь рассматривается как попутный компонент. Обычно эти месторождения являются комплексными медно-молибденовыми, в которых отношение меди к молибдену в среднем 10 : 1. Доля разведанного молибдена в них составляет не менее 35% от общих мировых запасов. Наряду с главными полезными компонентами из некоторых медно-молибденовых месторождений могут попутно извлекаться золото, серебро, висмут, иногда свинец и цинк. Эти месторождения являются также значительным источником рения, который заключен в молибдените (до 400—800 г/т) [Покалов, 1972].

Главным морфологическим типом медно-молибденовых месторождений является штокверковый (медно-порфировые месторождения прожилково-вкрапленных руд), в отдельных представителях которого запасы молибдена колеблются от десятков до многих сотен тысяч тонн при содержании в руде от тысячных до сотых долей процента, достигая в редких случаях 0,1%. Штокверки характеризуются изометричной, линзо- и трубообразной, линейной вытянутой и более сложными формами.

Широко распространены также месторождения брекчиевых руд. По размерам они обычно значительно уступают штокверковым, однако отдельные месторождения вполне сопоставимы с крупными месторождениями прожилково-вкрапленных руд. Для них характерны трубо- и линзообразные

Характерные магматические образования, с которыми связано оруденение	Взаимосвязь с другими месторождениями	Примеры месторождений
Некковые, жерловые и субвулканические фации орогенного андезит-дацитового вулканизма	С эпитермальными Au—Ag и Pb—Zn	Многочисленные медные рудопроявления, многие с молибденом и золотом в связи с массивами вторичных кварцитов Казахстана
Штоки гранодиорит-порфиоров, гранит-порфиоров (габбро-диорит-гранодиоритовая и другие формации)	С низкотемпературными Au—Ag, Pb—Zn	Коунрад, Карабас, Борлы
Гранодиорит-порфиры, кварцевые монзонит-порфиры (габбро-диорит-гранодиоритовая и габбро-сиенит-диоритовая формации)	С собственно Mo, Pb—Zn, Au и Cu—Mo чатыркульско-го типа	Кальмакыр, Сары-Чеку, Дальнее, Каджаран
Биотитовые граниты, граниты, гранодиориты	С Mo—Cu кальмакырско-го типа	Чатыркуль, Парагачай
Гранитоиды габбро-диорит-гранодиоритовой, габбро-диорит-сиенитовой формаций	С Mo—Cu и собственно Mo	Саякское и Каратасское рудные поля
Штоки и дайки плагиогранит-порфиоров, диоритовых порфиоров, жерловые и субвулканические фации (базальт-андезитовая, андезит-диоритовая и габбро-диорит-плагиогранитовая формации)	С Cu и Pb—Zn колчеданными	Боцекуль, Салаватское

формы рудных тел. Брекчиевые руды часто встречаются в пределах штокверковых месторождений, играя значительную роль в общих запасах рудной массы.

Жильные месторождения в настоящее время не имеют промышленного значения, хотя содержание молибдена в жильной массе может достигать 1%, а меди и выше [Принципы прогноза..., 1977].

Медно-молибденовые месторождения обычно располагаются группами линейно, образуя рудные пояса, прослеженные на сотни километров и приуроченные к крупным структурам типа антиклинорий, прорванных рудоносными интрузивами и нарушенных региональными разломами, контролирующими оруденение. Состав Ф.м.-м.ф. довольно типичен и однообразен: главное значение среди рудных минералов имеют халькопирит и молибденит, правда, в различных соотношениях — от резкого преобладания первого до преобладания второго с переходами от почти медных руд через медно-молибденовые к молибденовым. Такие переходы наблюдаются в пределах одного и того же рудного пояса и даже на отдельных участках одного рудного поля [Магакьян, 1969].

Медно-молибденовые прожилково-вкрапленные, реже жильные и брекчиевидные руды, относящиеся к среднетемпературному гидротермальному классу и генетически связанные с умеренно кислыми габбиссальными гранитоидами средних этапов развития геосинклинальных складчатых зон. Кроме того, они встречаются в скарнах. Эти месторождения обычно обладают наименее выдержанными формами рудных тел сравнительно небольших размеров. В них часто содержатся значительные концентрации железа, заключенного в магнетите и гематите скарнов. Минералы медь и молибден обычно являются более поздними, чем скарны [Покалов, 1962].

Син.: медно-молибденовая формация руд [Пиджян, 1975], медно-молибденовая рудная формация [Медно-молибденовая..., 1977].

**КВАРЦ-МОЛИБДЕНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения этой ф. весьма многочисленны и обычно представлены тонкими кварцевыми прожилками, сложенными крупнозернистым молочно-белым кварцем, в котором встречается спорадическая вкрапленность как мелких, так и крупных чешуек молибденита и гнездообразных его скоплений. Разновидностью рудопроявлений этой ф. являются тонкие кварцевые жилы, в которых крупные чешуйки молибденита вдоль зальбандов образуют оторочки мощностью до 1–2 см. Из рудных минералов обычно резко преобладает молибденит, в подчиненных количествах встречается пирит и реже висмутин. Крупные выделения молибденита среди крупнозернистого жильного кварца, одностадийность процесса рудоотложения и практическое отсутствие околожильных изменений вмещающих пород позволяют предполагать, что подобные рудопроявления образовались путем кристаллизации из гидротермальных высокотемпературных растворов; выполнение остаточных полостей кварцем, возможно, происходило в коллоидном состоянии [Хрущов, 1959].

**КВАРЦ-ВОЛЬФРАМИТ-МОЛИБДЕНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Относится к классу высокотемпературных гидротермальных образований, генетически связанных с кислыми лейкократовыми гранитами поздних стадий развития геосинклинальных складчатых зон. Промышленные концентрации кварц-вольфрамит-молибденитовых руд образуют серии жил и штокверковые зоны среди грейзенизированных куполов кислых гранитов, распространяясь также в породы экзоконтактов, причем вольфрамовое оруденение охватывает большие площади, в центре которых сосредоточено преимущественно молибденовое оруденение. Весьма характерна и вертикальная зональность с обогащением верхних горизонтов рудных тел вольфрамитом, который книзу вытесняется молибденитом. Состав руд формации довольно выдержанный: кроме главных минералов — кварца, вольфрамита (или гюбнерита) и молибденита, определяющих название типа руд, почти постоянно в подчиненных количествах присутствуют шеелит, касситерит, висмутин, арсенопирит, пирротин, сфалерит, иногда топаз, флюорит, карбонаты [Магакьян, 1969].

**МОЛИБДЕНИТ-ШЕЕЛИТОВАЯ СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Скарновые месторождения молибдена, характеризующиеся рудами пироксен-гранатового состава с волластонитом, везувианом, основным плагиоклазом, флюоритом, кальцитом и более поздним кварцем, а также сульфидами железа, меди и реже цинка. Молибденит в этих месторождениях кристаллизуется позже шеелита и пироксена, причем главная часть его выделяется совместно с гранатом и поздним кварцем. В скарновых месторождениях проявления молибдена могут быть представлены не только молибденитом, но и молибденом, входящим в кристаллическую структуру шеелита (зейгерит или молибден-шеелит), где этот элемент представлен шестивалентным ионом, изоморфно замещающим  $W^{+6}$ . Скарновые руды, залегающие в непосредственном контакте гранитоидных пород с карбонатными, обычно обладают наименее выдержанными формами рудных тел и сравнительно небольшими размерами. Скарновые рудные тела правильной формы образуются при замещении пластов карбонатных пород, залегающих среди алюмосиликатных, а также в контакте между карбонатными и перекрывающими их алюмосиликатными породами [Хрущов, 1959]. Близкие определения: [Иванов, 1975].

**П р и м е ч а н и е.** Месторождения М.-ш.с.ф. по генетической связи с лейкократовыми гранитоидами, минеральному составу руд и геологическому положению близки к месторождениям кварц-вольфрамит-грейзеновой формации. Основным отличием между ними, вероятно, является только вмещающая среда. Во вмещающих породах алюмосиликатного состава образуются месторождения кварц-вольфрамитовой грейзеновой формации, а подобные рудные растворы, проникая во вмещающие породы карбонатного состава, создают месторождения скарновой формации с шеелитом и молибденитом [Хрущов, 1959].

Син.: молибден-вольфрамовая скарновая рудная формация [Иванов, 1975].

**КВАРЦ-ВОЛЬФРАМИТ-ГРЕЙЗЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Жильные месторождения этой формации типичны для вольфрама, менее характерны для молибдена. Наиболее обычной формой рудных тел месторождений этой формации являются правильные жилы, выдержанные по простиранию и падению, залегающие обычно в ближайших зонах эндо- и экзоконтакта кислых аляскитовых гранитов и сопровождающиеся интенсивной грейзенизацией вмещающих пород. Молибденит является второстепенным минералом вольфрамовых руд и образует редкую вкрапленность крупночешуйчатых

и часто радиально-лучистых агрегатов в жильном кварце и грейзеновых зальбандах. Время кристаллизации молибденита в этих рудах обычно предшествует времени кристаллизации вольфрамита. Менее распространенным типом месторождений описываемой формации являются кварц-грейзеновые трубчатые тела, известные на восточном берегу Австралии. Здесь в зоне ближнего эндоконтакта и параллельно последнему среди гранитов залегают рудные тела трубчатой формы. В поперечнике они имеют всего 2—3 м, но на глубину прослеживаются до десятков метров. Третьим типом описываемой формации являются штокверковые рудные тела. Обычно они залегают в породах кровли малых гранитоидных массивов. Основным вольфрамовым минералом в отличие от жильных проявлений этой формации является шеелит, преобладающий над вольфрамитом. Причиной замены вольфрамита шеелитом, вероятно, является состав вмещающей среды [Хрущов, 1959].

— Пользуется наиболее широким распространением среди вольфрамовых проявлений других формационных типов; обнаруживает повсеместную пространственную приуроченность к апикальным частям массивов аляскитовых гранитов. Главнейшие черты строения месторождений, касающиеся структур рудных полей, зональности, состава руд, соотношения жил и метасоматических пород, широты развития даек и др., во многом определяются особенностями расположения их по отношению к этим массивам. Преобладающим распространением пользуются кварцево-жильные и собственно грейзеновые структурно-морфологические типы месторождений, преимущественно локализующиеся непосредственно в гранитах. Известны также вольфрамоносные штокверки, развивающиеся в породах кровли над слепыми куполами гранитов. Выдержанность оруденения на глубину варьирует в зависимости от морфологического типа месторождений, однако в целом не превышает 350—450 м. Более детальная характеристика грейзеновых месторождений, в том числе вольфрамовых, имеется в ранее опубликованных работах [Денисенко, 1975].

Син.: грейзеновая вольфрамит-кварцевая формация [Денисенко, 1975].

**КВАРЦ-МОЛИБДЕНИТ-СЕРИЦИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Молибденовые месторождения этой формации, образованные гипомезотермальными растворами гранитоидной магмы, являются наиболее распространенными и составляют большую часть всех промышленно ценных месторождений молибдена. По форме рудных тел они подразделяются на две группы — жильные и штокверковые. Жильные месторождения обладают богатыми рудами, но незначительными запасами. Они обычно представлены взаимопараллельными кварцевыми жилами, приуроченными к выдержанной системе сколовых трещин. Реже наблюдаются рудные жилы нескольких направлений. Штокверковые месторождения обладают крупнейшими запасами молибденовых руд и приурочены к зонам интенсивного дробления вмещающих пород, часто располагаются вблизи региональных разломов. Характерна прямая зависимость интенсивности оруденения от степени раздробленности вмещающих пород: чем больше трещин на единицу объема породы, тем выше содержание молибдена в руде [Хрущов, 1959].

**П р и м е ч а н и е.** Главнейшими отличительными признаками месторождений К.-м.-с.ф., вне зависимости от жильной или штокверковой формы их проявлений, являются следующие.

1. Многостадийность процесса рудоотложения. Крупнозернистый кварц первой генерации с крупными чешуйками молибденита часто раздроблен и пересечен мелкозернистым кварцем с мелкочешуйчатым молибденитом второй или третьей генерации. Наиболее продуктивной для молибдена является обычно вторая генерация мелкозернистого кварца серого цвета с мелкозернистым молибденитом, и в особенности горизонты и участки месторождения, на которых продуктивная вторая рудная генерация наложена на первую.

2. Обратная вертикальная зональность. Ранние генерации минералов устанавливаются в верхних частях рудных жил. Более поздние и, следовательно, менее высокотемпературные вторая и третья генерации кварца с мелкочешуйчатым молибденитом накладываются на минералы первой генерации в основном на средних горизонтах месторождения, не распространяясь на верхние его горизонты. На самых нижних горизонтах уменьшается количество минералов второй и третьей рудных генераций за счет их смены позднейшими кварц-карбонатными прожилками.

3. Характерные текстуры руды — прожилковая, создаваемая наложением второй и третьей продуктивных молибденитовых генераций на первую по трещинкам и капиллярам, параллельным зальбандам жил и прожилков, и брекчиевая, когда обломки кварца первой генерации цементируются мелкозернистым кварцем второй и третьей генераций с молибденитом.

4. Интенсивное околорудное изменение вмещающих пород: серицитизация, окварцевание, пиритизация, реже флюоритизация и для некоторых месторождений обильное образование вторичного ортоклаза. Наиболее ярко выражен процесс серицитизации в вмещающих породах.

Перечисленными характерными признаками месторождения К.-м.-с.ф. отличаются от рудопрояв-

лений молибденитовой и кварц-молибденитовой рудных формаций. Эти признаки уже на первых стадиях разведки месторождения позволяют решить вопрос о его принадлежности к той или иной формации и тем самым определить его перспективность. Отнесение нового рудопроявления к молибденитовой или кварц-молибденитовой формации (по одностадийности процесса рудоотложения, крупночешуйчатости молибденита и слабым процессам околожильных изменений) позволяет не проводить на нем разведочных работ [Хрущов, 1959].

**КВАРЦ-МОЛИБДЕНИТ-ХАЛЬКОПИРИТ-СЕРИЦИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения этой формации по форме и строению рудных тел (крупные штокверки), по интенсивности и характеру околорудных изменений (серицитизация, окварцевание, пиритизация, а также каолинизация и хлоритизация) стоят очень близко к штокверкам кварц-молибденит-серицитовой ф. Основным различием между ними является соотношение содержаний полезных компонентов, а также несколько иной состав оруденения. В месторождениях кварц-молибденит-серицитовой ф. ведущим полезным компонентом является молибден. В месторождениях К.-м.-х.-с.ф. медь уже ведущий полезный компонент, а молибден присутствует как второстепенный компонент. Содержания меди в месторождениях этой формации колеблются от минимальных 0,5–0,6 до 1–1,5%, а молибдена — от тысячных долей процента до 0,01–0,04% [Хрущов, 1969].

Син.: формация собственно молибденовых месторождений [Покалов, 1962].

**ФОРМАЦИЯ МОЛИБДЕН-ВОЛЬФРАМ-РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.** — Ф. на самых ранних этапах представлена полевошлатовыми и кварц-полевошлатовыми жилами с незначительными концентрациями молибденита, вольфрамита и минералов некоторых редких элементов. Промышленное оруденение связано с более поздним процессом гидротермальной деятельности, когда на большинстве месторождений началось развитие кварцевых и кварц-полевошлатовых жил и прожилков, содержащих основные концентрации молибденита в ассоциации с пиритом и флюоритом. Позднее образовались кварцевые жилы с вольфрамитом, для которых весьма характерны минералы висмута и некоторых редких элементов, а также флюорит и пирит, редко — касситерит; молибденит встречается в небольших количествах, а иногда полностью отсутствует. Парагенетические ассоциации завершающего этапа гидротермального процесса, представленные кварц-карбонатными прожилками с пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом и другими сульфидами, а также прожилками цеолитов и кальцита, обычно имеют ограниченное распространение. Изменения пород, вмещающих маломощные прожилки с молибденовым оруденением, обычно выражены слабым окварцеванием и мусковитизацией, нередко с образованием мусковитовых оторочек в зальбандах прожилков. Около жил значительной мощности развиты мусковитовые, кварц-мусковитовые и кварцевые грейзены. При этом часто отчетливо устанавливается уменьшение степени изменения вмещающих пород с глубиной. Характерным для процесса гидротермальных изменений является привнос кремнезема, вынос щелочей, особенно натрия, и подвижность алюминия. По породам, вмещающим кварцевые жилы с вольфрамовым оруденением, развиты кварц-мусковитовые грейзены со значительным содержанием флюорита, а иногда и топаза. Основным морфологическим типом рассматриваемых месторождений является штокверковый. На ряде месторождений штокверковое оруденение сочетается с жильным. Сравнительно редко встречается оруденение, представленное только одними жилами. Описываемые месторождения, как правило, расположены в экзо- и эндоконтактных зонах куполовидных выступов массивов лейкократовых гранитов, состав которых приближается к составу аляскиитов и характеризуется повышенными содержаниями таких аксессуарных элементов, как молибден, вольфрам, бериллий, реже олово. На некоторых месторождениях установлены внутрирудные и послерудные дайки, генетически связанные с этими же массивами лейкократовых гранитов. Таким образом, генетическая связь охарактеризованного оруденения с лейкократовыми, близкими к аляскитам гранитами устанавливается достаточно определенно [Покалов, 1962].

Син.: молибден-редкометалльно-вольфрамовая (грейзеновая) формация [Сотников, Никитин, 1971].

**ГРЕЙЗЕНОВО-КВАРЦ-ЖИЛЬНАЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-МОЛИБДЕН-ОЛОВЯННО-ВОЛЬФРАМОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Рассматриваемая формация объединяет многочисленные месторождения Sn, W, Mo, редких металлов, хорошо изученных во многих рудоносных провинциях мира.

По своей генетической сущности, а также по минералого-геохимическим и структурно-морфологическим особенностям оруденения данная ф. эквивалентна известной в классификации месторождений олова касситерит-кварцевой формации (С.С. Смирнов, О.Д. Левицкий, Е.А. Радкевич и др.). Для Горного Алтая и Алтае-Саянской области формация молибденит (касситерит)-вольфрамитовых грейзенов и кварц-жильных образований (А.И. Гинзбург, Н.П. Заболотная) описана под названием молибден-редкометалло-вольфрамовой (грейзеновой) формации (В.И. Сотников). В классификациях собственно вольфрамовых месторождений подобная формация выделена А.Д. Щегловым как формация высокотемпературных касситерит-вольфрамитовых месторождений, а В.К. Денисенко — как вольфрам-силикатно-кварцевая формация и др.

Общая особенность месторождений грейзен-кварцево-жильной формации — их тесная пространственная и генетическая связь с кислыми и ультракислыми гранитоидами, образующими поздние и послескладчатые интрузии. Оруденение при этом развивается или в самих интрузиях, или в их ближайших экзоконтактах.

При общем геохимическом профиле минеральный состав руд конкретных месторождений рассматриваемой рудной формации испытывает значительные вариации от монометалльных до самых разнообразных комплексных сочетаний полезных элементов. Эта особенность оруденения не находит объяснения в реально наблюдаемых фактах. Ее первопричиной, по-видимому, является петрохимическая и геохимическая специализация тех магматических очагов, при эволюции которых были сформированы соответствующие рудоносные интрузивные тела. Поэтому следует учитывать все минеральное многообразие этой формации путем выделения субформаций, минеральных типов и подтипов, а не путем расчленения этой генетически и геохимически единой группы месторождений на такие формации, как вольфрамит-кварцевая, касситерит-кварцевая, шеелит-кварцевая и т.п. [Иванов, 1975].

### **КВАРЦ-СУЛЬФИДНО-ЖИЛЬНАЯ ОЛОВЯННО-ВОЛЬФРАМ-МЫШЬЯКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определения не обнаружено.

**Примечание.** Рассматриваемая формация генетически связана с грейзено-кварцево-жильной редкометалло-молибден-олово-вольфрамовой рудной формацией. Их формирование происходило на различных этапах единого постмагматического процесса, обусловленного послескладчатым плутоническим и вулканоплутоническим магматизмом. Если оруденение грейзеново-кварц-жильной формации представляет ранний и средний этапы этого процесса, то оруденение кварц-сульфидно-жильной формации характеризует его поздний этап. К моменту формирования оруденения этой формации магматические его источники занимали более низкое положение по вертикали, чем те, из которых формировалось оруденение грейзено-кварцево-жильной формации [Иванов, 1975].

**ВОЛЬФРАМИТ-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения В.-к.ф. встречаются чаще в терригенных прогибах в связи с интрузиями биотитовых гранитов. В большинстве случаев рудоносные интрузии отличаются меньшей степенью дифференциации и несколько более повышенной основностью по сравнению с гранитами, заключающими касситерит-кварцевые месторождения, — обычно это нормальные биотитовые граниты. Как и для олова, здесь могут быть выделены два главных типа руд.

1. Тип рудоносных грейзенов обычно проявлен в апикальных частях кислых гранитных интрузий и связан с близкими очагами рудоносных растворов. Вольфрам в этих месторождениях почти неизменно связан с оловом, которое является преобладающим в составе руд. Характерными спутниками касситерита и вольфрамитов здесь являются топаз, берилл, светлые слюды. Минерализация образована кислотными растворами, возникающими в приконтактной части гранитных массивов. Месторождения обычно не распространяются на значительную глубину и представляют объекты мелкого или среднего масштаба.

2. Тип кварцевых жил. Вольфрамоносные кварцевые жилы имеют значительно более широкий диапазон распространения. Они формируются как в апикальной части гранитных массивов, будучи связанными с близкими очагами рудоносных растворов, так и в зонах экзоконтакта. Наиболее крупные рудные тела, прослеживающиеся на километры при мощности в несколько десятков сантиметров, обычно связаны с глубинными источниками рудоносных растворов. Даже в тех случаях, когда они располагаются среди гранитов, можно предполагать, что источник растворов находился на значительной глубине — в пределах глубинных частей того же гранитного интрузива или дополнительных глубинных магматических очагов [Радкевич, 1975а].

— Характерная группа месторождений, широко распространенная во всех частях света и обладающая рядом общих особенностей: близким минеральным составом, постоянной ассоциацией кварца с вольфрамитом и слюдами, более или менее тесной связью с гранитоидными массивами, алюмосиликатным составом вмещающих пород и т.д. [по Малиновскому, 1968].

Син.: кварц-вольфрамитовая формация [Малиновский, 1968].

**ФОРМАЦИЯ ВОЛЬФРАМОНОСНЫХ СКАРНОВ.** — Месторождения Ф.в.с. распространены еще более широко, чем месторождения вольфрамит-кварцевой формации. Они проявлены не только в терригенных миогеосинклиналях, но и в вулканогенных эвгеосинклиналях, характеризующихся развитием гранитоидов повышенной основности и щелочности. Месторождения представлены плитообразными или линзообразными скарновыми залежами, которые в одних случаях локализуются в провесах кровли гранитных массивов, в других — нацело замещают прослои карбонатных пород в алюмосиликатных толщах. Основной фон рудных тел образуют гранат-пироксеновые скарны, которые на позднем этапе иногда нацело замещены кварц-шеелит-сульфидной минеральной ассоциацией. Эта последняя по характеру минералов близка к проявлениям вольфрамит-кварцевой ассоциации и, видимо, образуется в результате наложения поздних кислотных растворов на скарны. Иногда период формирования шеелита удален от скарнообразования интервалом в десятки миллионов лет. Наряду с шеелитом в этих месторождениях иногда присутствует касситерит. Подобная ассоциация особенно характерна для районов проявления кислых и ультракислых гранитов, внедряющихся в карбонатную среду. Там, где скарны ассоциируют с гранитоидами повышенной основности, касситерит встречается реже. Характерными спутниками шеелита здесь являются висмутовые минералы, арсенопирит, а иногда золото, халькопирит и пирротин, слагающий массивные, почти мономинеральные тела. Этот тип месторождения может быть выделен в качестве шеелит-сульфидного, наложенного на скарны [Радкевич, 1975].

**СКАРНОВАЯ ШЕЕЛИТ-ГРАНАТ-ПИРОКСЕНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Проявляется в гранитоидах повышенной основности; обычно локализуясь в карбонатсодержащих толщах ближайшего экзоконтакта интрузий. Положение рудоносных залежей контролируется морфологией кровли гранитных массивов или контактами горизонтов карбонатного и алюмосиликатного состава. По времени формирования это, как правило, наиболее ранние образования, пересекаемые минерализацией других формационных типов в известных случаях их совместного проявления. Характерны пластовая или трубообразная форма рудных тел, широкое развитие в рудах магнетита и сульфидов, преобладающее распространение из минералов вольфрама, шеелита или молибден-шеелита. Шеелит образует равномерную вкрапленность в массе скарновых силикатов либо в ассоциации с кварцем обогащает отдельные участки скарнов в виде гнезд, линз, прожилков. Развитие шеелитоносных скарнов как по известнякам, так и по алюмосиликатным породам, в том числе и рудоносным гранитам, с одной стороны, и наличие среди известняков слюдяно-флюоритовых, топаз-флюоритовых грейзеновых месторождений (Дальний Восток, Забайкалье, Аляска) — с другой, не позволяют согласиться с мнением ряда исследователей о неправомерности выделения скарнорудных месторождений в самостоятельный формационный тип [Денисенко, 1975].

**ВОЛЬФРАМИТ (ШЕЕЛИТ)-СИЛИКАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Тесно сопряжена с касситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формациями. К этому типу, в частности, относятся месторождения Корнуола, Восточной Австралии, Боливии. Ф. может быть подразделена на два типа — турмалиновый и хлоритовый. Рудоносные зоны располагаются чаще в контактах гранитных интрузий, распространяясь как в область эндо-, так и экзоконтакта. Они представлены пластинами и жилами метасоматических и кварц-турмалиновых или кварц-хлоритовых пород с наложенной касситерит-вольфрамитовой или касситерит-шеелитовой и более поздней сульфидной минерализацией. В пределах Корнуола установлено, что вольфрамит занимает более высокое положение по сравнению с касситеритом в пределах турмалиновых и хлоритовых зон. Однако вместе с тем имеются и более ранние собственно кварц-вольфрамитовые жилы, которые встречаются в самих гранитах и образованы при более высоких температурах [Радкевич, 1975а].

**ЗОЛОТО-ШЕЕЛИТ-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Имеет подчиненное значение в отношении вольфрама. Она обычно проявляется в пределах эвгеосинклинальных зон в связи с процессами активизации и наложения молодых поздних малых интрузий пород среднего и основного состава. Ассоциация золота с вольфрамом при антагонизме золота и олова представляет интересную геохимическую деталь рудного процесса. Вольфрам присутствует в составе золото-кварцевых жил чаще в виде шеелита, иногда ассоциируя также с молибденитом [Радкевич, 1975а].

— Месторождения, представленные системами жил, располагающимися как непосредственно в гранитоидах, так и в породах кровли, где они обычно пространственно тесно ассоциируют с дайками габбро-диабазов, диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиритов и др. Помимо кварца и шеелита, в жилах обычно присутствуют полевой шпат, золото, арсенопирит, реже — турмалин, эпидот, пирит, халькопирит, висмутин и др. Околорудные изменения выражены слабо и представлены зонами хлоритизации, серицитизации, турмалинизации, иногда — амфиболизации, карбонатизации [Денисенко, 1975].

**Син.: турмалин-хлоритовая золото-шеелит-кварцевая формация** [Денисенко, 1971].

**СКАРНОВЫЙ ВОЛЬФРАМОНОСНЫЙ РУДНЫЙ КОМПЛЕКС.** — Объединяет рудопроявления скарного типа, в которых проявилась вольфрамовая минерализация. Месторождения комплекса пространственно и генетически связаны с биотитово-роговообманковыми гранитами, гранодиоритами, гранодиорит-порфирами и кварцевыми диоритами. Такие гранитоиды обычно слагают крупные батолитоподобные тела (первый этап батолитовых интрузий, по Ю.А. Билибину), которые образовались, как правило, в несколько последовательных интрузивных фаз; огромную роль в их формировании играли процессы ассимиляции вмещающих осадочных пород [Щеглов, 1964а].

**ОЛОВЯННО-ВОЛЬФРАМОВЫЙ РУДНЫЙ КОМПЛЕКС.** — Объединяет месторождения вольфрама, представленные несколькими генетическими типами: пегматитами, грейзенами и высокотемпературными гидротермальными образованиями. Минеральный состав гидротермальных месторождений довольно разнообразен, но, как правило, только несколько минералов встречаются в рудных телах в значительных количествах и являются характерными для всего комплекса в целом. Это — вольфрамит, касситерит, арсенопирит, берилл, топаз, флюорит, мусковит; реже турмалин и шеелит. Месторождения О.-в.р.к. пространственно и генетически связаны с кислыми и ультракислыми гранитоидами, образующими крупные многофазные, сингенетичные со складчатостью интрузии, обычно сложного интрузивно-метасоматического генезиса (второй этап батолитовых интрузий). Такие гранитоиды, как правило, локализируются в пределах центральных частей крупных антиклиналей, являясь согласными по отношению к главным структурам вмещающих осадочных пород, обычно сильно гранитизированных в контактах с интрузиями [Щеглов, 1964а].

**ЗОЛОТО-ВОЛЬФРАМОВЫЙ РУДНЫЙ КОМПЛЕКС.** — В его состав входят небольшие по своим размерам высокотемпературные гидротермальные месторождения, представленные кварцевыми жилами с турмалином, арсенопиритом, шеелитом и золотом (главные минералы). З.-в.р.к. присуща вертикальная зональность, существующая в рудных телах месторождений и выражающаяся в том, что основная масса шеелита встречается на нижних горизонтах рудных тел, а основные концентрации золота — на верхних их горизонтах. Пространственно такие золото-шеелитовые месторождения связаны с малыми добазальтовыми интрузиями  $\perp$  штоками гранодиоритов, кварцевых диоритов и с сериями крупных даек аналогичного состава. Весьма часто месторождения комплекса приурочены к определенным структурно-металлогенетическим зонам, в большинстве случаев прослеживаемым на флангах крупных антиклинорных структур, в ядрах которых располагаются батолиты более молодых лейкократовых гранитоидов [Щеглов, 1964а].

**ГУМБЕЙТОВАЯ ШЕЕЛИТ-КВАРЦ-ПОЛЕВОШПАТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Разновидность или минеральный тип грейзеновых месторождений. Рудные поля располагаются среди вулканогенно-терригенных толщ в полях развития даек пестрого состава. Характерно отсутствие видимой связи с гранитами, наличие которых можно предполагать лишь на весьма значительных глубинах свыше 1200—1500 м. Месторождения представлены выдержанными по падению штокверками или жильно-прожилковыми зонами. Отмечается разнообразие минеральных типов прожилков и околорудного изменения. Для прожилков продуктивных стадий рудообразования и гидротермально измененных пород характерны преобладающее развитие кварц-серицит-калишпатового парагенезиса и повышенная роль сульфидов. Месторождения обычно имеют невысокие содержания триоксида вольфрама в рудах, однако значительные размеры штокверков и выдержанность оруденения на глубину обуславливают наличие в них крупных запасов [Денисенко, 1975].

**Примечание.** В.К. Денисенко [1975] считает необходимым выделить Г.ш.-к.-п.ф. в ранг самостоятельного формационного типа вольфрамовых месторождений.

**БЕРЕЗИТОВАЯ ГЮБНЕРИТ-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Отличается высокой концентрацией серы и фтора, обуславливающей широкое распространение в рудах флюорита и разнообразных сульфидов, в том числе сложных сульфосолей. Некоторые из сульфидов, особенно пирит, присутствуют и в околорудно-измененных породах, среди которых преобладают березиты и флюорит-пирит-слистистые метасоматиты. В различных месторождениях могут присутствовать различные минералы вольфрама изоморфного ряда вольфрамов, а также шеелит, однако в целом для данной формации более характерен гюбнерит. Может быть отмечена определенная зависимость между составом вольфрамов и степенью "железистости" сульфидного парагенезиса, в котором он развивается. В частности, чем шире распространены сульфиды железа, тем чаще развиваются марганецсодержащие гюбнеритовые разности изоморфного вольфрамового ряда. Рудные тела обычно представлены свитами кварцевых, кварц-карбонатных, кварц-полевошпатовых жил значительной мощности и протяженности со следами многократных повторных приоткрываний трещин, обуславливающих их полосчатое, поясное строение. По парагенезисам сульфидных минералов могут быть выделены два минеральных типа месторождений: сфалерит-галенит-халькопирит-гюбнеритовый (например, Холтасон, Букука, Белуха в Забайкалье) и арсенопирит (пирротин)-шеелитовый, или ферберитовый (Кти-Теберда на Кавказе, Чикоте-Гранде и Чойла в Боливии), [Денисенко, 1975].

**ФЕРБЕРИТ-АНТИМОНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Сравнительно редкая группа месторождений, которая проявлена в вольфрамоносных провинциях на позднем этапе их развития и представляет промежуточное звено, связующее в единый генетический ряд удаленные от интрузий сурьмяные и ртутные месторождения с собственно апомагматическими вольфрамовыми. Наиболее интересные месторождения этого типа установлены в Южном Китае (провинция Хунань), где они располагаются в удалении от гранитных массивов северной олово-вольфрамовой Главной зоны. Сходные же месторождения известны в Забайкалье, где они приурочены к поздним разломам мелового возраста, в Боливии. Месторождения представлены кварцевыми жилами, иногда с халцедоном, в которых антимонит ассоциирует с ферберитом [Радкевич, 1975а].

— Приурочена к областям проявления позднемезозойского и кайнозойского посторогенного кислого вулканизма. Месторождения Ф.-а.ф. часто группируются в единые рудоносные зоны с существенно Sb, (Sb—Hg), (Au—Ag)-месторождениями. В пределах таких зон вольфрамовые проявления локализируются, как правило, в метаморфических породах складчатого основания, реже переходят в вышележащие вулканические покровы. Месторождения не обнаруживают видимой связи с интрузиями, но нередко пространственно ассоциируют с дайками и экструзиями андезит-дацитов. Месторождения представлены минерализованными зонами или жилами, сложенными гребенчатым и халцедоновидным кварцем с ферберитом, реже — шеелитом, антимонитом, киноварью и сульфидами: пиритом, халькопиритом, арсенопиритом и др. Характерно разнообразие текстур руд: брекчиевые, друзовидные, натечные [Денисенко, 1975].

Син.: аргиллитизированная ферберит-антимонит-халцедоновая формация [Денисенко, 1975].

**АНТИМОНИТ-ВОЛЬФРАМОВЫЙ РУДНЫЙ КОМПЛЕКС.** — Низкотемпературные месторождения вольфрама, формирующиеся в условиях небольших глубин и приуроченные, как правило, к крупным нарушениям типа региональных разломов, возникающих в период консолидации подвижных зон и перехода их в модулю платформу (конечные этапы развития подвижных зон, по Ю.А. Библинину). Весьма часто такие низкотемпературные вольфрамовые месторождения являются комплексными и в них наряду с ферберитом и шеелитом присутствуют антимонит и киноварь, а в некоторых случаях и золото. В ряде регионов месторождения комплекса обнаруживают пространственную связь с интрузивными породами, как правило, дайками андезит-дацитов (Кавказ), а более часто с субвулканическими интрузиями того же состава (Боливия) [Щеглов, 1964а].

**СКАРНОИДНАЯ ШЕЕЛИТ-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена протяженными (до нескольких километров) зонами рудной импрегнации или минерализованными зонами дробления в различных метаморфических породах в большинстве случаев допалеозойского возраста. Пространственное положение рудоносных зон нередко контролируется границей различных свит (Юго-Восточный Алтай), маркирующими горизонтами черных филлитов (Енисейский кряж), битуминозных сланцев (Швеция). Породы в пределах зон обычно метасоматически изменены. Наиболее интенсивно про-

явлено окварцевание, в связи с чем минерализация этого типа нередко описывается в литературе под названием "шеелитоносные кварциты". В других случаях близкая по геологической ситуации рудоносным кварцитам шеелитовая минерализация развивается в горизонтах диопсидсодержащих серицитизированных и хлоритизированных гнейсов и пиритизированных мраморов. Известны также примеры развития повышенных концентраций шеелита в практически неизменных вмещающих породах [Денисенко, 1975].

**ВОЛЬФРАМ-ПСИЛОМЕЛАНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**П р и м е ч а н и е.** Примеры проявлений В.-п.ф. известны в США, Боливии, Средней Азии. Наиболее крупное месторождение этого типа Голконда в штате Невада разрабатывалось в 40-х годах. Вольфрам, содержание которого достигает 1—7%, находился в коллоидальной форме и извлекался химическим путем. Месторождение представлено вольфрамсодержащим пластом железисто-марганцевых галечников мощностью в несколько метров, горизонтально залегающим на эродированной поверхности филлитовых сланцев под покровом известковистых туфов. В Голконде известны также вольфрамоносные лимониты кор выветривания. Мощность рудоносных тел составляет около 10 м при среднем содержании  $WO_3$  около 3%. Сходная по типу вольфрам-марганцевая минерализация известна в Северном Тянь-Шане (рудопроявления Тоссор, Аксай, Токсонбулак и др.). Оруденение приурочено к региональной зоне дробления в верхнепалеозойских гранитах и к перекрывающим их осадочным брекчиям неогена. В зоне дробления вольфрамсодержащие псиломелан (тунгомелан) и тонкодисперсная смесь псиломелана с пиролюзитом цементируют гранитную брекчию. В покровных брекчиях вблизи тектонической зоны наблюдаются линзовидные тела перетолженных вольфрам-марганцевых руд. Устанавливается прямая зависимость между содержанием в рудах вольфрама и марганца [Денисенко, 1975].

**ЛИМОНИТ-ПСИЛОМЕЛАНОВАЯ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представлена пластообразными залежами известковистого материала с линзами опала, а местами — с легкообогатимыми лимонитовыми или псиломелановыми массами, содержащими до 8% адсорбированной  $WO_3$ . Здесь же имеются прожилки кварца, барита, кальцита. Рудные тела залегают под покровами травертинов — отложений источников, приуроченных к крупным сбросовым нарушениям, часто в регионах недавней вулканической деятельности, что дает повод отнести их к телемагматическим [Повилайтис, 1975в].

**Син.:** вольфрамовая гидроокисная формация [Повилайтис, 1976].

**ВОЛЬФРАМ-ГАЛОГЕННАЯ ФОРМАЦИЯ.** — К ней отнесены вольфрамсодержащие рассолы и эвапориты, встречающиеся в современных озерах или в осадках палеозер в районах аридного климата. Наиболее значительным является оз. Серлз в Калифорнии [Денисенко, 1975].

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

## I

### БОКСИТОВЫЕ, БОКСИТОНОСНЫЕ И ГЛИНОЗЕМИСТЫЕ ФОРМАЦИИ

#### 1. ПОНЯТИЯ «БОКСИТОВАЯ», «БОКСИТОНОСНАЯ» И «ГЛИНОЗЕМИСТАЯ» ФОРМАЦИИ

**РУДНАЯ БОКСИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Часть бокситоносной геологической ф. (элювиальной или осадочной по генезису), включающая собственно бокситы и бокситовые породы, а также генетически и пространственно с ними связанные небокситовые породы или образования [Тюрин, Теняков, 1977].

— Совокупность геологических тел, формирующихся в определенных условиях и на определенной стадии развития конкретных участков земной коры, которые включают в себе генетически связанные с ними месторождения и рудопроявления [Михайлов, 1967].

**ПСЕВДОМОРФНАЯ БОКСИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Бокситы, сохраняющие структуру материнской породы, — сиениты, амфиболиты, базальты или сланцы. В некоторых месторождениях наблюдается резкий переход свежей материнской породы в псевдоморфные бокситы. Иногда между свежей породой и латеритным бокситом располагается более мощный слой (до 30 м) псевдоморфной глины (литомарж, сапролит, структурная глина). Переходы от свежей породы в литомарж и далее в боксит постепенные [Бушинский, 1975].

**БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — 1. Геологическая формация, частью которой является сингенетичная ей рудная бокситовая формация [Тюрин, Теняков, 1977].

— Ф., подстилающие и перекрывающие рудный горизонт. Например, рудные пласты всех месторождений суббровского и богословского горизонтов девонских месторождений восточного склона Урала подстилаются известняками. При этом известняки подошвы рудного горизонта обычно представлены светло-серыми или розовыми разностями, чрезвычайно чистыми по химическому составу, лишенными сколько-нибудь значительной примеси терригенного материала. Известняковые Б.ф. часто связаны с вулканогенными, т.е. занимают внутренние зоны геосинклинальных областей, где наиболее мощно и полно развивается вулканическая деятельность [Пейве, 1947]. Близкие определения: [Геологический словарь, 1973].

— Естественноисторический комплекс разновозрастных алюмосиликатных горных пород, представленных в основном бокситами, аллитами, сиаллитами и каолиновыми глинами, парагенетически связанными между собой непрерывностью своего образования и развития во времени и пространстве при спокойном тектоническом режиме [Кривцов, 1968].

— Естественноисторические комплексы горных пород, объединяемых генетической или парагенетической связями с бокситами. Б.ф. являются наиболее крупным для бокситоносных отложений таксономическим подразделением в классификационной шкале рудоносных формаций. В связи с этим Б.ф. принимается в качестве главного структурного подразделения при характеристике бокситоносности рудоносных ф. Б.ф. в осадочной оболочке Земли распространены неравномерно и приурочены к определенным стратиграфическим подразделениям [Михайлов, 1971]. Близкие определения: [Объяснительная записка..., 1973].

— Геологические тела, отделяющиеся от смежных ф. некоторым скачком, свидетельствующим о качественном изменении условий образования. Б.ф. имеют определенный генезис, являются историческими категориями и связаны с конкретными тектоническими структурами (платформенными, геосинклинальными, краевыми — передовыми прогибами). Ф. строго закономерно распределены в регионе в зависимости от его геологического строения [Коннов, 1972].

— Комплекс пород, генетически связанных между собой и содержащих в той или иной части разреза свободный глинозем [Григорьев и др., 1976].

2. Осадочная ф., включающая в себя генетически или парагенетически связанные с ней накопления высокоглиноземистых пород: бокситов, бокситовых пород, бобовых железно-алюминиевых руд и в случае метаморфизации ее — пластовых наждачных залежей, диаспоров, высокоглиноземистых сланцев и др. [Абдулаев, 1971].

3. Латеритная кора выветривания, развитая на материнских породах различного состава (нефелиновые сиениты, габбро, диабазы, амфиболиты, филлиты, хлорит-серицитовые сланцы, углистые сланцы и т.п.) и включающая залежи бокситов и бокситовых пород [Сапожников, 1971, 1975]. Близкие определения: [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** При отложении осадочно-метаморфических образований широко используются понятия "высокоглиноземистые" породы, толщи, формации и т.д., причем употребление этих терминов, как правило, весьма произвольное и большей частью зависит от личных представлений (если не сказать, вкусов) исследователя. В прикладной геологии распространен термин "высокоглиноземистое сырье", но и он трактуется неоднозначно.

При выделении "высокоглиноземистых" пород надо исходить из реального содержания глинозема в них и из сравнительного анализа их химического состава и состава тех неизменных отложений, которые могут быть отнесены к "высокоглиноземистым" (бокситы и глины каолинового состава). Кстати, в американской литературе к этим глинам часто как раз и применяется название "высокоглиноземистые" ("high-alumina-clays"). В отечественной литературе для последокембрийских осадочных образований термин "высокоглиноземистые породы" не употребляется. Породы с высоким содержанием глинозема описываются под названием "аллиты" и "спаллиты". Но единого и общепринятого понимания этих терминов нет [Головенко, 1977].

**ГЛИНОЗЕМИСТЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Геологические ф. с различными генетическими типами глиноземистых и высокоглиноземистых образований [Мусин, 1957].

Г.ф. включают в себя площади распространения следующих типов пород: 1) щелочных нефелиновых сиенитов; 2) вторичных кварцитов, содержащих в себе скопления корундов с диаспоров, андалузитом, дистеном или скопления алунита, или дистена и андалузита без корунда; 3) корундовых образований, заключенных в щелочных массивах в виде вкраплений или жил; 4) жил корундовых плагиоклазитов и марундитов в основных и ультраосновных породах; 5) ксенолитов и пластовых залежей наждаков в основных и ультраосновных породах; 6) корундовых залежей в кристаллических сланцах и гнейсах; 7) наждаков в карбонатных породах; 8) бокситовых пород, встречающихся среди морских и континентальных отложений, включая латеритные образования.

К этой же группе можно отчасти отнести скопления андалузита и кианита в кристаллических сланцах и каолиновых глин, встречающихся в различных геологических условиях [Мусин, 1957].

**БОКСИТОНОСНЫЙ КОМПЛЕКС.** — Бокситоносные отложения чехла, генетически и пространственно связанные с корой выветривания алюмосиликатных пород фундамента, т.е. комплекс, включающий бокситовые осадки, вмещающие и подстилающие породы [Венков, 1971]. Близкие определения: [Тюрин, Теняков, 1977].

**П р и м е ч а н и е.** Б.к. включает бокситоносную формацию и материнскую и рудовмещающую подгруппы пород [Венков, 1971].

**БОКСИТОВАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Разновидность геосинклинальной ф., характерной особенностью которой является залегание на резко неровной, часто закарстованной поверхности более древних известняков. Нижние горизонты бокситов наиболее богаты глиноземом; вверх по разрезу бокситы переходят в бокситовые породы, которые сменяются глинистыми, кремнистыми или карбонатными. Б.с. располагаются в виде цепочки, приурочиваясь к внешним окраинам геосинклинальных прогибов (Урал, Средиземноморский пояс). Иногда Б.с. залегают в разрезе близко от флишевых толщ. Зоны Б.с. в некоторых случаях в одной и той же области смещаются во времени от геосинклинали к прилегающей платформе (аптские бокситы в Пиренеях) [Рухин, 1961].

**БОКСИТОНОСНАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Одна из частных вариаций ф. бескарбонатных красноцветов — зональной литогенетической ф. тропического переменного-влажного климата, накапливающейся в обстановках изменчивости и зоны прибрежного мелководья эпиконтинентальных морей. Ф. бескарбонатных красноцветов теснейшим образом связана с латеритным выветриванием и формируется за счет его продуктов, подвергающихся размыву и переотложению [Синицын, 1976].

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ БОКСИТОВЫХ И БОКСИТОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

Ю.К. ГОРЕЦКИЙ, П.В. ОРЛОВА, С.П. СПИРИН [1960]

**КЛАССИФИКАЦИЯ БОКСИТОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ** включает: 1) карбонатные рифогенные ф. окраинных частей — геосинклинальных областей (в зонах стыка их с консолидированными участками); 2) угленосные платформенные отложения, состоящие из переработанных продуктов коры выветривания; 3) пестроцветные платформенные железисто-каолиновые породы, залегающие во впадинах, непосредственно прилегающих к выступам с развитой каолинитовой, а в некоторых случаях аллитовой корой выветривания.

В.И. ПОПОВ [1968]

**РЯД МЕТАСИАЛЛИТОВЫХ ФОРМАЦИЙ (МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ОСАДОЧНЫХ)** включает: семейство метасомоидных, метапелоидных и метааллитовых формаций.

**Примечание.** Семейство метааллитовых формаций (метаморфические производные осадочных высокоглиноземистых или аллитовых) представлено: эпизонными метабокситовыми, мезозонными, диаспор-хлоритоид-наждаковыми, мезозонными гранат-дистен-сланцевыми, катазонными кондалитовыми, катазонными сакенитовыми (корунд-шпинель-анортит-гранулитовыми) формациями. Среди них выделяются регионально-метаморфические метааллитовые формации. — Ф., сопряженные частью с метаколлоидными метасилицитовыми ф., частью с метакарбонатными [Попов, 1968]. Син.: глиноземистые формации [Мусин, 1957].

Метааллитовые формации, возможно, не имеют самостоятельного значения, а, подобно исходным осадочным высокоглиноземистым породам, должны рассматриваться частью в составе метасилицитовых ф., частью же — в составе метакарбонатных, включаясь в них в качестве глиноземистых суфформаций [Попов, 1968]. Б.В. Польшин называл эти формации просто аллитовыми [Попов, 1968]. Выделены Г. и Ж. Термье (1958 г.).

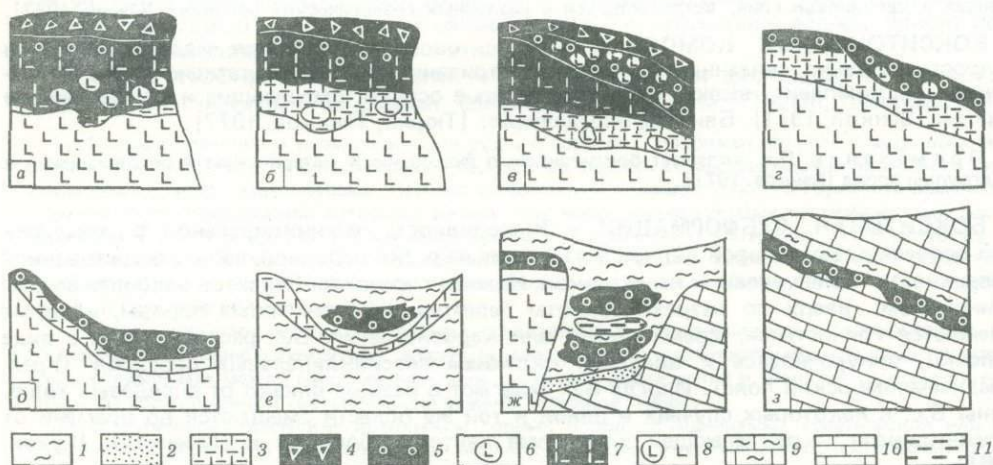


Рис. 3. Группы и типы бокситовых месторождений [Бушинский, 1975]

Латеритная группа: а — экстралатеритный тип, б — сублатеритный тип, в — комплексная группа (тип); осадочная группа: з — е — подгруппы месторождений на силикатных породах (з — склоновый тип, д — присклонный тип, е — долинный тип), ж — з — карстовая подгруппа (ж — ближнекарстовый тип, з — дальнекарстовый тип)

1 — глина каолининовая и смешанного состава; 2 — песок кварцевый; 3 — глина псевдоморфная (литомарж) различного состава; 4 — кираса (железистый и железисто-гипсбитовый панцирь с обломками боксита); 5 — боксит бобовый и бобово-обломочный; 6 — обломки и гальки псевдоморфного боксита; 7 — боксит псевдоморфный; 8 — валуны реликтов материнской породы; 9 — известняк глинистый; 10 — известняк чистый; 11 — глина углистая и лигнит

Генетическая классификация бокситовых месторождений построена по иерархическому принципу с выделением групп, подгрупп, типов и формационных подразделений (табл. 35). Группы и типы бокситовых месторождений изображены на рис. 3.

Д.А. ВЕНКОВ [1971]

Бокситоносная формация подразделена на три субформации: остаточную, склоновую и водно-осадочную.

Л.П. КОННОВ [1972]

Схема генетической классификации бокситовых месторождений разработана на материале по Средней Азии (табл. 36).

**Примечание.** В основу систематики типов положены генетические признаки, присущие первичным (автохтонным) и вторичным (аллохтонным) месторождениям бокситов. Они отражают структурно-тектоническое положение генетической группы и прямую связь ее с древними латеритными корами выветривания. В их числе выделяются платформенные и геосинклинальные типы рудопоявлений. Первые формируются на континенте и располагаются в пределах материнского массива; вторые — прибрежных зонах морей, параллельно древней береговой линии. В схеме выделены четыре генетических класса: 1) латеритный, или остаточный; 2) осадочно-континентальный платформенный; 3) осадочно-морской геосинклинальный; 4) осадочно-метаморфизованный (наждаки) и восемь генетических типов. Классификация бокситоносных формаций проведена в зависимости от приуроченности к геотектоническим зонам, и выделены две группы: 1) геосинклинальные морские и прибрежно-морские; 2) континентальные озерно-болотные и речные.

С.В. ЛЕВЧЕНКО, Е.Т. БОБРОВ, Ф.Я. ВОЛОЧАЕВ, М.М. ИПАТОВ,  
В.Х. НАСЕДКИНА, К.Н. ТРУБИНА, Ф.С. УЛЬМАСВАЙ, И.Г. ЩИПАКИНА

[Бокситоносные формации. . . , 1973]

Основные типы бокситоносных формаций представлены: платформенной латеритной, платформенной осадочной и геосинклинальной осадочной.

**Примечание.** В последние годы при изучении бокситоносности все большее значение приобретает формационный метод. Однако единое понимание и общепринятая классификация Б.ф. до сих пор не выработаны. Наиболее обстоятельно представления о ф. в применении к месторождениям бокситов разработаны Б.М. Михайловым [Бокситоносные формации. . . , 1973].

Б.А. ТЮРИН, В.А. ТЕНЯКОВ [1977]

Классификация бокситовых рудоносных и рудных формаций включает: 1) бокситоносные осадочные терригенные ф.; 2) рифогенно-карбонатные бокситоносные ф.; 3) карбонатные бокситоносные ф. В группе бокситовых ф. латеритных кор выветривания выделены два существенно различных типа: а) ф. латеритных кор выветривания зонального типа; б) ф. латеритных кор выветривания азонального типа. Кроме того, выделены: формационный комплекс латеритных покровов, субформация океанических островов.

Среди осадочных рудных бокситовых ф. на основании их принадлежности к геологическим формациям различного типа могут быть выделены: а) ф. основания трансгрессивных посткорковых терригенных формаций на платформах. Субформации континентальных осадков: 1) красноцветных (или пестроцветных), 2) сероцветных (до угленосных); б) ф. перерывов внутри рифогенных морских карбонатных ф. миогеосинклинальных поднятий или срединных массивов. Среди ф. перерывов в карбонатных толщах выделяются субформации миогеосинклинальных поднятий, срединных массивов, океанических островов.

**Примечание.** При построении классификации бокситовых рудных формаций использована следующая схема соподчиненности классификационных подразделений: группа ф. → рудная ф. → рудная субформация → тип месторождения → морфогенетический подтип → рудная (литологическая или геохимическая) фация → фациальная зона или подзона. С формационной точки зрения месторождения бокситов могут быть приурочены к геологическим формациям: а) коры выветривания, б) базальным терригенным осадочным ф. платформ, в) рифогенно-карбонатным ф. миогео-

Группа	Подгруппа	Тип	Особенности бокситов		
			условия залегания	главные минералы	структура
Латеритная (элювиальная) остаточная		Экстралатеритный	Залегание на свежей материнской породе	Гиббсит, гётит, гематит, анатаз	Псевдоморфная
		Сублатеритный	Бокситы отделены от материнской породы литомаржем	То же	Псевдоморфная бобовая, оолитовая
Комплексная — латеритные и осадочные залежи находятся в одном месторождении				"	Псевдоморфная, бобовая, оолитовая, обломочная
Остаточная кластогенная (латеритно-осадочная)	На силикатных породах ("среди глин")	Склоновый	На склонах, вблизи латеритов	То же + каолинит	Бобово-обломочная, афанитовая, оолитовая
		Долинный	На дне долин, врезанных в возвышения с латеритами	То же	
		Присклоновый (котловинный)	У основания возвышений с латеритами	Гиббсит, бёмит, каолинит, анатаз	
	Карстовая на известняках и реже на доломитах	Ближнекарстовый (приконтактный, "среди глин")	В карстовых депрессиях вблизи материнских латеритов	Гиббсит, гётит, гематит, каолинит, анатаз, местами бёмит	То же
		Дальнекарстовый (площадной, геосинклинальный, средиземноморский, терра росса)	В карстовых депрессиях вдали от материнских латеритов	Гиббсит, гематит, гётит, анатаз	Песчаниковая бобово-обломочная, афанитовая, оолитовая
		Вулканогенно-осадочный		Бёмит, диаспор, гематит, анатаз Без титана	
		Патомский	Среди сланцев	Диаспор, каолинит	Крупные конкреции, линзы, пласты
	Сульфидного выветривания	Тульский	Гнезда, линзы	Гиббсит, аллофан, алунит, без титана	Афанитовая
		Реки Снейк	Линзы	Без титана (?)	Афанитовая
Метаморфизованный тип		Линзы и гнезда среди мраморов	Корунд, хлоритоид, диаспор, рутил	Афанитовая, мелкокристаллическая	

Тектонические области	Формационные подразделения			Примеры месторождений
	надформация	формация	подформация	
Преимущественно платформенные	Гумидная область жаркого и влажного климата Континентальные	Латеритная красноцветная	Латеритных покровов плато, холмов и низких гор	Каса, Тамара и Фенария (Гвинея)
				Штат Гуджарат (Индия), КМА (СССР)
		Осадочная красноцветная и сероцветная каолиновая, кварц-песчаная, местами угленосная	Склонов и малых долин	Штат Арканзас (США), юг Украины (СССР)
				Штат Арканзас (США), Каменское (СССР)
				Тихвинская группа (СССР)
Подножий	Североонежская группа (СССР), Суринам, Гайана, Гвиана (Франция)			
Карстовых депрессий	Тургайская группа, Ангарская группа (СССР)			
Преимущественно геосинклинальные	Морская	Мелководных известняков	Континентальная бокситовая подформация карстовых депрессий	Ямайка, Южная Европа, Урал (девонские месторождения)
		Вторичных кварцитов		Вулканогенно-осадочная
Платформенная	Континентальная	Морская песчано-глинистая	Сульфидного выветривания	Патомское нагорье в Сибири (СССР)
				Тульская обл. (СССР)
				Река Снейк (США)
Геосинклинальная	Морская	Контактово- и регионально-метаморфическая		Наждаки и корундовые породы Южного Урала, Салаира, Кызылкумов (СССР) и Наксоса (Греция)

Таблица 36

Схема генетической классификации бокситовых месторождений Средней Азии [Коннов, 1972]

Группа месторождений	Класс	Генетический тип	Подтип месторождений	Рудная формация	Вмещающие породы
Неметаморфизованные	Латеритный (остаточный)	Элювиальный	Возникшие на месте коренного источника	Бокситоносная	Кора выветривания основных эффузивов и других пород палеозойского возраста
		Карстовый	Карстово-котловинные	"	Покрывающие породы отсутствуют. В подошве залежей известняки девона или карбона с карстовыми воронками
	Осадочно-континентальный платформенный	Делювиальный	Возникшие в карстовых воронках и на пологих склонах	Бокситовая брекчия	Песчано-глинистые породы. В подошве залежей известняки верхнего силура
		Пролувиальный	Конусы выноса мелких речек и селевых потоков, шлейфы подножий гор	Терригенная брекчия с редкими обломками боксита	Песчано-глинистые породы верхнего триаса
		Долинный (крупных и мелких рек)	Русловые и пойменные (долинные)	Наземные отложения с линзами пестроцветных аллитов, реже бокситов	Песчано-глинистые породы верхнего триаса или нижнего мела (?)
		Озерный и озерно-болотный	Береговые (озерные) на известняках и сланцах палеозоя на древней коре выветривания	Бокситоносная, реже угленосная	Песчано-глинистые породы, иногда содержащие угли. В подошве залежей пестроцветная кора выветривания эффузивов; иногда известняки верхнего силура
	Осадочно-морской геосинклинальный	Прибрежно-морской	Прибрежно-морские	Бокситоносная	Известняки нижнего триаса, нижнего и среднего карбона; иногда в подошве залежей залегают более древние осадки
Метаморфизованные	Осадочно-метаморфизованный	Первично-осадочный метаморфизованный	"	Глиноземистая (наждаки, реже бокситы)	Известняки среднего карбона и мраморы верхнего силура (?)

Минеральный тип руд	Структура и текстура	Сопутствующие компоненты	Форма рудных тел	Масштаб месторождений	Примеры месторождений
Диаспоровый с примесью каолинита	Реликтовая, бобовая, кристаллическая	Каолинит, гематит, реже кварц и др.	Линзообразная	Мелкие	Янгоклык, Кундаджуаз (частично), Уаринский мост, Хауз, Уальях
Бемитовый с примесью диаспора	Бобовая	Диаспор, гематит, каолинит	Линзы и гнезда	"	Кштут, Каракиясай (частично), Каранглы, Катранбаши
Диаспоровый с примесью бёмита	Обломочная, бобово-обломочная	Каолинит, гематит, гидроокислы железа	Линзообразная	"	Каракиясай, Уртакишлаксай
То же	Обломочная	То же	То же	"	Кайрак (частично)
Каолинит, диаспоровый, иногда гидрагилитовый	Бобовая и пелитовая	Каолинит, гематит, кварц, кальцит	Линзообразная	"	Гуматак, Шатут, Кансай и др.
Диаспор-хлоритовый или диаспоровый с примесью бёмита и каолинита	Бобовая, смешанная (бобово-обломочная), пелитовая	Каолинит, хлорит, гематит, гидрогетит, пирит, халькопирит; галенит, сфалерит, лейкоксен (?), реже рутил	Неправильно пластообразная линзовидная	От мелких до средних и небогатых по содержанию ценных компонентов	Кайрак, Санджар, Кундаджуаз, Майлису и др.
Диаспор-бёмитовый с примесью каолинита, частично шамозита	Бобовая, пелитовая, иногда сланцевая	Каолинит, частично шамозит, лептохлорит, гематит, рутил, лейкоксен, корунд (редко)	Пласты, линзы и гнезда	Средние и мелкие	Актау, Джалаир, Кызымчак, Кокчетау, Ворух, Сох, Памирская группа
Кальцит-корундовый, железисто-корундовый, маргаритокорундовый	Кристаллически зернистая	Корунд, диаспор, маргарит, хлоритоид, гематит, кальцит и др.	Сложные по форме залежи, пласты, линзы и гнезда	Мелкие месторождения и небогатые рудные залежи	Шараксай, Нура-тинская и Тамдытауская группы месторождений

Т а б л и ц а 38

Сравнительная характеристика бокситоносных провинций СССР [Михайлов, 1978]

Провинция	Эпоха бокситонакопления	Тип формаций	Преобладающий морфогенетический тип месторождений
Алтае-Саянская	Позднепротерозойско-раннекембрийская	Субкарбонатный	Пластовый
	Девонская Мел-палеогеновая	Карбонатный Терригенный	Карстовый "
Уральская	Девонская	Карбонатный	Карстовый
	Триас-юрская	Терригенный	Пластовый
	Мел-палеогеновая	Латеритный Терригенный	Склоновый Карстовый
Тиманская	Девонская Каменноугольная	Сублатеритный Терригенный	Склоновый Пластовый
Тихвин-Онежская	Каменноугольная	Терригенный	Пластовый
Воронежская	Каменноугольная	Сублатеритный	Линейный
Среднеазиатская	Каменноугольная	Субкарбонатный	Пластовый
	Триас-юрская Мел-палеогеновая	Терригенный "	Пластовый, реже карстовый Пластовый
Альпийского пояса	Триас-юрская	Карбонатный	Карстовый
Тургайская	Мел-палеогеновая	Терригенный	"
Центрально-казахстанская	Мел-палеогеновая	"	"
Украинская	Мел-палеогеновая	Латеритный	Бовальный и склоновый
Енисейская	Мел-палеогеновая	" Терригенный	Склоновый Карстовый

синклинальных поднятий и срединных массивов геосинклинальных поясов. В зависимости от отношения скоростей формирования профиля выветривания на суше и его денудации, приводящей к формированию различных терригенных пород, выделяются два типа ф.: посткоровые и коровые [Тюрин, Теняков, 1977].

Д.А. ВЕНКОВ, Б.Ф. ДОЛГОПОЛОВ, А.И. КИСЕЛЕВ [1978]

Классификация бокситорудных формаций проведена на основе вещественного состава рудоносной толщи и условий залегания рудных тел. Выделено пять бокситорудных формаций (табл. 37, см. вкл.).

Примечание. При разработке классификации бокситорудных ф. генетический аспект использован лишь как вспомогательный [Венков и др., 1978].

Б.М. МИХАЙЛОВ [1978]

Сравнительная характеристика бокситоносных провинций СССР представлена в табл. 38 с указанием типов бокситоносных формаций, характерных для каждой из провинций.

Минеральный состав руд	Продуктивность формаций	Перспективы обнаружения новых месторождений	Качество руд и кремниевый модуль М ( $Al_2O_3/SiO_2$ )	Примеры месторождений
Диаспоровый Корунд-диаспоровый Гиббситовый	Низкая " "	Значительные Малые "	Низкое, М > 1,6 Низкое, М > 3 Среднее, М > 4	Боксон Обуховское Месторождений нет
Бёмит-диаспоровый Гиббситовый " "	Высокая Низкая " "	Значительные Малые " "	Высокое, М > 8 Низкое, М > 2,8 Среднее, М > 4 Среднее, М > 4	Красная Шапочка, Кукшинское Месторождений нет Переволочанское Соколовское, Мугайское
Бемитовый "	Высокая Средняя	Высокие "	Высокое, М > 6 Низкое, М > 3,0	Вежаю-Ворыкв Тимшери-Пузлинская группа, Верхнеухтинское
Гиббсит-бёмитовый	Высокая	Малые	Низкое, М > 3,5	Плещеево, Подсоленское
Гиббсит-бёмитовый, бёмитовый	"	Значительные	Высокое, М > 6	Гостищевское
Бёмит-диаспоровый " Гиббситовый?	Низкая " Неясная	Малые Отсутствуют Малые	Низкое, М > 2,2 Низкое, М > 3 Низкое, М > 2,6	Сохское Кайрак Месторождений нет
Бёмитовый Гиббситовый	Низкая Высокая	" Значительные	Низкое, М > 2,5 Среднее, М > 4,5	Месторождений нет Красный Октябрь, Белинское
"	Средняя	"	Среднее, М > 4,5	Амангельдинская группа
"	Низкая	Малые	Среднее, М > 4,5	Высокопольское
" "	" "	Значительные "	Среднее, М > 4,5 Среднее, М > 4,0	Сухая Лебяжка Татарское, Центральное

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БОКСИТОВЫХ И БОКСИТОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

**ОСАДОЧНАЯ БОКСИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., образованная путем осаждения в морских и озерных бассейнах коллоидальных соединений гидратов глинозема [Магакьян, 1969].

**Примечание.** О.б.ф. выделена впервые А.Д. Архангельским (1937 г.). Среди О.б.ф. А.Д. Архангельский выделял два типа: морской геосинклинальный (в перерывах отложения разновозрастных карбонатных толщ) и озерный платформенный (залегающий трансгрессивно на пестроцветных, иногда угленосных отложениях платформ). К первому типу отнесены в СССР бокситовые месторождения Урала, Западной Сибири, Средней Азии; ко второму — Тихвинское месторождение в Ленинградской области. В составе руд О.б.ф. главную роль играют гидраты глинозема (бёмит или диаспор, гидрагиллит или гиббсит), алюмосиликаты с примесью гидроокислов железа, замозита, иногда сульфидов, битумов, кластического материала [Магакьян, 1969]. Близкий термин: бокситорудная осадочная формация [Одокий, 1971].

**ОСАДОЧНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Закономерно построенный комплекс осадочных отложений, связанных совместным нахождением, характеризую-

щихся общностью происхождения и включающих пласты бокситов или бокситовых пород [Сапожников, 1971].

**ПЛАТФОРМЕННЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., развитые преимущественно в краевых частях платформ, а в пределах древних платформ — также на крыльях крупных внутриплатформенных поднятий и антеклиз [Михайлов, 1971].

**ТЕРРИГЕННЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., характерными особенностями строения которых являются: 1) приуроченность к базальным горизонтам трансгрессивных циклов на платформах либо в областях поздней активизации; 2) абсолютное преобладание в разрезе терригенных, существенно глинистых отложений; 3) фациальная изменчивость формаций, представленных часто чередованием пород различного состава, присутствие мелких внутриформационных размывов, тонких прослоев конгломератов, алеволитов, углистых глин и углей; 4) малые мощности формаций (первые десятки метров) при значительном площадном распространении [Михайлов, Бронева, Орлова, 1973]. Близкие определения: [Критерии..., 1978; Михайлов, 1978].

— Частный случай посткоровых геологических формаций, начавших отлагаться лишь после завершения формирования на суше мощных и глубоко проработанных латеритных кор выветривания. Они не могут следовать за образованием на суше кор выветривания каолинового или гидрослюдистого типа, а также кор выветривания латеритного типа, но с малой мощностью зоны конечного разложения, и требуют специфического тектонического режима денудации, исключающего преобладание в переносимом материале продуктов нижних зон профиля латеритного выветривания и не затронутых выветриванием пород, разубоживающих бокситовый осадок собственно рудной части ф. [Тюрин, Теняков, 1977].

*Примечания:* 1. Т.б.ф. проявляются в истории земной коры крайне редко и на ограниченных территориях, практически не повторяясь во времени на платформах (для одного и того же региона) [Тюрин, Теняков, 1977].

2. Т.б.ф. известны в геологическом разрезе, начиная с раннего карбона. В каменноугольную эпоху бокситонакопления они формировались преимущественно по окраинам щитов древних платформ либо в обрамлении крупных внутриплатформенных поднятий и характеризуются широким развитием пластовых залежей низкокачественных бокситов. Этот тип бокситоносных формаций обладает высокой продуктивностью. С ним связаны месторождения Европейской части СССР, сосредоточенные в Тихвин-Онежской (Иксинское, Плещеекое и др.) и Тиманской (Пузлинское, Тимшерское и др.) бокситоносных провинциях. Для мел-палеогеновой эпохи бокситонакопления более характерны терригенные бокситоносные формации с карстовым морфогенетическим типом рудных залежей. Они приурочены главным образом к окраинам плит молодых платформ и лишь частично заходят на их обрамления, залегая в основании платформенного чехла на размытой поверхности интенсивно дислоцированного фундамента. С этим типом формаций связаны месторождения бокситов мелового возраста в Тургайской провинции (Краснооктябрьское, Белинское), мел-палеогенового возраста в Центральноказахстанской провинции (Амангельдинская группа), а также меловые и палеогеновые месторождения и рудопроявления на Чадобецком поднятии в Сибири, в Салаирском крае, вдоль восточного склона Урала и др. [Критерии..., 1978].

**ТЕРРИГЕННАЯ КРАСНОЦВЕТНАЯ КОНТИНЕНТАЛЬНО-ОСАДОЧНАЯ БОКСИТОВАЯ РУДНАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Весьма широко распространенная на молодых и древних платформах субформация возраста от визе (Тихвинский и Северо-Онежский районы) до палеоцена (Амангельдинский район в КазССР). В каждом рудном районе характерно наличие лишь одной рудной формации, хотя для молодых провинций возраст бокситонакопления внутри единой формации может варьировать до нескольких ярусов. В пределах рудной провинции обычно наблюдается несколько фациальных типов бокситонакопления, сменяющих друг друга по площади, реже по вертикали. Для конкретных рудных районов или крупных полей характерно наличие только одного морфогенетического типа залежей бокситов, но иногда возможно одновременно присутствие залежей бокситов различных морфогенетических типов. Для субформации характерна яркая кирпично-красная, реже красно-бурая или лиловая окраска; тонкая дисперсность глин и отсутствие песчано-кварцевого материала. Наличие среди красноцветных осадков незаконмерно расположенных линз углистых глин типично только для фации карстовых водоемов (глубоких воронок). В большинстве месторождений со слабо проявленным пострудным размывом залежей бокситов (Тургайский прогиб) красноцветные бокситоносные осадки сменяются вверх по разрезу углистыми глинами озерно-болотной фации, принадлежащими к той же геологической формации, но относящимися уже к смежной минерагенической формации огнеупорных глин.

Особое место занимают месторождения субформации, залегающие в карстовых депрессиях. Последние могут быть представлены: 1) группами глубоких конических воронок, глубина которых может существенно превышать их поперечные размеры; 2) карстовыми суходолами, или "рвами", вытянутыми по длинной оси вдоль стратиграфических или тектонических контактов силикатных и карбонатных пород складчатого фундамента или вдоль зон разлома в карбонатных породах; 3) различными по площади плоскими котловинами типа полей в известняках. Эти месторождения характеризуются неоднородностью литологического и химического состава бокситовой толщи по вершинам, весьма большой мощностью формации в центре воронок или в локальных углублениях днища депрессий. Главной особенностью этого типа субформации является наличие нескольких ярусов линз бокситов, расположенных друг над другом. В кровле субформации также часто наблюдаются пачки углистых глин, свидетельствующие об общем заболачивании карстовых водоемов к концу отложения собственно бокситовых пород [Тюрин, Теняков, 1977].

**СЕРОЦВЕТНАЯ ПОСТКОРОВАЯ БОКСИТОВАЯ РУДНАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Субформация, являющаяся смежной с красноцветной бокситовой субформацией и развивающаяся в условиях значительной тектонической активности участков платформ. Эта субформация располагается на большом удалении от поднятий с размываемыми латеритными корами выветривания в условиях влажной климатической обстановки. Временная и пространственная связь ее со смежной угленосной формацией является более тесной, а интенсивность накопления в последней углистого растительного вещества более значительной [Тюрин, Теняков, 1977].

**СЕРОЦВЕТНАЯ ПОСТКОРОВАЯ БОКСИТОВАЯ РУДНАЯ СУБФОРМАЦИЯ "БЛИЖНЕГО" ТИПА.** — Фациальный тип, характеризующийся преобладанием сероцветных континентальных осадков с рассеянной формой накопления углистого вещества, присутствием в разрезе последних пестроцветных (преимущественно лиловых тонов) прослоев или пачек и пластообразной формой залежей бокситов. Бокситы месторождений "ближнего" фациального типа характеризуются относительно более высоким содержанием железа, значительная часть которого присутствует в виде высокосернистого пирита [Тюрин, Теняков, 1977].

**СЕРОЦВЕТНАЯ ПОСТКОРОВАЯ БОКСИТОВАЯ РУДНАЯ СУБФОРМАЦИЯ "ДАЛЬНЕГО" ТИПА** — Фациальный тип, отличающийся однородной серой окраской пород, возможным появлением в их разрезе угольных пластов рабочей мощности и пластовой формой залежей бокситов. Бокситы в обоих случаях маложелезисты, небольшой, но выдержанной мощности, с высоким содержанием глинозема, представленного бёмитом, диаспором (в метаморфизованных разностях) и каолинитом. Бокситы в "дальнем" типе черные, афонитовые, пелитоморфные, часто аргиллитовидные [Тюрин, Теняков, 1977].

**ВУЛКАНОГЕННО-ТЕРРИГЕННЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Бокситоносные формации, в которых существенную роль играет взрывчатый пирокластический высокоглиноземистый материал. Бокситовые месторождения локализуются преимущественно в тех частях формации, где пирокластический материал или термальные воды попадали на карбонатную закарстованную поверхность. Примером такой формации является комплекс бокситоносных отложений верхнего девона Среднего Тимана [Михайлов и др., 1973].

**БАЗАЛЬНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ СРЕДИННЫХ МАССИВОВ.** — Ф., формирующиеся в посторогенный этап развития на уже денудированной поверхности складчатой молодой платформы и залегающие в основании ее рыхлого чехла [Тюрин, Теняков, 1977].

**ВНУТРИФОРМАЦИОННЫЕ КАРБОНАТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ СРЕДИННЫХ МАССИВОВ.** — Ф., образующиеся на поверхности размыва внутри недислоцированных пород платформенного чехла в периоды достаточно длительных перерывов в осадконакоплении [Тюрин, Теняков, 1977].

**КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., слагающиеся из чередующихся в разрезе и на площади трех циклов: озерно-болотных, озерно-речных и речных, которые могут быть как бокситоносными, так и небокситоносными. Эти осадки формируют определенные отрезки разреза, каждый из которых представляет соответствующий этап в образовании ф. К.б.ф. представлены всеми известными генетическими типами и различными терригенными подформациями: корой выветрива-

ния, озерно-болотной, озерной и аллювиально-речной слабо бокситоносной [Коннов, 1972].

**АЛЛЮВИАЛЬНО-РЕЧНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ПОДФОРМАЦИЯ.** — Подформация, залегающая с эрозионным размывом на различных горизонтах основания и сформировавшаяся в условиях аллювиальной долины. Подформация слагается крупнозернистыми песчаниками, гравелитами, линзами и прослоями конгломератов, а также алевролитами, реже бокситовыми породами в пойменных и прирусловых частях. Мощность подформации не превышает 50 м [Коннов, 1972].

**ОЗЕРНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ПОДФОРМАЦИЯ.** — Подформация, встречающаяся в тех районах, которые когда-то были пониженными участками рельефа вблизи пойм палеорек. Она слагается чередующимися озерными терригенными отложениями, обогащенными алеврито-глинистым материалом различной сортировки. Нижняя часть разреза бокситоносна. Мощность подформации 35–40 м [Коннов, 1972].

**ОЗЕРНО-БОЛОТНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ПОДФОРМАЦИЯ.** — Подформация, несогласно залегающая на выветрившихся алюмосиликатных породах. В состав ее входят также прослой пестроцветных песчаников, алевролитов, аргиллитов, реже сильно ожелезненных углей, а в самой нижней части располагаются прослой и линзы бокситов и бокситовых пород, а также глинистый элювий и кора выветривания. Состав подформации зависит от состава основания. Эта подформация формировалась в озерно-болотных водоемах в гумидных условиях. Мощность ее 10–100 м [Коннов, 1972].

**СКЛОНОВАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Субформация, состоящая из перемещенных в карстовые и эрозионно-карстовые впадины продуктов коры выветривания, в последующем преобразованных (латеритизированных) в условиях свободного водоема [Венков, 1971].

**ВОДНООСАДОЧНАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Субформация, образующаяся в процессе эволюционного развития впадины и обычно наблюдающаяся в центральной ее части, в верхней половине разреза [Венков, 1971].

**УГЛЕННО-БОКСИТ-ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Представлены континентальными или паралическими маломощными песчано-глинистыми отложениями с приуроченными к ним скоплениями бокситов, железных руд, бурых углей и огнеупорных глин. В их составе различают озерные, болотные, аллювиальные, лагунные и прибрежно-морские отложения. Образовывались в эпохи господства континентального режима, равнинного рельефа и влажного жаркого климата. Принадлежат к группе платформенных форм. Распространены в нижнекаменноугольных отложениях Подмосковной котловины, в юрских отложениях Восточного и Южного Урала, Казахстана и др. [Геологический словарь, 1973].

**ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., приуроченные к эвгеосинклинальным зонам и всегда связанные с карбонатными отложениями, обрамляющими поднятия в пределах этих зон. Особенно часто они располагаются в областях, где эти поднятия сложены эффузивами основного состава [Михайлов, 1971].

**МОРСКИЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Группа ф., представленная карбонатной и карбонатно-терригенной ф. Отложение осадков М.б.ф. происходило в условиях бассейна с пониженной соленостью воды и в условиях некоторого усиления горообразовательных процессов. Характерны такие особенности: а) значительная невыдержанность вещественного состава осадков на площади и в разрезе; б) значительное окремнение подстилающих карбонатных отложений, включающих стяжения кремней [Коннов, 1972].

**ПРИБРЕЖНО-МОРСКИЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., отличающиеся такими особенностями: 1) формирование карбонатно-терригенных осадков происходило в мелководных, периодически опресняющихся лагунах и заливах; 2) образование ф. сопровождалось некоторым уменьшением интенсивности горообразовательных процессов при продолжающемся пульсационно-колебательном общем поднятии территории. Это отразилось в ритмичности напластования карбонатно-терригенных отложений [Коннов, 1972].

**КАРБОНАТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Группа ф., состоящая из субкарбонатной и собственно карбонатной формаций, общими признаками которой являются: 1) абсолютное преобладание в разрезе карбонатных пород (известняков, доломитов); 2) наличие перерывов в осадконакоплении, к которым приурочены бокситовые залежи; 3) размещение преимущественно в геосинклинальных областях

либо в активизированных зонах платформы. Характерные, но необязательные признаки следующие: 1) относительная кратковременность бокситоносных перерывов, их повторяемость в разрезе; 2) значительные мощности карбонатных разрезов (сотни метров); 3) преимущественно моногидратный состав бокситов (диаспор, бёмит). К.б.ф. СССР известны с позднего протерозоя. Наиболее продуктивны они в разрезах девонской системы, где с ними связаны крупные месторождения бокситов на Урале, а также мелкие месторождения метаморфизованных бокситов на Салаире. Кроме того, бокситы известны в карбонатных формациях на Полярном Урале, в Саянах, в Южном Тянь-Шане, в Карпатах и Крыму [Михайлов и др., 1973]. Близкие определения: [Критерии..., 1978].

**КАРБОНАТНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ** (с карстовым типом рудных залежей). — Ф., известная лишь с начала девона. В пределах СССР она является наиболее продуктивной (месторождения восточного склона Урала) [Михайлов, 1978].

**СУБКАРБОНАТНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ** (с пластовым типом образования). — Ф., встречающаяся на различных стратиграфических уровнях. Наиболее полно и широко проявлена в СССР в верхнем протерозое и в карбоне, известна также в девоне и триасе (Бокситоносное месторождение Восточного Саяна) [Михайлов, 1978].

**ИЗВЕСТНЯКОВАЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ассоциация рифогенных коралловых известняков с чрезвычайно разнообразной теплолюбивой фауной, с темно-серыми до черных тонкозернистыми, часто слоистыми, иногда глинистыми известняками, с менее разнообразной, нередко амфипоровой, фауной и бокситами. Последние залегают в основании или внутри ф., но, как правило, на коралловых известняках. И.г.б.ф. известна в герцинской (Урал), альпийской (юг Европы, западная часть Азии) и выделена в последнее время в каледонской (Центральный Казахстан) складчатых системах [Вялухин, Долгополов, 1976].

**Примечание.** К.В. Боголепов (1961 г.) И.г.б.ф., по существу, вообще ограничивает бокситами, так как, кроме них, в качестве главного члена парагенеза он предлагает лишь латеритную кору выветривания [Григорьев, 1965].

**РИФОГЕННО-КАРБОНАТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф. районов миогеоантиклинальных поднятий. Они могут быть многоярусными в стратиграфическом отношении, хотя экономическое значение различных по возрасту бокситоносных уровней иногда резко неодинаково. Число разновозрастных бокситоносных горизонтов в пределах одной и той же провинции может достигать 4—6 (Уральская) и даже 10 (альпийская зона Югославии) [Тюрин, Теняков, 1977].

**КАРБОНАТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ СРЕДИННЫХ МАССИВОВ.** — Ф., занимающие промежуточное положение между бокситоносными осадочными терригенными и рифогенно-карбонатными бокситоносными ф. и характеризующиеся 1—2 бокситоносными перерывами (Венгрия) [Тюрин, Теняков, 1977].

**Примечание.** По генетическим условиям образования К.б.ф.с.м. могут быть: 1) базальными, 2) внутриформационными [Тюрин, Теняков, 1977].

**ФОРМАЦИЯ ПЕРЕРЫВОВ ВНУТРИ РИФОГЕННО-КАРБОНАТНЫХ ТОЛЩ.** — Ф., однородная по геологической обстановке залегания бокситов, которые во всех случаях залегают на неровной поверхности закарстованных морских известняков без признаков углового несогласия. Перерыв в осадконакоплении морских карбонатных осадков, к поверхности которого приурочено бокситонакопление, с геологической точки зрения является внутриформационным, хотя сама поверхность известняков почвы представляет собой четкую геологическую границу рудной бокситовой ф. Месторождения Ф.п.в.р.-к.т. имеют некоторые морфологические черты сходства с карстовыми фациями и терригенной красноцветной посткоровой бокситовой ф., однако характеризуются и многими отличиями. Так, залежи бокситов их литологически более однородны, отличаются значительной выдержанностью, менее резкими колебаниями мощности, меньшей пестротой структур, текстур и окраски, а также относительным постоянством качества [Тюрин, Теняков, 1977].

**СУБФОРМАЦИЯ МИОГЕОАНТИКЛИНАЛЬНЫХ ПОДНЯТИЙ.** — Важная в промышленном отношении субформация, характеризующаяся широким возрастным диапазоном: от вендского (Боксон) в байкалидах Сибири до третичного возраста в аль-

пийском поясе Югославии. В районах восточного склона Урала в разрезе рифогенно-карбонатной бокситоносной геологической ф. присутствует до 12 бокситоносных горизонтов. Основную массу промышленных запасов здесь составляют красные бокситы бёмит-диаспорового состава, образующие крупные пластообразные тела, залегающие на неровной закарстованной поверхности рифогенных известняков. Среди бокситов присутствует несколько литологических разновидностей (конгломератовидные, маркие, яшмовидные, полосчатые "тигровые", колчеданистые и др.), из которых основными являются маркие и яшмовидные. Общая мощность рифогенно-карбонатной бокситоносной геологической ф. (включая известняки почвы) 1500–2000 м, а мощность субформаций между отдельными перерывами измеряется сотнями метров. В альпийской геосинклинальной системе Средиземноморья бокситы приурочены к срединным (Пакокскому) и краевым (Чешскому и Анулийскому) массивам; внутригеосинклинальным поднятиям (миогеосинклинальные зоны); областям эвгеосинклинальных прогибов, испытавших частичную инверсию на средних этапах развития. Для срединных и краевых массивов характерно наличие одного-двух бокситоносных уровней (баррем—антисенон—турон), залегающих на закарстованной поверхности известняков почвы. Для эв- и миогеоантиклиналей (внутренних поднятий) характерно наличие нескольких бокситоносных горизонтов, залегающих на закарстованной поверхности рифогенных известняков почвы [Тюрин, Теняков, 1977].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КАОЛИНИТ-ГИББСИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Наиболее широко распространенная ф., в составе которой выделяются три морфогенетических типа залежей: *элювиально-осадочные пластовые на склонах палеовозвышенностей, осадочные склоновые пластовые и осадочные пластово-линзовидные карстовые* [Венков и др., 1978].

*Примечания:* 1. Элювиально-осадочный тип залежи может быть проиллюстрирован на примере Актогайского месторождения Казахстана. Бокситоносный горизонт имеет двучленное строение: нижняя часть — перестроенные элювиальные образования с обломками псевдоморфного боксита; верхняя — каменистые обломочно-бобовые бокситы или железистые бокситоподобные породы. В горизонте перемещенной коры выветривания заключены обломки, глыбы и блоки псевдоморфных бокситов, количество которых возрастает снизу вверх. Макроскопически элювиальные бокситы — это каменистая порода розовато-желтого и красно-бурого цвета с унаследованной от материнских пород габбровой структурой. Минералы бокситов: гиббсит и минералы железа, каолинит, репиктовый ильменит и лейкоксен. Химический состав бокситов пестрый, качество бокситов низкое.

2. Склоновый тип (Сорокольское месторождение Мугоджар) представлен корой выветривания по сланцам, песчаникам и конгломератам. Бокситы образуют до трех пластовых залежей. Они сильно железисты, имеют обломочно-бобовую структуру. По минеральному составу выделяются два типа руд: вторично окисленные (до уровня грунтовых вод) и сидеритизированные. Минералы неокисленных бокситов: гиббсит, каолинит, лептохлориты, сидерит, кварц, окислы и гидроокислы железа. Качество руд низкое.

3. Карстовый тип (Западно-Тургайский бокситоносный район) представлен карстовыми депрессиями в известняках складчатого основания платформ. Бокситорудные отложения приурочены к границе между фундаментом и чехлом. Бокситорудные осадки: пестроцветные глины с прослоями лигнитов и линзы, гнезда, желваки бокситов [Венков и др., 1978].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КАОЛИНИТ-ГИББСИТ-БЁМИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представленная бокситами карстовых депрессий среди известняков. Рудные тела имеют вытянутую извилистую форму типа русловой старицы. Бокситы представлены красно-бурыми каменистыми разновидностями бобовой и песчаниковой структур. По составу бокситы гиббситовые и с примесью бёмита в периферийных частях залежи [Венков и др., 1978].

**ЖЕЛЕЗИСТО-КАОЛИНИТ-БЁМИТ-ДИАСПОРОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представленная диаспоровыми породами, заполняющими микрокарстовые полости и трещины в известняках. Чаще всего это аллиты или ферриаллиты с кремниевым модулем 0,85–2,46, реже бокситы с содержанием глинозема 46,3% и кремнезема 4,6%. Основные породообразующие минералы — диаспор (до 67%) и каолинит. Примеси — кварц, гидрослюда, полевые шпаты, хлорит, корунд и темноцветные минералы [Венков и др., 1978].

## 4. ФОРМАЦИИ ЛАТЕРИТНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

**БОКСИТОВЫЕ ФОРМАЦИИ ЛАТЕРИТНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Ф., являющиеся первичными концентрациями свободных гидроокислов алюминия на поверхности земной коры и первоисточником рудного бокситового вещества для всех осадочных рудных ф. Геологической основой этой группы ф. являются специфический тип субазрального выветривания в условиях длительного тектонического покоя, достаточного количества атмосферных осадков, хорошего дренажа зоны гипергенеза и благоприятного минерального и химического состава выветривающихся алюмосиликатных пород [Тюрин, Теняков, 1977].

Породы бокситовой латеритной коры выветривания с элювиальными бокситами, материнскими породами основного состава, на которых развивается или могла развиваться латеритная кора выветривания, перетолженные бокситоносные ее продукты, состоящие из делювиальных, пролювиальных и хорошо отсортированных глинистых бокситов или аллитов, ферриаллитов, сиаллитов, феррисиллитов, и породы, подстилающие и покрывающие бокситовые залежи [Трубина, 1965].

**П р и м е ч а н и е.** Среди латеритных кор выветривания известны два существенно различных типа: а) зональных, б) практически однородных [Тюрин, Теняков, 1977].

**ЛАТЕРИТНЫЕ БОКСИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., залегающие на возвышенных участках рельефа и в последующем обычно подвергающиеся размыву, в связи с чем в геологическом разрезе они сохраняются в исключительных случаях: при внезапном погружении тектонических блоков, при перекрытии рудных тел лавами [Михайлов и др., 1973].

**П р и м е ч а н и е.** В группе Л.б.ф. четко различаются по крайней мере две формации: латеритных покровов и сублатеритная, характеризующиеся существенными различиями в составе, строении и закономерностях распространения, что в конечном счете определяет комплекс их прогнозных признаков [Критерии..., 1978].

Максимально продуктивные ф. Л.б.ф. подразделяются на два типа: сублатеритная ф. с линейным и очаговым типом оруденения и ф. латеритных покровов с площадным типом оруденения. Общими особенностями их строения являются: 1) присутствие в разрезе латеритных кор выветривания, в верхних горизонтах которых развиваются псевдоморфные (структурные) бокситы; 2) приуроченность к длительному перерыву, сопровождающемуся тектоническими подвижками, перестройкой плана, последующей пенепленизацией и эрозийным расчленением в условиях жаркого влажного ("бокситового") климата; 3) обязательное присутствие в субстрате алюмосиликатных пород, богатых щелочами либо щелочными землями [Михайлов, 1978].

**СУБЛАТЕРИТНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., характеризующаяся нижеследующими особенностями, резко отличающимися ее от ф. латеритных покровов.

1. Развитие латеритных образований четко ограничено площадями выходов на поверхность определенных типов высокоглиноземистых пород (чаще метаморфических хлоритовых и серицитовых сланцев).

2. Рудные залежи, иногда сохраняющие реликтовую структуру материнских пород, приурочены обычно к склоновым участкам палеорельефа и часто встречаются в понижениях.

3. Широко развиты переотложенные разности бокситов, иногда полностью оторванные от латеритных профилей и перемещенные в соседние области карстообразования.

4. Бокситы, преимущественно бёмитовые с шамозитом, по качеству, как правило, уступающие бокситам латеритных покровов.

Промышленные месторождения в этом типе ф. возникают лишь на участках наиболее благоприятного сочетания контролирующих факторов. Например, сублатеритная ф. южных склонов Воронежской антеклизы (Висловское, Яковлевское и другие месторождения КМА). Другим примером возникновения промышленного оруденения в сублатеритной ф. являются месторождения Среднего Тимана (Вежаю-Ворыква, Шугорское и др.) [Критерии..., 1978].

**БОКСИТОНОСНАЯ СУБФОРМАЦИЯ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Субформация, представленная корой выветривания на метаморфических сланцах, эффузивах и гранитоидах. На метаморфических и эффузивных толщах можно наблюдать три зоны изменения пород (снизу вверх): а) в основании залегают почти свежие, слабо измененные породы; б) выше находится зона выщелоченных рыхлых, каолинизированных пород; в) еще выше — зона интенсивно измененных охристых пород со значительными

скоплениями свободных гидратов глинозема в желваках и линзах (латериты). Общая мощность их в ряде мест 15–20 м и более. На гранитоидах элювиальная кора выветривания представлена преимущественно первыми двумя зонами с конечными продуктами разложения каолинового типа. Мощность их около 100 м. Реже встречается латеритная кора выветривания [Коннов, 1972].

**ФОРМАЦИЯ ГИБСИТОНОСНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Рудопоявления и месторождения псевдоморфных бокситов, которые в полном объеме связаны с латеритными корами выветривания и не претерпели никаких горизонтальных перемещений. Кора выветривания имеет зональное строение. Например, на Крединовском рудопоявлении Казахстана в коре выветривания мощностью до 40 м выделяются (снизу вверх) следующие зоны: дезинтеграции, каолинит-гидрохлоритовая, охристо-каолиновая и охристо-каолинит-гиббитовая. Верхняя часть разреза коры выветривания бывает нередко вторично обелена [Венков и др., 1978].

**ЗОНАЛЬНЫЕ ЛАТЕРИТНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Типоморфное проявление бокситоносной геологической ф. кор выветривания. Они представляют собой продукт длительного субэразального выветривания алюмосиликатных пород в благоприятных климатических, геоморфологических, тектонических и гидродинамических условиях. Формирование З.л.к.в. связано с завершающими фазами выравнивания посторогенного рельефа или с концами новых эрозионных циклов, следующих на древних платформах за периодами тектонической активизации. З.л.к.в. образовались в результате стадийного выветривания алюмосиликатов. Характерная зональность З.л.к.в. имеет следующую последовательность (снизу вверх): 1) неизменная алюмосиликатная порода (базальты в Индии, песчано-глинистые сланцы в Гвинее и КМА, нефелиновые сиениты Арканзаса); 2) зона дезинтеграции и начальной гидратации; 3) зона глинистых продуктов (литомарж), сохранивших структуру исходных пород; 4) зона свободных гидроокислов алюминия и железа с элювиальными бокситами промышленного качества; 5) железистая кираса, состоящая преимущественно из окислов и гидроокислов железа [Тюрин, Теняков, 1977].

**АЗОНАЛЬНЫЕ ЛАТЕРИТНЫЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ.** — Рудная субформация основной рудной формации зональных кор выветривания (Гвинея, архипелаг Лос). Отличительной чертой этой субформации является наличие резкого контакта элювиального структурного боксита с неизменной материнской породой; железистая кираса (мощностью 2–3 м) состоит из сцементированных обломков структурного боксита. Переходная зона (0,5–1 см) от бокситов к неизменной породе освещена. Бокситы А.л.к.в. отличаются весьма высоким качеством — практически полным удалением кремнезема [Тюрин, Теняков, 1977].

**ФОРМАЦИЯ ЛАТЕРИТНЫХ ПОКРОВОВ.** — Ф., основными особенностями которой являются: 1) значительные площади распространения латеритных покровов, залегающих на различных типах пород, начиная от кварцитов и кончая ультрабазитами; 2) сложный полифациальный и полипородный состав латеритного покрова, характеризующийся присутствием элювиальных, делювиальных глинистых либо обломочных образований, сцементированных гидроокислами и окислами железа в пористую кавернозную массу; 3) преобладание бокситов элювиальных, шлейфовых гиббитового типа, которые, являясь членом латеритного покрова, обычно приурочены к наиболее возвышенным участкам рельефа либо его верхним склонам и никогда не залегают в понижениях рельефа; 4) формация представляет собой специфическое образование поздних этапов развития Земли и наиболее широкое развитие получила в олигоцен-четвертичное время.

На территории СССР образования, которые можно отнести к латеритным покровам, известны среди меловых отложений Украинского щита (Высокопольское, Никопольское месторождения), в Тургайском прогибе (отдельные залежи Наурзумского месторождения) и в ряде пунктов Урала и Сибири. Промышленное значение в настоящее время может иметь только Высокопольское месторождение, заключающее в себе хотя и низкокачественные, но малокальциевые железистые бокситы [Критерии..., 1978].

— Ф., широко развитая в странах тропического пояса Земли. На территории СССР встречается редко и приурочена исключительно к мелким останцам древней (меловой) поверхности выравнивания на породах основного состава (базальты, габбро, амфиболиты, долериты) [Михайлов, 1978].

**ФОРМАЦИЯ ОСТАТОЧНЫХ БОКСИТОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.** — Латеритная кора выветривания, развитая на материнских породах различного состава и включающая залежи бокситов или бокситовых пород [Сапожников, 1971].

**ОСТАТОЧНАЯ СУБФОРМАЦИЯ.** — Аллитная кора выветривания алюмосиликатных пород [Венков, 1971].

**ФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ЛАТЕРИТНЫХ ПОКРОВОВ.** — Осадочные образования различного фациального облика, пространственно совмещенные с эрозионными останцами латеритных кор выветривания и образующие в совокупности с последними весьма крупные (до уникальных) месторождения, столь характерные для современного тропического пояса земного шара. Остатки некогда весьма крупных месторождений Ф.к.л.п. известны и для среднепалеозойской (девон—нижний карбон) эпохи латеритообразования на Русской платформе.

Ф.к.л.п. представлен широкой гаммой месторождений, каждая из формационных составляющих которых (элювиальные структурные бокситы ф. латеритных кор выветривания, континентально-осадочные бокситы красноцветной посткоровой континентальной терригенной ф.) может количественно изменяться в залежах рудной провинции в пределах от 0 до 100%. В большинстве случаев осадочные бокситы по качеству хуже элювиальных. Поэтому целесообразно объекты, содержащие менее 25% преотложенного материала, относить к рудной ф. собственно латеритных кор выветривания, а более 75% — к осадочным бокситовым рудным ф. [Тюрин, Теняков, 1977].

**ЛАТЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Включает остаточные месторождения, а также некоторые инфильтрационные образования, локализованные в коре выветривания или в непосредственной близости от нее.

Образования ф. распространены от позднего протерозоя до антропогена включительно с совершенно отчетливым максимумом в неогене-антропогене, что, впрочем, связано не столько с условиями формирования, сколько с сохранностью латеритов. Латеритовая рудная ф. может рассматриваться как часть (фация?) геологической ф. латеритовых кор выветривания.

Минеральные типы месторождений выражены не слишком отчетливо, и в данном случае правильнее было бы говорить о геохимических типах, поскольку руды представлены часто агрегатами скрытокристаллического сложения и смешанного состава. Выделены следующие типы: диаспор-бёмитовые и гидраргиллитовые бокситы, железистые (лимонитовые) латериты, легированные никелем, хромом, кобальтом, марганцем, ванадием, силикатно-никелевые с асболоном, титаноносные латериты, золото-содержащие латериты, марганценозные (пиролюзит-псиломелановые) латеритные коры выветривания как наиболее существенные разновидности рудоносных латеритов.

Рудные минералы: бёмит, гидраргиллит, шамозит, каолинит, гидрогётит, гидрогематит, гётит, гематит, ильменит, лейкоксен, рутил, диаспор, пиролюзит, псиломелан, асболом, гарниерит, галлуазит, монтмориллонит, ревдинскит, нонтронит, опал, халцедон, тюрингит, золото, магнезит, анкерит, сидерит и др.

Руды в месторождениях рассматриваемой ф. чаще всего слагают линзообразные пологие тела различных размеров в разных горизонтах коры выветривания, иногда гнезда, карманы, трещинно-жильные тела (при линейном типе коры выветривания), иногда уплощенные штокверки в нижних частях зоны гипергенеза или сложные неправильные гнезда в карстовых полостях (контактово-карстовый тип).

Месторождения Л.ф. образуются в условиях платформенного или субплатформенного геотектонического режима как на древних, так и на молодых платформах. Широкому развитию гипербазитов отвечает формирование месторождений никеля, магнетита, легированных железных руд.

На долю месторождений этой ф. падает до 90% запасов бокситов капиталистических и развивающихся стран и значительно больше половины их добычи (роль латеритных месторождений бокситов для СССР несравненно ниже), до 15% мировой добычи и не менее 50% потенциальных мировых запасов никеля. Значение железорудных месторождений невелико, хотя качество руд очень высокое, а масштабы отдельных месторождений в редких случаях могут достигать очень крупных размеров (Майори на Кубе) [Строна, 1978].

**П р и м е ч а н и е.** Объем этой рудной ф. является в значительной степени условным, т. е. закономерности размещения относимых сюда месторождений определяются двумя независимыми группами факторов: группой, определяющей закономерности состава субстрата, и группой, определяющей

щей условия формирования кор выветривания. Может быть, здесь следовало бы выделить ряд родственных рудных ф., но ввиду недостаточной изученности этого вопроса данная ф. пока описана как единое целое [Строна, 1978].

## 5. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ГЛИНОЗЕМИСТЫХ ФОРМАЦИЙ

**ФОРМАЦИЯ ДИАСПОРОВЫХ КОНКРЕЦИЙ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ТУФАХ.** — Рудопроявления диаспоровых желваков и конкреций среди высокоглиноземистых пемзовых пород [Венков и др., 1978].

**НИЖНЕАРХЕЙСКАЯ ПЕСТРОЦВЕТНАЯ БОКСИТОНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. высокоглиноземистых пород архея Алданского щита, которая сопоставляется (с учетом метаморфических изменений, заключающихся в преобразовании бокситов в корундиты, каолины в силлиманит-дистеновые породы, глинистых сланцев в туфогенных основных пород в амфиболиты, железистых пород в магнетитовые сланцы и гнейсы, алевролитов и песчаников в кварциты, органогенного материала в графит) с вещественным составом и строением мезозойско-кайнозойских бокситоносных формаций. Они также сопоставляются по следующим признакам: однотипности химического состава малоподвижных компонентов (за исключением легколетучих, удаленных при метаморфизме) и соотношений между глиноземом и кремнеземом, по приуроченности корундоносных и бокситоносных образований к определенным стратиграфическим интервалам отложений регионального распространения, по расположению рудных залежей бокситов и корундитов вблизи благоприятных по составу источников глинозема, по сходному зональному строению залежей, в которых наиболее высококачественные бокситы (и их метаморфические аналоги — корундиты) слагают центральные части залежей, по однотипному набору основных пород (с учетом перечисленных выше метаморфических преобразований минерального состава), а также последовательности замещения в литофациальных профилях: бокситов — каолинами, каолинов — железистыми и каолиново-железистыми, а также углисто-глинистыми разновидностями пород [Скляр, Кулиш, 1973].

**ФОРМАЦИЯ ГЛИНОЗЕМИСТЫХ ЭНДЕРБИТОВ.** — Разновидность мигматитовой ф., представленная совокупностью генетически родственных гранитоидных пород метаморфогенного и ультраметаморфогенного генезиса — плагиогранитами, кварцевыми диоритами и диоритами с повышенной глиноземистостью, среди которых могут присутствовать плагиоклазиты, анортозиты, лейконориты, а типоморфный петрогенезис представлен глиноземистыми плагиогранитами и кварцевыми диоритами с типоморфным минеральным парагенезисом. В генетическом плане ф. г.э. представлена гранитоидами, формирующимися в условиях гранулитовой фации зоны дегранитизации метаморфогенного, метасоматического, ультраметаморфогенно-дегранитизационного, возможно, в ряде случаев — палингенно-метасоматического и реоморфического (реоморфизма течения катазоны) типа [Геологический словарь, 1973].

**ФОРМАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ИНТРУЗИЙ АГПАИТОВЫХ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ.** — Ф., сложенная разнообразными тилами щелочных пород, пересыщенных щелочами. Наиболее распространены нефелиновые сиениты: хибиниты, луювриты, рисчориты. Встречаются бесполовшпатовые породы уртит-ийолит-мельтейгитового ряда, а в дайковой свите щелочные лампрофиры и щелочные базальтоиды. Залегание в виде центральных многократных интрузий с кольцевым строением, являющихся субвулканитами. Иногда сохраняются остатки наземных вулканических аппаратов. Характерна приуроченность к жестким структурам древних и молодых платформ. Представляют интерес в качестве сырья для получения глинозема, алюминия, соды. Уникально Хибинское апатитовое месторождение [Кузнецов, 1964].

— Ф., характерная для палеозойской активизации древних кристаллических щитов. Представлена крупными многофазными интрузиями центрального типа, в составе которых наряду с агпаитовыми нефелиновыми сиенитами и щелочными сиенитами присутствуют ийолиты, уртиты, мельтейгиты; в тесной ассоциации с ними отмечаются фонолиты и эпилейцитовые порфиры. Единственным представителем их на территории СССР являются кольцевые интрузии Хибинских и Ловозерских тундр с апатитовыми рудами, редкоземельной и танталониобиевой минерализацией [Геологический словарь, 1973].

**ФОРМАЦИЯ АНОРТОЗИТОВ.** — Ф., характеризующаяся преобладанием анортозитов, которые ассоциируются с норитами, габбро-норитами, габбро; между этими типами пород возможны постепенные переходы. Самый характерный и распространенный минерал анортозитовой формации — плагиоклаз, состав которого может меняться. Наряду с плагиоклазом в анортозитах иногда встречается калиевый полевой шпат. Темноцветные минералы представлены преимущественно ромбическими пироксенами, моноклинные пироксены, а также оливины распространены гораздо меньше, главным образом в габброидных породах. Иногда моноклинный пироксен бывает замещен роговой обманкой. Характерные примеси — ильменит и титаномагнетит. Месторождения титановых руд магматического генезиса, нередко обогащенных апатитом и сульфидами [Кузнецов, 1964].

**ФОРМАЦИЯ РАССЛОЕННЫХ УЛЬТРАМАФИТ-АНОРТОЗИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ.** — Ф., встречающаяся в Гренландии (комплекс Фискенесет), Индии (комплекс Ситтампунди) и некоторых других районах мира и обнаруживающая четкую приуроченность к наиболее древним архейским структурам (с возрастом 2850—3500 млн. лет), сохранившимся как на щитах, так и (реже) в блоках фундамента фанерозойских складчатых областей. Среди метаморфизованных в гранулитовой фации архейских гнейсов и кристаллических сланцев породы формации слагают сильно вытянутые (до 20—30 км) пластообразные тела мощностью до 2—3 км, дислоцированные и метаморфизованные совместно с вмещающими их толщами. В пределах СССР благоприятными для поисков анортозитов этого типа структурами являются гранулитовые блоки ("массивы") Балтийского и Украинского щитов, Алданский и Анабарский мегаблоки, а также выступы архейского гранулитового фундамента Джугджуро-Станового мобильного пояса [Михайлов и др., 1978].

**ФОРМАЦИЯ РИТМИЧНО-РАССЛОЕННЫХ АНОРТОЗИТ-ГАББРОВЫХ ИНТРУЗИЙ.** — Ф., встречающаяся в пределах как платформ (массивы Главного хребта, Цаги и другие на Балтийском щите, Чинейский массив в Удоканской части Сибирской платформы и др.), так и палеозойских складчатых областей (Булкинский и другие комплексы Алтае-Саянской области) и везде приуроченная к зонам постконсолидационной активизации этих структур. На древних платформах этот этап имеет ранне-среднепротерозойский возраст, а в фанерозойских складчатых областях главным образом среднепалеозойский.

В пределах массивов рассматриваемой формации мощные анортозитовые слои с запасами в миллиарды тонн располагаются обычно в верхней половине разреза анортозит-габбровых интрузий (массивы Булкинский, Главного хребта и др.), реже они преобладают в нижних частях (Чинейский массив) [Михайлов и др., 1978].

**ФОРМАЦИИ ПСЕВДОЛЕЙЦИТ-НЕФЕЛИН-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ РУД.** — Группа формаций, среди которых наибольший интерес представляет псевдолейцит-нефелин-сиенитовая ф. Как и массивы других ф. щелочных пород, Ф. п.-н.-п.р. размещаются в участках длительной стабилизации и контролируются глубинными разломами.

Другая, щелочно-габброидно-щелочно-базальтоидная (калиевого ряда) ф., включающая в себя псевдолейцит-нефелин-полевошпатовые руды, менее продуктивна. Известные интрузивы этой формации приурочены к антиклинорным поднятиям каледонид в Казахстане либо к зонам мезозойской активизации Алданского щита [Критерии... , 1978].

**ФОРМАЦИИ НЕФЕЛИН-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ РУД.** — Ф., представленные нефелин-сиенитовой (миаскитовой), щелочно-габброидной (натриевого ряда) и щелочно-сиенит-граносиенитовой и характерные для областей фанерозойской складчатости.

Наиболее многочисленны на территории СССР интрузии нефелин-сиенитовой (миаскитовой) формации, широко развитые в байкалидах или на выступах древних структур в областях каледонской и герцинской складчатости. Меньшее значение для поисков крупных месторождений нефелиновых руд имеет щелочно-сиенит-граносиенитовая формация, хотя к ней и относятся отдельные крупные массивы нефелиновых сиенитов (например, Среднетатарский на юге Енисейского кряжа).

Массивы щелочно-габброидной и нефелин-сиенитовой (миаскитовой) формаций представлены относительно некрупными, также дифференцированными многофазными плутонами. Наиболее перспективны в отношении нефелин-полевошпатового сырья резкодифференцированные и наиболее крупные по размерам щелочные массивы, в которых нефелиновые породы представляют собой самостоятельные дифференциаты [Критерии... , 1978].

**ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНАЯ КАРБОНАТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., характеризующаяся присутствием в ее составе небольших по площади интрузивных тел ийолитуртитов. Формация является типично платформенной. Многочисленные комплексы ее приурочены главным образом к окраинам плит либо к щитам древних платформ. Для поисков нефелинсодержащих тел наиболее благоприятны крупные (более 10 км<sup>2</sup>) полнодифференцированные щелочные массивы, которые располагаются в участках пересечения глубинных разломов с оперяющими [Критерии... , 1978].

**ЩЕЛОЧНО-ГАББРОИДНАЯ ФОРМАЦИЯ (натриевого ряда).** — Ф., заключающая в себе крупные месторождения высококачественных нефелиновых руд. Интрузии этой формации характерны для фанерозойских складчатых областей (Кузнецкий Алатау) и для древних срединных массивов, расположенных в складчатых структурах позднего протерозоя и фанерозоя (типа Сангиленского в Туве). В пределах этих структур размещение щелочных интрузий контролируется зонами глубинных разломов. Интрузивы имеют небольшие размеры (1–3 до 10 км<sup>2</sup>) и сложное строение. Бесполовошпатовые нефелиновые породы в них либо образуют самостоятельные тела, либо связаны постепенными переходами с более меланократовыми существенно полевошпатовыми породами [Критерии... , 1978].

**ФОРМАЦИИ НЕФЕЛИНОВЫХ БЕСПОЛЕВОШПАТОВЫХ РУД.** — Ф., представленные нефелин-сиенитовой (агпаитовой) ф., заключающей в себе крупные месторождения высококачественных нефелиновых руд. Массивы формации встречаются исключительно на древних щитах (Балтийский щит) либо на окраинах плит древних платформ, непосредственно примыкающих к щитам (северо-восток Сибирской платформы), и всегда расположены в зонах крупных глубинных разломов. Интрузии этой формации обычно представляют собой крупные (свыше 50 км<sup>2</sup>) многофазные расслоенные плутоны, в которых собственно нефелиновые руды — ийолиты и уртиты — являются наиболее поздними самостоятельными дифференциатами [Критерии... , 1978].

## II

# ОЛОВОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ

## 1. ПОНЯТИЕ «ОЛОВОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ»

**ОЛОВОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Совокупность месторождений, формирующихся на определенном этапе развития подвижных областей и связанных с характерным для этого этапа магматизмом. Они возникают в однотипной структурно-геологической обстановке, имеют близкий вещественный состав, единую последовательность минера-

Т а б л и ц а 39

Формационные классификации оловорудных месторождений [Константинов, 1972]

С.С. Смирнов, О.Д. Левицкий, 1947 г.		И.Ф. Григорьев, Е.И. Доломанова, 1956 г.		С.Ф. Лугов, 1965 г.	
Формация	Тип	Формация	Тип	Формация	Тип
		Касситеритовые граниты	Касситеритовые граниты Касситеритовые микролитовые граниты		
Оловоносные пегматиты	Кварц-микродклиновый Сподоумен-кварц-микродклиновый	Касситеритовые пегматиты	Касситеритовые грейзенезированные пегматиты. Касситерит-сподуменовые (лепидолитовые) пегматиты	Оловоносные пегматиты	
		Касситерит-полевошпат-кварцевая	Касситерит-полевошпат-кварцевый Касситерит-полевошпат-топаз-кварцевый		

лообразования и являются членами единой гипогенной рудной зональности, присущей данной О.ф. [Лугов, Макеев, 1972].

— Группа месторождений и рудопроявлений олова с устойчивыми и близкими по составу минеральными комплексами (ассоциациями), образовавшимися в сходных геологических условиях и генетически связанными с гранитоидными образованиями единого комплекса, которому присущи строго определенные черты петрохимического и геохимического состава [Лугов и др., 1972].

**П р и м е ч а н и я:** 1. Из приведенных определений следует: а) оловянные месторождения связанные с одним магматическим комплексом, относятся к одной О.ф.; б) ареал развития оловянного оруденения, относящегося к одной формации, как правило, четко обособляется в структурно-геологическом отношении, совпадая в общих чертах с ареалом развития материнского гранитоидного комплекса; в) образование минеральных типов — фаций оруденения (весьма разнообразных) — в рамках оловорудной формации обусловлено гипогенной рудной зональностью, характерной для конкретной формации и локальных структурно-геологических особенностей участка рудоотложения; г) О.ф. не являются членами гипогенной рудной зональности единого рудного процесса. Зональность оловянного оруденения разной формационной принадлежности носит региональный характер и обусловлена всем ходом истории геологического развития оловоносных провинций, включая эволюцию разновозрастного материнского магматизма; д) для каждой О.ф. характерна типовая последовательность рудоотложения, которая в отдельных случаях осложняется структурно-литологическими факторами.

Таким образом, термин "оловорудная формация" имеет в настоящее время двоякое толкование. Во-первых, абстрактное, когда О.ф. не конкретизирована факторами времени и пространства, например, касситерит-кварцевая формация древних щитов, срединных массивов герцинид, мезозоид и т.д. В таком аспекте ее объем примерно соответствует термину "магматическая формация". В более конкретном ее выражении, когда, например, говорится о касситерит-кварцевой формации мезозойских складчатых областей Тихоокеанского рудного пояса, ее объем значительно сужается. И это понятно, так как оруденение касситерит-кварцевой формации этого региона формируется на определенных этапах развития мезозойских складчатых областей, имеет характерную структурную позицию и связано с магматизмом определенного типа. В таком толковании О.ф. является составной частью рудного комплекса [Лугов, Макеев, 1972].

2. Каждая О.ф. обычно распространена в пределах определенной структурно-фациальной зоны и включает несколько различных по составу минеральных фаций, сходных по происхождению, но образовавшихся в связи с локальными условиями рудоотложения. Такие минеральные фации обычно разобщены в пространстве. Отличительной чертой их является разномасштабное проявление различных стадий процесса рудообразования, связанного со становлением определенного рудоносного интрузивного комплекса. Очевидно, термин "фация" более полно отражает генетическую сущность возникающих в процессе рудообразования минеральных комплексов, нежели "тип".

Месторождения олова, относящиеся к какой-либо одной формации, обычно локализируются в районах определенного типа, отличающихся от районов развития оруденения другой формации по геологическому строению, истории развития, возрасту рудоносных магматических комплексов и их петрохимическим и геохимическим особенностям. Так, например, оруденение касситерит-силикатной формации обычно тяготеет к молодым наложенным структурам — прогибам на мезозойском складчатом основании (Певекский, Омсукчанский и Янский районы), а оруденение касситерит-кварцевой формации — к антиклинальным поднятиям, периферическим частям древних

М.П. Материиков, 1964 г.		Е.А. Радкевич, 1968 г.		
Группа	Формация	Группа	Формация	Тип
Силикатно-кварцевая		Кремнещелочная	Оловоносные граниты	
	Оловоносные пегматиты		Пегматитовая	Микроклин-мусковитовый
				Сподумен-микроклин-мусковитовый

Т а б л и ц а 39 (окончание)

С.С. Смирнов, О.Д. Левицкий, 1947 г.		И.Ф. Григорьев, Е.И. Долманова, 1956 г.		С.Ф. Лугов, 1965 г.	
Формация	Тип	Формация	Тип	Формация	Тип
Касситерит-кварцевая	Оловоносные грейзены Топаз-кварцевый Полевошпат-кварцевый Кварцевый	Касситерит-кварцевая	Касситеритовые грейзены Касситерит-топаз-кварцевый Касситерит-вольфрамит-кварцевый Касситерит-полевошпат-флогопит-кварцевый	Касситерит-кварцевая	Грейзеновый Кварц-альбитовый Кварцевый Кварц-топазовый
	Касситерит-кварц-сульфидный		Касситерит-кварц-арсенипиритовый Касситерит-вольфрамит (шеелит) -кварц-арсенипиритовый Касситерит-турмалин-кварц-сульфидная		
		Касситеритовые скарны		Оловоносные скарны	
Касситерит-сульфидная	Оловоносные скарны Турмалин-сульфидный Хлорит-сульфидный Галенит-сфалеритовый	Касситерит-сульфидная	Касситерит-хлоритовый Галенит-сфалеритовый	Касситерит-сульфидная  Касситерит-силикатная	Турмалиновый Кварц-турмалиновый Турмалин-кварц-сульфидная

выступов, платформ, подвергшихся тектоно-магматической активизации в результате проявления и наложения молодых эпох складчатости на более древние геологические структуры (районы Центральной Чукотки, Омчикандинский и др.). Это, однако, не означает, что в таких рудных районах не может быть проявлена оловянная минерализация других типов. В действительности они всегда встречаются, но в резко подчиненном количестве [Лугов, и др., 1972].

3. Формационные классификации оловорудных месторождений в сравнительном виде показаны в табл. 39.

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ ОЛОВОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

С.С. СМЕРНОВ [1937, 1947 а,б]

Генетическая классификация оловорудных месторождений, построенная на формационной основе, включает следующие формации.

1. Пегматитовые и пегматоидные, несущие касситерит. Генетически эта группа включает касситерит, относящийся к различным фазам, от почти чисто магматических выделений до термальных.

Таблица 39 (окончание)

М.П. Материков, 1964 г.		Е.А. Радкевич, 1968 г.		
Группа	Формация	Группа	Формация	Тип
	Касситерит-кварцевая		Касситерит-кварцевая	Кварц-полевошпатовый Кварц-топазовый Кварцевый Грейзеновый
	Касситерит-кварц-сульфидная	Сульфидно-железистая		
Силикатно-сульфидная	Касситерит-сульфидная		Оловоносные скарны	
	Касситерит-силикатная		Касситерит-сульфидная	Арсенопирит-пирротин-сфалеритовый Галенит-сфалеритовый
Силикатно-карбонатная			Касситерит-силикатно-сульфидная	Турмалиновый Хлоритовый
	Деревянистое олово (риолитовая)		Деревянистое олово	
	Оловоносные скарны Касситерит-карбонатно-сульфидная			

2. Кварц-касситеритовые формации, с разнообразными так называемыми пневматолитовыми минералами (топазом, бериллом, слюдами и др.) и очень скудными сульфидами. Генетически эта группа включает месторождения от специфически пневматолитовых до термальных.

3. Сульфидно-касситеритовые формации. Генетически включают месторождения от пневматолитовых (скарновых и др.) до эпитермальных.

Примечание. Предложенная систематика получила свое дальнейшее развитие в работах О.Д. Левицкого и особенно Е.А. Радкевич (1956 г.). Все более поздние варианты, по существу, являются ее разновидностями [Тананаева, 1976].

О.Д. ЛЕВИЦКИЙ (1947 а, б)

Группа касситерит-кварцевых месторождений подразделена на четыре минеральных типа оловоносных грейзенов, касситерит-топазовый, касситерит-полевошпатовый, касситерит-кварцевый.

## Классификация оловоносных пегматитов [Левицкий, 1947].

- I. Тип кварц-микроклиновый
  - а) подтип мусковит-альбитовый
  - б) подтип топаз-мусковит-альбитовый
- II. Тип сподумен-кварц-микроклиновый
  - а) подтип мусковит-альбитовый
  - б) подтип турмалин-альбитовый

П р и м е ч а н и е. Близкая классификация была предложена М.Ф. Стрелкиным [1947].

И.Ф. ГРИГОРЬЕВ, Е.И. ДОЛОМАНОВА [1956 а, б],  
И.Ф. ГРИГОРЬЕВ [1957]

Классификация оловорудных месторождений Забайкалья по сравнению с классификацией С.С. Смирнова дополнена касситерит-кварц-сульфидной формацией, переходной от касситерит-кварцевой к касситерит-сульфидной.

Е.А. РАДКЕВИЧ [1956]

Генетическая классификация оловорудных месторождений показана ниже.

Примечание. Эта классификация получила наибольшее признание среди геологов Советского Союза и за рубежом. Недостатком классификации является то, что она построена преимущественно на основе минерального состава руд месторождений без достаточного учета геологических условий их нахождения [Тананаева, 1976].

Силикатно-кварцевая группа оловорудных месторождений, богатых кварцем и алюмосиликатами щелочей	Силикатно-сульфидная группа оловорудных месторождений, богатых сульфидами или алюмосиликатами железа
I. Формация оловоносных пегматитов <ol style="list-style-type: none"><li>A. Сингенетические пегматиты</li><li>Б. Эпигенетические пегматиты с наложенной оловянной минерализацией<ol style="list-style-type: none"><li>1. Тип натриевых альбитизированных и грейзенизированных пегматитов</li><li>2. Тип натриево-литиевых альбитизированных и грейзенизированных пегматитов<ol style="list-style-type: none"><li>а) подтип сподуменовый</li><li>б) подтип сподумен-лепидолитовый</li></ol></li></ol></li></ol>	IV. Формация оловоносных скарнов <ol style="list-style-type: none"><li>1. Тип магнетитовый</li><li>2. Тип сульфидный</li></ol>
II. Формация касситерит-кварцевая <ol style="list-style-type: none"><li>1. Тип кварц-полевошпатовый</li><li>2. Тип оловоносных грейзенов<ol style="list-style-type: none"><li>а) подтип турмалиновых грейзенов</li><li>б) подтип топазовых грейзенов</li><li>в) подтип сидерофиллитовых грейзенов</li><li>г) подтип мусковитовых грейзенов</li><li>д) подтип мусковит-флюоритовых грейзенов</li></ol></li><li>3. Тип кварц-топазовый</li><li>4. Тип кварцевый<ol style="list-style-type: none"><li>а) подтип кварцевый</li><li>б) подтип кварц-сульфидный</li></ol></li></ol>	V. Формация касситерит-силикатная <ol style="list-style-type: none"><li>1. Тип турмалиновый<ol style="list-style-type: none"><li>а) подтип кварц-турмалиновый</li><li>б) подтип турмалин-сульфидный</li></ol></li><li>2. Тип хлоритовый<ol style="list-style-type: none"><li>а) подтип кварц-хлоритовый</li><li>б) подтип хлорит-сульфидный</li></ol></li></ol>
III. Формация месторождений "деревянистого олова" в эффузивах (риолитовая)	VI. Формация касситерит-сульфидная <ol style="list-style-type: none"><li>1. Подтип арсенопирит-пирротинный</li><li>2. Тип галенит-сфалеритовый</li><li>3. Тип касситерит-карбонатный</li></ol>

И.М. ИЦИКСОН [1958, 1967]

Распределение оловорудных формаций по типам геологического развития подвижных поясов и областей тектоно-магматической активизации представлено в табл. 40.

П р и м е ч а н и е. В представленной схеме принципиально новым является выделение групп оловянной минерализации или металлогенных ассоциаций [Ициксон и др., 1966], расположенных по степени глубинности их становления: от относительно глубокой — субабиссальной (батолитовой) группы до вулканогенной, формирующейся практически в условиях земной поверхности.

При последовательном рассмотрении оловоносных формаций, объединяемых в такие группы,

обнаруживается тенденция ко все большему усложнению их "Геохимического спектра" и минеральных ассоциаций от более глубинных типов к менее глубинным. Исключением, по-видимому, является наземная риолитовая формация. Вторая особенность схемы заключается в выделении специальной внегеосинклинальной группы оловоносных формаций, развивающихся в зонах постконсолидационной тектоно-магматической активизации и в областях активизированных платформ (параплатформ и цитов).

Следует подчеркнуть большое значение оловорудных концентраций, связанных с третьим (помимо геосинклинального и платформенного) типом тектонического развития. Этапы и стадии развития области активизации еще мало изучены и, видимо, не совпадают для разных регионов.

Группировка оловорудных формаций по геологическим типам (группам или металлогенным ассоциациям) в сочетании с другими признаками имеет важное значение для оценки геологических перспектив оловоносности районов и отдельных месторождений [Ицксон, 1967].

#### С.С. СМИРНОВ [1962]

Группа касситерит-сульфидных месторождений подразделяется на следующие типы оловоносных скарнов: малосульфидных, богатых силикатами железа месторождений; сульфидных, богатых силикатами железа; сульфидных месторождений с ненормальным положением касситерита, отложившегося с главной массой сульфидов.

Оловоносные пегматиты подразделены по составу дорудных минеральных ассоциаций на кварц-микроклиновидный и кварц-микроклин-сподуменовый типы. В каждом из типов по составу минеральных ассоциаций рудного этапа выделены подтипы: в первом альбит-мусковитовый и альбит-мусковит-топазовый, во втором — альбит-мусковитовый и альбит-турмалиновый.

#### С.Ф. ЛУГОВ [1963, 1965], С.Ф. ЛУГОВ, Б.В. МАКЕЕВ [1968, 1972]

Классификация оловорудных формаций, их промышленная оценка, привязка формаций к геотектоническим элементам земной коры показаны на рис. 4. Наиболее часто встречающиеся в природе естественные ассоциации оловянных месторождений — фаций оруденения и их соотношение в рамках оловорудных формаций иллюстрирует рис. 5.

#### М.П. МАТЕРИКОВ [1964, 1966]

Генетические группы и формации оловорудных месторождений показаны в табл. 41.

**Примечание.** Из табл. 41 видно, что по отношению к интрузиям близки между собой месторождения первой (силикатно-кварцевой) и второй (силикатно-карбонатной) групп. По типам изменения вмещающих пород, как и по самому составу последних, вторая группа резко обособляется от двух других; месторождения же первой и третьей групп связываются в единый естественный ряд. По металлогенетическим ассоциациям вторая группа как бы объединяет особенности первой и третьей. Вместе с тем по валовому минеральному составу она более близка к третьей. Основой предлагаемой классификации служит разделение оловоносных районов по характеру магматических и вмещающих комплексов пород. Все многообразие оловоносных районов сводится к трем группам с присущим каждой из них своеобразным комплексом месторождений и трем основным генетическим группам оловорудных месторождений вместо двух ранее выделявшихся.

Промышленная группировка оловорудных месторождений показана в табл. 42.

#### В.Т. МАТВЕЕНКО [1968, 1973]

Классификация оловорудных месторождений, составленная совместно с О.Н. Кабаковым, объединяет шесть формаций (групп): 1) касситерит-пегматитовую, 2) касситерит-борато-скарновую, 3) касситерит-кварцевую, 4) касситерит-кварцевую, богатую железистыми силикатами или сульфидами (или теми и другими), 5) касситерит-сульфидную, 6) деревянистого олова. Каждая формация (группа) делится в свою очередь на субформации (подгруппы) и типы.

**Примечание.** Предлагаемая систематика принципиально не отличается от систематики С.С. Смирнова [1937], однако в ней имеются некоторые положения, требующие пояснений.

1. Анализируя оловоносность Тихоокеанского рудного пояса, С.С. Смирнов [1946] специфически оловянной (и вольфрамовой) считал внешнюю зону пояса — зону мезозойской складчатости, магматизма и оруденения, относя к ней территорию Северо-Востока СССР, Восточного Забайкалья, Южного Приморья, Кореи, Китая и Малайзии. Однако анализ истории тектонического развития Евразии,

Т а б л и ц а 40

Схема распределения оловорудных формаций по типам геологического развития подвижных поясов и областей тектоно-магматической активизации [Ицксон, 1967]

Тектоническая область	Тип тектонических движений	Оловоносные магматические образования
Области постконсолидационной тектоно-магматической активизации	Глыбовые движения сводового типа. Образование системы дифференциальных тектонических блоков. Развитие интра-региональных и локальных глубинных разломов. Формирование окраинно-материковых и внутриконтинентальных вулканогенных поясов	Субазральные излияния и экотрузии риолитового (липаритового) состава (генетическая связь оловоносности с риолитами)
		Близповерхностные малые интрузии и экструзии, пространственно и генетически связанные с эффузивами кислого, умеренно кислого, реже среднего состава (парагенетическая связь оловоносности с интрузиями)
Подвижные пояса (стадии развития)	Поздние	Прогрессирующая консолидация. Устойчивое воздымание. Формирование системы интра-региональных разломов, трассируемых цепочками интрузий
	Средние	Превращение геосинклинали в складчатую область (инверсия). Интенсивная складчатость. Движения в зонах региональных глубинных разломов фундамента. В конце стадии — внедрение вдоль региональных разломов цепей гранитных батолитов
	Ранние и начальные	Геосинклинальное прогибание
	Гипабиссальные интрузии (серии) сложного состава диоритов — кварцевых монцититов (иногда габбро) до калиевых гранитов. Оловоносность связана с кислыми членами серий (парагенетическая связь оловоносности с интрузиями)	
	Батолитовые интрузии кислых и ультракислых гранитов, их сателлиты (генетическая связь оловоносности с интрузиями)	
	Существенные концентрации	

\* Оловоносные формации даны в основном по классификации Е.А. Радкевич [1956]

Группа оловорудных формаций*	Металлогенические ассоциации	Промышленное значение
<p>Вулканическая (наземная) группа Риолитовая формация</p>	In	Незначительное (первоисточник мелких россыпей)
<p>Субвулканическая группа (близповерхностная) Касситерит-силикатная и касситерит-сульфидная формации (типы — хлорит-сульфидный, турмалин-сульфидный, галенит-сфалеритовый с сульфостаннатами и серебром) На активизированных платформах — оловорудные месторождения гипабиссальной и субабиссальной групп, особенно формации оловоносных скарнов</p>	Pb, Zn, Ag, B, F, As	<p>Крупное</p> <p>Крупное (в качестве коренных месторождений; источники россыпей)</p>
<p>Гипабиссальная группа Касситерит-силикатная формация и касситерит-сульфидная (типы — турмалин-сульфидный с железистыми силикатами) Формация касситерит-кварцевая</p>	<p>Pb, Zn, реже As, Cu, Bi, Ag, Au, Co</p> <p>W, As, Bi</p>	<p>Крупное</p> <p>Ограниченное</p>
<p>Субабиссальная (батолитовая) группа Формация касситерит-кварцевая Формация оловоносных скарнов Формация оловоносных пегматитов (натролитиевого, альбитового и других типов)</p>	<p>W, Bi, Be, As, B, Mo</p> <p>Be, Li, Ta, Nb, Cs, Rb, TR</p>	Первоисточник для образования крупных россыпных месторождений
олова неизвестны		

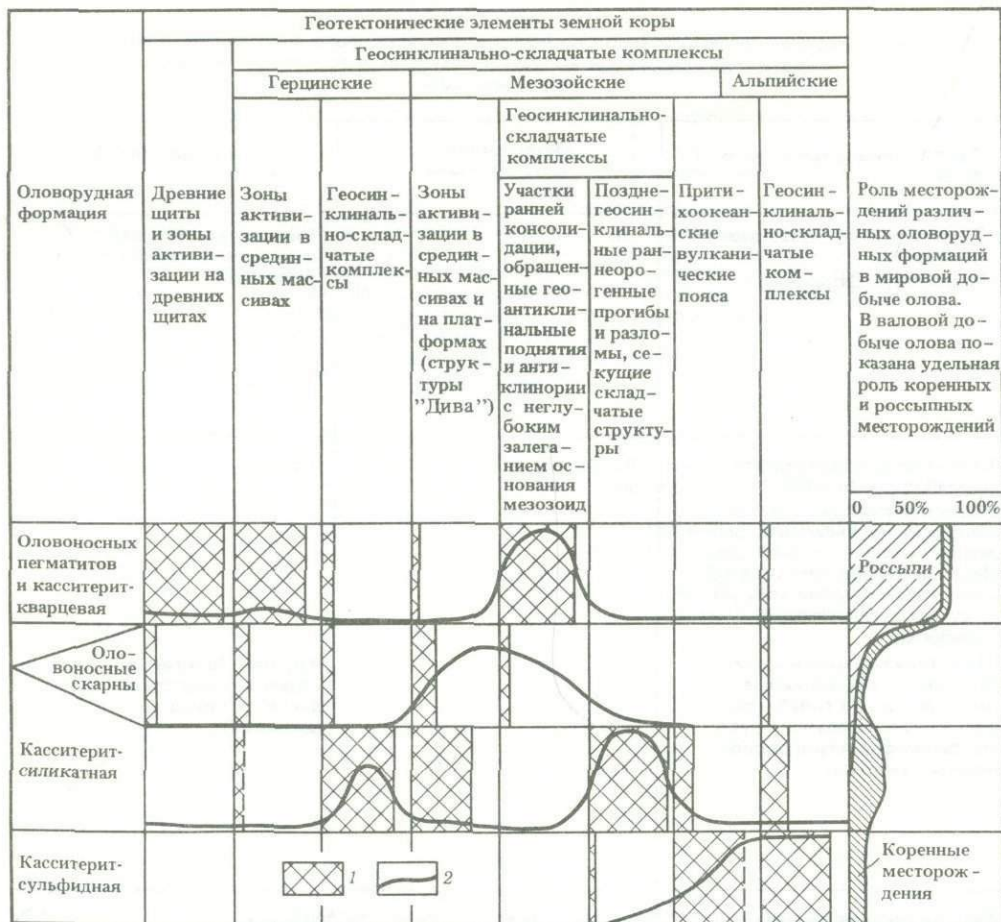


Рис. 4. Структурная позиция и эволюция оловянного оруденения во времени [Лугов, Макеев, 1972]  
 1 — распространенность и удельная роль в добыче олова месторождений различных формаций в пределах отдельных крупных геоструктурных элементов земной коры; 2 — распространенность и удельная роль в добыче олова месторождений определенной формации в различных геоструктурных элементах земной коры

выполненный в последнее время, показал, что в пределах восточноазиатского отрезка внешней зоны Тихоокеанского пояса существуют структуры, которые не могут считаться геосинклинальными, подобными Верхояно-Чукотской и Сихотэ-Алинской.

Таким образом, в так называемой внешней зоне Тихоокеанского рудного пояса С.С. Смирнова оловянное и вольфрамовое оруденение развивается в совершенно различных по происхождению крупных тектонических структурах земной коры — геосинклинальных (складчатых) зонах (Северо-Восток, Сихотэ-Алинь) и в структурах "Дива", или ревивации.

2. С.С. Смирнов выделял лишь три формации (группы) оловянных месторождений. Однако новые данные позволяют всю совокупность оловянных месторождений разделить на шесть формаций (или групп). Это увеличение произошло за счет выделения в самостоятельные группы касситерит-скарновых, касситерит-сульфидных месторождений и месторождений деревянистого олова [Матвеевко, 1973].

Е.А. РАДКЕВИЧ [1968]

#### Типы оловянных формаций

- A. Месторождения кремне-щелочной группы
  - I. Формации оловоносных гранитов
  - II. Пегматитовая формация
    1. Микроклин-мусковитовый тип



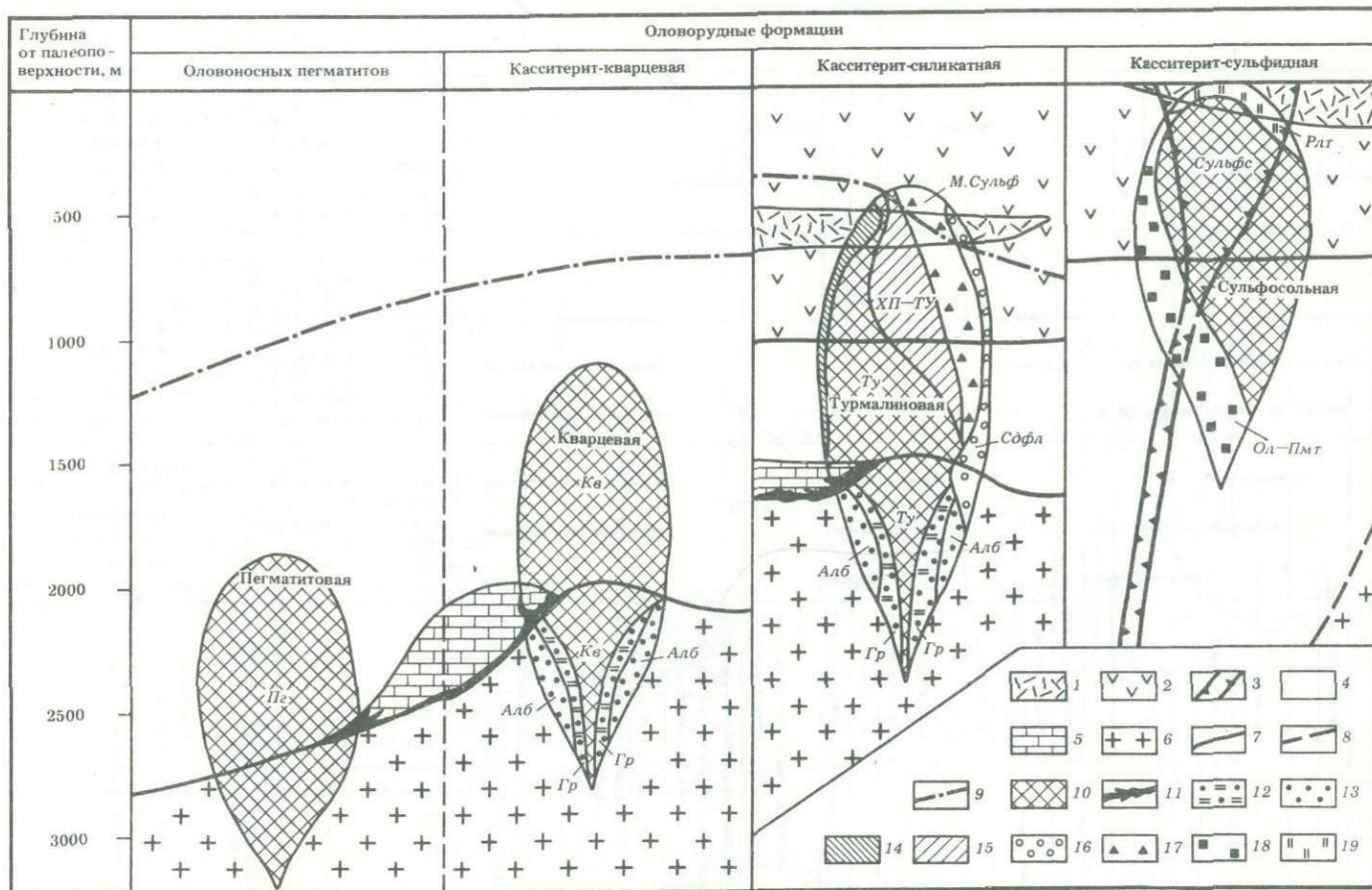


Рис. 5. Глубина формирования оловянной минерализации, соотношение формаций и фаций оруденения [Лугов, Макеев, 1972]

1 — вулканиты кислого состава; 2 — вулканиты среднего состава; 3 — жерловые фации; 4 — осадочные и метаморфические толщи; 5 — известняки и доломиты; 6 — гранитоиды; 7 — границы пород; 8 — предполагаемые границы пород; 9 — положение ореола контактового метаморфизма вмещающих пород; фации оруденения: 10 — главная, 11 — оловонoсных скарнов, 12 — грейзеновая, 13 — альбитовая, 14 — топаз-турмалиновая, 15 — хлорит-турмалиновая, 16 — сидерофиллитовая, 17 — многосульфидная, 18 — оловянно-полиметаллическая, 19 — риолитовая

Таблица 42  
Промышленная группировка оловянных месторождений [Материков, 1966]

Промышленный тип и группа месторождений	Рудная формация	Возможные сопутствующие компоненты*	Промышленное значение	Типичные примеры месторождений
Оловоносные россыпи	Все генетические типы россыпей и месторождения коры выветривания		Весьма большое	Месторождения Малайи, Индонезии, Китая, Бирмы, Таиланда, Нигерии, Конго (Леопольдвиль), Австралии и др.
Жильные месторождения легкообогатимых оловянных руд То же хорошо обогатимых оловянных руд	Касситерит-кварцевая	Вольфрам (бериллий, висмут, тантал, скандий)	Второстепенное**	Маучи в Бирме, Панаскейра в Португалии и др.
	Касситерит-кварц-сульфидная, касситерит-силикатная	(Свинец, цинк, медь, вольфрам и др.)	Очень большое	Корнуолл в Англии, Ллаллагуа в Боливии, Сунгаи-Лембина в Малайе, Клаппа-Кампит в Индонезии, Галимый, Валькумей, Хрустальное в СССР и др.
То же труднообогатимых оловянных руд	Касситерит-сульфидная, реже касситерит-силикатная	Свинец, цинк (серебро, индий, кадмий), реже медь	Большое	Акенобе в Японии, Потоси и Пооло в Боливии, Хапчеранга, Эге-Хан, Смирновское в СССР и др.
Оловянные штокверки	Касситерит-кварцевая, касситерит-кварц-сульфидная, касситерит-силикатная	Вольфрам, висмут (свинец, цинк)	Неопределившееся	Альтенберг в ГДР, Шерловогорское в СССР и др.
Штокверково-гнездовые оловянные месторождения	Касситерит-силикатная, касситерит-кварц-сульфидная, касситерит-кварцевая	—	Второстепенное	Хинганское, Невское, Хета в СССР и др.
Скарново-рудные оловянные месторождения	Силикатно-карбонатная группа месторождений	Вольфрам, бериллий, плавиковый шпат, свинец, цинк	Второстепенное, в отдельных районах большое	Месторождения района Гэцзю в Китае, округа Кинта в Малайе, Пиниок в Таиланде, Сан-Антонио в Мексике и др.
Очень мелкие месторождения олова, не имеющие самостоятельного промышленного значения	Все формации и генетические типы (в том числе пегматитовая и риолитовая формации)	Все вышеотмеченные	Второстепенное	Многие оловоносные районы
Комплексные месторождения с сопутствующим оловом	Пегматитовая, вольфрамит-кварцевая, полиметаллическая; россыпи редких металлов и вольфрама	—	Несущественное**	Некоторые редкометалльные пегматиты Конго (Леопольдвиль), Раунда-Урунди в Нигерии; вольфрамовые месторождения Казахстана и Забайкалья; полиметаллические месторождения Буронское, Сулливан в Канаде и др.

\* В скобках приводятся более редкие и менее существенные компоненты.

\*\* Имеется в виду промышленное значение месторождений данных типов как оловянных без учета других полезных компонентов.

Т а б л и ц а 43

Статистическая классификация гидротермальных оловорудных месторождений по минеральному составу, в баллах [Константинов, 1973]

Месторождения	4,0-3,0	3,0-2,0	2,0-1,0
<b>I группа (соответствует касситерит-сульфидной формации)</b>			
Хапчеранга, Буреломное, Бургавли, Имтанджа, Новомонастырское, Нижнемолодежное, Октябрьское, Таачан, Труд, Депутатское, Галимый, им. Лазо, Эге-Хая, Приморское, Смирновское, Лифудзинское, Хрустальненское, Сохондо, Колкири, Уануни, Льялягуа, Морококала, Верхнемолодежное, Синанчинское, Каргуайкольо, Монсеррат, Чокайо, Искайка, Перко, Асунта, Потоси, Вилоко, Тасна, Колави, Лаочан II, Курганское, Улахан-Эгеляхское, Поопо	Кварц - 3,23 (0,97) Пирит - 3,31 (0,95)	Арсенопирит - 2,54 (0,87) Галенит - 2,38 (0,79) Пирротин - 2,77 (0,77) Сфалерит - 2,97 (0,92)	Кальцит - 0,18 (0,44) Марказит - 1,31 (0,30) Мусковит - 0,35 (0,56) Сидерит - 1,18 (0,44) Станнин - 1,35 (0,67) Халькопирит - 1,69 (0,77) Хлорит - 1,74 (0,49)
<b>Подгруппа I группы (соответствует галенит-сфалеритовому типу, выделяемому внутри группы, отвечающей касситерит-сульфидной формации)</b>			
Новомонастырское, Смирновское (Забайкальское), Смирновское (Приморье), Потоси-А, Оуруо, Милуни, Поопо, Асунта, Порко и др.	Пирит - 3,23 Сфалерит - 3,32 Кварц - 3,33	Галенит - 2,45	Арсенопирит - 1,86 Джемсонит - 1,14 Пираргирит - 1,45 Сидерит - 1,05 Станнин - 1,5 Халькопирит - 1,28 Марказит - 1,80
<b>II группа (соответствует касситерит-силикатной формации)</b>			
Индустриальное, Начальное, Днепровское, Хинганское, Курултей, Хатаренское, Кривое, Айгур, Лесное, Контактное, Хивовчанское, Водораздел, Брекчия, Караколес, Правобастойское, Егорлыкское, Джагыньское, Келянское, Останцево, Медычакское, Невское, Охотничье, Челбинское, Валькумей, Бутугычанское, Кукнейское	Кварц - 3,58 (1,00)	Турмалин - 2,12 (0,88) Хлорит - 2,0 (0,88)	Арсенопирит - 1,54 (0,80) Каолинит - 1,23 (0,27) Мусковит - 1,85 (1,000) Плагиоклазы - 0,27 (0,43) Пирит - 1,23 (0,88) Флюорит - 1,35 (0,81)
<b>III группа (соответствует касситерит-кварцевой формации)</b>			
Иультинское, Ингондынское, Лего-Ингодинское, Будюмканское, Ярославское, Светлое, Тарбальджей, Корнуолл, Зауберг, Шлягенвальд, Гейер, Граухен, Купфергрубе, Альтенберг, Цинновец, Этыка I, Этыка II, Кёстер, Первоначальное, Лиму, Первомайское, Пограничное, Воскресенское, Беатрис, Грейзеновое, Танненберг, Нагорное	Кварц - 3,59 (0,98) Мусковит - 3,59 Серицит - 3,0 (0,81)	Арсенопирит - 2,75 (0,92) Вольфрамит - 2,16 (0,70) Топаз - 2,63 (0,85) Флюорит - 2,41 (0,85)	Адуляр - 1,25 (0,44) Пирит - 1,92 (0,85) Сфалерит - 1,41 (0,63) Турмалин - 1,41 (0,44) Халькопирит - 1,29 (0,74)
<b>IV группа (в карбонатных породах, соответствует формации оловоносных скарнов)</b>			
Такфон, Белая Гора, Питкеранта, Майхуринское, Лаочан, Суншудзю, Аотансань, Тюю-Су, Малага, Биллитон, Ханкайский массив, Ванчинское	Гранаты - 3,25 Диопсид - 3,0	Кварц - 2,0 Кальцит - 2,36 Магнетит - 2,46 Пирит - 2,18 Пирротин - 2,09 Халькопирит - 2,82	Арсенопирит - 1,19 Галенит - 1,10 Сфалерит - 1,64 Флюорит - 1,18 Хлорит - 1,46 Шеелит - 1,18

Примечание. Цифрами указано среднее содержание минерала в баллах в месторождениях группы, полученное как частное от деления суммы всех содержаний минералов на количество место-

1,0—0,5

Менее 0,5

## I группа (соответствует касситерит-сульфидной формации)

Висмутин — 0,18  
(0,44)  
Вольфрамит — 0,67  
(0,36)  
Пираргирит — 0,72  
(0,33)  
Турмалин — 0,95  
(0,41)  
Флюорит — 0,51  
(0,28)

Адуляр — 0,24 (0,15), айкинит — 0,15, алунит — 0,28; апатит — 0,26 (0,36), анкерит — 0,41, антимонит — 0,08, анатаз — 0,13, андалузит — 0,05, андорит — 0,18, амфибол — 0,05, барит — 0,13, берилл — 0,05, блеклая руда — 0,31, биотит — 0,08, брукит — 0,03, бурнонит — 0,25, буланжерит — 0,35, валлерит — 0,18, висмутин — 0,38, вюртцит — 0,31, гематит — 0,24 (0,18), глаукоdot — 0,08, гранаты — 0,1, графит — 0,1, диопсид — 0,05, джемсонит — 0,46, золото — 0,21, каолинит — 0,28 (0,20), канфильдит — 0,08, карбонаты — 0,1, козалиит — 0,08, ксенотим — 0,05, родонит — 0,03, кубанит — 0,18, лёллингит — 0,1, магнетит — 0,29 (0,28), матильдит — 0,05, монацит — 0,1, молибденит — 0,18, олигонит — 0,21, ортит — 0,03, плагиоклазы — 0,38 (0,26), пренит — 0,05, родонит — 0,05, родохрозит — 0,08, рутил — 0,24 (0,20), самородное серебро — 0,26 (0,23), самородный висмут — 0,03, сфен — 0,1, тефроит — 0,03, тиллит — 0,36, топаз — 0,13 (0,10), френкеит — 0,28, халцедон — 0,25, цеолиты — 0,05, цоизит — 0,03, циркон — 0,15, цинкеит — 0,13, швелит — 0,24 (0,10), эпидот — 0,03

## Подгруппа I группы (соответствует галенит-сфалеритовому типу, выделяемому внутри группы, отвечающей касситерит-сульфидной формации)

Алунит — 0,05  
Вольфрамит — 0,55  
Вюртцит — 0,64  
Пирротин — 0,11

Апатит — 0,14, анкерит — 0,41, андрадит — 0,41, барит — 0,36, буланжерит — 0,41, висмут — 0,22, висмутин — 0,36, гитерманит — 0,14, доломит — 0,14, кальцит — 0,14, магнетит — 0,18, матильдит — 0,14, мусковит-серицит — 0,32, олигонит — 0,18, родохрозит — 0,14, самородное серебро — 0,36, тальк — 0,14, тиллит — 0,45, турмалин — 0,27, франкеит — 0,45, халькопирит — 0,36, хлорит — 0,23, цинкеит — 0,32

## II группа (соответствует касситерит-силикатной формации)

Апатит — 0,67 (0,61)  
Вольфрамит — 0,90 (0,58)  
Галенит — 0,90 (0,77)  
Гематит — 0,61 (0,38)  
Кальцит — 0,58 (0,38)  
Лёллингит — 0,61 (0,31)  
Магнетит — 0,77 (0,38)  
Рутил — 0,74 (0,45)  
Самородный висмут — 0,5  
(0,38)  
Сфалерит — 0,90 (0,61)  
Халькопирит — 0,92 (0,77)

Анатаз — 0,15, адуляр — 0,46 (0,19), анкерит — 0,15, аксинит — 0,04, айкинит — 0,44, андалузит — 0,05, амфибол — 0,12, блеклая руда — 0,12, биотит — 0,12, висмут — 0,27, висмутин — 0,30 (0,31), джемсонит — 0,08, жильбертит — 0,04, золото — 0,27, ильменит — 0,08, карбонаты — 0,23, ксенотим — 0,08, кобальтин — 0,08, марказит — 0,27, монацит — 0,08, молибденит — 0,30 (0,31), накрит — 0,12, олигонит — 0,08, ортит — 0,04, пирротин — 0,20 (0,19), пираргирит — 0,08 (0,11), цергодолинит — 0,08, реальгар — 0,04, сидерит — 0,04 (0,04), станнин — 0,35 (0,35), сфен — 0,38, тетрадимит — 0,08, топаз — 0,46 (0,19), фенакит — 0,04, франколит — 0,04, халцедон — 0,04, цоизит — 0,12, циркон — 0,35, швелит — 0,30 (0,31)

## III группа (соответствует касситерит-кварцевой формации)

Апатит — 0,52 (0,44)  
Берилл — 0,64 (0,23)  
Галенит — 0,88 (0,63)  
Кальцит — 0,76 (0,41)  
Слюда — 0,72  
Молибденит — 1,0 (0,59)  
Плагиоклазы — 0,84 (0,76)  
Пирротин — 0,64 (0,41)  
Станнин — 0,64 (0,37)  
Хлорит — 0,64 (0,35)  
Швелит — 0,52 (0,30)

Антимонит — 0,08, анатаз — 0,16, ауеглит — 0,08, аурипигмент — 0,04, барит — 0,20, берtrandит — 0,04, блеклая руда — 0,36, биотит — 0,28, брукит — 0,04, висмут — 0,36, висмутин — 0,28 (0,70), гематит — 0,32 (0,15), глаукоdot — 0,08, гранаты — 0,08, жильбертит — 0,40, жозеит — 0,04, золото — 0,08, ильменит — 0,08, каолинит — 0,20, карбонаты — 0,04, колумбит — 0,08, ксенотим — 0,04, кобальтин — 0,16, лёллингит — 0,12, магнетит — 0,08 (0,11), марказит — 0,12 (0,11), накрит — 0,20, ортит — 0,04, пираргирит — 0,12 (0,1), реальгар — 0,04, родохрозит — 0,16, рутил — 0,20, самородное серебро — 0,04, сидерит — 0,28 (0,11), сфен — 0,08, тетрадимит — 0,04, фенакит — 0,28, франколит — 0,08, халцедон — 0,16, цеолиты — 0,04, циркон — 0,16, эпидот — 0,16

## IV группа (в карбонатных породах, соответствует формации оловосносных скарнов)

Адуляр — 0,55  
Апатит — 0,55

Амфибол — 0,36, блеклая руда — 0,18, висмутин — 0,46, вольфрамит — 0,09, графит — 0,36, джемсонит — 0,36, молибденит — 0,36, мусковит-серицит — 0,09, родонит — 0,18, сидерит — 0,27, топаз — 0,09, турмалин — 0,46, фенакит — 0,18, циркон — 0,18

рождений в группе. В скобках указаны частоты встречаемости минералов, полученные как частное от деления количества месторождений, в которых установлен минерал, на общее количество месторождений в группе.

- 2. Сподумен-микроклин-мусковитовый тип
- III. Касситерит-кварцевая формация
  - 1. Кварц-полевошпатовый тип
  - 2. Кварц-топазовый тип
  - 3. Кварцевый тип
  - 4. Грейзеновый тип
- IV. Формация месторождений деревянистого олова
- Б. Сульфидно-железистая (касситерит-силикатно-железистая) группа
  - I. Скарновая формация
    - 1. Магнетитовый тип
    - 2. Шеллитовый тип
    - 3. Сульфидный тип
  - II. Касситерит-силикатно-сульфидная формация
    - 1. Турмалиновый тип
    - 2. Хлоритовый тип
  - III. Касситерит-сульфидная формация
    - 1. Арсенопирит-пирротин-сфалеритовый тип
    - 2. Галенит-сфалеритовый тип
    - 3. Касситерит-карбонатный тип

Р.М. КОНСТАНТИНОВ [1972, 1973], Р.М. КОНСТАНТИНОВ,  
С.В. СИРОТИНСКАЯ, Н.С. БОРТНИКОВ [1972]

**Классификация оловорудных месторождений**, построенная при помощи математической обработки большого числа информации по 150 оловорудным месторождениям, показана в табл. 43.

**Примечание.** Классификация строилась по методу выделения однородных групп. Суть метода заключается в следующем.

1. Отмечаются максимальные коэффициенты сходства в каждой строке матрицы. Обычно таких коэффициентов имеется один для каждой строки, редко — два или три.

2. Выписывается индекс столбца с индексами строк, из которых в данный столбец попали максимальные коэффициенты. Стобцы выбираются в порядке убывания числа содержащихся в них максимальных коэффициентов из строк. В результате образуются первичные группы, в которых объекты, соответствующие индексу столбца, служат так называемыми "ядрами" этих групп, а объекты, соответствующие индексам строк, содержащих максимальные коэффициенты, — элементами групп.

3. Среди выделенных первичных групп в первую очередь рассматривается группа, содержащая наибольшее число элементов, затем остальные группы в порядке убывания числа содержащихся в них элементов. Определяют, является ли каждый элемент такой группы ядром другой первичной группы, содержащей меньшее (одинаковое) число элементов. Если являются, то последняя присоединяется к группе с большим (одинаковым) числом элементов. Во вновь присоединенной группе, таким образом, рассматриваются все элементы и т. д., пока цепочка не обрывается. Присоединенные группы из дальнейшего рассмотрения исключаются.

4. Если необходимо выделить более общие группы, то сначала выбирается группа с наименьшим числом элементов и рассматриваются коэффициенты сходства ядра этой группы с ядрами других групп. Выбранная группа присоединяется к той группе, с ядром которой она имеет наибольшее значение коэффициента сходства. Затем так же поступают и с остальными группами в порядке возрастания в них числа элементов. Вновь образованные группы опять включаются в рассмотрение, но уже с новым числом элементов. Процесс продолжается до тех пор, пока не образуется группа, ядра которой имеют одинаковое значение наибольшего коэффициента корреляции с ядрами нескольких остальных групп. Если такой группы не будет, то можно прервать этот процесс, когда будут получены достаточно крупные группы, самые маленькие из которых незначительно отличаются по числу элементов друг от друга.

В случае, если есть общий элемент (не являющийся ядром), у выделенных групп он присоединяется к той группе, с ядром которой он имеет большее значение коэффициента сходства.

В результате применения описанного метода и полученной корреляционной матрицы оловорудные месторождения оказались разделенными на группы, которые могут быть названы однородными минеральными группами. Они отражают всю изменчивость оловорудных месторождений, которую удастся установить данным методом при принятой пятибалльной полуколичественной оценке содержания минералов. Каждая минеральная группа объединяет наиболее близкие по составу месторождения.

М.П. МАТЕРИКОВ [1974]

**Геологическая классификация оловорудных месторождений** показана в табл. 44.



**Основные оловорудные формации и их характеристика показаны в табл. 45, 46.**

**Примечание.** При разработке систематики оловорудных месторождений анализировались следующие признаки.

1. Минеральный состав с учетом количественной роли минералов: кварца, слюд, турмалина, хлорита, топаза, полевых шпатов, различных сульфидов, магнетита, гематита и т. д.
2. Парагенезис касситерита в главную продуктивную минеральную ассоциацию.
3. Элементы-примеси в касситерите и других минералах.
4. Число разновозрастных минеральных ассоциаций, их последовательность.
5. Их фациальный тип.
6. Состав главной и конечной фаз дифференцированных плутонических интрузивов.
7. Гидротермальные изменения вмещающих пород.
8. Наличие, распространенность и состав дорудных, внутривоспелых даек.
9. Положение оруденения относительно контактов интрузивов.
10. Породы, наиболее распространенные в районе и вмещающие рудные и магматические тела.
11. Морфология рудных тел.
12. Текстуры и структуры руд.
13. Рудоконтролирующие структуры.
14. Структурный этаж.
15. Геотектоническая позиция.
16. Возраст консолидации складчатости.
17. Возрастной отрыв оловянного оруденения и ассоциирующего с ним магматизма от консолидации складчатости.
18. Наличие месторождений других металлов в оловорудных районах.

Сопоставление и группировка месторождений первоначально проводились по минеральному составу. В результате по соотношению главных минералов были выделены наиболее контрастные группы, соответствующие общепринятым формациям. Наиболее тесно сопряженными с минеральным составом геологическими признаками оказались магматические породы, ассоциирующие с оруденением, и геотектоническая позиция месторождений [Тананаева, 1976].

**В.В. ОНИХИМОВСКИЙ [1977]**

**Типы оловорудных формаций, установленные на территории Приамурья.**

**Касситерит-полевошпатовая формация**

Оловоносные пегматиты и кварц-полевошпатовые жилы (месторождения р. Агдони, ключа Обещающего и др.)

**Касситерит-кварцевая формация**

Грейзеновый тип (Баджальская, Верхнебуреинская и другие группы проявлений)

Кварц-топазовый тип (месторождения ключа Аленушкина и др.)

Кварцевый тип (месторождения Иппатинское, Серегектинское и др.)

Тип деревянистого олова (Джалиндинское месторождение).

**Касситерит-сульфидная формация**

Скарновый тип (Канхойское месторождение и др.)

Турмалин-сульфидный тип (месторождения Карадубское, Солнечное, Фестивальное, Перевальное и др.)

Хлорит-сульфидный тип (месторождения Хинганское, Обманийское и др.)

Полиметаллический тип (месторождения Олень, Верхнебиджанское и др.)

**Примечание.** Предложенная классификация построена в соответствии с классификацией С.С. Смирнова, О.Д. Левицкого, Е.А. Радкевича.

**Р.А. ХАСИН, Э.А. СУПРУНОВ [1979]**

**Рудные формации и минеральные типы оловорудных месторождений Монголии**

- I. Формация оловоносных амазонит-альбитовых гранитов
- II. Пегматитовая формация
  1. Микроклин-мусковитовый минеральный тип
  2. Альбит-лепидолитовый минеральный тип
- III. Скарновая формация
  1. Магнетитовый минеральный тип
  2. Сульфидно-полиметаллический минеральный тип
- IV. Касситерит-вольфрамит-кварцевая формация
  - A. Грейзеновая подформация
    1. Касситерит-топаз-цинвальдитовый (цвиттеровый) минеральный тип
    2. Касситерит-вольфрамит-кварц-мусковитовый минеральный тип

Т а б л и ц а 45

Характеристика минерального состава и гидротермальных изменений вмещающих пород месторождений олова различных формаций [Тананаева, 1976]

Формации	Типоморфные минералы	Гидротермальные изменения вмещающих пород	
		Дорудные	Синхронные с оруденением
Оловоносных пегматитов	Калишпат, альбит, сподумен, слюды, турмалин	Калишпатизация, интенсивная альбитизация	Кварц-слюдистые грейзены, частично альбитизация
Деревянистого олова (риолитовая)	Кварц, тридимит, кристобалит, гематит	Обычно отсутствуют. Реже — серицитизация взрывных брекчий	Иногда серицитизация, слабое окварцевание
Касситерит-кварцевая (грейзеновая)	Кварц, различные слюды, флюорит, полевые шпаты	Калишпатизация, интенсивная альбитизация	Различные грейзены: биотитовые, цинвальдитовые, мусковитовые, лепидолитовые, топазовые
Касситерит-силикатно-сульфидная	Турмалин или хлорит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит	Биотитизация и адуляризация осадочных пород, калишпатизация интрузивных пород	Турмалин-кварцевые и хлорит-кварцевые метасоматиты
Касситерит-сульфидная	Пирит, арсенопирит, пирротин, кварц, сфалерит, сульфосоли Pb, Sb, Ag	Интенсивная пропилитизация	Серицит-кварцевые и каолинит-алунит-диккит-кварцевые метасоматиты
Оловоносных скарнов	Минералы известковых, реже магнезиальных скарнов, слюды	Известковые скарны, магнезиальные скарны	Актинолитизация, флюорит-флюобарит-слюдистые, хлорит-флюобаритовые метасоматиты

Т а б л и ц а 46

Основные оловорудные формации и характеристика сопутствующего магматизма и геотектонической позиции [Тананаева, 1976]

Формация	Магматические образования, ассоциирующие с оруденением	Геотектоническая позиция месторождений
Оловоносных пегматитов	Батолитоподобные массивы биотитовых и двуслюдяных гранитов. Располагаются в главных фазах	Геоантиклинальные части складчатых областей докембрийского, реже палеозойского, еще реже мезозойского возраста
Деревянистого олова (риолитовая)	Вулканы кислого, реже среднего состава	Вулканические пояса, наложенные на складчатое основание различного возраста
Касситерит-кварцевая (грейзеновая)	Многофазные массивы биотитовых и двуслюдяных, аляскитовых гранитов, преимущественно их поздние лейкократовые фазы, субвулканические	Активизированные срединные массивы, древние платформы и их щиты. Геоантиклинорные части складчатых областей различного возраста
Касситерит-силикатно-сульфидная	Гранитоиды повышенной основности, дайки среднего и основного состава. Субвулканические образования умеренно кислого и среднего состава	Складчатые области мезозойского, реже палеозойского возраста, активизированные
Касситерит-сульфидная	Субвулканические тела дацитов, кварцевых порфиров, дайки основного и среднего состава	Активизированные молодые платформы с большим возрастным отрывом оруденения от консолидации складчатых структур
Оловоносных скарнов	Многофазные массивы биотитовых, двуслюдяных лейкократовых гранитов	Аналогична касситерит-кварцевой (грейзеновой)

- Б. Кварц-жильная подформация
  - 1. Касситерит-кварцевый минеральный тип
  - 2. Касситерит-вольфрамит-кварцевый минеральный тип
- V. Касситерит-силикатная формация
  - 1. Турмалиновый минеральный тип
- VI. Касситерит-сульфидная формация
  - 1. Сульфидно-полиметаллический минеральный тип

В.В. ОНИХИМОВСКИЙ, В.И. ГАВРИЛОВ [1979]

### Классификация оловорудных месторождений

- I. Касситерит-полевошпатовая формация
  - 1. Микроклин-мусковитовый тип
  - 2. Кварц-полевошпатовый тип
- II. Касситерит-кварцевая формация
  - 1. Кварц-слюдяной тип
  - 2. Кварцевый тип
  - 3. Тип деревянистого олова
  - 4. Тип пироксен-гранатовый (переходящий в касситерит-сульфидную форму)
- III. Касситерит-сульфидная формация
  - 1. Турмалиновый тип
  - 2. Хлоритовый тип
  - 3. Сульфидный тип

## 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОЛОВОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

**ФОРМАЦИЯ ОЛОВОНОСНЫХ ПЕГМАТИТОВ.** — Ф., объединяющая генетически разнородные образования — собственно магматические пегматоидные проявления и постмагматические образования, возникшие при внедрении остаточных магматических расплавов, и, наконец, метасоматические пегматиты. Выделяются два отличных по генезису разряда пегматитов: 1) сингенетические пегматиты или пегматоидные граниты; 2) эпигенетические пегматиты или инъекционные пегматиты. К первому разряду относятся пегматитовые зоны и шпирты в апикальных частях гранитных массивов, оловоносные граниты с рассеянным касситеритом в пустотах. Второй разряд представлен инъекционными пегматитовыми жилами, обычно интенсивно переработанными наложенными пневматолитовыми и гидротермальными процессами [Радкевич, 1956].

— Ф., в большинстве случаев связанная с кислыми гранитными интрузиями средней глубинности. Морфология Ф.о.п. зависит от характера рудопроводящих каналов. Начальные стадии — образование микроклин-кварцевого пегматита и наблюдающееся местами внедрение более позднего аплита с точки зрения рудоносности играют ничтожную роль; отложение основной массы касситерита происходит обычно в течение последующих стадий — альбитизации и грейзенизации [Левицкий, 1947, а, б]. Близкие определения: [Стрелкин, 1947].

— Ф., генетически связанная преимущественно с биотитовыми лейкократовыми гранитами абиссального и гипабиссального типов. Тела Ф.о.п. сформировались в основном в две стадии: в магматогенную и метасоматическую. Минералы магматогенной стадии образовались в результате кристаллизации остаточных расплавов. В эту стадию выделились порообразующие минералы, такие, как плагиоклаз, микроклин, кварц и сподумен. Акцессорными минералами этой стадии являются альмандин, частично биотит, турмалин, диомортеррит. Образование перечисленных акцессорных минералов связано с взаимодействием самого остаточного расплава и его летучих компонентов с вмещающими породами. Минералы метасоматической стадии Ф.о.п. формировались путем воздействия на магматогенные силикаты летучих компонентов и гидротермальных растворов, выделившихся после кристаллизации остаточного расплава. Развитие этих этапов свидетельствует о том, что в пегматитовом процессе произошел резкий перелом и выделение минералов из расплава сменилось минералообразованием путем замещения ранее образовавшихся магматогенных силикатов, которые в новых физико-химических условиях оказались неустойчивыми [Григорьев, 1957].

— Наиболее раннее и высокотемпературное геологическое образование в общей серии оловорудных формаций. Районами преимущественного развития их являются области древней консолидации — щиты (Украинский, Алданский), краевые и сводовые поднятия фундамента платформ (Восточные Саяны и др.); реже они встречаются в пределах срединных массивов (Буреинский, Кокчетавский и др.). Меньше Ф.о.п. развита в геосинклинально-складчатых областях позднепалеозойских герцинид и мезозой (Памир, Тянь-Шань, Восток СССР и др.). Ф.о.п. местами встречается в геологических структурах совместно с оруденением касситерит-кварцевой формации, однако они, как правило, представляют собой одновременные образования и пространственно несколько ра-

зобщены. Олово в виде попутного компонента встречается в пегматитах в ограниченном количестве. Минеральный состав Ф.о.п. во многом определяется характером и интенсивностью развития наложенных процессов — альбитизации и грейзенизации. Касситерит образует скопления, представляющие практический интерес в качестве попутного компонента только в натролитивых пегматитах. Локальные скопления касситерита часто приурочены к альбитизированным и грейзенизированным участкам пегматитов. В зависимости от интенсивности развития метасоматических процессов среди Ф.о.п. выделяется ряд минеральных типов, содержащих переменное количество редких металлов и касситерита. Для таких пегматитов типично присутствие лепидолита, турмалина, флюорита, топаза, апатита, мусковита и др. Рудные минералы представлены танталитом, микроклином, касситеритом, вольфрамитом, амбигонитом и др. В зависимости от количественного распределения в таких пегматитах полезных компонентов среди них выделяются различные типы пегматитовых полей — оловянно-танталониобиевый и др. Между ними отмечаются постепенные переходы. Касситерит повсеместно отличается резко повышенным содержанием тантала и ниобия (до первых процентов). Распределение олова в пегматитах крайне неравномерное, гнездовое, в особенности на участках, подвергшихся альбитизации и грейзенизации. Наиболее высокие содержания олова характерны для интенсивно грейзенизированных участков. В неизмененных и слабо измененных оловоносных пегматитах содержание олова не превышает 0,08—0,1%, а обычно равно 0,04—0,05%. Среднее содержание олова в метасоматически измененных залежах редкометалльных пегматитов редко выше 0,15—0,2%. Масштабы оловянного оруденения в отдельных рудных телах весьма ограниченные. Ф.о.п. повсеместно могут являться коренными источниками для образования комплексных оловянно-редкометалльных россыпей, которые в большинстве случаев являются основными объектами разработки на редкометалльные минералы и попутно касситерита [Лугов, 1979]. Близкие определения: [Лугов, 1963, 1976; Барсуков, Дурасова, 1966; Лугов, Макеев, 1972; Вольфсон, Дружинин, 1975; Тананаева, 1976].

Син.: оловоносные пегматиты [Стрелкин, 1947; Вольфсон, Дружинин, 1975], формация касситеритовых пегматитов [Григорьев, 1957], оловоносные граниты [Барсуков, Дурасова, 1966], формация оловянных редкометалльных пегматитов [Лугов, 1979].

**КАССИТЕРИТ-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** Ф., относящаяся к классу высокотемпературных гидротермальных образований, генетически связанных с кислыми лейкократовыми (аляскитовыми, оловоносными) гранитами поздних стадий развития геосинклинальных складчатых зон. К.-к.ф. приурочена к участкам большой мощности сиалической земной коры, сложенной вверху песчано-сланцевыми толщами; характерно развитие региональных глубинных разломов, вдоль которых внедрялись кислые оловоносные граниты и вытягиваются рудоносные пояса. Отмечается также частое совмещение в кварцевых жилах касситерита с вольфрамитом, реже танталоколумбитом, висмутином, а из жильных минералов, кроме господствующего кварца, развиты слюды (мусковит), топаз, флюорит, турмалин, изредка молибденит. По существу, ассоциация минералов та же, что и в Sn—W—Mo—Be-грейзенировой формации, но с несравненно меньшим развитием минералов, богатых минерализаторами или летучими. Впрочем, районы распространения грейзенировой и К.-к.ф. обычно совпадают, имеют место постепенные переходы, так что провести между ними грань не всегда возможно. С другой стороны, имеют место связи между кварц-касситеритовой и кварц-вольфрамит-молибденитовой формациями и известное месторождение кварц-касситерит-вольфрамитового состава при резко подчиненной роли в них арсенопирита, молибденита и других сульфидов. В связи с этим некоторые из месторождений К.-к.ф. перспективны не только на олово, но также на вольфрам, висмут, и руды их должны рассматриваться как комплексные. Намечаются, правда менее определенно, связи К.-к.ф. с оловоносными пегматитами (совпадение районов, взаимопереходы) и в отдельных случаях с сульфидно-касситеритовой формацией, хотя последняя, как правило, тесно связана с интрузивами умеренно кислых гранитоидов меньших глубин и пространственно обособляется от районов развития оловоносных пегматитов и кварц-касситеритовых жил [Магакьян, 1969].

— Наиболее широко развита в геосинклинально-складчатых структурах мезозойского типа С (Северо-Восток и Дальний Восток СССР, Восточное Забайкалье, Памир) и герцинид (Казахстан, Средняя Азия) и на срединных массивах (Ханкайский, Бурвинский, Кочетавский и др.). Оловоносные площади с преимущественным развитием оруденения К.-к.ф. в геосинклинально-складчатых областях обычно размещаются на участках ранней консолидации в интрагеосинклинальных поднятиях областей. Рудоносные площади часто тяготеют к нарушениям, согласным с общескладчатому направлению, которые, как правило, размещаются вдоль вытнутых зон относительно неглубокого прогибания геосинклиналей и часто сопровождаются гранитоидными интрузиями батолитоподоб-

ного типа и более мелких размеров. Районы преимущественного развития оруденения. К.-к.ф. в пределах срединных массивов размещаются во внешней их зоне, как исключение — во внутренних частях. Срединные массивы оловоносных районов обычно окружены складчатыми структурами мезозой и герцинид, местами герцинид и каледонид одновременно. Для таких оловоносных районов типично широкое развитие процессов тектоно-магматической активизации и разновозрастного магматизма. При этом оловянное оруденение пространственно и генетически повсеместно связано с орогенными интрузиями кислых и ультракислых гранитов средних этапов развития подвижных областей, прилегающих к срединным массивам. Гранитные массивы или апикальные их части местами вскрыты эрозией, а большей частью скрыты на некоторой глубине. В последнем случае в надкупольных их зонах выделяются локальные поля ороговикования, турмалинизации с повышенными содержаниями бора и олова. Вмещающими породами оловоносных гранитов и связанного с ним оруденения К.-к.ф. являются породы различного возраста, состава и происхождения: песчаники и сланцы, гранитоиды, эффузивы кислого и среднего состава, гнейсы, кристаллические сланцы, карбонатные породы, амфиболиты и др. Среди них преобладают терригенные и гранитоидные породы алюмосиликатного состава. Месторождения и рудопроявления К.-к.ф. отличаются простым составом руд. Некоторое осложнение вещественного состава руд формации отмечается в скарновом минеральном типе, где оловянное оруденение повсеместно наложено на скарны сложного минерального состава, возникшие в дорудный этап [Лугов, 1979]. Близкие определения [Лугов, 1963, 1976; Лугов, Макеев, 1972; Тананаева, 1976].

При м е ч а н и е. Оруденение К.-к.ф. представлено тремя основными минеральными типами — кварцевым, грейзеновым и скарновым, существенно преобладают первые два.

*Кварц-жильный тип* оловянного и оловянно-вольфрамового оруденения развит широко. Преобладающая часть рудных тел кварцевого типа в ограниченных количествах содержит топаз и полевые шпаты. Отличительными особенностями минерального состава руд являются: резкое преобладание кварца, количество которого в рудных телах достигает 95% и более, и практическое отсутствие турмалина. Местами жилы и прожилки касситерит (вольфрамит)-кварцевого состава содержат повышенное количество арсенопирита, иногда превышающее или близкое к сумме касситерита и вольфрамита; реже встречается лёллингит, очень редким сульфидов меди, свинца, цинка, железа, олова, а также швелита. Минерализация кварцевого типа обычно выполняет трещинные системы, образуя местами протяженные жильные системы (Чукотка, Якутия, Казахстан, Киргизия, Памир и другие регионы). Жильные поля, минерализованные зоны и штокеркообразные залежи с минерализацией кварцевого типа большей частью размещаются среди ороговикованных (часто интенсивно) песчано-сланцевых толщ в надкупольной зоне скрытых на глубине гранитных куполов, нередко сложенных гранит-порфирами. Оруденение размещается также в купольных и эндоконтактных частях гранитных массивов — выступах, часто совместно с грейзеновым типом минерализации. В глубоко эродированных материнских гранитных интрузивах промышленное оруденение обычно не встречается. Наиболее крупные скопления оловянно-вольфрамовых руд кварцевого типа размещаются в надкупольных зонах скрытых гранитных выступов. При этом промышленное оруденение обычно не распространяется во вмещающие породы надкупольной зоны более чем на 600 м от поверхности скрытого рудоносного гранитного выступа. Местами рудные тела по падению из пород надкупольной зоны переходят в материнские граниты до 100—150 м.

Основными концентраторами промышленных скоплений олова и вольфрама в рудах кварцевого типа являются касситерит и вольфрамит, присутствующие в переменных количествах. Распределение их в рудных телах весьма неравномерное; часто отмечается тесная ассоциация минералов олова, вольфрама и фтора. Местами касситерит и вольфрамит, в особенности последний, образуют крупные агрегаты и кристаллы: вольфрамит до 50 см, чаще 3—5 см, касситерит до 10 см, обычно 0,5—1 см. В ряде оловянных районов в месторождениях такого типа (Чукотка и др.) с глубиной отмечается некоторое увеличение содержания вольфрамита при уменьшении количества касситерита и арсенопирита.

Руды месторождений кварцевого типа являются комплексными оловянно-вольфрамовыми; в виде примеси содержат висмут, иногда тантал и ниобий. По количественному составу на площади одного рудного поля или узла нередко выделяются рудные тела с преимущественным развитием олова или вольфрама или олова и вольфрама одновременно.

По масштабу промышленного оруденения месторождения кварцевого типа большей частью мелкие и средние. Однако они в пределах рудных узлов и районов нередко встречаются группами, что повышает их значимость и россееобразование.

*Грейзеновый тип* оруденения часто ассоциирует с кварцевым и также широко распространен. Однако по качеству руд, морфологии залежей, природе их образования и масштабам промышленных скоплений он существенно отличается от кварцевого. Пространственно оруденение грейзенового типа обычно тяготеет к купольным частям гранитных выступов и пологим их контактам под экраном перекрывающих пород. Грейзеновый тип минерализации также развивается по дайкам кислого состава (гранит-порфиры, кварцевых порфиров и аплитов), часто представляющих собой апофизы скрытого на глубине рудоносного гранитного интрузива. Реже грейзены с касситеритом развиваются по кристаллическим сланцам, гнейсам и вмещающим гранитам более древнего возраста (Северо-Восток СССР, Средняя Азия, Казахстан и др.).

Минеральный состав грейзенов замещения разнообразен и во многом определяется составом пород, подвергшихся грейзенизации, наложением минерализации нескольких стадий грейзенового процесса. При формировании различного состава грейзенов в переменных количествах приносились олово, вольфрам, бор, фтор и другие элементы. Наиболее часто процесс грейзенизации сопровождается образованием мусковит-кварцевого и мусковитового агрегатов. Высокотемпературные типы грейзенов с топазом, турмалином и сидерофиллитом нередко содержат повышенное количество касситерита, часто крупнокристаллического по сравнению с широко распространенными мусковитовыми грейзенами.

Наиболее распространенными морфологическими типами грейзеновых оловоносных залежей являются минерализованные зоны, реже встречаются штокверки и трубообразные тела. Форма и природа их образования крайне сложные. В зонах с грейзеновой минерализацией наблюдаются изолированные трещинные поля, отличающиеся непостоянством форм и распределения оруденения — спорадические гнезда. Штокверки с грейзеновой минерализацией обычно встречаются реже минерализованных зон и значительно реже грейзенов жильного типа, приуроченных к обособленным крутопадающим трещинам. В последнем случае часто наблюдается тесное сочетание двух минерально-генетических типов — кварц-жильного выполнения и грейзенового замещения по вмещающим породам.

Преобладающая часть морфологических типов грейзеновых залежей имеет сравнительно ограниченную глубину распространения промышленного оруденения, в особенности в случае их размещения на пологом склоне поверхности гранитного выступа. На примере месторождений Чукотки (Таризль, Иультин и др.) жильный кварцевый тип оруденения из надкупольной зоны на глубине, в гранитном выступе, местами переходит в грейзеновый. Среди грейзеновых месторождений преобладают мелкие по масштабам, реже встречаются средние. Содержание олова в руде, как правило, невысокое.

*Скарновый тип* оловянного оруденения касситерит-кварцевой формации распространен в рудных районах, где вмещающими породами оловоносных гранитов являются карбонатные породы, и обычно в тесной пространственной ассоциации с грейзеновым и кварцевым типами минерализации. Такие месторождения сложного минерального состава часто размещаются в зонах активизации (отраженной) срединных массивов и во внешней зоне платформ, в строении которых участвуют карбонатсодержащие породы.

Скарновый тип оловянного оруденения встречается также, хотя значительно реже, в связи с гранитоидами, сопровождающимися оловянным оруденением касситерит-силикатной и других оловяно-рудных формаций, при наличии сходной литологической обстановки (Учкошкон в Киргизии и др.). Среди разных формационных типов месторождений олова резко преобладает промышленное оловянное оруденение скарнового типа касситерит-кварцевой формации в тесной генетической связи с рудоносными гранитами позднего палеозоя и мезозоя.

Оловоносные скарны разнообразны по минеральному составу. В них обычно различают собственно скарновые минеральные ассоциации — пироксен, амфибол, гранат, магнетит, гипогенные бораты и др. и наложенную на них оловянную и сульфидную минерализацию. Наложенный характер рудной минерализации на скарны везде устанавливается однозначно. Сложность минерального состава оловянных руд скарнового типа обусловлена наличием гаммы специфических минералов скарнового этапа, а также образованием различных минеральных форм основных рудных элементов, в частности олова, кроме касситерита, также норденшельдита, станнина, гулсита, франкеита и др., вольфрам-шеелита, вольфрамита и др. Все это обусловило большое разнообразие минеральных ассоциаций в скарновом типе оловянных руд. Оловянное оруденение в скарнах часто сопровождается повышенными скоплениями магнетита, сфалерита, реже халькопирита.

Рудные тела оловоносных скарнов имеют сложную форму. Глубина распространения промышленного оловянного оруденения в них часто значительная и во многом сопоставима с таковой в кварцевом типе. Масштабы такого типа оловяно-рудных месторождений нередко крупные, более часто — средние и мелкие [Лугов, 1979].

Син.: кварц-касситеритовая формация [Магакьян, 1969], касситерит-кварцевая (грейзеновая) формация [Тананаева, 1976].

**КАССИТЕРИТ-СИЛИКАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Оруденение, локализованное преимущественно в геосинклинально-складчатых областях типа Д — в поздних герцинидах, мезозоидах и кайнозоидах. Оно также развито в молодых мезозойско-кайнозойских вулканогенных поясах на востоке страны. Такие месторождения олова практически отсутствуют на срединных массивах, платформах и щитах. Оловоносные структуры с оруденением обычно размещены в пределах подвижных зон эв- и реже миогеосинклинального типа, где наиболее отчетливо проявлены посторогенные (поздние) этапы развития тектоно-магматических циклов. Оловянное оруденение обычно ассоциирует со сложного состава многофазными интрузиями гранитоидов. Оруденение К.-с.ф. связано с гипабиссальными интрузиями гранитоидов сложного состава. Рудоносные интрузивные комплексы могут представлять собой плутонические и вулканоплутони-

ческие образования; формирование их в большинстве случаев происходило в неспокойной тектонической обстановке. Отличительной особенностью рудоносных магматических комплексов, сопровождавшихся оруденением К.-с.ф., являются повышенные скопления акцессорного турмалина в наиболее поздних кислых дифференциатах — турмалинодержащих гранитах. Такого типа турмалины местами также представлены в слабооловоносных метасоматических залежах. Преобладающая часть оловоносных площадей с оруденением данной формации размещается в надкупольных зонах скрытых рудоносных интрузивов гранитоидов. На площади таких рудных полей, нередко вблизи оловорудных месторождений, местами обнажаются интрузивы гранитоидов повышенной основности. Однако оруденение не имеет с ними прямой генетической связи [Лугов, 1979].

*Примечание:* Основными минеральными типами К.-с.ф. являются турмалиновый, хлоритовый и многосульфидный, нередко встречающиеся в пределах единой жильной системы, в зависимости от состояния эродированности рудного поля. Ограниченно развиты грейзеновый, скарновый, сидерофиллитовый и альбитовый типы оруденения. Необходимо подчеркнуть, что скарновый и грейзеновый типы оловянного оруденения по минеральным ассоциациям, размерам и количеству касситерита и элементам-примесям, как правило, отличаются от одноименных минеральных типов оруденения касситерит-кварцевой формации.

*Турмалиновый тип* оруденения наиболее широко распространен, местами тесно ассоциирует с хлоритовым типом. Он характерен для нижних частей рудной колонки в слабо эродированных жильных системах в надкупольных зонах скрытых гранитоидных выступов, а также в эндоконтактах интрузивов. Преобладающая часть турмалина формировалась до образования основных скоплений промышленного касситерита; нередко он участвует в строении крупных метасоматических зон и отдельных трещинных систем выполнения (рудные поля Валькумейское, Комсомольского района и др.). Такие турмалиниты обычно отличаются низкими содержаниями олова. Интересная в прикладном отношении касситеритовая минерализация наложена на турмалиновую. Количество турмалина в рудных залежах нередко достигает 40–60% и более.

Подобные руды обычно слагают залежи типа минерализованных зон, представляющие собой метасоматические образования, в пределах которых ограничено развиты мелкие жилы выполнения. Значительно реже встречаются штокверкоподобные залежи и собственно жилы выполнения. Содержание олова в рудах типа минерализованных зон и жил выполнения обычно высокое — первые проценты, в штокверковых телах, как правило, низкие — первые доли процента.

Глубина распространения промышленного оловянного оруденения в залежах и месторождениях турмалинового типа изменяется от нескольких десятков метров (месторождения Индустриальное, Хатарен и др.) до первых сотен метров (Валькумейское, Галимое, и др.). В случае проявления в рудных залежах вертикальной зональности и смены турмалинового типа оруденения менее низкотемпературным хлоритовым в верхних частях единой рудной колонки общий вертикальный размах оруденения по падению рудных тел значительно возрастает.

*Хлоритовый тип* оруденения большей частью тесно ассоциирует с турмалиновым; нередко один тип по вертикали постепенно переходит в другой. Характерными площадями развития хлоритового типа оруденения являются надкупольные зоны слабо эродированных рудных полей на площадях скрытых рудоносных интрузивов. Образование хлорита повсеместно обычно предшествовало формированию основных скоплений касситерита. Для месторождений такого типа характерно широкое проявление сульфидов железа, свинца, цинка, меди, реже олова, в особенности в верхних, приповерхностных частях рудной колонки. Касситерит в месторождениях хлоритового типа, подобно турмалиновому, обычно ассоциирует с кварцем. Глубины распространения промышленного оруденения большей частью значительные — сотни метров. Масштабы месторождений средние и мелкие, местами крупные. Преобладают залежи жильного типа и минерализованных зон.

*Многосульфидный тип* оловянного оруденения в ряде рудных районов широко распространен (Приамурье, Приморье и Якутия). В большинстве случаев он развит преимущественно в верхних, приповерхностных горизонтах слабо эродированных рудных площадей с широко проявленной зональностью рудоотложения в месторождениях касситерит-силикатной формации. С глубиной этот тип часто сменяется хлоритовым (Улахан-Эгелях и др.) и турмалиновым типами. В месторождениях подобного типа количество сульфидного олова в станнине и других минералов обычно не превышает 5–8% (относительно), а основная его масса связана с касситеритом [Лугов, 1979].

**КАССИТЕРИТ-СУЛЬФИДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Развита преимущественно в молодых геологических образованиях в советской прибрежной части бассейна Тихого океана, где широко распространены молодые вулканы среднего и кислого состава, реже гранитоидные интрузивы сложного строения, обычно тяготеющие к крупным региональным долгоживущим разломам. На территории СССР районами широкого развития оруденения К.-с.ф. являются Прибрежный (Сихотэ-Алинский) и Охотско-Чукотский вулканогенные пояса и частично Олюторская структурно-фациальная зона на севере

Камчатки. Минеральный состав руд месторождений К.-с.ф. сложный и непостоянный. В их составе резко преобладают переменного состава сульфиды, сульфосоли и сульфостаннаты, количество которых изменяется от 40 до 70%. Рудные залежи большей частью неправильной формы — типа минерализованных зон. Сложены в основном пирротинном, пиритом, стanniном, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, тетраэдритом, теннантитом, сульфидами серебра, минералами висмута, сульфостаннатами, арсенопиритом, сульфосолями германия, самородным серебром и др. Нерудные минералы обычно представлены кварцем, карбонатами различного состава, алунином, редко хлоритом, флюоритом и др., минералы олова — соединениями, как окисными, так и сернистыми, сульфостаннатами и сульфосолями. Характерной особенностью касситерита и других минералов из месторождений К.-с.ф. является практическое отсутствие в них элементов-примесей группы тантала и ниобия и, наоборот, исключительно высокое содержание индия, представляющего местами практический интерес [Лугов, 1979].

**ОЛОВЯННАЯ (РИОЛИТОВАЯ) ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представляющая собой высоко-температурное образование малых глубин, тесно связанное с кварц-порфирами — риолитами и их субвулканическими фациями, реже с дацитами (латитами). Возраст оруденения обычно третичный или верхнемеловой. Оруденение сосредоточено в прикромельной части экструзива кварцевых порфиров и представлено небольшими гнездами и штокверками среди окварцованных и серицитизированных пород. Руды прослеживаются на очень небольшую глубину (до 30 м) и представляют приповерхностные образования с содержанием Sn 0,1—3%, более высоким вверху. В составе руд главную роль играет "деревянистый" касситерит, представленный концентрически-скорлуповатыми выделениями, образованными в условиях резкого падения температуры и давления близ поверхности; в значительном количестве присутствуют кварц и серицит; в очень небольшом — гематит, топаз, флюорит, пирит, арсенопирит, минералы индия джалиндит и индит [Магакьян, 1969].

— Ф., отличительная особенность которой — пространственная и, видимо, генетическая связь с кислыми эффузивами, богатыми калием, риолитами, реже липаритами третичного, в меньшей мере мелового возраста. Слабая минерализация деревянистого олова установлена на площадях развития оруденения касситерит-сульфидной формации (рудные поля Хетинского месторождения и Беринговской ветви Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, на Малом Хингане и др.). В строении оловоносных площадей с минерализацией деревянистого олова одновременно с риолитами, липаритами встречаются также дайковые образования кислого и более основного состава, обычно секущие эффузивы. Для таких рудных полей характерно развитие жерловых структур. Скопления деревянистого олова обычно приурочены к площадям повышенной трещиноватости в кислых эффузивах, иногда содержащих миароловые пустоты. Преобладает трещинный тип оруденения; наиболее развиты маломощные короткие (единицы — первые десятки метров) жилы и прожилки с весьма ограниченной глубиной распространения. Общей чертой рудопроявлений и месторождений олова О. (р.) ф. является простота минерального состава: совместно с колломорфным касситеритом отмечаются тридимит, кристобалит, кварц, халцедон, опал, гематит, значительно реже топаз, флюорит, адуляр, кальцит и др. Касситерит обычно представлен натечными и игольчатыми формами [Лугов, 1979].

Син.: формация деревянистого олова, деревянистое олово [Материков, 1966].

**ОЛОВЯННО-ПОРФИРОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. О.-п.ф. венчает генетический ряд оловорудных формаций, включающий последовательно касситерит-кварцевую, касситерит-силикатную и касситерит-сульфидную. В этом ряду отмечается закономерное снижение температуры формирования продуктивных минеральных ассоциаций от 320—382°С (касситерит-кварцевая) до 315—360°С (касситерит-силикатная), 235—340°С (касситерит-сульфидная) и 265—330°С (оловянно-порфировая). По анализам водных вытяжек устанавливается снижение в этом же направлении общей минерализации законсервированных во включениях порций растворов, содержания в них фтора и магния и возрастания кальция, хлора и натрия. Содержание калия и бикарбонат-иона уменьшается от касситерит-кварцевой формации и касситерит-силикатной и затем резко возрастает к касситерит-сульфидной и оловянно-порфировой [Родионов, Родионова, 1981].

### III

## РТУТНЫЕ ФОРМАЦИИ

### 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

**ГРУППА РОДСТВЕННЫХ РТУТНЫХ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ.** — Группа рудных формаций — собственно ртутная, сурьмяно-ртутная и ртутно-сурьмяно-мышьяковая (реальгаровая), которую можно рассматривать как единую рудную формацию и минеральные типы или субформации в ней [Кузнецов, 1964].

— Ртутная (существенно киноварная) и мышьяково-сурьмяно-ртутная (реальгар-антимонит-киноварная) формации [Кузнецов и др., 1966].

**Примечание.** Оруденение Г.р.р.ф. размещается как в пределах складчатых областей, близких по времени консолидации геологическому возрасту оруденения, так и в более древних складчатых областях, испытавших последующую активизацию. Кроме того, установлено, что месторождения ртутной формации могут размещаться вдоль разломов в активизированной окраине древней Сибирской платформы, как это установлено в Ийско-Урикском районе Восточного Саяна. Мало того, намечается наличие рудопроявлений той же рудной формации во внутренних районах Сибирской платформы вне видимой связи с региональными глубинными разломами, ограничивающими платформу.

Рудопроявления этой группы формаций, как правило, обособляются от других рудных формаций, не обнаруживают явных парагенетических связей с проявлениями оруденения другого состава и типа. В размещении оруденения, принадлежащего к собственно ртутной формации, обычно не обнаруживается проявлений горизонтальной зональности.

Факторы магматического контроля оруденения имеют для месторождений данной группы формаций весьма ограниченное значение. Закономерные связи оруденения с гранитоидными интрузиями, как правило, отсутствуют. В некоторых случаях отмечается пространственная связь с ультраосновными интрузиями, вследствие чего вмещающими ртутное оруденение породами оказываются серпентиниты и апосерпентинитовые листвениты. По составу вмещающих пород в качестве одного из литолого-минеральных типов руд выделяется лиственитовый. Как известно, подобные условия размещения месторождений ртутной формации в пространственной связи с гипербазитовыми интрузиями, с серпентинитовыми поясами устанавливаются не только в Сибири и на Дальнем Востоке, но и в ряде других рудных провинций, в частности в Северо-Восточном Казахстане, в Южном Тянь-Шане, в Калифорнии и др. Известно, что это объясняется пространственной связью разнородных и нередко совершенно разновозрастных образований: интрузий глубинной ультраосновной магмы и низкотемпературного гидротермального сурьмяно-ртутного и мышьякового оруденения с наиболее глубокими и длительно существующими разломами, вдоль которых на самых ранних этапах развития их происходили интрузии ультраосновных магм, а на наиболее поздних — проявлялась низкотемпературная гидротермальная минерализация.

В некоторых случаях вдоль тех же глубинных разломов размещаются пояса малых основных интрузий, что позволяет в порядке предположения ставить вопрос о возможности отдаленных парагенетических связей оруденения, принадлежащего к данной группе формаций, с нескрытыми глубокими очагами основных по составу магм. В пользу предположения о генетических связях ртутного оруденения именно с глубинными очагами основных магм говорит установленная пространственная ассоциация ртутного оруденения с характерными для платформенных условий проявлениями магматизма — с щелочными ультраосновными интрузиями, дайковыми телами кимберлитов, а также излияниями траппов.

Таким образом, оруденение данного типа, принадлежащее к рассматриваемой группе формаций, связывается с глубокими рудогенерирующими очагами предположительно с магмами основного состава.

Минеральные ассоциации в составе руд, текстуры руд и характер околорудных изменений вмещающих пород указывают на то, что рудообразование происходило в условиях небольших глубин и даже в приповерхностных условиях.

По отношению к проявлениям близкого по возрасту вулканизма месторождения рассматриваемой группы рудных формаций распадаются на два типа: а) месторождений, не связанных с проявлениями близкого по возрасту вулканизма (Алтае-Саянская область, Таймыр, Забайкалье), и б) месторождений в областях синхронного вулканизма и деятельности горячих источников (Корякско-Камчатская область). Для месторождений этого типа намечаются парагенетические связи с проявлениями серного, эпитепмального золото-серебряного, молибденового и свинцово-цинкового оруденения, также связанного с вулканизмом того же позднегеретического возраста.

Рассмотренная группа рудных формаций в различных областях Сибири и Дальнего Востока имеет различный геологический возраст. Более или менее уверенно можно говорить о том, что она

проявилась в позднегерцинское, или раннемезозойское, время (Алтае-Саянская область, Таймыр), затем — в конце мезозоя (Забайкалье) и в позднеэоценовую эпоху, причем в некоторых участках рудоотложение продолжается в четвертичное время (Камчатка) [Кузнецов, 1964].

Син.: Собственно ртутные рудные формации [Кузнецов и др., 1966], монометалльные киноварные рудные формации [Кузнецов, 1976].

**СЛОЖНЫЕ РТУТЬСОДЕРЖАЩИЕ МНОГОМЕТАЛЛЬНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ртутно-сурьмяно-вольфрамовая и оловянно-золото-ртутная формации, в которых ртуть не является ведущим компонентом в рудах, а обособляется в форме сульфида в минеральных ассоциациях поздних стадий, следующих за более высокотемпературной минерализацией [Кузнецов и др., 1966].

— Ртутно-сурьмяно-вольфрамовая, золото-серебряная, свинцово-цинковая, барит-полиметаллическая, сульфидно-касситеритовая формации, в которых ртуть не является главным компонентом, а только примесью в рудах [Кузнецов, 1976].

Син.: комплексные ртутьсодержащие формации [Кузнецов, 1976].

**ПЕРВИЧНЫЕ РТУТНОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., являющиеся преимущественно комплексными с большим набором рудных минералов и достаточно тесно связанные с магматизмом (вулканизмом). К ним можно отнести ртутно-полиметаллические, ртутно-золоторудные и ртутно-сурьмяно-мышьяковые рудные формации. Сюда же следует отнести ртутно-оловянно-вольфрамовые рудные формации, возникающие при смешении фемических и салических рудных компонентов, источники которых гетерогенны [Иванкин, Туркин, 1972].

**ВТОРИЧНЫЕ РТУТНОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ.** — Ф., объединяющие так называемую телетермальную группу ртутных месторождений, преимущественно простого ртутного (монокиноварного), реже, вероятно, ртутно-сурьмяно-мышьякового состава. Для В.р.ф. связь оруденения с магматизмом является только косвенной [Иванкин, Туркин, 1972].

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ ФОРМАЦИЙ РТУТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.И. СМЕРНОВ [1947], В.И. СМЕРНОВ, Л.М. РЫЖЕНКО [1958]

**Классификация ртутных месторождений**, построенная на формационной основе, включает четыре рудные формации: ртутную, сурьмяно-ртутную, мышьяково-ртутную, сурьмяно-мышьяково-ртутную.

При этом ртутные месторождения здесь классифицируются не по минералогическому, а по геохимическому принципу. Сугубо минералогический подход к месторождениям данной группы весьма затруднителен, так как по минеральному составу они, по существу, не отличаются друг от друга. Разница между ними заключается лишь в количественных соотношениях минералов ртути, сурьмы и мышьяка, которые подвержены существенным колебаниям, иногда даже в пределах одного месторождения. Кроме того, на минеральный состав руд (главным образом на сообщество нерудных минералов) существенное влияние оказывает состав вмещающих пород. В результате одного рудного процесса, но вследствие различных физических и химических свойств среды, температурной обстановки и некоторых других внешних факторов возникают различные минеральные типы месторождений [Демидова, 1976].

И.Г. МАГАКЬЯН [1955, 1961, 1967 а, б]

**Ртутные месторождения** подразделяются на пять рудных формаций — киноварную, антимонит-киноварную, ртутно-полиметаллическую, золото-ртутную с теллуридами золота, мышьяково-ртутную.

В.А. КУЗНЕЦОВ [1964, 1968, 1971],  
В.А. КУЗНЕЦОВ, А.А. ОБОЛЕНСКИЙ, В.И. ВАСИЛЬЕВ [1966]

**Ртутные месторождения Сибири и Дальнего Востока** подразделяются на две группы месторождений: а) собственно ртутные, практически мономинеральные, в которых ртуть — главный полезный компонент; б) комплексные ртутьсодержащие месторождения сложного состава, в которых ртуть играет второстепенную роль. В составе

Таблица 47

Ртутные рудные формации Сибири и Дальнего Востока [Кузнецов и др., 1966]

Рудная формация	Тектоническая обстановка проявления формации	Связь с магматизмом	Глубина формирования месторождений	Минеральные типы	Характерные минеральные ассоциации
1	2	3	4	5	6
Ртутная	Посторогенные подновления глубинных разломов на поздних этапах развития складчатых зон	Парагенетическая связь с нескрытыми глубокими очагами базальтоидных магм, расположенных в зонах глубинных разломов	На умеренных глубинах и близповерхностные	Лиственит-киноварный	Арсенопирит, пирит, бравоит, антимонит, киноварь, реальгар, кварц, альбит, доломит, анкерит, диккит, кальцит
				Карбонатно-киноварный	Пирит, тетраэдрит, теннантит, шватцит, антимонит, киноварь, кварц, доломит, диккит, кальцит
				Кварц-киноварный	Пирит, халькопирит, антимонит, киноварь, кварц, диккит, кальцит
				Барит-киноварный	Арсенопирит, пирит, халькопирит, тетраэдрит, теннантит, шватцит, киноварь, кварц, барит, диккит
Ртутно-сурьмяно-вольфрамовая	В структурах активизации древних складчатых областей. Линейные зоны вдоль наложенных прогибов и впадин, обрамленных тектоническими нарушениями	Парагенетическая связь с малыми щелочными основными интрузиями	Близповерхностные месторождения	Киноварно-антимонит-ферберитовый	Антимонит, ферберит, арсенопирит, пирит, сфалерит, киноварь, кварц, сидерит
				Киноварно-антимонит-киноварный	Шеелит, киноварь, антимонит, кварц
Оловяно-золото-ртутная	Постскладчатые движения, связанные с расчленением консолидированного складчатого пояса на блоки. Региональные структурные швы	Парагенетическая связь с гранитоидами и близповерхностными интрузиями основного состава, повышенной щелочности произ-	Месторождения, сформированные на умеренных глубинах и близповерхностные	Золото-антимонит-киноварный	Пирит, галенит, золото, шватцит, антимонит, киноварь, реальгар, кварц, кальцит, сидерит

Вмещающие породы	Околорудные изменения	Оптимальные условия рудоотложения	Примеры рудопроявлений
7	8	9	10
Брекчированные апосерпентинитовые листвениты, реже известняки, песчаники и другие породы на контакте с серпентинитами или основными эффузивами	Локальная лиственитизация, карбонатизация, окварцевание, аргиллизация	Крупные месторождения локализируются в зонах региональных разломов. Наиболее благоприятны участки разветвления (сопряжения) разломов, зоны повышенной трещиноватости, выполаживание разломов и т.д.	Чаганузунское, Чазадырское, о-в Сахалин и др.
Известняки, доломитизированные известняки, известковистые сланцы	Доломитизация, кальцитизация, окварцевание, аргиллизация	В зонах региональных разломов, под надвигами, в зонах взбросов. Наиболее благоприятны участки "флексури" изгибов поверхности сместителя разломов, структуры типа "конского хвоста" и т.д.	Акташское, Саранское, Горхонское и др.
Песчаники, метаморфические сланцы, роговики, граниты, вулканогенные толщи (липариты, дациты, их туфы)	Окварцевание, аргиллизация	В оперяющих трещинных структурах высоких порядков, жилы выполнения. Возможны поднадвиговые месторождения. Крупные рудные тела вдоль разломов и оперяющих трещин в благоприятных для замещения породах	Курайское, Курумдинское, Актюльское, Пламенное, Ламутское и др.
Андезитовые порфириты, туфопесчаники, туфоконгломераты и другие вулканогенно-осадочные породы	Баритизация, окварцевание, аргиллизация	В перистых трещинах скальвания и других трещинных зонах. Возможны пластовые залежи в литологических благоприятных горизонтах	Терлигхайское, Коксаирское, Орлиногорское и др.
Кварциты, метаморфические сланцы, песчаники	Серицитизация, окварцевание, аргиллизация	В трещинах, оперяющих крупные разломы, зоны брекчий. Благоприятные участки пересечения горизонтов хрупких пород разломами	Барун-Шивейское, Новоивановское
Метаморфические песчано-сланцевые толщи	Окварцевание, карбонатизация	Зоны смятия и дробления вдоль перистых трещин	Новоказачинское
Доломитизированные известняки, глинисто-известковистые сланцы	Доломитизация, окварцевание, кальцитизация	Надвиговые структуры, участки пересечения крутыми рудоподводящими разломами пологозалегающих горизонтов известняков, перекрытых сланцами; зоны дробления	Рудопроявления Терехтяхской (Нальчанской) зоны, уч. Топкий, Дальний, Крутой

Таблица 47 (окончание)

1	2	3	4	5	6
Оловяно-золото-ртутная	на границе мезозойских прогибов и палеозойских горст-антиклинориев	водными сложными вулканогенно-плутонических комплексов		Касситерит-золото-киноварный	Касситерит, арсенопирит, пирит, галенит, сфалерит, золото, антимонит, киноварь, кварц, флюорит, кальцит, опал, халцедон, диккит
Мышьяково-сурьмяно-ртутная	В кайнозойских складчатых областях в связи с глубинными разломами	Парагенетическая связь с вулканизмом	Близповерхностные месторождения	Реальгар-антимонит-киноварный	Пирит, антимонит, киноварь, реальгар, кварц, марказит, сера

первой группы выделены следующие формации: ртутная, сурьмяно-ртутная, мышьяково-сурьмяно-ртутная, золото-сурьмяно-ртутная (табл. 47). Формации, в свою очередь, подразделяются на минеральные типы. В пределах Алтае-Саянской рудной провинции [Основы формационного..., 1966] выделены четыре минеральных типа: 1) магнезиально-карбонатно-киноварный (лиственитовый); 2) карбонатно-киноварный; 3) кварцево-киноварный; 4) барит-киноварный. Для Тянь-шаньской ртутной провинции выделяется флюорит-киноварный тип руд.

#### П.В. БАБКИН [1968, 1969]

**Классификация ртутных эндогенных месторождений Северо-Востока СССР**, построенная на обособлении нескольких минеральных типов месторождений: 1) кварц-доломит-диккит-киноварный; 2) кварц-кальцит-киноварный; 3) кварц-диккит-киноварный; 4) кварц-киноварный (вторично-кварцитовый); 5) магнезиально-карбонатно-киноварный (лиственитовый).

#### З.В. СИДОРЕНКО [1968]

**Ртутные месторождения юга Дальнего Востока** подразделяются на моно- и диметальные (ртутные и сурьмяно-ртутные) месторождения и комплексные полиметалльные. Первая группа рассматривается в качестве самостоятельной автогенной рудной формации, вторая как гетерогенная группа смешанных (гибридных) формаций.

#### Н.А. НИКИФОРОВ [1969]

**Классификация сурьмяных и ртутных месторождений Тянь-Шаня** включает в себя девять самостоятельных рудных формаций, выделенных по особенностям состава рудовмещающих толщ. Ртутные месторождения в доломитах отнесены к доломит-киноварной формации, а месторождения, заключенные в джаспероидах, — к кварц-кальцит-киноварной. По этому же принципу выделены диккит-киноварная, барит-киноварная, лиственит-киноварная, кварц-флюорит-кальцит-антимонит-киноварная, анкерит-кварц-кальцит-киноварная формация.

7	8	9	10
Эффузивы, песчано-сланцевые толщи, кремнистые сланцы, известняки, кристаллические сланцы, диоритовые порфириды, граниты	Окварцевание, серицитизация, опализация, аргиллизация	Краевые разломы на участках сочленения антиклинориев и синклинориев. Зоны дробления вдоль тектонических нарушений в пределах синклинориев	Афанасьевское, Ясное, Мяо-Чанского района (Северное и др.)
Вторичные кварциты по эффузивным породам. Флишоидные толщи	Пропилитизация, серицитизация, окварцевание, аргиллизация	Вдоль тектонических нарушений в гидротермально измененных породах. Возможны пластовые залежи в условиях переслаивания туфового материала и потоков плотных лав. Зоны дробления и трещины, их пересечения в песчаниках и сланцах	Ртутной зоны Среднего Камчатского хребта (Анавайское, Алнейское и др.)

**В.П. ФЕДОРЧУК [1969]**

**Рудные формации ртутно-сурьмяных месторождений** показаны в табл. 48.

**В.А. КУЗНЕЦОВ [1972 а, б, 1976]**

**Систематика ртутных рудных формаций** показана в табл. 49.

**Примечание.** В основу систематики положено выделение рудных формаций и минеральных типов. Кроме того, учитывалось отношение месторождений к магматическим образованиям, структурная обстановка, литологический состав вмещающих пород, характер околорудных гидротермальных изменений.

**В.И. БЕРГЕР, Н.С. МУДРОГИНА, В.Г. КУЗЬМИН [1973]**

**Систематика ртутных месторождений**, построенная на попытке увязать минералого-геохимические особенности ртутных месторождений с тектоно-магматическими условиями их проявления, включает в себя шесть формаций простых и комплексных ртутных месторождений, которые объединены в две группы по типическим тектоно-магматическим обстановкам, различающимся формами и интенсивностью проявления магматизма: 1) амагматических демиссионных зон и 2) зон полифациального субаэрального вулканизма. В первой группе выделены три ртутные формации — ртутно-флюорит-сурьмяная джеспериодная, ртутная карбонатная и ртутная аргиллизированная, а во второй — ртутная халцедон-карбонатно-аргиллизитовая, ртутная листовенитовая и ртутная опалитовая.

**В.П. ФЕДОРЧУК, Р.Р. ИСАКОВ [1975]**

**Ртутно-сурьмяные месторождения Средней Азии** подразделяются на следующие группы рудных формаций: сурьмяно-редкометалльная (золото-мышьяково-вольфрам-оловянная) с ртутью (комплексная); сурьмяно-полиметаллическая (медно-серебряно-полиметаллическая) с ртутью (комплексная); сурьмяная (антимонитовая); сурьмяно (антимонитово)-ртутно (киноварно)-мышьяковая (реальгар-аурипигментовая) с селеном и таллием; ртутная (киноварная); ртутно (шватцит-киноварно)-полиметаллическая; ртутная (киноварная, иногда киноварно-метациннабаритовая); ртутная (киноварная, с самородной ртутью).

**Т а б л и ц а 48**  
**Основные типы ртутно-сурьмяных месторождений [Федорчук, 1969]**

Рудная формация	Тип рудной формации	Вмещающие породы	Рудоконтролирующие структуры	Ведущие структурно-морфогенетические типы рудных тел
<b>I. Переходные к собственно гидротермальным (группа сурьмяных рудных формаций)</b>				
1. Сурьмяно-редкометаллическая (золото-мышьяк-вольфрам-оловянная) с ртутью (комплексная)	1. Кварц-мусковит-флюоритовый 2. Кварц-хлорит-серицитовый	Терригенные и терригенно-эффузивные толщи, прорываемые иногда телами изверженных пород кислого, реже основного состава	Системы секущих разрывных нарушений, иногда связанных со структурами контактов; трещины отслоения в ядрах антиклиналей	Обычно секущие жилы, реже контактовые тела или штокверки
2. Сурьмяно-полиметаллическая (медно-серебряно-полиметаллическая) с ртутью (комплексная)	1. Кварц-серицитовый 2. Кварц-поликарбонатный	Терригенно-эффузивные толщи Породы существенно карбонатного состава (обычно доломиты)	То же "	Секущие жилы, рудные столбы и штокверки Согласные и контактовые залежи, реже секущие тела и штокверки
<b>II. Типично телетермальные (группа сурьмяно-ртутно-мышьяковых рудных формаций)</b>				
1. Сурьмяная (антимонитовая)	1. Кварцевый 2. Джеспериодный	Терригенные и эффузивные (кислые) толщи, интрузивы (чаще кислые) Зона контактов известняков, экранирующихся сланцами	Серии секущих трещин Куполовидные структуры, осложненные разломами	Крутопадающие секущие жилы  Согласные плащеобразные залежи, иногда штокверки, еще реже секущие тела
2. Сурьмяно (антимонито)-ртутно (киноварно)-мышьяковая (реальгар-аурипигментовая) с селеном и таллием; сурьмяно-ртутная (ливингстонитовая)	Джеспериодный (кварц-флюорит-серицит-кальцитовый)	То же	То же	То же
3. Ртутная (киноварная)	1. Лиственитовый (кварц-поликарбонатный) 2. Доломитовый	Зона контакта гипербазитов с терригенно-эффузивными и карбонатными породами  Доломиты, обычно тонкослоистые, глинистые, реже массивные	Структуры контактов, осложненных разломами  Структуры внутриформационного рассеяния в местах перегиба рудовмещающих толщ	Контактные залежи и крутопадающие, протяженные на глубину рудные столбы, иногда штокверки, еще реже секущие жилы Согласные залежи, секущие тела жильного типа, иногда штокверки
3. Ртутная (киноварная)	3. Кальцитовый 4. Диккитовый (кварц-диккитовый) 5. Баритовый (кварц-барит-карбонатный)	Известняки массивные, реже слоистые Терригенные и терригенно-эффузивные (кислые) толщи, зоны контакта с дайками и штоками изверженных пород, солянокупольные структуры Карбонатные породы, реже терригенно-эффузивные и изверженные	Системы пересекающихся трещин Антиклинальные структуры, осложненные разломами, изгиб контакта, серии секущих трещин Система секущих трещин структуры контактов	Гнезда, штокверки, иногда секущие тела, еще реже пластообразные залежи Согласные пластовые залежи, жильные секущие тела, штокверки, контактовые залежи и столбы Секущие жилы, контактовые залежи
4. Ртутно (кварцит-киноварно)-полиметаллическая	1. Кварц-карбонат-баритовый 2. Кварц-диккит-карбонат-баритовый	Карбонатные породы (чаще доломиты), реже терригенно-эффузивные и интрузивные	Серии секущих трещин	Согласные залежи, секущие жильные тела и штокверки
<b>III. Переходные к вулканогенным (группа ртутных формаций)</b>				
<b>А. Связанные с термальными источниками</b>				
Ртутная (киноварная, иногда кинноварно-метациннабаритовая)	1. Опалитовый (палеопалитовый) 2. Кальцит-арагонитовая (известняково-травертиновая) с баритом	Породы алюмосиликатного состава Породы карбонатного состава	Зоны крутопадающих нарушений; форма рельефа, определяющая положение уровня грунтовых вод То же	Грибо- и столбообразные тела, секущие жилы, иногда штокверки Секущие жилы, штокверки
<b>Б. Связанные с высокотемпературными газовой-жидкими эманациями</b>				
Ртутная (киноварная, с самородной ртутью)	1. Кварц-хлоритовый 2. Кварц-цеолитовый 3. Кварц-диаспор-алунитовый (с баритом, иногда каолинитом)	Эффузивы кислого и основного состава, штоки субвулканических пород То же Терригенно-эффузивные толщи преимущественно кислого состава	Зоны крупных разломов; вулканические аппараты, системы секущих разрывных нарушений То же "	Контактные залежи и крутопадающие рудные столбы, секущие жилы, штокверки, иногда Т-образные залежи То же Штокверки, Т-образные залежи

**Т а б л и ц а 49**  
**Ртутные рудные формации (Кузнецов, 1972а, 1976)**

Гене- тиче- ская груп- па	Руд- ная фор- мация и суб- фор- мация	Минеральный тип	Характерная минеральная ас- социация	Структурно-морфологические типы
Эпитермальная (телетермальная)	Ртутная Субформация: собственно ртут- ная, сурьмяно-ртутная, мышьяково-ртутная	Магнезиально-кар- бонатно-киновар- ный (лиственито- вый)	Киноварь, антимонит, пирит, миллерит, герсдорфит, ре- альгар, кварц, доломит, ан- керит, кальцит, диккит, аль- бит	Месторождения в зонах разло- мов; рудные залежи линзовид- ной формы, характерны руд- ные столбы
		Карбонатно-кино- варный	Киноварь, антимонит, пирит, блеклые руды, реальгар, кальцит, доломит, кварц	Поднадвиговые субпластовые, гнездовые и жильные место- рождения. Рудные тела пла- стовые, гнезда, столбы, жилы
		Кварц-киновар- ный	Киноварь, антимонит, пи- рит, марказит, блеклые руды, иногда сфалерит, сау- ковит, онофрит, сауковит, онофрит, серицит, кварц	Поднадвиговые гнездовые, жильные; пластовые тела, штокверки, жилы, гнезда
		Барит-киновар- ный	Киноварь, блеклые руды, пи- рит, марказит, халькопирит, галенит, кварц, барит, дик- кит	Гнездовые, жильные, шток- верковые
		Флюорит-кино- варный	Киноварь, антимонит, кварц, флюорит, карбонаты	Поднадвиговые субпласто- вые, гнездовые
Вулканогенная	Ртутная опалитовая (мышь- яково-сурьмяно-ртутная)	Кварц-реальгар- киноварный		
		Опалит-киновар- ный		
		Колчеданно-ки- новарный		
		Серно-киновар- ный		
		Осадки совре- менных источ- ников		

**Т а б л и ц а 50**  
**Схема систематики ртутно-рудных месторождений сурьмяно-ртутно-мышьяковой формации**  
**(Демидова, 1976)**

Минеральный тип	Характерные мине- ральные ассоциации	Вещающие породы	Структурно-морфо- логические типы	Формы рудных тел
Магнезиально- карбонатно- киноварный	Киноварь, пирит, ан- тимонит, арсенопи- рит, геродорфит, миллерит, реаль- гар. Кварц, доло- мит, анкерит, каль- цит, магнезит	Серпентиниты, апо- серпентинитовые ли- ствениты, спилиты, диабазовые порфи- риты, известняки, песчаники, аргил- литы	Поднадвиговые, гне- здовые и жильные в линейных зонах дробления и комби- нированных струк- турах сложного ти- па	Линзовидные, столбообразные залежи, "рудные столбы"

Вмещающие породы	Гидротермальные изменения в вмещающих пород	Связь с магматизмом	Примеры рудопроявлений
Серпентиниты, листвениты, порфириды, туфы, известняки, песчаники	Лиственитизация, окварцевание, карбонатизация, аргиллизация	Отдельная парагенетическая с самостоятельными малыми интрузиями субщелочных базальтоидов, с производными глубинных подкоровых основных магм в зонах глубинных разломов	Чаганузунское (Горный Алтай), Чазадырское (Туза), Чонкойское (Тянь-Шань); Карагинское (Камчатка)
Известняки, доломитизированные и окварцованные, глинистые сланцы, песчаники	Доломитизация, окварцевание, кальцитизация, аргиллизация		Акташское, Сарасинское (Горный Алтай), Сымапское (Тянь-Шань)
Песчаники, метаморфические сланцы, гранитоиды, вулканиты и другие алюмосиликатные породы	Окварцевание, карбонатизация, аргиллизация		Курайское (Горный Алтай), Белоосиповское (Кузнецкий Алтай), Горхонское (Восточный Саян)
Эффузивные породы главным образом среднего и кислого состава, туфы	Окварцевание, аргиллизация, баритизация		Ретлигхайское (Тува), Орлиногорское (Сапайр)
Известняки, глинистые сланцы	Окварцевание, аргиллизация		Тянь-Шань
		Парагенетическая связь с вулканитами, производными, главным образом андезит-базальтовой формации	Закарпатская область
			США, Камчатка
			Вулкан Менделеева, о-в Кунашир, Япония
			Сульфур-Бэнк
			Апапель, Кальдера, Узон (Камчатка)

Гидротермальные изменения в вмещающих пород		Геотектоническая позиция и связь с магматизмом	Примеры месторождений
дорудные	предрудные и околорудные		
Лиственитизация	Окварцевание, аргиллизация, лиственитизация	Пояса альпийской и мезозойской складчатости	Нью-Альмаден, Ореро, Оплайн, Пикачо, Клир-Крик, Флинт-Граупт, Агятагское, Шорбулахское, Кесаманское, Светловское, Тамватнейское и др.

Таблица 50 (окончание)

Минеральный тип	Характерные минеральные ассоциации	Вещающие породы	Структурно-морфологические типы	Формы рудных тел
Карбонатно-киноварный	Киноварь, пирит, антимонит, блеклые руды, реальгар. Кварц, доломит	Известняки, доломиты, толщи сложно переслаивающихся пород существенно доломитового состава	Поднадвиговые, субпластовые (меж- и внутриформационные), гнездовые, жильные	Пластообразные, жилкообразные, столбообразные залежи, штокверки, гнезда, линзы
Кварц-диккит-киноварный	Киноварь, пирит, марказит, антимонит, метациннабарит, реальгар, аурипигмент. Кварц, диккит, кальцит, анкерит, сидерит, доломит, иногда, серицит	Песчаники, кварциты, алеволиты, глинистые сланцы, кислые эффузивы, гранодиорит-порфиры, граниты, метаморфические сланцы	Поднадвиговые, гнездовые и жильные в линейных зонах дробления, на пересечении пластов, благоприятных для оруденения, разломов, приуроченные к трещинам оперення и т.д.	Пласто- и линзообразные залежи, "рудные столбы", штокверки, "мантообразные тела", гнезда
Барит-киноварный	Киноварь, пирит, марказит, ртуть-содержащие блеклые руды, кварц, барит, диккит, кальцит	Андезитовые порфириты, туфы среднего состава, туфобрекчии, известняки, песчаники на контакте с вулканогенными породами	Гнездовые и жильные в линейных зонах дробления	Линзы, "рудные столбы", гнезда
Кварц-карбонатно-флюорит-антимонит-киноварный	Киноварь, антимонит, реальгар, аурипигмент, теннантит—пирит, лингстонит. Кварц, карбонаты (кальцит, доломит), флюорит, барит, диккит	Массивные, тонкослоистые известняки, глинистые сланцы	Пластовые (меж- и внутриформационные) подэкранные	Пластообразные, линзообразные, столбообразные залежи; тела сложной формы, штокверки, гнезда

Н.Г. ДЕМИДОВА [1976]

Систематика ртутных месторождений сурьмяно-ртутно-мышьяковой формации показана в табл. 50.

Примечание. Предлагаемая схема классификации в какой-то мере созвучна систематике В.И. Смирнова [1947], В.И. Смирнова, Л.М. Рыженко [1958].

Сравнительная характеристика формационных систематик ртутных месторождений показана в табл. 51.

Гидротермальные изменения в вмещающих породах		Геотектоническая позиция и связь с магматизмом	Примеры месторождений
дорудные	предрудные и околорудные		
Доломитизация, окварцевание	Окварцевание, аргиллизация, пиритизация, кальцитизация	Зоны активизации областей завершенной складчатости Пояса альпийской и мезозойской складчатости	Чаган-Узунское, Чонкойское, Сарыташское  Ботия-Пунко, Идрия (частично), Галхая, Нальчанское, Верхнетасканское, Урультунское
Окварцевание	Аргиллизация, пиритизация, марказитизация	Зоны активизации областей завершенной складчатости и древних платформ Пояса альпийской и мезозойской складчатости	Акташское, Сымапское, Адыракоу, Бирксу, Карасуйское, Ваньшаньская группа  Альмаден, Нью-Идрия, Уанковелика (Санта-Барбара), Сахалинское, Ахейское, Тибское, Идрия (частично), Западно-Палаянское, Ляпганайское и др., Никитовское, Белосиповское, Курайское, Горхонское
Четко не проявлены	Аргиллизация	Зоны активизации областей завершенной складчатости и краевых частей древних платформ Молодые вулканогенные пояса	Кордеро, Опелайт, Бертц, Боркут, Большой Саян, Оленевское
Окварцевание (джаспериодизация), иногда сопровождаемое флюоритизацией	Окварцевание, пиритизация, аргиллизация	Зоны активизации областей завершенной складчатости и краевых частей древних срединных массивов	Терлигхайское, Орлиногорское, Уланду, Ашат, рудопроявления Догдинской впадины (СВ Якутия)
		Зоны активизации областей завершенной складчатости	Хайдарканское, Чаувайское, Кончоч

**П р и м е ч а н и е.** В настоящее время нет общепризнанной и строгой классификации ртутных месторождений на формационной основе. Во всех классификациях, будь они общими или региональными, фигурируют практически одни и те же группы месторождений со сходными чертами геологических условий нахождения и близким минеральным составом, т.е. используется минералогический (или химико-минералогический) принцип. В одних случаях они выделяются в качестве самостоятельных рудных формаций по одному или нескольким диагностическим признакам, в других — рассматриваются как минеральные типы, подчиненные одной или нескольким ртутным формациям [Демидова, 1976].

Таблица 51

Сравнительная характеристика формационных систематик месторождений [Демидова, 1976]

И.Г. Магакьян (1961 г.)		В.А. Кузнецов, А.А. Оболенский, В.И. Васильев (1966 г.)		В.А. Кузнецов (1968 г.)	
Формация	Формация	Минеральный тип	Формация	Минеральный тип	
Киноварная	Ртутная	Лиственит-киноварный, карбонатно-киноварный, кварц-киноварный, барит-киноварный	Ртутная (сурьмяно-ртутная)	Магнезиально-карбонатно-киноварный, карбонатно-киноварный, кварц-дикит-киноварный, барит-киноварный	
Антимонит-киноварная	Мышьяково-сурьмяно-ртутная Ртутно-сурьмяно-вольфрамовая	Реальгар-антимонит-киноварный Киноварно-антимонит-ферберитовый (шеелитовый)	Мышьяково-сурьмяно-ртутная Ртутно-сурьмяно-вольфрамовая	Опалитовый	
Золото-ртутная	Оловянно-золото-ртутная	Золото-антимонит-киноварный, касситерит-золото-киноварный	Золото-сурьмяно-ртутная	Золото-антимонит-киноварный, карбонатно-киноварный	
Мышьяково-ртутная			Мышьяково-ртутная Ртутно-сурьмяно-мышьяковая Сульфидно-касситеритовая Золото-серебряная		
Ртутно-полиметаллическая			Полиметаллическая		

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ РТУТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**РТУТНАЯ ФОРМАЦИЯ (субформация).** — 1. Ф., в которую входят месторождения эпitherмальной и телетермальной генетических групп, развитые вне области синхронного с оруденением вулканизма. Для Р.ф. характерны в составе руд: главный рудный минерал — киноварь, второстепенные — антимонит, реальгар, аурипигмент, блеклые руды; нерудные — карбонаты, кварц, флюорит, барит. Околорудные гидротермальные изменения — окремнение, аргиллизация, баритизация, доломитизация [Кузнецов, 1976, 1978 а, б]. Близкие определения: [Кузнецов и др., 1966].

**Примечание.** П.Ф. Иванкин, И.С. Туркин [1972] дополнительно указывают, что к Р.ф. относятся также гидротермальные средне- и низкотемпературные группы месторождений, связь которых с конкретным магматизмом установить практически невозможно.

Р.ф. нередко ассоциирует с флюоритовой, сурьмяной, мышьяковой (реальгаровой) формациями, образуя мышьяково-сурьмяно-ртутный рудный комплекс [Кузнецов, 1976, 1978 а, б].

Р.ф., так же как и опалитовая Р.ф., по относительно повышенному содержанию в рудах сурьмы и мышьяка может быть разделена на субформации: собственно ртутную, сурьмяно-ртутную и мышьяково-ртутную [Кузнецов, 1978 б].

В.А. Кузнецов (1972 г.)

И.Н. Титов, Т.В. Тарасенко (1968 г.)

Формация	Субформация	Минеральный тип	Группа формаций	Формация	Минеральный тип
Ртутная	Ртутная, сурьмяно-ртутная, мышьяково-ртутная	Магнезиально-карбонатно-киноварный, карбонатно-киноварный, кварц-киноварный, барит-киноварный, флюорит-киноварный	Реальгар-антимонит-киноварная	Лиственит-киноварная Кварц-доломит-диксит-киноварная	Лиственитовый, лиственитоподобный Кварц-доломит-диксит-киноварный, кварц-доломит-диксит-антимонит-киноварный
Ртутная опалитовая (мышьяково-сурьмяно-ртутная)		Кварц-реальгар-киноварный, опалит-киноварный, колчеданно-киноварный, серно-киноварный, осадки современных источников		Опалитовая	Опалит-реальгар-антимонит-киноварный, опалит-киноварный, осадки современных термальных источников и сольфатарных полей Кварц-антимонитовая
				Комплексная с ртутью, медью и свинцом	
				Золото-серебряная	Золото-кварцевый, серебряных сульфосолей с ртутьсодержащими блеклыми рудами

2. Субформация, в которую входят месторождения с рудами узкого геохимического профиля, практическая ценность которых определяется исключительно ртутью. Содержания сурьмы и мышьяка в "монометалльных" ртутных рудах обычно не превышают тысячных и сотых долей процента. Аномально высокие концентрации этих элементов характерны лишь для тех участков руд, где присутствуют скопления антимонита, реальгара или аурипигмента. Изредка в монометалльных ртутных рудах устанавливаются повышенные содержания кадмия и селена; достаточно обычными редкими примесями являются медь, цинк, свинец, кобальт, ванадий, серебро. Для большинства месторождений характерно отсутствие олова, золота, висмута, вольфрама и молибдена, которые установлены в рудах ограниченного числа проявлений, пространственно ассоциирующих с месторождениями этих металлов. Характерной чертой руд месторождений Р.ф. является удивительное сходство их минерального состава. Среди рудных минералов в месторождениях этой группы заметно преобладает киноварь, что позволяет считать их руды практически киноварными. В последних изредка присутствуют небольшие скопления пирита, антимонита, реальгара, аурипигмента, сауковита и онофрита, которые чаще образуют самостоятельные выделения, пространственно обособленные от собственно киноварных руд. Второстепенные рудные минералы, пользующиеся ограниченным распространением в рудах, представлены арсенипиритом, сфалеритом, ртутьсодержащим сфалеритом, халькопиритом, марказитом и метациннабаритом; в ряде месторождений

метациннабарит, правда, образует довольно крупные скопления и добывается попутно с киноварью. К редким минералам киноварных руд относятся гвадалкацарит, швацит, тиманнит, аргентит, сульфосоли меди и свинца, акташит, галхаит, вакабаяшлилит, ртуть-содержащие блеклые руды и др. Состав гидротермальных нерудных минералов и их количественные соотношения в рудах месторождений определяются составом рудовмещающих или нижерасположенных толщ, изменяемых в процессе предрудного метаморфизма. Сложные железисто-магнезиальные и магнезиальные карбонаты типичны для руд, локализованных в серпентинитах, лиственитах, метаморфических сланцах, в состав которых входят первичные магниесодержащие силикаты или карбонаты. Кальцит и доломит доминируют в рудах, сформированных в известняках, доломитах и других известковистых породах. Кварц и барит резко преобладают в условиях наложения ртутной минерализации на вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования, обогащенные кремнием и барием; роль кварца и диккита повышается среди алюмосиликатных разностей пород. К этому следует добавить, что на многих месторождениях ртутной субформации наблюдается весьма тесная ассоциация киновари с твердыми и жидкими углеводородами [Демидова, 1976].

**Примечание.** В составе Р.ф. выделяются следующие минеральные типы.

*Кварц-флюорит-киноварный (джаспероидный) тип.* Представителями этого типа являются Хайдарканское, Чаувайское и ряд других месторождений Среднеазиатской рудной провинции. Для них характерно предрудное окремнение вмещающих пород, главным образом известняков, с образованием так называемых джаспероидов. Характерно присутствие в рудах значительного количества флюорита. Рудными телами являются субпластовые залежи джаспероидных брекчий, формирующихся в сводовых частях антиклиналей под экраном глинистых сланцев, а также секущие тела в трещинных зонах. Главные рудные минералы — киноварь и антимонит, второстепенные — пирит, арсениопирит, блеклые руды, гетчелит, ливингстонит, галенит, сфалерит, реальгар, аурипигмент.

*Магнезиально-карбонатно-киноварный (лиственитовый) тип.* Типовые месторождения — Чаган-Узунское в Горном Алтае, Чазадырское в Туве, Чонкойское в Средней Азии, Тамватнейское в Корякско-Камчатской провинции, Нью-Альмаден в Калифорнии (США). Рудами месторождений этого типа являются минерализованные апосерпентинитовые листвениты, основные эффузивные породы, песчаники, известняки. Гидротермальные изменения — лиственитизация, доломитизация, окварцевание, аргиллизация. В составе руд наряду с обычными рудными минералами — киноварью, антимонитом и реальгаром — встречаются миллерит, герсдорфит, полидимит, линнеит, а из нерудных — доломит, анкерит, брейнерит, кварц. Форма рудных тел — линзовидные залежи в зонах региональных разломов, нередко под экранами. Характерны большая протяженность рудных тел по простиранию и падению, наличие рудных столбов. Месторождения этого типа размещаются вдоль зон глубинных разломов и связанных с последними серпентинитовых поясов.

*Карбонатно-киноварный тип.* Представителями этого типа являются Акташское месторождение в Горном Алтае, Сымапское месторождение в Средней Азии, месторождения типа Ваньшань в Китае, Идрия в Югославии, Гуитццоко в Мексике. Месторождения локализируются в карбонатных толщах. Рудные минералы — обычные для ртутной формации, нерудные представлены кальцитом, доломитом, кварцем. Характерны поднадвиговые субпластовые месторождения, нередко весьма значительные.

*Кварц-диккит-киноварный тип.* Месторождения этого типа формируются в породах алюмосиликатного состава — песчаниках и глинистых сланцах, характерных для терригенных геосинклиналей или краевых прогибов. Минеральный состав руд отличается резким преобладанием киновари при весьма незначительном участии антимонита и других рудных минералов. Среди нерудных минералов наиболее характерны кварц и особенно диккит. Околорудные изменения — аргиллизация, окварцевание. К этому типу относятся известное Никитовское месторождение в Донецкой провинции, Перевальное, Сахалинское и другие месторождения Северо-Западного Кавказа, Западно-Полянское месторождение на Чукотке и, по-видимому, известное месторождение Альмаден в Испании.

*Барит-киноварный тип.* В этот тип выделяются месторождения, в составе руд которых присутствует в значительных количествах барит, а околорудные изменения вмещающих пород, обычно вулканитов основного и среднего состава, выражаются не только в окварцевании и аргиллизации, но и в баритизации. Типичные представители — месторождения Терлигхайское в Туве и Орлиногорское в Салаирском кряже (Алтае-Саянская рудная провинция) [Кузнецов, 1976].

Р.ф. свойственны большинству ртутных месторождений мира. В СССР они широко распространены в Донбассе (Никитовское), на Кавказе (Сахалинское, Ахейское, Талаханское, Агтягское, Шорбулахское и др.), в Горном Алтае (Акташское, Чаганузунское, Курайское, Курумдуайринское, Сарасинское), Кузнецком Алатау (Белоосиповское), Якутии (Гал-Хая, Звездочка), на Камчатке и Чукотке (Западно-Палянское, Ляпганайское, Олюторское, Верхне-Тасканское и др.). Монометалльный состав руд присущ также ряду месторождений Средней Азии (Чонкойское, Сымапское) и мелким ртутным проявлениям Сахалина, Приморья, Присяня, Енисейского кряжа и Забайкалья.

Из зарубежных ртутных месторождений к этому типу принадлежат руды крупнейшего в мире месторождения Альмаден, Идрия в Югославии, Мерника и Злата Баня в Чехословакии, практически всех месторождений США и Канады (Нью-Альмаден, Нью-Идрия, Кордеро, Опелайт и др.), большинства месторождений Перу (Уанковелика), Алжира, Австралии, Новой Зеландии, Японии и Китая (Ваньшаньская группа) [Демидова, 1976].

Син.: собственно ртутная формация [Смирнов, 1974], ртутная рудная формация [Кузнецов, 1964], ртутная (киноварная) рудная формация [Кузнецов и др., 1966], киноварная формация [Магакьян, 1969], ртутно-рудная формация [Иванкин, Туркин, 1972].

**ОПАЛИТОВАЯ РТУТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., включающая вулканогенные месторождения, развитые в областях синхронного вулканизма и гидротермальной деятельности, О.р.ф. отличается более сложным минеральным составом руд. Кроме киновари, антимонита, реальгара, аурипигмента, метациннабарита, здесь нередки сульфосоли серебра, серебро, серебристое золото, сфалерит, халькопирит. В числе нерудных минералов — опал, алунит, каолинит, гипс, сера, барит, цеолиты, твердые углеводороды. Околорудные гидротермальные изменения вмещающих пород — опализация, аргиллизация, алунитизация, вторичные кварциты [Кузнецов, 1976, 1978 а, б].

Примечание. В составе О.р.ф. выделяются следующие минеральные типы [Кузнецов, 1976, 1978 а, б]: а) опалит-киноварный (месторождения Опалит в США, Чемпура на Камчатке); б) травертиновый (Узон и Апанель, Камчатка); в) кварц-диккит-киноварный (месторождения Вышковского района Закарпатской провинции).

Месторождения О.р.ф. ассоциируют с месторождениями самородной серы, с эпitherмальными золото-серебряными, реальгаровыми, вулканогенными медно-молибденовыми месторождениями. В месторождениях О.р.ф. нередко проявляется вертикальная зональность и ртутная минерализация на сравнительно небольшой глубине сменяется минерализацией иного состава, в том числе свинцово-цинковой [Кузнецов, 1978 б].

**СУРЬЯНО-РТУТНО-МЫШЬЯКОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., объединяющая месторождения сурьмы, ртути и мышьяка (включая месторождения с комплексными рудами), являющиеся эпигенетическими, гидротермальными в широком смысле слова, низкотемпературными, малоглубинными (близповерхностными) образованиями, общность происхождения которых нашла отражение в удивительном сходстве многих присущих им геологических и минерало-геохимических признаков, проявляемых в сходной тектонической обстановке, размещается в однотипных геологических структурах и характеризуется чрезвычайно близким минеральным составом руд и сопровождающих оруденение гидротермальных метасоматитов [Демидова, 1976].

Примечание. По особенностям состава в С.-р.-м. ф. выделяются следующие типы руд: "монометалльные" ртутные (киноварные), сурьмяные (антимонитовые), мышьяковые (реальгар-аурипигментовые) и комплексные (двух- и трехметалльные) — ртутно-сурьмяные (киноварь-антимонитовые), сурьмяно-ртутные (антимонит-киноварные), ртутно-мышьяковые (киноварно-реальгар-аурипигментовые) и ртутно-сурьмяно-мышьяковые (киноварно-антимонит-реальгар-аурипигментовые) [Демидова, 1976].

**СУРЬЯНО-РТУТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., к которой принадлежит сравнительно немногочисленная группа месторождений с рудами сложного биметалльного состава, в которых сурьма наравне с ртутью входит в число ведущих рудных элементов. Практическая значимость месторождений этой группы определяется сурьмой и ртутью одновременно, однако вследствие того, что удельный вес сурьмы в суммарных запасах этих двух металлов обычно не превышает 20–30%, она рассматривается как попутный компонент при извлечении ртути. Отдельные месторождения С.-р. ф. характеризуются высокими содержаниями мышьяка и фтора, которые нередко достигают промышленных концентраций. Такое их содержание связано с широким развитием в рудах реальгара, аурипигмента и флюорита, в других месторождениях либо отсутствующих, либо проявляющихся в качестве редкой примеси в рудах. В последних нередко устанавливаются аномально высокие содержания селена (десятые, сотые доли процента), который концентрируется как в киновари, так и в антимоните. Отдельные участки руд в ряде месторождений заметно обогащены золотом, серебром, кадмием и галлием, что в большинстве случаев связано с присутствием соответствующих минералов. Содержания меди, свинца, висмута, индия и галлия обычно низкие. Олово, вольфрам и молибден, как правило, отсутствуют. Последние три элемента в ничтожно малых концентрациях (тысяч-

ные доли процента) иногда устанавливаются в рудах месторождений, пространственно ассоциирующих с оловянными, вольфрамовыми или молибденовыми проявлениями.

По минеральному составу месторождения сурьмяно-ртутной субформации обнаруживают большое сходство с монометальными ртутными (киноварными) и ртутно-сурьмяными месторождениями. Различие заключается лишь в количественных отношениях минералов сурьмы, ртути и мышьяка, а иногда фтора, главным образом флюорита. Главными минералами руд являются киноварь и антимонит, которым в некоторых случаях сопутствуют флюорит, реальгар и аурипигмент. Второстепенными минералами, пользующимися ограниченным распространением, являются пирит, марказит, арсенопирит, ливингстонит, ртутьсодержащий теннантит; к редким относятся галенит, сфалерит, метастибнит, галхаит, гетчелит, халькопирит, акташит, метациннабарит, вакабаяшилит, халькозин, пирротин, энаргит и др. Сообщество гидротермальных нерудных минералов (исключая флюорит и, видимо, барит), так же как и в случае киноварных месторождений, в значительной мере определяется составом рудовмещающих толщ, изменяемых в процессе гидротермального метаморфизма. Кварц доминирует в рудах, образованных в кислых алюмосиликатных породах (эффузивы, песчано-сланцевые толщи), роль карбонатов увеличивается среди алюмосиликатных пород с повышенной основностью (т.е. с повышенным содержанием кальция) или в толщах переслаивания кислых алюмосиликатных углистых или карбонатных пород. Кальцит и другие карбонаты наиболее типичны для руд, локализованных в известняках. Почти всем месторождениям данной субформации свойственны твердые битумы типа антраксолита или полициклические ароматические углеводороды, которые устанавливаются и во вмещающих породах, и в рудах.

Месторождения С.-р.ф. весьма немногочисленны: Джижикрутское месторождение в Средней Азии, Уитсуко в Мексике, а также ряд мелких рудопоявлений в Забайкалье [Демидова, 1976].

**П р и м е ч а н и е.** В рамках С.-р.ф. И.Г. Демидова [1976] выделяет два минеральных типа: кварц-карбонатно-флюорит-антимонит-киноварный и кварц-антимонит-киноварный.

**РТУТНО-МЫШЬЯКОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представленная сравнительно малочисленной группой месторождений и рудопоявлений с комплексными (биметальными) рудами смешанного состава, практическая ценность которых определяется мышьяком и ртутью одновременно. Обычно запасы ртути в месторождениях этой группы не превышают 5—10% суммарных запасов металлов, в связи с чем они чаще всего относятся к категории мышьяковых. Главными гипогенными минералами руд являются реальгар и киноварь, которым сопутствуют антимонит, арсенопирит, метациннабарит, пирит, аурипигмент. Спорадически наблюдаются марказит и халькопирит. Ведущие гидротермальные нерудные минералы представлены кальцитом, доломитом и кварцем; им подчинены анкерит, сидерит, диккит, серицит, гидрослюды, твердые битумы и иногда апатит. Соотношения между кварцем и карбонатами в рудах целиком определяются составом рудовмещающих пород. В случае локализации оруденения в известняково-терригенных толщах кварц и карбонаты (кальцит либо доломит) развиваются примерно в равных соотношениях. В рудах, сформированных в известняках и туфогенно-флишеидных толщах, резко преобладают кальцит и доломит. Особенностью месторождений этой группы являются резкие колебания соотношений ртути и мышьяка в отдельных рудных телах: от преобладающих ртутных, как правило, тяготеющих к пачкам пород алюмосиликатного состава, через комплексные ртутно-мышьяковые до почти монометальных мышьяковых, локализованных в известняках. Ртутные руды обычно сложены наиболее ранней парагенетической ассоциацией минералов, в состав которой входят кварц, пирит, арсенопирит, антимонит, метациннабарит, киноварь и диккит, а мышьяковые — поздней, включающей реальгар, карбонаты, киноварь II и аурипигмент. В смешанных рудах, образованных в результате наложения разновременных минеральных ассоциаций, проявляется весь спектр нерудных и рудных минералов, причем среди последних количественно всегда преобладает реальгар. По типу рудовмещающих структур, морфологии рудных тел и характеру окolorудных изменений месторождения Р.-м.ф. весьма сходны с собственно киноварными и реальгар-аурипигментовыми месторождениями. Для них характерен контроль оруденения разрывными структурами, в связи с чем рудными телами чаще всего являются минерализованные зоны дробления, штокверковые зоны с прожилково-вкрапленными и гнездовыми рудами и простые жилы выполнения. Тек-

стуры: руд преимущественно брекчиевые, и лишь иногда встречаются текстуры пересечений. Самой распространенной структурой является реликтовая, связанная с широко проявленными процессами замещения ранних минералов более поздними. Такие структуры наиболее характерны для следующих минеральных пар: антимонита и кварца, антимонита и реальгара, киновари и кальцита, кварца и реальгара. Околорудные изменения вмещающих пород обычно выражены предрудным окварцеванием и карбонатизацией и сопутствующими оруденению аргиллизацией и слабой пиритизацией. В редких случаях отложение продуктивных минеральных ассоциаций сопровождается окварцеванием рудовмещающих брекчий. В настоящее время в составе Ф. представляется возможным выделить один минеральный тип месторождений — карбонатно-киноварно-реальгаровый, так как руды этого состава пользуются преимущественным распространением на всех без исключения известных ртутно-мышьяковых проявлениях [Демидова, 1976].

**РТУТНАЯ СУРЬМЯНО-ВОЛЬФРАМОВАЯ (КИНОВАРНО-АНТИМОНИТ-ФЕРБЕРИТОВАЯ) РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Р.ф., связанная с процессами активизации древних консолидированных складчатых областей, что обуславливает специфику тектонической обстановки ее проявления. Месторождения Р.с.-в. р.ф. локализируются в структурах активизации, образуя линейные зоны вдоль тектонических нарушений, обрамляющих наложенные прогибы и впадины, заполненные мезозойскими осадками. Наблюдается парагенетическая связь этих месторождений с основными щелочными интрузиями, которые размещаются в тех же разломах. В зависимости от свойств среды минералообразования месторождения и рудопроявления Р.с.-в.р.ф. могут относиться к киноварно-антимонит-ферберитовому или киноварно-антимонит-шеелитовому минеральным типам [Кузнецов и др., 1966].

**Примечание.** По количественному преобладанию минералов вольфрама (ферберит, шеелит) данная формация является скорее не ртутной, а формацией вольфрамовых руд. Вместе с тем по условиям образования они обнаруживают самые тесные связи с ртутными формациями и относятся к низкотемпературным приповерхностным образованиям, обнаруживающим довольно отчетливые парагенетические связи с проявлением обычной ртутной минерализации [Кузнецов, 1964].

**МЫШЬЯКОВО-СУРЬМЯНО-РТУТНАЯ (РЕАЛЬГАР-АНТИМОНИТ-КИНОВАРНАЯ) РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., обнаруживающая генетическую связь с молодой вулканической деятельностью. Месторождения М.-с.-р.р.ф. известны на Камчатке, Корякском нагорье и Сахалине. Это типичные приповерхностные месторождения, залегающие во вторичных кварцитах, разбитых по эффузивным породам. По минеральному составу эти месторождения очень близки к месторождениям ртутной формации и отличаются от них своей непосредственной связью с близкой по времени вулканической деятельностью [Кузнецов и др., 1966].

Син.: сурьяно-мышьяков-ртутная рудная формация [Смирнов, 1947].

**ОЛОВЯННО-ЗОЛОТО-РТУТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Рудная формация, связанная с гранитными интрузиями, характерными для средних этапов развития складчатых или подвижных зон, ее также необходимо относить к соскладчатым рудным формациям. Месторождения О.-з.-р.ф. также размещаются в зонах разломов, т.е. структурный контроль имеет для локализации оруденения данного типа важное значение. Однако не меньшее значение имеет магматический контроль, поскольку оруденение проявляет достаточно ясную связь с определенными интрузиями — позднемеловыми гранитоидными интрузиями повышенной основности. В размещении месторождений относительно интрузивов проявляется довольно отчетливая горизонтальная зональность. Ртутное оруденение данного типа установлено пока в пределах мезозойских складчатых областей, и, как сказано, имеет позднемеловой возраст [Кузнецов, 1964].

**РЕАЛЬГАР-АУРИПИГМЕНТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Представляет собой низкотемпературное гидротермальное образование малых глубин. Генетические связи с определенными магматическими породами обычно неясны; предположительно связана с экстрезиями фельзитов, дацитов, кварцевых порфиров поздне третичного возраста, контролируется, как и эти экстрезии, зонами молодых разломов и дробления, ассоциирует с выходами горячих минеральных источников. В составе руд преобладают низкотемпературный кварц и халцедон, карбонаты, каолинит, а из рудных минералов реальгар и аурипигмент (часты хорошо образованные кристаллы, друзы, иногда колломорф-

ные агрегаты) при подчиненной роли стибнита и киновари. Среди руд этой формации можно выделить подтипы; реальгар-аурипигментовый, реальгар-стибнитовый, реальгар-киноварный, т.е. соответственно чисто As, As—Sb и As—Hg-руды. Устанавливаются связи этой формации и совместное нахождение ее в районах развития стибнит-киноварной и золото-серебряной рудных формаций [Магакьян, 1969].

**СТИБНИТ-КИНОВАРНО-ФЕРБЕРИТОВАЯ (СТИБНИТ-КИНОВАРНО-ШЕЕЛИТОВАЯ) ФОРМАЦИЯ.** — Представляет собой низкотемпературное, гидротермальное образование малых глубин, генетически связанное, вероятно, с субвулканическими интрузиями и экструзиями фельзитов, дацитов, кварцевых порфиров конечных этапов развития геосинклинальных складчатых зон или активизированных платформ (структур типа "Дива"). Месторождения контролируются зонами молодых разломов и дробления; руды штокверковые, гнездовые, обычно малоперспективные в связи с небольшим размером рудных тел и крайне неравномерным распределением в них ценных металлов. В составе руд главную роль играют низкотемпературный кварц и халцедон, а из рудных минералов — стибнит, ферберит (или вместо него шеелит), киноварь, иногда в резко подчиненном количестве теллуриды золота и серебра, реальгар и аурипигмент [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** Устанавливаются связи С.-к.-ф. ф. и пространственное совмещение ее в одном и том же рудном районе с формациями золото-серебряной (с теллуридами) и реальгар-аурипигментовой.

Среди типичных месторождений этой формации в ГССР можно назвать месторождения Ноцара, Зопхито и др., а в Забайкалье Новоивановское и Барун-Шивеинское.

Поиски руд этой формации ведутся с учетом ее связи с молодыми малыми интрузивами и экструзивами фельзитов, кварцевых порфиров, дацитов; приуроченности к зонам дробления; совместного нахождения с низкотемпературными формациями Au—Ag и реальгар-аурипигментовых руд. Наводящими являются данные шлиховой съемки (в шлихах ферберит, шеелит, киноварь, золото) [Магакьян, 1969].

**СТИБНИТ-КИНОВАРНО-ФЛЮОРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Образование, относящееся к низкотемпературному классу от умеренных до малых глубин. Генетические связи этой формации с интрузиями обычно остаются невыясненными, и только предположительно можно говорить о связи оруденения с умеренно кислыми или щелочными интрузивами. Намного отчетливее структурный контроль оруденения — месторождения приурочены к крупным региональным разломам, вдоль которых циркулировали рудоносные растворы и отлагались руды. Большое значение в локализации оруденения имеет литологический фактор. Наиболее благоприятными рудовмещающими породами являются горизонты пористых песчаников и кварцитов или трещиноватых, брекчированных, окварцованных карбонатных пород, в особенности перекрытых непроницаемыми плотными экранирующими породами. В минеральном составе руд главная роль принадлежит низкотемпературному кварцу, флюориту, карбонатам, стибниту, киновари, к которым в небольших количествах примешиваются блеклые руды, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит; изредка реальгар, аурипигмент, минералы золота и серебра. Рудный процесс развивается обычно в три последовательные стадии: 1) кварц-флюорит; 2) кварц-стибнит; 3) киноварь-карбонаты, которые могут обособляться на различных участках рудного поля, создавая почти мономинеральные руды, или накладываются друг на друга, что обуславливает формирование комплексных руд, представляющих интерес на сурьму, ртуть и флюорит (Хайдарканское месторождение). Говоря о связях этой формации с другими рудными формациями, можно отметить ее ассоциацию с формациями полиметаллических и реальгар-аурипигментовых руд, которые содержат минералы сурьмы и ртути и иногда дают постепенные взаимопереходы со стибнит-киноварно-флюоритовой формацией [Магакьян, 1969].

# СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫЕ ФОРМАЦИИ

## 1. ПОНЯТИЕ «СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ ФОРМАЦИЯ»

**СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представляющая собой низкотемпературное телетермальное (удаленное от магматических очагов) образование, залегающее обычно в карбонатных породах. Формы рудных тел пластообразные, реже гнездообразные и трубообразные с хорошо выраженным избирательным замещением рудой отдельных прослоев известняков или доломитов. Отсутствие в пределах рудных полей интрузивных массивов, частая пластообразная форма оруденения и слабое проявление гидротермальных изменений привели некоторых исследователей к заключению об осадочном происхождении руд, которые впоследствии подвергались переотложению. Состав руд простой — сфалерит и галенит, причем нередко резко преобладает один из минералов; второстепенное значение имеют пирит, карбонаты, кварц, барит, а иногда еще флюорит, блеклые руды и гринокит ( $CdS$ ). Околорудные изменения выражены окварцеванием и баритизацией, гидротермальной доломитизацией, которые служат хорошим поисковым признаком на свинцово-цинковые руды. Вертикальный диапазон С.-ц.ф. достигает 900—1000 м, причем рудные тела с ничтожным сечением на поверхности с глубиной часто расширяются, в связи с чем металлоносные ореолы перспективны на глубину. Обычно важную роль играют литологический контроль оруденения и экранирование благоприятных горизонтов [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** В СССР классическим районом развития С.-ц.ф. является хребет Каратау в Южном Казахстане, где известны десятки месторождений этой формации, среди которых Турпанское (Ачисайское) и Миргалимсайское являются весьма крупными. Меньшего масштаба месторождения С.-ц.ф. установлены в пределах Закавказья: Дзишра и другие в Абхазской АССР, Гюмушлуг в Нахичеванской АССР, Привольное и Мовес в АрмССР. Изучением месторождений этой формации занимались А.Г. Бетехтин, В.В. Галицкий, Е.Е. Захаров, И.И. Князев, В.И. Смирнов и др. [Магакьян, 1969].

Минеральный состав руд месторождений свинцово-цинковой рудной формации показан в табл. 52.

Син.: галенит-сфалеритовая формация [Санин, Зорина, 1980].

**ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., относящаяся к классу среднетемпературных гидротермальных месторождений, генетически связанных с кислыми и умеренно кислыми гранитоидами поздних и средних этапов развития геосинклинальных зон. По геологическим условиям залегания и морфологии рудных тел выделяются три типа месторождений: жилы, метасоматические тела в карбонатных породах, линзы в вулканогенно-осадочных породах. Месторождения располагаются частью среди массивов интрузивных пород, но главным образом в породах кровли и во многих случаях настолько далеко от предполагаемых рудоносных массивов, что установить генетические связи оруденения с конкретными интрузивами бывает затруднительно. Состав руд П.ф. довольно типичен, среди жильных минералов большую роль играют кварц, различные карбонаты, барит, серицит, хлорит, из рудных главными являются сфалерит и галенит, к которым примешиваются блеклые руды, пирит, халькопирит, а в отдельных случаях и в небольших количествах также минералы мышьяка (эзаргит и арсенипирит), золота, серебра, висмута, сульфосоли Pb и Sb, теллуриды, минералы олова, изредка сурьмы и ртути. В зависимости от металлогенического типа района, где развита П.ф., она проявляется в одних случаях с сульфидно-касситеритовой формацией (в оловорудных регионах), в других — с золото-сульфидной или медно-молибденовой формацией [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** Главными областями развития руд П.ф. в СССР являются Казахстан, Средняя Азия, Забайкалье, Кавказ, Закавказье (Алтай и Салаир И.Г. Магакьян считает районами развития полиметаллического типа колчеданной формации). Изучением П.ф. в СССР занимались А.А. Асмирсланов, Ф.И. Вольфсон, В.С. Кормилицын, В.М. Крейтер, В.Н. Руднев, В.И. Смирнов, С.И. Талдыкин и др. Поисковыми признаками на полиметаллические руды служат зоны серицитизации и окварцевания, окисленные руды на поверхности — англезит, церуссит, смитсонит и др., при поисках широко применяются металлометрические и гидрохимические методы, а при разведке — гео-

**Минеральный состав руд месторождений свинцово-цинковой рудной формации  
[Архангельская, Вольфсон, 1977]**

Минералы руд	Субформация	
	существенно свинцовая (с медью и без нее)	свинцово-цинковая
<b>Рудные</b>		
<b>Главные</b>	Галенит	Галенит, сфалерит
<b>Распространенные</b>	Пирит, марказит	Пирит
<b>Второстепенные</b>	Сфалерит, халькопирит	Вюртцит, гематит, халькопирит
<b>Редко встречающиеся</b>	Зигенит, бравонит, халькозин, борнит, миллерит	Магнетит, аргентит, самородное Ag, Ag-содержащая блеклая руда, борнит, э.аргит, ковеллин, сульванит, фрейбергит, буланжерит, теннантит, Со-содержащий пирит, арсенопирит, штроемейерит, киноварь, гринокит
<b>Жильные</b>		
<b>Главные</b>	Кварц, джаспероид	Доломит, кальцит
<b>Распространенные</b>	Доломит, кальцит	Барит, кварц
<b>Второстепенные</b>		Анкерит, халцедон, флюорит, серицит, глинистые минералы
<b>Редко встречающиеся</b>	Диккит	Опал, витерит
<b>Битумы</b>	Антракосолит	Антракосолит, асфальтиты, гагат, нефть и др.

физические (электроразведочные) методы. Промышленное значение П.ф. в добыче свинца и цинка велико для СССР и ряда зарубежных стран (США, Мексики, Канады, Испании, Италии и др.). Следует иметь в виду комплексность руд — содержание в них, кроме основных металлов (Pb и Zn), также ряда редких, благородных и рассеянных, а именно: Au, Ag, Bi, Te, Se, Cd, Ga, Sb, Sn и других, многие из которых можно извлекать попутно [Магакьян, 1969].

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ ФОРМАЦИЙ

Е.Е. ЗАХАРОВ [1955]

### Генетическая классификация типов серебряно-свинцово-цинковых рудных формаций.

- Генетически связанные с очень неглубоко залегающими кислыми интрузивами и эффузивами мезозойско-кайнозойского возраста (часто в форме неправильных рудных залежей)
  - Галенит-сфалеритовая и галенит-сфалерит-колчеданная формации (в карбонатных породах, в той или иной степени скарнированных).
  - Касситерит-галенит-сфалеритовая и касситерит-станнино-сульфосоли свинца и серебро-сфалеритовая формации.
  - Сульфосоли серебро-галенит-аргентит-карбонатно-кварцевая формация (в пропилитизированных третичных туфах и лавах).
  - Галенит-сфалерит-колчеданная и галенит-сфалерит-барито-колчеданная формации (в измененных вулканогенных породах мезозоя—кайнозоя).
  - Золото-галенит-сфалерит-арсенопирит-кварцевая и галенит-сфалерит-колчеданно-кварцевая формации (в вулканогенных и осадочных породах мезозоя—кайнозоя).
- Генетически связанные с гранодиоритовыми интрузивами преимущественно палеозойского возраста (наиболее часто в форме рудных жил)
  - Галенит-сфалеритовая и галенит-сфалерит-колчеданная формации (в карбонатных породах, часто скарнированных).
  - Серебро-галенит-сфалерит-сидерит-кварцевая и галенит-сфалерит-колчеданно-барито-кварцевая формации (в осадочных и изверженных породах).

**Субформация**

существенно цинковая (с медью и без нее)	свинцово-цинково-медная	
	свинцово-цинково-медная	свинцово-цинково-медная с германиевой минерализацией
Сфалерит, галенит Марказит	Галенит, сфалерит Пирит, халькопирит, теннантит	Галенит, сфалерит Халькозин, халькопирит, энаргит, теннантит, цинксодержащий тенантит
Вюртцит, халькопирит, миллерит Халькозин, энаргит, кобальтин, самородные Ag и Au, Ag-Co-минералы	Марказит Самородное Ag, аргентит, арсенопирит, биннит	Борнит, вюртцит, неодигенит, германит, халькозин Арсенопирит, молибденит, галлит
Кальцит, доломит, кварц Барит, анкерит Серицит, иллит и др. глинистые минералы	Доломит, барит Кварц, кальций Серицит, хлорит, каолинит	Кварц, доломит, кальцит Серицит, кальцит, хлорит, мусковит, полевошпатовый шпат и др.
Антраксолит	Антраксолит	

8. Аргентит-арсениты и сульфиды Ni и Co-галенит-карбонатная формация (в изверженных и метаморфических породах).
9. Галенит-сфалерит-флюорит-баритовая формация (преимущественно в осадочных породах).
10. Смитсонит-церусситовая формация ("шляпы" на свинцово-цинковых месторождениях в карбонатных породах).
11. Галенит-сфалеритовая формация (пластовые тела среди прибрежно-морских и лагунных отложений).
12. Галенит-сфалерит-колчеданная, сфалерит-халькопирит-колчеданная и галенит-сфалерит-кварц-баритовая формации (в сильно метаморфизованных вулканогенных породах палеозойского и более древнего возраста).
13. Галенит-сфалерит-колчеданная формация (в метаморфических сланцах и мраморах палеозойского и более древнего возраста).
14. Галенит-сфалеритовая формация (в зонах сильной трещиноватости) и галенит-сфалерит-колчеданная формация (в древних карстовых полостях) в карбонатных породах преимущественно палеозойского возраста.

**Примечание.** Эта классификация формаций отражает наиболее полно то направление в подходе к группировке месторождений, которое основывается на минералогических и геологических признаках и является одной из наиболее ранних классификаций рудных формаций серебряно-свинцово-цинковых месторождений [Захаров, 1955].

**Ф.И. ВОЛЬФСОН [1956]**

**Классификация гидротермальных свинцово-цинковых месторождений показана в табл. 53.**

**Примечание.** Идейной основой предлагаемой систематики является генетическая классификация оловорудных месторождений С.С. Смирнова [1937, 1947а]. Главные признаки, положенные в основу выделения типов месторождений (формаций), — состав вмещающих пород и их окolorудные изменения [Вольфсон, 1953, 1956].

Т а б л и ц а 53

Классификация гидротермальных свинцово-цинковых месторождений [Вольфсон, 1956]

Тип	Состав вмещающих пород и их изменение
1. Галенит-сфалерит-полевошпат-гранатовый	Кристаллические сланцы и гнейсы, обогащенные гранатом, ставролитом, силлиманитом и другими минералами
2. Галенит-сфалерит-турмалиновый	Сланцы, конгломераты и кварциты, подвергнутые альбитизации, турмалинизации и хлоритизации
3. Галенит-сфалерит-скарновый	Известняки и их контакты с гранитоидами и другими силикатными породами, подвергнутые скарнированию
4. Галенит-сфалерит-колчеданный	Рассланцованные и нерассланцованные эффузивы, реже другие породы, подвергнутые серицитизации и хлоритизации
5. Галенит-сфалерит-арсенопиритовый	Известняки, песчано-сланцевые толщи и гранитоиды, подвергнутые доломитизации (известняки), окварцеванию и березитизации
6. Галенит-сфалерит-каситеритовый	Глинистые сланцы, песчаники, реже эффузивы, подвергнутые хлоритизации
7. Галенит-сфалеритовый с кварцем, кварцем и карбонатами (и иногда с баритом) либо содними карбонатами	а) Туфы, сланцы и слоистые эффузивы, ороговикованные, либо серицитизированные и хлоритизированные
	б) Известняки, доломитизированные, ороговикованные либо тремолитизированные
	в) Гранитоиды, массивные кислые эффузивы и другие породы березитизированные, реже хлоритизированные
8. Галенит-сфалеритовый с сульфосолями меди и свинца	Песчано-сланцевые толщи и другие осадочные и эффузивные породы, слабо хлоритизированные
9. Галенит-сфалерит-барит-флюоритовый	Эффузивы, песчано-сланцевые толщи, известняки и гранитоиды, подвергнутые окварцеванию и серицитизации
10. Галенит-сфалерит-доломитовый	Известняки, доломиты, доломитизированные, редко баритизированные

И.И. БОК, Л.А. МИРОШНИЧЕНКО [1958]

## Классификация свинцово-цинковых металлогенических формаций

- А. Позднекаледонская металлогеническая эпоха
1. Гидротермальная *вкрапленно-прожилковая свинцово-цинковая*.
- Б. Ранневарисская металлогеническая эпоха
2. Скарново-гидротермальная полиметаллическая, местами колчеданного типа (кызыл-эпинский тип).
  3. Скарново-гидротермальная существенно свинцовая (аксоранский тип).

Форма рудных тел	Отношение оруденения к массивам интрузивных пород	Относительные промышленные масштабы месторождения
Жилы и линзы тектонических зон и плоскостей напластования	Неясное	Очень крупные
Линзообразные и пластовые тела вдоль межформационных зон дробления	Парагенетическая связь с малыми интрузиями гранитоидов	То же
а) Зоны вдоль тектонических контактов гранитоидов и известняков, б) Трубы главные и боковые, с ними сопряженные вдоль сочленения, пересечения и искривления рудоносных швов	Парагенетическая связь с малыми интрузиями гранитоидов	Очень крупные, крупные и средние
Линзы, пластовые тела и штоки	Парагенетическая связь с субвулканическими телами	Крупные по цинку и средние до мелких по свинцу
Метасоматические залежи, пластовые тела вдоль межформационных зон дробления и жилы вдоль сколовых трещин	Парагенетическая связь с малыми интрузиями гранитоидов	Средние и малые
Жилы и штокверковые зоны вдоль взбросо-сдвигов	Парагенетическая связь с близповерхностными интрузивами гранитоидов	По свинцу и цинку средние и мелкие
Пластообразные, лентовидные и седлообразные рудные тела, приуроченные к зонам межформационного дробления на крыльях складок либо отслаивания в шарнирах	Парагенетическая связь с субвулканическими телами гранитоидов	Очень крупные и крупные
Пластообразные тела, метасоматические залежи и трубы в зонах межформационного дробления, вдоль взбросо-сдвигов и в участках пересечения сколовых трещин	Парагенетическая связь с малыми интрузивами гранитоидов	Средние и мелкие, редко крупные
Жилы, рудные столбы и штокверковые зоны вдоль взбросо-сдвигов и оперяющих их трещин	Предположительная связь с глубокозалегающими интрузивами	Крупные, средние, нередко мелкие
Жилы и штокверковые зоны вдоль трещин скола и разрыва, реже пластовые и седловидные тела в шарнирах и крыльях складок	Связь с интрузивами неясная	Средние и преимущественно мелкие
Пластообразные метасоматические залежи, линзы, реже жилы, преимущественно вдоль межформационных зон дробления и трещин скалывания и разрыва	Парагенетическая связь с малыми интрузивами гранитоидов, чаще связь с интрузивами неясная	Крупные, а также средние и мелкие
Сложные метасоматические тела, пластообразные залежи, реже жилеообразные тела вдоль межформационных зон дробления сбросов и взбросов	В ближайших окрестностях месторождений выходы интрузивных пород отсутствуют	Очень крупные и крупные, реже средние

4. Скарново-гидротермальная существенно цинковая (акжалский тип).
  5. Гидротермальная прожилково-вкрапленная свинцово-цинковая.
- В. Поздневарисская металлогеническая эпоха
6. Гидротермальная вкрапленно-прожилковая полиметаллическая.
  7. Скарново-гидротермальная свинцово-баритовая (карагайлинский тип).
  8. Гидротермальная кварц-свинцовая (кургасынский тип).
  9. Баритовая существенно цинковая.
  10. Скарновая свинцово-цинковая.
  11. Гидротермальная свинцово-карбонатная (атасуйский тип).

**Примечание.** Недостатком указанной классификации является то, что в ней слабо увязаны между собой выделенные генетические типы и рудные формации, а один из трех основных геологических признаков — положение месторождения относительно контура материнских интрузий — при выделении рудных формаций является спорным, так как нигде нельзя достоверно установить генетическую связь оруденения с интрузиями.

**Д.И. ГОРЖЕВСКИЙ [1964]**

**Классификация свинцово-цинковых месторождений с учетом количественных соотношений главных рудообразующих минералов включает пять рудных формаций, которые соответствуют группировке промышленных типов этих месторождений (по К.М. Крейтеру):** 1) галенит-сфалерит-пирротиновую; 2) галенит-сфалерит-пиритовую; 3) галенит-сфалеритовую; 4) сфалерит-галенит-карбонатную; 5) сфалерит-галенитовую.

**Э.Г. ДИСТАНОВ, А.А. ТЫЧИНСКИЙ [1966]**

**Классификация свинцово-цинковых и свинцово-медных рудных формаций Алтае-Саянской складчатой области показана в табл. 54.**

**Примечание.** Основной признак выделения рудной формации — устойчивость минеральных парагенезисов и последовательность формирования минеральных ассоциаций при общности геологических условий образования месторождений данной формации.

**Д.И. ГОРЖЕВСКИЙ [1966]**

**Классификация формаций медных, свинцово-цинковых и свинцовых руд в пределах Алтайской металлогенической провинции**

1. Медно-пирротиновая формация (халькопирит-пирротиновая) в терригенных толщах.
2. Полиметаллическая формация (пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовая) в осадочно-вулкано-генных толщах; в ней выделяются два типа:
  - а) колчеданно-полиметаллическая формация, в которой пирит и сфалерит преобладают над галенитом и сфалеритом;
  - б) собственно полиметаллическая формация, в которой пирит и халькопирит играют подчиненную роль по отношению к галениту и сфалериту.
3. Свинцовая формация в вулканогенных толщах.
4. Свинцовая формация в карбонатных отложениях.

**Примечание.** Кроме перечисленных рудных формаций, П.Ф. Иванкин, П.В. Иншин и В.С. Кузубный [1961] выделили формации медных и свинцово-цинковых руд скарнового генезиса.

Главные рудные минералы всех рудных формаций — пирит, халькопирит, галенит и сфалерит, и если бы рудные формации диагностировались по наличию или отсутствию тех или иных сульфидов, то все перечисленные формации были бы неразличимы. Однако различия между этими формациями легко улавливаются при оценке количественных соотношений между перечисленными сульфидами. Медно-пирротиновые месторождения содержат 60—70% меди, 30—40% цинка и почти не содержат свинца, свинцовые месторождения — менее 10% меди, 30—40% цинка и около 60% свинца. Среди полиметаллических месторождений, поле которых расположено в правой нижней части треугольника, достаточно отчетливо выделяется группа колчеданно-полиметаллических месторождений с содержанием меди 20—40%, цинка 55—70%, свинца обычно менее 12—15% и собственно полиметаллических, для которых характерны те же содержания цинка, но существенно иные содержания меди (как правило, менее 20%) и свинца (15—40%). Интересно отметить, что если группы медно-пирротиновых, полиметаллических и свинцовых месторождений разделены пустыми участками, то между колчеданно-полиметаллическими и собственно полиметаллическими месторождениями такого поля нет. Это может свидетельствовать о том, что последние две группы месторождений принадлежат различным минеральным типам одной и той же рудной формации [Горжевский, 1966].

**Классификация свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья включает три рудные формации:** 1) галенит-сфалеритовую (существенно метасоматические залежи в карбонатных толщах; соотношение цинка и свинца 1:1); 2) буланжерит-галенит-арсенопиритовую (жильные, трещинные и штокверковые тела, залегающие среди пород разнообразного состава и возраста; соотношение свинца и цинка колеблется от 1:2 до 1:50); 3) галенит-сфалерит-халькопирит-пиритовую (сложные трещинно-метасоматические тела).

**Примечание.** Каждая охарактеризованная выше формация локализуется в пределах структурно-формационной зоны с определенным тектоническим режимом. Создается впечатление, что степень "колчеданности" определенным образом связана с характером и интенсивностью прогиба-

ния структурно-формационных зон, предшествовавшего периоду формирования месторождений. В зонах, испытавших малое прогибание, т.е. в геантиклинальных структурах, где широко распространены рифогенные карбонатные отложения или вулканогенные породы кислого состава, локализуются месторождения, бедные сульфидами железа и меди; в структурах, испытавших в период, предшествовавший оруденению, более интенсивное прогибание, появляются в значительных количествах вулканогенные породы среднего и основного состава. Для этих структур характерны свинцово-цинковые месторождения с большим количеством пирита и халькопирита (колчеданно-полиметаллические месторождения Рудного Алтая и Алгачинско-Газимурской зоны Восточного Забайкалья) [Горжевский, 1966].

**Д.И. ГОРЖЕВСКИЙ [1970], Д.И. ГОРЖЕВСКИЙ, П.Ф. ИВАНКИН, Н.Н. БИНДЕМАН, И.К. КУРБАНОВ, Е.М. НЕКРАСОВ, А.Г. НАТАРОВ, Г.В. РУЧКИН, Е.И. ФИЛАТОВ [ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ... , 1977]**

**Главные промышленно-генетические типы свинцово-цинковых месторождений показаны в табл. 55.**

**П р и м е ч а н и е.** В рассматриваемой классификации Д.И. Горжевским [1970] была предпринята попытка отразить связь между особенностями свинцово-цинковых месторождений и типами тектонических структур, в пределах которых они локализованы. В основу классификации положены признаки, основанные на формационном анализе, разработанные Д.И. Горжевским и В.Н. Козеренко [1965 а, б].

**Типы свинцово-цинковых структурно-металлогенических зон (провинций) и промышленно-генетические типы месторождений свинца и цинка СССР показаны в табл. 56.**

**П р и м е ч а н и е.** Рассматриваемая классификация — дальнейшее развитие классификации Д.И. Горжевского [1970], т.е. территории, в которых локализуются месторождения того или иного типа, как правило, обособлены в пространстве и обладают специфическим геологическим строением и историей развития структур. Это обстоятельство приводит к необходимости районирования этих территорий и выделения структурно-металлогенических зон и рудных районов с преобладанием месторождений определенного промышленно-генетического типа [Принципы прогнозирования, ... , 1977].

**Ю.В. БОГДАНОВ, Э.И. КУТЫРЕВ [1971], Э.И. КУТЫРЕВ, К.А. МАРКОВ, В.С. КОРМИЛИЦЫН, А.К. ИОГАНСОН [1973]**

**Формационные типы стратиформных свинцово-цинковых месторождений выделяются на основе чисто генетического признака: 1) осадочные (седиментационно-катагенетические) с двумя типами — миссарским (мелководно-морским) и сумсарским (прибрежно-морским); 2) вулканогенно-осадочные (в связи с подводным кислым вулканизмом) с двумя типами: алтайским (вблизи очагов кислого вулканизма) и атасуйским (в латеральном или хронологическом удалении от вулканических очагов); 3) метаморфогенные с типами — регионально-метаморфизованным (Брикен-Хилл, Горевское, Холоднинское) и контактово-метаморфизованным (Акджан, Карагайлы).**

**П р и м е ч а н и е.** По существу, в указанной группировке признак специфики минерального состава не показан, а генезис всех месторождений является дискуссионным. Косвенно здесь отражены и вещественный состав, и рудовмещающие породы, а если проанализировать совокупность всех геологических и минералогических признаков, присущих тем месторождениям, которые упомянуты как примеры, то, по существу, каждая из выделенных генетических групп является группой рудных формаций, а каждый тип отвечает рудной формации [Богданов, Кутырев, 1971].

**В.В. АРХАНГЕЛЬСКАЯ [1973]**

**Главнейшие группы парагенетических минеральных ассоциаций свинцово-цинковых месторождений с характерными для них комплексами металлов и типами околорудных изменений вмещающих пород показаны в табл. 57.**

**В.Г. ЛИ [1973]**

**Формационная систематика свинцово-цинковых месторождений Казахстана включает семь рудных формаций, выделенных в пределах "гидротермальной" генетической группы, которая разделена на три подгруппы: гидротермально-метасоматическую, гидротермально-осадочную, комбинированную.**

Т а б л и ц а 54

Свинцово-цинковые (полиметаллические) рудные формации Алтае-Саянской складчатой области  
[Дистанов, Тычинский, 1966]

Рудная формация	Минеральный тип	Характерные минеральные ассоциации	Структурно-морфологический тип оруденения
Скарновая вольфрам-молибден-полиметаллическая		Гранат, пироксен, магнетит, шеелит, эпидот, кварц, карбонаты, молибденит, арсенопирит, пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, борнит, галенит	Линзовидные метасоматические сульфидные залежи и трещинные жилы в зонах скарнирования вблизи гранитоидных массивов
Скарновая полиметаллическая		Гранат, диопсид, геденбергит, эпидот, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, теннантит, борнит, линнеит	Прожилково-вкрапленные и массивные полиметаллические руды в зонах скарнирования и вблизи контактов скарновых зон
Медно-свинцово-цинковая с кобальтом и висмутом	Халькопирит-галенит-сфалеритовый с сульфосолями Cu, Pb, Bi, As, Sb. Галенит-сфалеритовый с арсенидами Co и Ni	Кварц, арсенопирит, пирит, пирротин, марматит, халькопирит, галенит, самородный висмут, сульфоарсениды, сульфоантимониты, карбонаты, хлорит Кварц, хлорит, пирит, пирротин, пентландит, шмальтин-хлоантит, сфалерит, халькопирит, галенит	Метасоматические и трещинные жилы, реже трещинно-метасоматические пластообразные рудные залежи в зонах региональных разломов, контролирующих дайковые комплексы
Колчеданно-полиметаллическая	Барит-сульфидный Колчеданно-полиметаллический Медноколчеданный Серноколчеданный	Пирит, арсенопирит, пирротин, магнетит, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды, алтаит, калаверит, золото самородное, барит, кварц, карбонаты, серицит, хлорит, альбит	Линзовидные метасоматические залежи массивных руд с ореолами вкрапленной минерализации в зонах интенсивной трещиноватости и расщепления
Барит-полиметаллическая	Барит-галенит-сфалеритовый с флюоритом Кварц-галенитовый с сульфосолями Pb и Cu	Пирит, марказит, клейофан, халькопирит, тетраэдрит, энаргит, бурнонит, золото, серебро, теллуриды свинца, кварц, кальцит, барит, флюорит, альбит	Трещинные жилы, прожилково-вкрапленные руды и метасоматические гнездообразные залежи
Свинцово-цинковая (в карбонатных толщах)		Галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, кальцит, манганокальцит, сидерит, анкерит	Жилообразные, пластообразные, гнездовые и трубообразные метасоматические рудные залежи

Гидротермально-метасоматическая подгруппа включает пять рудных формаций: скарновую медно-свинцово-цинковую, березитовую медно-свинцово-цинковую, кварц-баритовую свинцово-цинковую, вторично-кварцевую медно-свинцово-цинковую и колчеданную медно-свинцово-цинковую.

Подгруппа гидротермально-осадочная с единственной кремнисто-барит-свинцово-цинковой рудной формацией.

Вмещающие породы	Околорудные изменения	Связь с магматизмом	Типовые рудопроявления
Метаморфизованные карбонатно-песчано-сланцевые толщи, реже вулканогенные образования	Скарнирование, окварцевание, серицитизация, эпидотизация	Генетическая связь с соскладчатыми гранитоидными интрузиями (змеиногорский тип)	Ширгайтинское, Солонешенское, Большой Яломан
Известняки, вулканогенно-осадочные породы в контактовых зонах гранитоидных массивов	Скарнирование, эпидотизация, хлоритизация	Генетическая связь с соскладчатыми интрузиями гранитоидов повышенной основности	Улуг-Шанганское, Ак-Хемское (Тув. АССР)
			Верхнекотандинское, Верхнетеректинское, Кастахтинское, Урскульское, Казинихинское
Вулканогенно-осадочные (преобладают кислые эффузивы и туфы) и метаморфизованные осадочные (мраморизованные известняки, кварц-серицит-хлоритовые сланцы, песчаники) породы	Пропилитизация, амфиболизация, стильпно-меланитизация	Парагенетическая связь с диабазовыми комплексами (малые интрузии) базальтоидного происхождения	
Эффузивы и туфы кислого, среднего, реже основного состава, порфиroidы, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые и кварц-альбит-хлоритовые сланцы	Серицитизация, хлоритизация, окварцевание, пиритизация	Парагенетическая связь с поздними комплексами малых интрузий преимущественно основного состава	Салаирская группа, Буймовское, Урская группа, Ускандинское, Кызыл-Таштыг, Каменушинское, Маинское, Кызыл-Ташское, Эдыгейское
Эффузивно-пирокластические отложения (кислые и средние эффузивы, туфы, туфопесчаники), известняки	Окварцевание, пиритизация, серицитизация, карбонатизация, баритизация	Генетические связи не ясны. Пространственная связь с доскладчатыми интрузивно-эффузивными комплексами (субвулканическими, порфировыми и гранитоидными интрузиями)	Кызылчинское, Тютинское, Кызылартинское, Красноярское
Известняки, доломиты, доломитовые брекчии	Сидеритизация, анкеритизация, кальцитизация	Пространственная связь с субвулканическими интрузиями граносиенитов, гранитпорфиров, кварцевых порфиров	Игр-Гол, Юлия свинцовая, Карасук, Лейба, Казымча

Подгруппа комбинированная (гидротермально-осадочная) с наложенным гидротермально-метасоматическим оруденением играет ведущую роль в Казахстане.

По количеству месторождений и рудопроявлений большое значение имеет березитовая медно-свинцово-цинковая рудная формация. Однако по запасам свинца и цинка главными являются колчеданная медно-свинцово-цинковая и кремнисто-карбонатно-баритовая медно-свинцово-цинковая рудные формации.

**Таблица 56**  
**Типы свинцово-цинковых структурно-металлогенических зон (провинций) и промышленно-генетические типы месторождений свинца и цинка СССР [Принципы прогнозирования... 1977]**

Тип структурно-металлогенических свинцово-цинковых зон	Рудовмещающая формация и состав вмещающих пород	Промышленно-генетический тип месторождения	Пример месторождения
<b>Докембрийские</b>			
I. Зоны развития колчеданных свинцово-цинковых месторождений в эвгеосинклиналях и миогеосинклиналях протерозоя	Вулканогенно-осадочные, вулканогенно-карбонатно-терригенные, терригенно-углисто-сланцевые формации. (Контрастная липарит-базальтовая, последовательная базальт-андезит-дацит-липаритовая)	Колчеданно (пирит)-полиметаллические в метаморфических толщах Колчеданно (пирротин)-полиметаллические в вулканогенно-терригенно-карбонатных толщах	Горевское, Холоднинское, Сулливан (Канада), Маунт-Айза (Австралия)
<b>Фанерозойские</b>			
II. Зоны развития колчеданных полиметаллических месторождений в эвгеосинклиналях, наложенных на срединные массивы (эвгеоантиклинали)	Вулканиды, переходные от натровой к калинатровой серии. (Контрастная базальт-липаритовая формация, кислых пород более 80%)	Колчеданные полиметаллические в вулканогенно-осадочных толщах	Риддер-Сокольное, Зырянское, Тишинское, Белоусовское, Хандизское, Кварцитовая сопка
III. Зоны развития колчеданных полиметаллических месторождений в терригенных геосинклиналях	Терригенные и терригенно-карбонатные толщи, прорванные малыми интрузиями	Колчеданные полиметаллические в терригенных толщах Колчеданные медно-цинковые в терригенных толщах	Филизчайское, Катехское, Кацдагское Кизилдаринское, Карчигинское, Вавилонское
IV. Зоны развития колчеданных медно-цинковых месторождений в эвгеосинклинальных прогибах	Вулканиды натровой серии. (Контрастная липарит-базальтовая и последовательно дифференцированная базальт-андезит-дацит-липаритовая формация)	Колчеданные медно-цинковые в вулканогенно-осадочных толщах	Гайское, Учалинское, Сибайское, им. XIX партсъезда, Узельгинское
V. Зоны развития свинцово-цинковых стратиформных месторождений в активизированных чехлах платформ и краевых частях срединных массивов	Карбонатные формации, доломиты, реже известняки	Стратиформные свинцово-цинковые в доломитах, реже известняках лагунно-карбонатной формации (миргалимсайско-ачсайский тип)	Миргалимсайское, Шалкийское, Уч-Кулачское, месторождения в штатах Миссисипи и юго-восточной части Миссури (США), Верхней Силезии (ПНР)
VI. Зоны развития свинцово-цинковых месторождений атасуйского типа в краевых прогибах и периферических частях миогеосинклиналей	Кремнисто-карбонатные породы, ассоциирующие с вулканидами	Свинцово-цинковые в кремнисто-карбонатных породах, ассоциирующих с вулканидами (атасуйский тип)	Жайремское, Бестюбинское
VII. Зоны развития месторождений скарнового типа в геосинклиналях карбонатно-терригенного или вулканогенно-карбонатно-терригенного типа	Карбонатно-терригенные формации	Скарновые свинцово-цинковые	Алтын-Топканское, Савинское-5, Верхнее, Николаевское в Приморье
VIII. Зоны развития месторождений жильного типа в различных структурно-формационных зонах	Гранитоиды и различные терригенные формации	Жильные свинцово-цинковые	Садонское, Згидское, Холстинское, Даутское, Сардобское, Замбаракское
IX. Зоны развития свинецсодержащих медистых песчаников в межгорных впадинах	Преимущественно красноцветная	Свинецсодержащие медистые песчаники	Джезказганское

**Таблица 57**  
**Характеристика основных групп рудных минеральных ассоциаций свинцово-цинковых месторождений [Архангельская, 1973]**

Рудные минеральные ассоциации	Главнейшие рудные минеральные парагенетические ассоциации, показанные в порядке последовательности их развития	Основные металлы	Второстепенные металлы	Элементы-примеси	Главнейшие типы окопорудного изменения вмещающих пород, предшествующие и частично сопутствующие кристаллизации сульфидов
Колчеданные	Пиритовые, пирит-пирротиновые, пирит-арсенипиритовые с сульфидами Cu и Zn	Fe, As	Cu, Zn, Pb, в меньших количествах V, Au	Ni, Co, Sn, Mo, V	Серицитизация, окварцевание, пиритизация, карбонатизация, турмалинизация
Цинково-рудные	Сфалерит-пирротиновые, сфалерит-халькопиритовые, сфалеритовые, сфалерит-галенитовые	Zn, Pb, иногда Cu	Fe, Cu, Sn	In, Cd, Ga, Ge, Co, Ni, Mo, Bi, Ag, Tl, Sb	Окварцевание, хлоритизация
Свинцово-рудные	Галенит-халькопиритовые, галенит-сфалеритовые, галенитовые, галенит-тетраэдритовые	Pb, Zn	Fe, Cu, As, Ag, Sb	Cd, In, Ga, Ge, Bi, Tl, Sn, Mo, Au	То же
Ассоциации сульфоселей	Ассоциации сульфоселей, главным образом сульфоантимонитов, реже сульфоарсениитов, сульфостаннатов и сульфовисмутитов Pb, Cu, Ag с теллуридами Pb и Au, селенидами Ag, самородными Au, Ag, Bi	Pb, Sb, нередко Zn, Cu	Fe, Zn, Cu, As, Au, Ag, Bi, Sn	Tl, Cd, In, Te, Se	Окварцевание, в меньшей степени серицитизация и аргиллизация
Сурьмяные, сурьмянортутные	Антимонитовые с киноварью, метациннобаритом (реальгаром), аурипигментом и резко подчиненными сульфидами и сульфосолями Fe, Cu, Pb, Zn и других металлов	Sb (Hg, As)	Fe, Cu, реже	Zn, Pb, Ag, Au, Sn, W, Se, Te и др.	Аргиллизация, окварцевание, пиритизация, реже серицитизация
Ртутные	Киноварно-антимонитовые с реальгаром и аурипигментом, киноварно-антимонитовые, киноварные	Hg (Sb — As)	Fe	Нет сведений	Аргиллизация, окварцевание, реже серицитизация и пиритизация

Т а б л и ц а 55  
 Главные промышленно-генетические типы свинцово-цинковых месторождений [Горжевский, 1970]

Особенности месторождений	Геотектонические типы структур земной коры			
	Докембрийские щиты и кристаллические массивы	Геоантиклинали вулканогенного типа	Геоантиклинали вулканогенно-карбонатного и карбонатно-терригенного типа	Чехлы древних платформ и области завершённой складчатости
Роль сульфидов железа в рудах по сравнению с суммарным содержанием сфалерита и галенита	Преобладающая	Преобладающая	Подчиненная	Незначительная
Главнейшие сульфиды железа в рудах	Пирротин и пирит	Пирит, марказит, мельниковит	Пирит	Пирит
Ведущий тип руд	Колчеданный свинцово-цинковый	Колчеданный свинцово-цинковый	Свинцово-цинковый	Свинцовый, реже цинковый
Количественные соотношения цинка и свинца в рудах	Zn : Pb ≤ 1	Zn : Pb > 1,5—2	Zn : Pb = 0,5—1,5	Zn : Pb < 0,5 реже Zn : Pb > 5
Наиболее характерные элементы и минералы-спутники	Cu (халькопирит), As (арсенопирит)	Cu (халькопирит)	As (арсенопирит), Sn (касситерит), станнин, цилиндрит, франкеит и др.	Иногда барит или флюорит
Характерные рассеянные элементы, содержащиеся в рудах в резко повышенных концентрациях	Мало характерны	Se и Te	Cd, In, редко Se и Te и Tl	Tl, Ge
Рудная формация	Сфалерит-галенит-пирротиновая	Галенит-сфалерит-пиритовая	Галенит-сфалеритовая	Сфалерит-галенитовая или существенно сфалеритовая
Преобладающие текстуры руд	Полосчатые и сплошные	Массивные и полосчатые	Разнообразные	Прожилково-вкрапленные; реже массивные
Преобладающий состав вмещающих пород	Регионально-метаморфизованные осадочно-вулканогенные породы	Туфы и лавы кислого, реже среднего состава	Известняки и доломиты, реже терригенные и эффузивные породы, гранитоиды	Доломиты, реже известняки
Главные типы околорудных изменений	Турмалинизация, хлоритизация, альбитизация	Серицитизация, хлоритизация, карбонатизация	Скарнирование и доломитизация известняков, хлоритизация, реже серицитизация гранитоидов и эффузивов	Доломитизация и окварцевание
Интенсивность околорудных изменений	Различная. Часто затуханы процессами регионального метаморфизма	Как правило, интенсивные	Сравнительно слабые	Слабые
Преобладающие формы рудных тел	Пластообразные и линзовидные	Чаще линзовидные	Неправильные залежи, трубы и гнезда в известняках. Жилы и жильные зоны в гранитоидах, эффузивных и терригенных породах	Пластообразные залежи существенно свинцовых руд, редко секущие тела цинковых руд
Ведущие структурные условия локализации рудных тел	Зоны разрывных нарушений, согласные с напластованием пород	В сводах и на крыльях мелких антиклинальных складок, под экранирующими горизонтами, в местах их сопряжения с разломами	Дизъюнктивные нарушения различных масштабов	Горизонты "благоприятных" пород в местах сопряжения с разломами
Характер связи с магматическими породами	Не ясен	Парагенетическая связь с малыми интрузиями среднего и основного состава	Парагенетическая связь с массивами умеренно кислых гранитоидов и дайками кислого и субщелочного состава	Не ясен
Главные промышленно-генетические типы (по В.М. Крейтеру)	Залежи в метаморфизованных толщах докембрия	Рудные тела, локализованные в последокембрийских структурах. Залежи преимущественно массивных, сложных по составу полиметаллических руд в вулканогенных толщах	Тела преимущественно массивных галенит-сфалеритовых руд сравнительно простого состава в толщах карбонатных пород, иногда в связи со скарнами	Зоны прожилково-вкрапленных руд простого состава в благоприятных пластах карбонатных пород
Примеры месторождений и рудных районов	Брокен-Хилл и Маунт-Айза в Австралии, Сулливан в Канаде, Кер д' Аллен в США, Горевское в СССР	Лениногорское, Зыряновское и др. на Алтае, Озерное в Бурятии, Хандиза в Гиссарском хребте и др.	Алтын-Топкан и др. в Карамазаре, месторождения Приаргунья, Тетюхе в Сихотэ-Алине и др.	Три-Стейт, юго-восточное Миссури в США, Пайн-Пойнт в Канаде и др.

Т а б л и ц а 58

## Рудные формации свинцово-цинковых месторождений Тянь-Шаня [Систематика месторождений..., 1974]

Генетический тип	Способ рудоотложения	Рудная формация	Минеральный тип
Колчеданный	Преимущественно метасоматический	Колчеданно-свинцово-цинковая в зонах изменения вулканогенно-осадочных пород	Пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовый Пирит-галенит-сфалеритовый. Сфалеритовый
Телетермальный	Сингенетично-диагенетический, гидротермальный	Свинцово-цинковая (иногда с Cu и Hg, Sb в карбонатных породах)	Пирит-галенит-сфалеритовый, халькопирит-сфалерит-галенитовый Сфалерит-галенитовый Галенит-сфалеритовый
Осадочный	Диагенетический	Свинцово-цинковая в карбонатно-терригенных породах	Галенит-сфалеритовый Сфалеритовый

Т а б л и ц а 59

## Систематика рудных формаций свинцово-цинковых месторождений [Шадлун, Добровольская, 1976]

Формация	Главнейшие и второстепенные нерудные минералы	Преобладающие формы рудных тел
<b>I группа медно-свинцово-цинковых и свинцово-цинковых колчеданных формаций в вулканогенно-осадочных и силикатных осадочных породах</b>		
Халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовая в вулканогенных породах (колчеданно-полиметаллическая)	Кварц, серицит, карбонат, хлорит, барит	Пласто- и линзообразные залежи
Галенит-сфалерит-пиритовая в осадочных силикатных и вулканогенно-осадочных породах (колчеданно-свинцово-цинковая)	Кварц, барит, доломит, сидерит, глинистое и органическое вещество	То же
<b>II группа свинцово-цинковых и цинково-свинцовых формаций в карбонатных породах и на контакте карбонатных и силикатных пород</b>		
Сфалерит-галенитовая в карбонатных породах (стратиморфная)	Доломит, кальцит, кварц	Преимущественно пластообразные залежи, отчасти прожилково-вкрапленные зоны, редко жильные тела
Пирит-сфалерит-галенитовая в карбонатных породах	Доломит, кальцит, кварц, марганец-кальцит	Неправильные, жилы и трубообразные метасоматические тела
Галенит-сфалеритовая в скарнах	Гранат, пироксены, эпидот, кварц, кальцит	Неправильные, иногда жилы и трубообразные метасоматические залежи
<b>III группа свинцово-цинковых формаций в силикатных породах (интрузивных, эффузивных; осадочных)</b>		
Галенит-сфалеритовая с пирротином и пиритом в гранитоидах и глинистых сланцах	Кварц, серицит, хлорит	Жильные зоны, одиночные жилы
Халькопирит-пирит-галенит-сфалеритовая в эффузивах	Кварц, серицит, хлорит, карбонаты	Жильные тела, прожилково-вкрапленные зоны в зонах трещиноватости и брекчирования
<b>IV группа цинково-свинцовых и свинцово-цинковых формаций в метаморфизованных карбонатных или силикатных осадочных породах</b>		
Пирит-сфалерит-галенитовая в метаморфизованных карбонатных породах	Сидерит, анкерит, кварц, кальцит, доломит	Пласто- и линзообразные залежи
Галенит-сфалерит-пирротин-пиритовая в сильно метаморфизованных силикатных осадочных породах	Кварц, эпидот, амфибол, серицит, графит	Пластовые и пластообразные залежи, иногда прожилково-вкрапленные зоны

Классификация рудных формаций (Pb—Zn)-месторождений Тянь-Шаня показана в табл. 58.

Т.Н. ШАДЛУН, М.Г. ДОБРОВОЛЬСКАЯ [1976]

Систематика рудных формаций свинцово-цинковых месторождений показана в табл. 59.

**Примечание.** Основной принцип, положенный в основу систематики рудных формаций свинцово-цинковых месторождений, — общность комплекса минералогических и геологических признаков, а точнее — минеральный состав, главные парагенетические ассоциации, рудовмещающие комплексы пород, морфология рудных тел, т.е. те основные признаки, которые могут быть однозначно определены при изучении месторождений и не могут иметь различных толкований.

Рудные формации объединяются, в свою очередь, в группы рудных формаций, включающие месторождения, имеющие сходный или одинаковый набор главных рудообразующих минералов и рудовмещающих пород, а также сходные формы рудных тел. В название формации включены также типичные вмещающие породы, поскольку совокупность признаков, а не только минеральный состав определяют отнесение к определенной формации.

Рудные провинции или районы и наиболее типичные месторождения в СССР	Геотектоническая позиция, возраст рудовмещающих тел
<b>I группа медно-свинцово-цинковых и свинцово-цинковых колчеданых формаций в вулканогенно-осадочных и силикатных осадочных породах</b>	
Рудно-Алтайская провинция, Белоусовское, Корбалихинское; Тувинская провинция, Кызыл-Таштыг; Южно-Гиссарийская провинция, Хандиза	Эвгеосинклинали, геодантиклинали вулканогенного типа <i>E, D, C</i>
Удино-Витимская провинция, Озерное; Атасуйский рудный район, Жайрем; Джунгарская провинция, Текели; Южный склон Большого Кавказа, Филизчай	Эвгеосинклинали, активизированные краевые части срединных массивов <i>E, S, D, J</i>
<b>II группа свинцово-цинковых и цинково-свинцовых формаций в карбонатных породах и на контакте карбонатных и силикатных пород</b>	
Средне-Тянь-Шаньская провинция. Каратауский рудный район, Миргалымсай, Байджансай; Чаткальская провинция, Сумсар	Краевые части активизированных срединных массивов <i>D, C</i>
Восточно-Забайкальская провинция, Приаргунский рудный район, Благодатское, Северо-Акатуевское, Кадаинское	Геодантиклинали карбонатно-терригенного типа <i>E, MZ</i>
Карамазарский рудный район, Алтын-Топкан; Восточно-Сихотэ-Алинская провинция, Тетюхинское рудное поле	Геодантиклинали вулканогенно-карбонатно-терригенного типа <i>PZ, MZ</i>
<b>III группа свинцово-цинковых формаций в силикатных породах (интрузивных, эффузивных; осадочных)</b>	
Северный склон Большого Кавказа, Садонский рудный район; Карамазарский рудный район, Сардоб	Геодантиклинали <i>PZ, J</i>
Зангезурский рудный район, Шаумяновское, Кафанское; Восточно-Карамазарская провинция Замбарак, Канимансур; Восточно-Забайкальская провинция, Новоширокинское	Геосинклинали; вулканогенного типа, краевые части срединных массивов <i>D, C, J, K</i>
<b>IV группа цинково-свинцовых и свинцово-цинковых формаций в метаморфизованных карбонатных или силикатных осадочных породах</b>	
Енисейская провинция, Горевское	Докембрийские щиты, позднепротерозойская геосинклиналь <i>AR-PR</i>
Прибайкальская провинция, Холодинское	Позднепротерозойская эвгеосинклиналь <i>PR</i>

Таблица 60

Классификация стратиформных низко- и низко-среднетемпературных свинцово-цинковых месторождений [Архангельская, Вольфсон, 1977]

Рудная форма-ция	Рудная суб-формация	Основные минеральные типы месторождений	Примеры месторождений
1. Колчеданно-свинцово-цинковая $Fe \geq Pb$ ; $Pb + Zn$ ; $Zn$ (сульфиды $Fe$ достигают 60%, иногда и более всей массы руд)	Колчеданно-свинцовая	Пирит-галенитовый Пирит-пирротин-галенитовый	Отдельные месторождения и рудные тела рудных полей Текели (Казахстан), Маунт-Айза (Австралия) и др.
	Колчеданно-свинцово-цинковая (с $Cu$ и без нее)	Пирит-пирротин-галенит-сфалеритовый Пирит-галенит-сфалеритовый с медной минерализацией и без нее	Маунт-Айза, Мак-Артур (Австралия), Текели (Казахстан), Катехское, Филизчайское (Кавказ), Пьерфит (Пиренеи), Феро-вангорд (центр. Юкон) и др.
	Колчеданно-цинковая (с $Cu$ и без нее)	Пирит-сфалеритовый Пирит-пирротин-сфалеритовый Пирит-халькопирит-сфалеритовый Пирит-марказит-сфалеритовый с галенитом	Озерное (Бурятская АССР), Мегген, Лаура (ФРГ), Оутокумпу (Финляндия), Лачинхана (Узбекистан)
	Колчеданно-свинцово-баритовая (с $Ag$ )	Пирит-галенит-баритовый Пирит-галенит-сфалерит-баритовый	Раммельсберг, Нейен-Альгер (Мегген, ФРГ), отдельные рудные тела района Рио-Тинто и др.
	Колчеданно-свинцово-цинковая (с $As$ )	Пирит-галенит-сфалеритовый с арсенопиритом	Ачсай, Смена, Бетпаксу, Тамдыбулак (хр. Каратау, Южный Казахстан)
2. Медно-свинцово-цинковая $Cu \geq Pb$ ; $Pb + Zn$ ; $Zn$ (на некоторых месторождениях $Pb + Zn > Cu$ )	Медно-свинцовая	Борнит-халькозин-галенитовый Борнит-халькозин-халькопирит-галенитовый со сфалеритом	Джезказган, Сары-Обинское, Кызыл-Обинское и др. (Казахстан); Эльбекдаш (Азербайджан); Мериж (Высокий Атлас); Букдем (Алжир)
	Медно-свинцово-цинковая	Халькопирит (борнит)-халькозин-галенит-сфалеритовый Борнит-халькозин-галенит-сфалеритовый	Ленское; месторождения Таджикской депрессии; Гуте Хоффунг (Рур); Злате Горы (Польша); Пасса, Мибура, Чукумба (Заир); месторождения Бахмутской котловины, Игарского района и др.
	Медно-цинковая	Борнит-халькозин-халькопирит-пирит-сфалеритовый с галенитом	Мансфельд, некоторые месторождения медного пояса Родезии
	Медно-колчеданно-свинцово-цинковая	Халькопирит-пирит-сфалеритовый с галенитом  Халькопирит-борнит-халькозин-пирит-сфалерит-галенитовый с уранинитом	Бу-Суфа (Алжир); Астролейбиа (Папуа); месторождения Северо-Судетской и Предсудетской впадин (Польша)
3. Свинцово-цинковая $Pb$ ; $Pb + Zn$ ; $Zn$ больше, чем $Fe$ , $Cu$ и других металлов	Существенно свинцовая (с $Cu$ и без) $Pb$ значительно $> Zn$ ; барита и флюорита $< 20-25\%$	Галенитовый Галенит-баритовый Галенит-барит-флюоритовый Галенит-тетраэдрит-халькопиритовый	Галина (Верхнемиссисипская Долина); Бу-Дахар (Высокий Атлас); Аули-Мибладен (Алжир), Сан-Джованни и др. (Сардиния); некоторые месторождения в районах Миссури и штатов Иллинойс, Кентукки в США; Зейда, Бу-Миа (Марокко); Сиди-Мамар (Тунис); Пайн-Пойнт, Роб-Лейк (Канада); Бу-Беккер, Эль-Абед (Алжир); Миргалимсай (Казахстан); Олькуш (Польша); Арренсе (верхн. Пиренеи); Ривандж (Иран); Круаде-Пальере (Франция), Итакаррамба-Вазанти, Бокира (Бразилия); Лайсвалль (Швеция); Монтепони (Сардиния); Сардана и др. (Сибирская платформа, СССР); Бу-Дахар (Марокко)
	Свинцово-цинковая $Pb$ и $Zn$ примерно в равных количествах	Галенит-сфалеритовый Галенит-сфалерит-баритовый Галенит-сфалерит-флюоритовый	

Таблица 60 (продолжение)

Рудная формация	Рудная субформация	Основные минеральные типы месторождений	Примеры месторождений
3. Свинцово-цинковая Pb; Pb + Zn; Zn больше, чем Fe, Cu и других металлов	Существенно цинковая (с Cu и без) Zn значительно > Pb	Сфалерит-галенитовый Сфалерит-галенит-халькопиритовый	Месторождения рудных районов США (Джефферсон-Сити; Верхнемиссисипской долины, штатов Теннесси (Флет-Геп, Треузэй) и др.; Ле-Малин, Трев (Франция), Ирельско-Ленские (СССР)
	Свинцово-цинково-медная (с германиевой минерализацией и без нее) Pb + Zn значительно > Cu	Галенит-сфалерит-борнит-халькопиритовый Галенит-сфалерит-теннантит-халькопиритовый	Сумсар, Джергалан, Уч-Кулач (СССР), Седмочисленцы (Болгария), Бу-Селям (Высокий Атлас)
4. Барит-свинцово-цинковая Барита > 35-40% Pb + Zn; Pb; Zn > Fe, Cu	Барит-свинцовая	Барит-галенитовый	Мибладен (Марокко), Тана-Верды (Тянь-Шань), Мужинайское, Фестивальное, Молоконское (Прибайкалье)
	Барит-свинцово-медная	Барит-галенит-халькопиритовый	Кайракты (Казахстан)
	Барит-цинково-свинцовая	Барит-сфалерит-галенит-пиритовый	Кужинское (Урал)
	Барит-цинково-свинцово-медная	Барит-сфалерит-галенит-пирит-халькопиритовый	Бестюбе (Казахстан) Станислав (Нижняя Силезия)
5. Железо-марганец-барит-цинково-свинцовая	Железо-марганец-барит-цинково-свинцовая	Гематит-магнетит-браунит-гаусманит-цинковые, гаусманит и олигонит-цинковый, ферроякобит-пирит-сфалерит-барит-галенитовый	Месторождения рудных полей Жайрем (Ц. Казахстан), Бурултасское (Ю. Казахстан)
	Железо-марганец-барит-цинково-свинцово-медная	Гематит-магнетит-браунит-гаусманит-цинковые, гаусманит- и олигонит-цинковый, ферроякобит-пирит-сфалерит-барит-галенит-халькопиритовый	Ушкатын I. Атабай-Дугулинское (Казахстан)
6. Флюорит-свинцово-цинковая Флюорита > 30-35%; Pb + Zn <, иногда > флюорита; Pb + Zn; Pb; Zn > Fe; Cu	Флюорит-цинково-медно-свинцовая	Флюорит-сфалерит-халькопирит-галенитовый	Амдерма (Пай-Хой); Дудесай, Алма-аганское, Кумынгулское (Угамский хр. Тянь-Шаня); Гансонбург (Нью-Мехико); рудопроявления Волновахской зоны разломов (Донбасс)
	Флюорит-цинковая	Флюорит-сфалеритовый	Месторождения штата Иллинойс (США); Гансонбург (Нью-Мехико); Таскайнар и Леонтьевское (Казахстан)
	Флюорит-свинцово-цинковая	Флюорит-галенит-сфалеритовый	Месторождения штата Иллинойс (США); Марковской зоны (Донбасс); Урультуно-Тасханского района (Магаданская обл.); Барвинского, Соболиное, Зеленое, Луговое (Прибайкалье); Дербент, Ангуран (Иран)
	Флюорит-свинцовая	Флюорит-галенитовый	Отдельные рудные тела месторождений районов Амдермы и штата Иллинойс
	Флюорит-барит-свинцово-цинковая	Флюорит-барит-галенит-сфалеритовый  Флюорит-барит-галенит-сфалеритовый с цеlestином	Каменистое, Куркула-Ульканское (Прибайкалье); месторождения Дербшира (Англия); Саррабус (Сардиния)  Отдельные месторождения и рудопроявления Пай-Хойской провинции, Гаурдакского района и др.

Таблица 60 (окончание)

Рудная формация	Рудная субформация	Основные минеральные типы месторождений	Примеры месторождений
7. Сурьмяно-цинково-цинковая Pb, Zn, Pb + Zn > Sb	Сурьмяно-цинково-цинковая	Галенит-сфалерит-бурнонитовый с буланжеритом	Лякан, Канигут (Южн. Ферганский пояс; Ришальдон (Центр. Французский массив) и др.
		Галенит-сфалерит-антимонитовый	Месторождения районов Саррабус-Джергей (Сардиния)
	Сурьмяно-мышьяково-цинково-цинковая	Галенит-сфалерит-антимонитовый с реальгаром и аурипигментом	Рудопоявления в отдельных рудных полях Южно-Ферганского полиметаллического пояса
8. Ртутно-цинково-цинковая Pb, Zn, Pb + Zn > Hg	Сурьмяно-ртутно-цинково-цинковая	Галенит-сфалерит-антимонит-киноварный	Месторождения хребтов Таласского Алатау и Кугитанг
	Ртутно-цинково-цинковая	Галенит-сфалерит-блеклорудно-киноварный Галенит-сфалерит-киноварный Галенит-киноварный	Сан-Джованни, Кандиацус, Небида, Масуа (Сардиния); некоторые месторождения Закарпатского прогиба (СССР)
9. Мышьяково-цинково-цинковая Pb; Zn; Pb + Zn > As	Мышьяково-цинково-цинковая	Сфалерит-йорданит-галенитовый Галенит-сфалерит-йорданитовый	Сиди-Бу-Ауан (Тунис) Хауария, Уэд-Барш (Тунис)
		Галенит-сфалеритовый с самородной серой, гипсом, карбонатами и самородной ртутью	Трускавец (Предкарпатский прогиб), отдельные рудопоявления в авлакогенах Русской платформы
10. Серно-цинково-цинковая S <sub>самор</sub> < Pb + Zn	Серно-цинково-цинковая	Галенит-сфалеритовый с самородной серой, целестином, стронцианитом, баритом, флюоритом, борной минерализацией (в отдельных месторождениях отмечаются реальгар и аурипигмент)	Гаурдак; Сульфур-Бенн, некоторые рудопоявления, связанные с рифейскими авлакогенами Русской платформы
S <sub>самор</sub> > Pb + Zn	Серно-цинково-цинковая со стронциевой, флюоритовой, баритовой и борной минерализацией	Галенит-сфалеритовый с самородной серой, целестином, стронцианитом, баритом, флюоритом, борной минерализацией (в отдельных месторождениях отмечаются реальгар и аурипигмент) Для рудных и жильных минералов характерны высокие содержания ртути	Гаурдак; Сульфур-Бенн, некоторые рудопоявления, связанные с рифейскими авлакогенами Русской платформы

В.В. АРХАНГЕЛЬСКАЯ, Ф.И. ВОЛЬФОН [1977]

Классификация стратиформных низко- и низко-среднетемпературных свинцово-цинковых месторождений показана в табл. 60.

Примечание. Основные классификационные критерии предлагаемой систематики:

1. Количественное развитие и соотношения промышленных концентраций металлов и частью металлоидов: свинца, цинка, меди, железа, сурьмы, ртути, мышьяка, серы и других, входящих в состав руд, а также относительное распространение жильных минералов в рудах (флюорита, барита и др.), которые могут приобрести промышленное значение и извлекаться в качестве побочного продукта при условии их больших запасов и высоких содержаний, превышающих 35–40%.

Данный признак является основным. Он отражает конкретное содержание полезных компонентов в рудах месторождений и позволяет разделить их на главнейшие рудные формации. Так, по преобладанию в рудах железа, свинца и цинка при условии  $Fe \geq Pb + Zn$  можно выделить колчеданно-свинцово-цинковую; по преобладанию меди, свинца и цинка при условии  $Cu \geq Pb + Zn$  — медно-свинцово-цинковую; по преобладанию Pb и Zn — собственно свинцово-цинковую и другие.

2. Минеральный состав руд. Данный признак является вторым по значимости классификационным признаком. Количественные изменения минерального состава руд обуславливают возможность выделения минеральных типов руд, а относительные количественные сочетания последних позволяют различать минеральные типы отдельных рудных тел в месторождениях или минеральные типы месторождений в каждой из выделенных субформаций.

3. Количества тех или иных элементов-примесей, которые могут попутно извлекаться из руд, в

частности серебра, кадмия, кобальта, никеля, рения, германия, галлия, таллия и др. Данный признак также относится к одному из важных, поскольку конкретным минеральным ассоциациям соответствует определенный спектр редких элементов. Однако он не влияет на выделение рудных формаций, субформаций и минеральных типов и его целесообразно учитывать лишь для разработки более дробной классификации, одним из критериев которой могут служить даже низкие концентрации упомянутых выше элементов.

4. Температурные условия рудообразования. Анализ текстурно-структурных особенностей руд показывает относительную сохранность "первозданных" сульфидных руд, характерную для очень многих месторождений, например для колчеданно-свинцово-цинковых (Озерное, Филизчайское, Ачисайское и др.). Такой сохранности руд способствовали относительно спокойные платформенные или близкие к платформенным условия их формирования, сохранившиеся длительное время и после рудоотложения. В результате этого рудоносные площади после формирования месторождений не подверглись значительным тектоническим деформациям, ведущим к переработке древних платформенных сооружений, и не испытывали на себе воздействия процессов регионального метаморфизма. Именно в связи с этим не потеряла актуальности группировка месторождений по температурным интервалам кристаллизации сульфидов. Данные, получаемые методами декрепитации газовой-жидких включений, определения термо-ЭДС рудных и жильных минералов, изучения типоморфных особенностей главных из сохранившихся первичных минералов, изучения структур распада твердых растворов, а также экспериментальные исследования по моделированию процессов рудообразования и т.д. дают в совокупности относительно точную информацию о температуре формирования минералов или минеральных ассоциаций. При этом выясняется, что в одних месторождениях руды кристаллизуются только в интервалах низких температур — от 50 до 180°С, а в других — от низких до средних, не превышающих 225—300°С.

В результате данный классификационный критерий может быть использован также лишь как второстепенный, но все же важный. Это вызвано тем, что среди рассматриваемых месторождений в большинстве из выделенных рудных формаций рудные минералы кристаллизовались как в условиях первого из упомянутых температурного интервала, так и в условиях обоих интервалов.

#### *Второстепенные классификационные критерии*

1. Состав вмещающих пород.
2. Околорудные изменения вмещающих пород.
3. Геотектоническая позиция месторождения.
4. Рудолокализирующие тектонические элементы, определяющие морфологические особенности месторождений.

### **Э.И. КУТЫРЕВ, А.К. ИОГАНСОН [1977]**

#### **Главнейшие формационные типы свинцово-цинковых месторождений**

A. Среди пластовых медно-цинковых и свинцово-цинковых месторождений и соответствующих им геологических формаций могут быть выделены следующие группы и типы.

##### **I. Группа месторождений в вулканогенно-осадочных формациях**

1. Cu—Zn-колчеданные (уральский тип) — спилит-кератофир-туфосланцевая формация;
2. Zn—Pb—Cu-колчеданные (алтайский тип) — липарит-дацит-туфосланцевая формация.

##### **II. Группа месторождений в вулканогенно-терригенно-кремнисто-карбонатных формациях**

3. Fe—Mn—Pb—Zn (озерный тип) — вулканогенно-терригенно-кремнисто-карбонатная формация
4. Fe—Mn—Pb—Zn—(Ba) (жамремский тип) — терригенно-кремнисто-карбонатная формация
5. Pb—Zn (горевский тип) — кремнисто-карбонатная формация

##### **III. Группа месторождений в осадочных формациях**

6. Pb—Zn—(Ba) (миргалимсайский тип) — углеродисто-доломитовая формация
7. Pb—Zn (сарданинский тип) — светлодоломитовая рифовая формация
8. Cu—Zn—Pb—F—Ba — терригенно-карбонатные формации, разновидности: Cu—Pb—Zn (манфельдский тип), Ba—F—Pb—Zn (барвинский тип)
9. Cu—Pb—Zn — "черносланцевая" (флишевая) формация, разновидности: Cu (успенский тип), Pb (рассохинский тип), Pb (саурейский тип), Cu—Pb—Zn (филизийский тип)
10. Cu—Pb—Zn — терригенная флишевая, нередко пестроцветная, разновидности: Cu—(Pb—Zn) (джезказганский тип), Pb—(Zn—Cu) (мехерихский тип)

Таблица 61

Свинцово-цинковые формации Восточно-Забайкальской области тектоно-магматической активизации [Санин, Зорина, 1980]

Особенности оруденения	Ряд формаций					
	фемический			сиалический		
	галенит-сфалеритовая	сульфосолюно-сфалерит-галенитовая	колчеданно-галенит-сфалеритовая	скарново-галенит-сфалеритовая	грейзеново-сфалерит-галенитовая	кварц-галенитовая
Главные рудные и жильные минералы	Галенит, сфалерит, пирит, арсенопирит, кварц, доломит, анкерит	Галенит, сфалерит, пирит, менегинит, геокронит, буланжерит, арсенопирит, кварц	Галенит, сфалерит, пирит, халькопирит, блеклые руды, турмалин, хлорит, доломит, кварц	Галенит, сфалерит, арсенопирит, пирротин, пирит, гранат, пироксен, аксинит, кальцит, кварц, хлорит, серицит, эпидот	Галенит, сфалерит, пирит, мусковит, серицит, микроклин, альбит, флюорит, карбонат	Кварц, галенит, сфалерит
Геотектонические типы структур земной коры, в пределах которых располагаются месторождения	Рудо контролируемые зоны северо-западного простирания в областях поднятий, окружающих раннеюрский терригенный прогиб		Зона раннеюрских терригенных прогибов	Краевая часть поднятий, окружающих раннеюрский терригенный прогиб		
Вмещающие породы	Известняки, доломиты, песчаники и конгломераты	Известняки, доломитовые известняки, доломиты	Андезиты, андезитобазальты и их туфы	Известняки, сланцы, диориты	Гранитоиды	Известняки, доломиты
Связь с магматизмом, комплекс, положение относительно интрузий	Парагенетическая связь с дайками, мальми интрузиями Акатуевский Нерчинскозаводский Широкинский			Генетическая связь с гранитоидами кукульбейского комплекса Экзоконтакты		
Околорудно-измененные породы	Кварц-доломит-анкеритовые березиты	Кварц-доломит-анкеритовые	Пропилиты, листвениты	Скарны, пропилиты	Грейзены, березиты	Типа березитов
Структурный контроль	Участки пересечения нарушений различных направлений	Секущие и послонные нарушения	Зоны дробления и трещиноватости	Зоны рассланцевания	Зоны трещиноватости	Зоны трещиноватости
Структурно-морфологические типы рудных тел	Штоки, трубы, линзы, сложные метасоматические тела	Трубы, линзы, жилы	Зоны прожилково-вкрапленных руд	Линзы, жилы, трубообразные зоны вкрапленных руд	Прожилково-вкрапленные зоны	Прерывистые мало-мощные (1 м) жилы
Глубина формирования	< 1 км	< 1 км	< 1 км	< 1 км	< 1 км	< 1 км
Примеры месторождений	Акатуевское, Кадаинское, Михайловское, Покровское	Благодатское, Воздвиженское, Екатерино-Благодатское	Лугиинское, Широкинский	Савинское 5	Каменское	Кличкинское, Мыльниково-Хоркиринское

IV. Группа месторождений в метаморфических (регионально-метаморфизованных) формациях. Среди них могут быть выделены формационные типы, имеющие свои неметаморфизованные аналоги, в частности алтайского, уральского, жайремского и других типов.

Б. Среди контактовых (обычно скарновых) месторождений для целей прогнозирования группы выделяются по ведущему металлу (медно-скарновые, полиметаллически-скарновые месторождения). Пространственная близость ряда контактовых и пластовых месторождений наряду с другими признаками родства позволяет рассматривать первые как контактово-метаморфизованные месторождения и при прогнозировании опираться на факторы прогноза пластовых месторождений.

В. Среди жильных и штокверковых месторождений может быть выделен ряд самостоятельных типов, объединяемых в две группы, одна из которых связана с гранитными и терригенно-дацит-липаритовыми формациями, а другая — с гранодиоритовыми и терригенно-базальт-андезитовыми формациями.

Б.П. САНИН, Л.Д. ЗОРИНА [1980]

**Классификация свинцово-цинковых формаций Восточно-Забайкальской области тектоно-магматической активизации показана в табл. 61.**

**Примечание.** Классификация построена при помощи математической обработки геологических признаков, характеризующих условия локализации свинцово-цинкового оруденения. Геологические факторы, контролирующие оруденение, гораздо многообразнее, чем устойчивые минеральные группы, характеризующие состав рудных формаций. К тому же в некоторых случаях геологическая обстановка на рудных месторождениях, принадлежащих к одной и той же рудной формации, характеризуется не одним, а целым набором признаков. Поэтому найти комплекс геологических признаков, постоянных для рудной формации, значительно труднее, чем выявить группы месторождений, сходных по минеральному составу. Имеющийся опыт создания рудно-формационных классификаций, в которых при решении вопроса о главенствующих геологических признаках отдается предпочтение одной какой-то группе, приводит к необходимости вводить многочисленные исключения. В этом отношении справедливо высказывание В.И. Смирнова, который по поводу классификации месторождений, основанных на тектоно-магматических комплексах, отмечает, что общим недостатком этих классификаций является использование признаков, заключающихся не в самих месторождениях, а в региональных особенностях геологического строения их широких окрестностей. Причем сходные по строению и минеральному составу месторождения могут формироваться среди разных структурных магматических комплексов; именно это создает неуверенность при распределении месторождений по генетическим классам. Поэтому представляется, что для различных рудных формаций роль одних и тех же геологических факторов неодинакова. В комплексе геолого-структурных признаков были рассмотрены региональные геологические структуры, локальные рудовмещающие структуры, морфология рудных тел, околорудные изменения вмещающих пород, магматические комплексы, с которыми ассоциирует оруденение, и др. Обработка признаков методом кластер-анализа позволила установить меру сходства месторождений и выделить классы месторождений, однородные по геологическим признакам [Таусон, Санин, 1970; Санин, Зорина, 1980].

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫХ ФОРМАЦИЙ

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечания:** 1. По геологическим условиям залегания и по структурным особенностям в Г.-с.ф. может быть выделено по меньшей мере три подтипа месторождений [Вольфсон, 1956]:

а) месторождения, залегающие в туфо-сланцевых толщах; б) месторождения среди известняков; в) месторождения в гранитоидах, гнейсах и массивных эффузивах.

В месторождениях первого подтипа вмещающими породами, помимо туфов и сланцев, могут являться также слоистые эффузивы, мергели и некоторые другие породы. Околорудные изменения выражены ороговикованием, серицитизацией и хлоритизацией. На рудоносных площадях часто обнажаются субвулканические интрузивные тела и иногда дайки диабазов. Рудные тела имеют форму седловидных жил и пластообразных, реже линзовидных залежей. Размещаются в шарнирах пологих складок либо в зонах межформационного дробления на крыльях антиклиналей. В некоторых случаях рудные тела проявляются в ядрах диапировых складок. В месторождениях этого типа развиты как сплошные, так и вкрапленные руды в роговиках. Среди сплошных руд

преобладают пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, с которыми ассоциируют блеклые руды, самородное золото, иногда алтаит и гессит. Среди жильных минералов преобладают кварц и карбонаты, иногда барит.

Месторождения, залегающие в известняках, распространены преимущественно в бывших интрагеоантиклинальных поясах подвижных зон. На рудоносных площадях, как правило, обнажаются известняковые и частью известняково-сланцевые толщи, включающие выходы малых интрузий гранитоидов и дайки диабазовых порфириров. Рудные тела контролируются трещинами и складчатостями структурами. В первом случае широко проявляются трубообразные и сложные метасоматические залежи, во втором — пластобразные тела и седловидные залежи. Последние преимущественно концентрируются под прослоями сланцев. Околорудные изменения выражены окварцеванием, тремолитизацией либо доломитизацией, и на контактах известняков и гранитоидов также серпентинизацией и хлоритизацией. Руды обычно характеризуются простым минералогическим составом: сфалерит, галенит, пирит (обычно мало), карбонаты. В качестве примеси отмечаются халькопирит, блеклые руды, иногда сульфосоли меди, и, как уже указывалось, арсенирпирит.

Месторождения в гранитоидах, гнейсах и массивных эффузивах также по большей части тяготеют к интрагеоантиклинальным поясам подвижных зон. В них оруденение преимущественно приурочивается к взбросам и взбрососдвигам, а рудные тела имеют форму жил, сопровождаемых рудными столбами, появляющимися в местах искривления рудоносных трещин и ответвления от них боковых оперяющих трещин. В рудных жилах, залегающих в метаморфических сланцах, обогащенные участки развиваются в местах пересечения ими даек кислых пород. Для месторождений данного подтипа характерна многостадийность минерализации. Для более ранних стадий обычны пирротин с кварцем. Галенит и сфалерит, как правило, выделяются в последующие стадии и ассоциируют как с кварцем, так и с карбонатами. В виде незначительной примеси постоянно наблюдаются халькопирит и блеклые руды. Околорудные изменения выражены березитизацией.

2. Ф.И. Вольфсон [1956] для Г.-с.ф., развитой в подвижных зонах, выделяет два типа полиметаллических месторождений: 1) месторождения с сульфосолями меди, блеклыми рудами, энаргитом, иногда бурнонитом, в которых сульфиды свинца и цинка имеют незначительное развитие и которые, в сущности, можно рассматривать в качестве медных руд; 2) месторождения с буланжеритом и другими сульфосолями свинца, несущие сурьмяно-свинцовое оруденение.

Месторождения имеют иногда форму трубообразных рудных тел, но чаще представлены жилами, приуроченными к взбросам и взбрососдвигам. Наибольшая концентрация оруденения в таких жилах наблюдается в местах искривления рудоносных швов и отщепления от них боковых оперяющих трещин. В некоторых месторождениях минерализация развивается вдоль сближенных тектонических швов, сопровождающихся сериями оперяющих трещин, обуславливающих возникновение штокверковых зон с прожилково-вкрапленным оруденением, вдоль которых проявляются хлоритизация и частично серицитизация. Руды этих месторождений обычно слагаются кварцем, частично сфалеритом, галенитом, буланжеритом и другими сульфосолями свинца, местами проявляется антимонит.

Син.: галенит-сфалеритовый тип месторождений [Вольфсон, 1956].

**КАССИТЕРИТ-ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** Определение не обнаружено.

Примечание. Месторождения К.-г.-с.ф. представлены комплексными рудами, имеющими большое значение как оловорудные; тем не менее некоторые из них разрабатываются не только на олово, но и на серебро, свинец и цинк. Они обычно генетически связаны с мезозойско-кайнозойскими интрузиями гранитов и гранодиоритов, массивы которых, по-видимому, кристаллизуются на сравнительно небольшой глубине. Морфологически месторождения описываемой формации большей частью представлены минерализованными зонами или многочисленными маломощными жилами. Оруденение в основном заключено в эффузивах, реже в осадочных породах, главным образом мезозойско-кайнозойского и третичного возраста [Захаров, 1955; Вольфсон, 1956].

Син.: Галенит-сфалерит-касситеритовый тип месторождений [Вольфсон, 1956].

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-КОЛЧЕДАННАЯ (ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-БАРИТ-КОЛЧЕДАННАЯ) ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Месторождения рудной формации залегают в юрских, меловых и третичных вулканогенных породах (в кислых лавах и туфах) и генетически связываются с мезозойско-кайнозойскими гранодиоритовыми интрузиями. Эти месторождения часто локально связаны с аналогичными по генезису и возрасту колчеданными медными месторождениями. Рудовещающие вулканогенные породы вблизи рудных тел обычно сильно изменены (окварцованы, серицитизированы и т.п.). Рудные тела имеют формы зон густой вкрапленности штоко- и линзообразных тел. Размеры рудных тел варьируют в широких пределах. Рудные тела приурочены или к разрывным трещи-

нам в антиклинальных структурах, или к поверхности расслоения в сводах и на крыльях брахиантиклинальных складок, сложенных вулканогенными и осадочными породами. Руды этих месторождений минералогически обычно представляют собой агрегат сфалерита, галенита и пирита; в небольших количествах присутствуют халькопирит, блеклые руды и другие минералы; жильные минералы представлены главным образом баритом, меньше — карбонатом, кварцем и гипогенным гипсом [Захаров, 1955].

Месторождения Г.-с.-к.ф. в зависимости от метаморфизма делятся на метаморфизованные и неметаморфизованные. Первые залегают в расщепленных эффузивах и их туфах, прорванных субвулканическими телами гранитоидов, и имеют преимущественно линзообразную или лентообразную форму. Руды этих месторождений характеризуются развитием полосчатых текстур, которые преимущественно выражаются в чередовании полос пирита с полосами других сульфидов. Неметаморфизованные месторождения залегают в эффузивных образованиях, имеют форму штоков, и для них характерно развитие метакolloидных структур.

В обоих подтипах месторождений максимальное развитие приобретает пирит, слагающий до 80—90% рудной массы. Из других сульфидов широко развиты халькопирит, сфалерит, иногда борнит и частично тенантит. Галенит достигает промышленных концентраций лишь в отдельных рудных объектах. В метаморфизованных месторождениях наряду с пиритом присутствуют марказит и мельниквит, а помимо сфалерита, проявляется также вюрцит. Многостадийность для колчеданных месторождений не характерна. В тех же рудных объектах, где отмечается несколько стадий минерализации, они преимущественно оказываются пространственно разорванными.

В первой группе рассматриваемых месторождений вмещающие породы несут следы интенсивных изменений, они обычно представлены кварцит-серицитовыми и кварц-серицит-хлоритовыми сланцами, образовавшимися в процессе метаморфизма всей рудоносной зоны, включающей колчеданные рудные залежи. Во второй группе неметаморфизованных месторождений околорудные изменения связаны с воздействием гидротермальных растворов на нерасщепленные породы и выражены в их окварцевании, незначительной серицитизации и хлоритизации [Вольфсон, 1956].

Син.: Галенит-сфалерит-колчеданный тип месторождений [Вольфсон, 1956].

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-ДОЛОМИТОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (рудная формация).** — Определение не обнаружено.

Примечание. Данный тип месторождений включает так называемые "телетермальные месторождения в известняках". Среди них выделяются месторождения на платформах, где оруденение приурочивается к одному из нижних известняковых горизонтов платформенных отложений. В этих условиях оруденение развивается в виде метасоматических залежей сложной формы, включающих рудные гнезда, просечки и вкрапленность рудных минералов, вытягивающихся вдоль секущих тектонических нарушений. В геосинклинальных областях месторождения рассматриваемого типа развиваются висячем боку тектонических зон срыва в виде сложных метасоматических залежей. Иногда оруденение распространяется вдоль известняковых горизонтов, подвергшихся внутриформационному расщеплению, и в этих случаях месторождения имеют пластообразную форму.

Руды рассматриваемых месторождений имеют достаточно простой минералогический состав и характеризуются развитием пирита, марказита, доломита, галенита и сфалерита. Структуры руд преимущественно метакolloидные, что является характерным признаком рассматриваемых месторождений. Минерализация их обычно проявляется в одну стадию, и отложению рудных и жильных минералов предшествует интенсивное гидротермальное изменение известняков, выраженное в их доломитизации, иногда баритизации и очень редко в окварцевании. Важной особенностью геологического строения месторождений является полное отсутствие в ближайших окрестностях выходов интрузивных массивов, за исключением редких даек диабазовых порфиритов. В промышленном отношении среди месторождений рассматриваемого типа часто встречаются очень крупные и крупные рудные объекты [Вольфсон, 1956].

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-ПОЛЕВОШПАТ-ГРАНИТНЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (рудная формация).** — Рассматриваемый тип свинцово-цинковых месторождений проявляется среди метаморфических толщ, слагающих древние щиты. Месторождения этого типа залегают среди кристаллических сланцев и гнейсов, реже среди древних карбонатных толщ и характеризуются развитием линзообразных либо более сложных по форме рудных тел, несущих богатые сульфидные руды. Слагаются эти руды пиритом, иногда сопровождающимся арсенидами никеля и кобальта, сфалеритом; халькопиритом и галенитом, находящимися в ассоциации с такими силикатами, как гранат, полевой шпат, родонит, геденбергит и др. Нередко сфалеритовые и галенитовые руды пространственно разобщены и несут отчетливые следы метаморфизма [Вольфсон, 1956].

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-ТУРМАЛИНОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (рудная формация).** — Рассматриваемый тип месторождений развивается среди метаморфических

толщ, слагающих древние щиты. Особенности месторождений данного типа является приуроченность оруденения к кварцитам и другим метаморфическим породам и распространение рудных тел в форме согласных пластообразных залежей. Оруденение характеризуется развитием сложной ассоциации минералов, включающей силикаты, сульфиды и сульфосоли и частично окислы, например касситерит. Вмещающие породы в районах месторождений несут следы интенсивных гидротермальных изменений, выраженных в их турмалинизации, альбитизации и хлоритизации. Отчетливо проявляются следы метаморфизма руд в связи с воздействием на них многократных тектонических деформаций [Вольфсон, 1956].

**ГАЛЕНИТ-СФАЛЕРИТ-СКАРНОВЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (рудная формация).** Рассматриваемый тип широко распространен в каледонских, варисийских и альпийских складчатых областях. Оруденение часто проявляется на контакте гранитоидов и известняков и приурочено к скарновым зонам, нередко вытянутым на значительном протяжении, измеряемом многими километрами. Еще более часто оруденение наблюдается в виде трубообразных тел, залегающих не только на контакте силикатных и карбонатных пород, но и в известняках, и приурочено к местам искривления, пересечения либо сопряжения трещин скалывания [Вольфсон, 1956].

**Примечание.** В скарново-рудных зонах (первый подтип) слагающие их минералы — гранат, пироксен и эпидот — большей частью образуются значительно раньше оруденения в результате биометасоматических процессов, протекающих на контакте силикатных и карбонатных пород. Оруденение, как правило, проявляется после тектонических деформаций, вызывающих дробление ранее образованных скарнов. Новый этап минералообразования начинается с отложения более молодого, преимущественно анизотропного андрадита, который сменяется образованием кварца, карбонатов и сульфидов. Таким образом, в парагенезисе с галенитом и сфалеритом наблюдается андрадит, кварц, карбонаты и другие сульфиды. Руды подобных месторождений преимущественно вкрапленные, и оруденевшими оказываются скарны на всем протяжении их простираения. Особенностью рассматриваемых месторождений является то, что они обычно приурочены к мощным зонам расщеливания, сопровождающего взбросы, и что формирование их происходило как путем диффузионного, так и инфильтрационного метасоматоза. Известные представители этих месторождений имеют очень крупный масштаб.

Второй подтип рассматриваемых месторождений, имеющих форму труб, характеризуется развитием рудных тел, имеющих изометрические либо несколько вытянутые в одном направлении горизонтальные сечения. Как правило, в подобных месторождениях наблюдаются не одиночные рудные трубы, а целые их серии, обычно приуроченные к сопряженной системе трещин. В некоторых месторождениях, вскрытых горными работами на значительную глубину по падению, форма скарново-рудных труб часто приближается к древовидной. Главные рудные трубы преимущественно приурочены к пересечению либо сопряжению двух систем трещин скалывания. От них, чаще всего по трещинам разрыва, ответвляются боковые трубообразные залежи. Рассматриваемые рудные тела сложены обычно андрадитом, марганогеденбергитом, иногда также ильваитом и датолитом, которые замещаются пиритом, сфалеритом, галенитом, иногда халькопиритом, часто с образованием типичных лучистых псевдоморфоз сфалерита по марганогеденбергиту. Из других рудных минералов в виде незначительной примеси часто отмечаются кубанит, развитый в виде распада твердого раствора с халькопиритом, и тетраэдрит. Из жильных, помимо упомянутых минералов скарнов, по пироксену иногда развиваются актинолит и тремолит, заметное развитие приобретают также кварц и карбонаты [Вольфсон, 1956].

**Син.: Скарновая полиметаллическая формация [Дистанов, Тычинский, 1966].**

**СКАРНОВАЯ ВОЛЬФРАМ-МОЛИБДЕН-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Процесс минералообразования на месторождениях С.в.-м.-п.ф. характеризуется значительной продолжительностью во времени и многостадийностью. Рудоотложение происходило в условиях возобновляющихся тектонических подвижек. Четко выделяются ранний скарновый и сульфидный этапы минерализации. Характерные минеральные ассоциации раннего скарнового этапа — гранат — пироксен — магнетит, эпидот — актинолит — хлорит, кварц — карбонаты. Шеллит выделялся в основном одновременно с формированием скарновой ассоциации минералов. Между содержаниями вольфрама и других рудных компонентов (молибдена, свинца, цинка и меди) не намечается никаких корреляционных зависимостей.

В пределах сульфидного этапа нередко отмечается несколько стадий минерализации — ранняя молибденит-халькопиритовая с пиритом, арсенипиритом и поздняя халькопирит-галенит-сфалеритовая с блеклой рудой, борнитом и другими минералами. Завершается гидротермальный процесс кварц-карбонатной минерализацией, нередко с флюоритом и небольшим количеством сульфидов [Дистанов, Тычинский, 1966].

## БАРИТ-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ. — Определение не обнаружено.

**Примечание.** 1. Месторождения Б.-с.-ц.-р.ф. имеют важное промышленное значение, концентрируя значительные запасы Pb, Zn, барита, Cu. Кроме того, в рудах этих месторождений содержится ряд сопутствующих элементов: Ag, Cd, Bi, Ti, In, Ga, Ge, As, Sb, Sr, Ni, Co, которые при соответствующей технологии могут попутно извлекаться. Среди месторождений формации известны достаточно крупные, средние и мелкие. Отличительной особенностью месторождений Б.-с.-ц.-р.ф. является развитие значительного количества барита, часто превышающего количество сульфидов. Барит накапливается как в процессе околорудного изменения вмещающих пород в ассоциации с кварцем, карбонатом и другими минералами, так и в период рудоотложения, обуславливая образование массивных барит-сульфидных, барит-кварцевых и мономинеральных баритовых метасоматических тел, концентрирующих до 70% и более барита.

Второй особенностью месторождений является нахождение в рудах разнообразных сульфосолей, среди которых выделяются сульфоантимониты Pb, Cu и Ag реже сульфовисмутиты и другие сложные сульфидные соединения, образующиеся в основном в поздние стадии рудообразования.

В зависимости от количества главных металлов, входящих в состав руд, среди месторождений характеризуемой группы выделяются следующие субформации: барит-свинцовая, барит-свинцово-медная, барит-цинково-свинцовая, барит-цинково-свинцово-медная [Архангельская, Вольфсон, 1977].

2. В КазССР встречаются месторождения со значительными концентрациями свинца и цинка и в меньшей степени — меди. Кроме того, отмечаются железо и марганец. Эти месторождения объединяются в железо-марганцево-барит-свинцово-цинковую рудную формацию. По геологическим условиям эта формация близка или даже идентична Б.-с.-ц.-р.ф. Рассматриваемые месторождения ранее выделялись в качестве особой субформации железо-марганцево-полиметаллических и вулканогенно-осадочных рудопроявлений с наложенным барит-полиметаллическим гидротермально-метасоматическим оруденением. По данным В.Г. Ли и Г.Н. Щербы [1967], данная субформация входит в состав барит-полиметаллической рудной формации вулканогенно-осадочного происхождения с наложенным гидротермальным оруденением. Собственно формация, помимо названной субформации, включает еще барит-полиметаллическую и барит-медную субформации гидротермально-метасоматических образований без проявления пластовых железо-марганцевых синседиментационных руд.

В.В. Архангельская, Ф.И. Вольфсон [1977] обе названные субформации рассматривают в качестве самостоятельных рудных формаций. Это важно потому, что вторая из них в большинстве случаев не представляет собой вулканогенно-осадочных образований, возникает в других геотектонических условиях и связана во времени с посторогенными циклами магматизма. Совпадение же в пространстве обеих рассматриваемых формаций следует считать относительно редким явлением, обусловленным единством места проявления разновозрастного оруденения, что находится в тесной связи с особенностями развития глубинных долгоживущих тектонически ослабленных зон. В целом далеко не всегда свинцово-цинковые руды пространственно ассоциируют с областями формирования синседиментационных железо-марганцевых. В районах же, где совмещение наблюдается, площади развития свинцово-цинковых образований оказываются более широкими по сравнению с территориями проявления железо-марганцевых образований.

**Син.: Галенит-сфалерит-флюорит-баритовая формация [Захаров, 1955], галенит-барит-флюоритовый тип месторождений [Вольфсон, 1956], барит-полиметаллическая (барит-флюорит-кварц-полиметаллическая) формация [Дистанов, Тынчинский, 1966].**

## ФЛЮОРИТ-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ. — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения Ф.-с.-ц.-р.ф. находятся в пределах флюоритоносных металлогенических зон и характеризуются значительными скоплениями флюорита (до 70–75% от общей массы руд) при высоких его содержаниях (как правило, в десятки раз превышающих суммарное содержание цветных металлов).

Минеральный состав руд месторождений относительно прост. Среди элементов-примесей наиболее распространены Mn, Cd, Sr, в меньших количествах проявлены Bi, Sb, Ti, Mo, Rb, Cs, Ta, Nb, Zn и (в рудах месторождений Прибайкалья) Nb и Ti (во флюоритах месторождений штата Иллинойс).

Рассматриваемые месторождения в целом характеризуются низкими содержаниями серебра, в основном связанного с галенитами. Минеральный состав руд в месторождениях претерпевает часто значительные вариации при сходных парагенезисах. Это обусловлено региональной зональностью минералообразования, проявленной внутри территорий развития флюорит-свинцово-цинкового оруденения. В связи с такой зональностью среди месторождений характеризуемой формации удается различить рудные субформации: флюорит-цинково-медно-свинцовую, флюорит-цинковую, флюорит-свинцово-цинковую, флюорит-свинцовую, флюорит-барит-свинцово-цинковую.

Для месторождений всех выделенных субформаций и минеральных типов весьма характерна

многостадийность минералообразования, протекающего на фоне неоднократного возобновления тектонических движений по дорудным рудолокализирующим разрывам, как согласным, так и секущим слоистость. Характерной особенностью руд рассматриваемой Ф.-с.-ц.р.ф. является относительно широкое развитие в них включений органических соединений, относящихся к группе асфальтов, асфальтитов и даже нефти, что особенно ярко проявлено на месторождениях штата Иллинойс и Кентукки. В месторождениях Прибайкалья и Пай-Хоя широко развит антраксолит. Во всех случаях указанные образования появляются после отложения основных масс флюорита [Архангельская, Вольфсон, 1977].

**СУРЬМЯНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения С.-с.-ц.р.ф. занимают промежуточное положение между собственно свинцово-цинковыми и сурьмяными или сурьмяно-ртутными. Возникают они обычно на границах свинцово-цинковых и сурьмяных или сурьмяно-ртутных провинций и выявляются в достаточно разнообразных геотектонических условиях.

Так же как и для месторождений ранее рассмотренных рудных формаций, для рудных объектов С.-с.-ц.р.ф. характерны отчетливо проявленный контроль оруденения глубинными разломами, а также пространственная и временная связь с дифференцированными или недифференцированными продуктами базальтоидных магм, размещение которых определяется одними и теми же разрывными нарушениями.

Залегая в породах разнообразного состава, рудные тела рассматриваемых месторождений преимущественно относятся к трещинным жилам, среди которых имеют место не только секущие, но и согласные с напластованием. Пластообразные метасоматические залежи, распространяющиеся по напластованию, имеют подчиненное значение.

Характеризуясь генетическими связями, с одной стороны, с типично свинцово-цинковыми, а с другой — с сурьмяными, сурьмяно-ртутными и ртутными и другими типами руд, месторождения характеризуемой формации обладают более сложным минеральным составом по сравнению с собственно свинцово-цинковыми. Для них наряду с основными галенитом, сфалеритом и сопровождающими их пиритом, марказитом и др. минералами, присутствующими собственно свинцово-цинковым месторождениям, весьма характерно присутствие разнообразных сульфосолей. В одних случаях преобладают сульфоантимониты свинца, главным образом буланжерит, в меньших количествах развиты джемсонит, семсеит, плагионит, флюллеппит. В других месторождениях сульфоантимониты свинца и меди — бурнонит, тетраэдрит, в меньших количествах — халькостибнит, изредка встречается айкинит. Отмечаются сульфоантимониты железа (бертьерит). В некоторых месторождениях установлены гудмундит, самородная сера. Часто проявляется и ртутная минерализация, представленная главным образом киноварью и метациннабаритом. Наряду со сложными по составу рудами в ряде месторождений встречаются и более простые, содержащие минералы Pb и Zn при достаточно широком развитии антимонита [Архангельская, Вольфсон, 1977].

**РТУТНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения Р.-с.-ц.р.ф. размещаются преимущественно в краевых частях областей, испытавших автономную или отраженную тектоно-магматическую активизацию, рудные поля месторождений рассматриваемой формации получили развитие и в эпигеосинклинальных орогенных поясах. Они формируются на площадях, связывающих свинцово-цинковые и ртутные или ртутно-сурьмяные структурно-металлогенические зоны, и характеризуются проявлением как свинцово-цинковой, так и ртутной, а также сурьмяной минерализации. Во многих рудных полях оруденение сопровождается развитием достаточно большого количества флюорита и барита.

В локализации рудных тел на месторождениях рассматриваемой рудной формации особо важную роль играют структурные факторы. Они выражаются в развитии сквозных и скрытых крутопадающих разломов фундамента, являющихся в ряде районов рудопроводящими каналами. В локализации оруденения важное значение имели физико-механические свойства слоистых осадочных пород чехла, тесно связанные с литолого-стратиграфическими особенностями последних и обуславливающие в тектонически благоприятной обстановке развитие наряду со слоистостью дорудных разрывов.

Многочисленные исследования ртутно-свинцово-цинковых месторождений показали, что процесс рудообразования в них протекает в два сближенных этапа при четком наложении ртутной и ртутно-сурьмяной минерализации на более раннюю свинцово-цинковую. Характерной особенностью рассматриваемых месторождений является значительно большая обогащенность ртутью свинцово-цинкового минерального комплекса по сравнению с месторождениями других рассмотренных ранее рудных формаций. Ртуть в основном входит в качестве примеси в рудные и жильные минералы, реже встречается в виде киновари. Ртутьсодержащие минералы рассматриваемого комплекса сопровождаются обычно пиритом, марказитом, небольшими количествами сфалерита, теннантита, люционита, энаргита, халькопирита, антимонита, галенита, сульфоантимонитов свинца. Из жильных

их сопровождают кварц, кальцит, аскерит, минералы группы каолинита, флюорит, барит. В виде примесей в рудах отмечаются Bi, Sn, Sr, реже Ca. Отдельным рудным провинциям свойственна мышьяковая минерализация, где As фиксируется в виде реальгара и аурипигмента, реже арсенопирита, и состав сложных ртутных минералов [Архангельская, Вольфсон, 1977].

**МЫШЬЯКОВО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Рудоносная провинция, в которой обнаружены М.-с.-ц.р.ф., находятся в восточной части Атласского складчатого пояса.

Основной особенностью месторождений, относящихся к рассматриваемой М.-с.-ц.р.ф., является широкое развитие свинцово-мышьякового сульфида — йорданита, являющегося наряду с галенитом и сфалеритом главным рудным минералом. В качестве второстепенных минералов в рудах отмечаются марказит, пирит, грейтонит, реальгар, аурипигмент. К числу редких относятся сульфид-антимониты свинца (буланжерит, геокроннит), самородные золото, мышьяк и серебро. Среди жильных минералов в рудных телах преобладает кальцит. В зоне окисления рассматриваемых месторождений получили развитие преимущественно смитсонит, церуссит, англезит, миметезит и лимонит.

Выделяются два типа месторождений: гидротермально-метасоматические и гидротермально-осадочные.

Руды сформированы в три основные стадии минералообразования: 1) сидерит-баритовую (сидерит → доломит → барит); 2) сфалерит-йорданит-галенитовую (пирит → марказит → йорданит → сфалерит (зернистый) → галенит → сфалерит (колломорфный) → барит → галенит (кристаллический) → кальцит); 3) реальгар-аурипигментовую (кальцит) → реальгар → аурипигмент [Архангельская, Вольфсон, 1977].

**СЕРНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения, объединенные С.-с.-ц.р.ф., возникают на площадях, относящихся к сероносным и нефтегазоносным провинциям, характеризующимся развитием минерализованных поясов, вытягивающихся вдоль зон сочленений региональных поднятий с прогибами, осложненными крупными региональными разломами.

Для этих поясов характерна следующая зональность оруденения в направлении от погруженных частей впадин к их периферии, т.е. от восстановительных условий к окислительным: зона нефтяных → зона газовых → зона серных и озокеритовых месторождений.

Главнейшими особенностями месторождений являются приуроченность оруденения к склонам поднятий и куполам с тектонически нарушенным сводом, т.е. к обычным нефтегазоносным структурам, контролируемым региональными глубинными разломами; проявление минерализации в определенных структурно-геологических позициях — на участках сочленения и искривления глубинных разломов при наличии в верхних частях разреза примерно до глубины 500 м гипсоангидритовых осадочных толщ (Гаурдак) или глинисто-песчанистых огипсованных свит, содержащих прослойки известково-мергелистых образований. Такой четкий литологический контроль характерен для сероносных залежей.

Литологический контроль последних сульфатсодержащими толщами проявляется в двух аспектах: а) в качестве структурного, связанного с физико-механическими свойствами сульфатных более хрупких толщ, благодаря чему в них или по контакту с ними развивается интенсивная трещиноватость, локализирующая эпигенетические тела самородной серы и парагенетически связанных с ней минералов; б) в качестве благоприятного химического. Осадочные сульфаты выступают здесь в виде источника самородной серы, обеспечивая около 60% ее в залежах, а также серы, идущей на образование парагенетически с ней связанных сульфатов (целестина, барита). По составу руд в СССР намечаются два минеральных типа рассматриваемых месторождений; галенит-сфалеритовый с самородной серой, гипсом, пиритом и самородной ртутью; галенит-сфалеритовый с самородной серой, целестином, баритом, флюоритом с высокими содержаниями Hg в минералах. В некоторых месторождениях отмечаются реальгар и аурипигмент, сульфиды Mn-гауэрит и алабандин, киноварь, а среди жильных широко развиты сидерит, арагонит и отмечается смитсонит (месторождения Мексиканского залива). В других месторождениях резко преобладают сульфиды железа (Дагестанские). В Гаурдакском месторождении отмечаются большие скопления флюорита (концентрация которого достигает до 30% общей массы) и барита. Здесь же, в верхней части сульфатных толщ, локализуется бороносная минерализация (данбуритовая).

А.А. Архангельская, Ф.И. Вольфсон [1977] наметили следующие особенности характеризующих руд: 1) весьма низкие содержания Ag в галенитах (следы) и практически его отсутствие в других сульфидах. Повышенное содержание в рудах некоторых месторождений Hg, Tl и As при отсутствии In и Ga; 2) низкие содержания в сфалеритах Fe и Mn (менее 1%) и высокие содержания Cd, достигающие иногда первых процентов (Гаурдак), что позволяет предположить наличие самостоятельных сульфидов кадмия; 3) очень широкое развитие разнообразных по составу твердых, жидких и газообразных битумов, содержание которых в рудах достигает 6% и более; 4) развитие в рудах сульфата стронция и реже его карбоната; 5) высокое содержание Hg в минералах, слагающих руды (Гаурдак-

ское месторождение), в отдельных месторождениях наличие самородной ртути (Трускавецкое) или сульфидов ртути (Сульфур Бенк); 6) незначительное количество окислов кремния, представленных в порядке последовательности халцедоном — кварцитом — кристаллическим кварцем (в серных залежах), несколько больше их количества в карбонат-сульфатных жилах и сульфидных залежах; 7) отчетливо проявившиеся в зонах серной минерализации разделение изотопов серы под влиянием как чисто химических, так и биогенных реакций.

**СМИТСОНИТ-ЦЕРУССИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Зона окисления, сложенная главным образом церусситом и смитсонитом. Относительно слабая растворимость сульфата свинца поверхностными водами и высокое содержание в них углекислоты, что связано с их фильтрацией через карбонатные породы, приводят к тому, что свинец почти полностью остается в зоне окисления в виде церуссита. Этого нельзя сказать о цинке, который только частично остается в виде смитсонита вместе с церусситом в зоне окисления в пределах первоначального контура рудного тела; значительные его количества могут выноситься поверхностными водами из зоны окисления как вниз, где происходит его отложение уже в зоне вторичного сульфидного обогащения, так и в стороны. В последнем случае происходит образование вторичных залежей цинковых руд, преимущественно в виде смитсонита путем метасоматоза карбонатных пород.

Характерной особенностью смитсонит-церусситовых шляп на свинцово-цинковых месторождениях в карбонатных породах является почти повсеместное интенсивное развитие карста. Генезис последнего, по-видимому, во многих случаях очень тесно связан с процессами выветривания сульфидных месторождений в карбонатных породах. Особенно интенсивно развивается карст при наличии в свинцово-цинковых рудах больших количеств пирита. Выделение в самостоятельный тип смитсонит-церусситовой формации обосновывается тем, что известны месторождения, значительная часть которых подвергалась процессам выветривания с образованием смитсонит-церусситовых шляп в таких масштабах, которые сами по себе уже представляют промышленные объекты. В качестве примеров месторождений этой рудной формации можно указать месторождения Северной Африки, Турции, Ирана и др. [Захаров, 1955].

## V

# МЕДНЫЕ И МЕДЬСОДЕРЖАЩИЕ ФОРМАЦИИ

## 1. КЛАССИФИКАЦИИ МЕДНЫХ И МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ФОРМАЦИЙ

Г.Ф. ЧЕРНЯКОВСКИЙ [1959]

Семейство колчеданных месторождений Урала подразделяется на две генетические группы: 1) группу колчеданных месторождений с сульфидной минерализацией, связанных с вторичными кварцитами; 2) группу собственно колчеданных месторождений, залегающих в рудовмещающих толщах вне связи с вторичными кварцитами и вне зависимости от степени метаморфизма рудовмещающих пород. По минералого-геохимическим признакам каждая группа расчленяется на соответствующие типы. Для собственно колчеданных месторождений такими типами будут: 1) серно-колчеданный (представленный серно-колчеданными месторождениями — Андреевским, Серным, Спасо-серным и др.); 2) серно-колчеданный меломедистый (представленный, например, Заводским и Чернушинским месторождениями Красноуральского района); 3) медно-серный, или медно-колчеданный (Северо-Ольховское месторождение в Нижне-Тагильском районе и др.); 4) медно-цинковый (месторождение имени III Интернационала, Карпушиха и др.); 5) цинковый, или золото-цинковый (Чадарское, в Нижне-Тагильском районе, Кузнечихинское и другие месторождения). Детали расчленения месторождений, связанных с вторичными кварцитами, пока не ясны из-за малой их изученности. Тем не менее в этой группе, а также и в группе собственно колчеданных месторождений проявление серно-колчеданного типа оруденения отграничено от медно-колчеданного.

Т а б л и ц а 62  
 Типы колчеданно-полиметаллических месторождений юга Сибири [Дистанов, 1974]

Рудная формация, субформация	Минеральный тип	Геотектоническая позиция	Связь с магматизмом	Примеры месторождения
Формация вулканогенных колчеданно-полиметаллических месторождений			Генетическая связь с процессами раннегеосинклинального андезитобазальтового вулканизма натровой специализации.	Кызыл-Таштыг, Дальнее (Тува)
Вулканогенные гидротермально-метасоматические рудные залежи	Колчеданно-полиметаллический (медно-свинцово-цинковый) Медно-колчеданный Серно-колчеданный	Вулкано-тектонические структуры, участки повышенной проницаемости и кустового развития субвулканических интрузий при существенной роли экранирующих структур	Особенно рудоносны контрастно дифференцированные серии вулканитов	
Стратиформные гидротермально-осадочные рудные залежи в вулканогенно-осадочных отложениях	Сульфидно-кремнисто-карбонатный, преимущественно свинцово-цинковый Сульфидно-силикатно-окисный, преимущественно медно-цинковый	Депрессионные структуры зон краевых глубинных разломов эвгеосинклиналей и внутригеосинклинальных поднятий. Верхние вулканогенно-осадочные структурные этажи вулканических серий	По времени образования близки к проявлению позднего субвулканического магматизма основного и кислого оостава и эксплозивных брекчий	Озерное (Западное Забайкалье), Холоднинское (Северное Прибайкалье), Маинское (Западный Саян)
Стратиформные гидротермально-осадочные рудные залежи в терригенно-карбонатных отложениях, удаленных от очагов вулканизма		Региональный контроль зонами разломов в складчатом обрамлении жестких массивов (Сибирской платформы) Конседиментационные депрессионные структуры	Удаленная парагенетическая связь с дайками основного состава в зонах разломов глубокого заложения. Характерно синхронное проявление дифференцированного базальтоидного вулканизма в смежных районах	Линейное и др. (Енисейский край)
Формация плутогенных колчеданно-полиметаллических месторождений	Барит-сульфидный полиметаллический Колчеданно-полиметаллический Медно-колчеданный	Постскладчатые региональные зоны интенсивного расщепления и трещиноватости пород как формы проявления глубинных разломов	Парагенетическая связь с постскладчатыми комплексами самостоятельных малых интрузий основного и кислого состава	Месторождения Салаирского и Урского рудных полей, Каменушинское, Ускандинское (Салаирский край)

Э.Г. ДИСТАНОВ, К.Р. КОВАЛЕВ, Б.Н. ЛАПИН [1971], Э.Г. ДИСТАНОВ [1972а, б, 1974],  
Э.Г. ДИСТАНОВ, К.Р. КОВАЛЕВ, Б.Н. ЛАПИН, В.Г. ПОНОМАРЕВ,  
К.В. КОЧЕТКОВ, А.И. БУСЛЕНКО [УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ..., 1976],  
Э.Г. ДИСТАНОВ, К.Р. КОВАЛЕВ, В.Г. ПОНОМАРЕВ [1977]

Колчеданно-полиметаллические месторождения юга Сибири подразделяются на формацию вулканогенных колчеданно-полиметаллических месторождений (с субформациями гидротермально-метасоматических рудных залежей и стратиформных гидротермально-осадочных рудных залежей) и формацию плутогенных колчеданно-полиметаллических месторождений.

Обе формации обладают близкими чертами: сходством минерального состава руд и вмещающих вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, а также общим характером процессов околорудного метасоматоза. Однако принципиальные различия в геологических условиях рудообразования, разное положение оруденения в истории развития тектоники и магматизма позволяют выделить эти рудные формации как совершенно самостоятельные формационные типы с присущими им характерными чертами, определяющими генетическую обособленность каждого типа и специфику закономерностей размещения и строения рудных залежей. В формациях выделяются субформации и минеральные типы. Возможно, в дальнейшем среди сложной группы колчеданно-полиметаллических месторождений на основе учения генетических представлений будут выделены и некоторые новые типы рудных формаций.

Типы колчеданно-полиметаллических месторождений юга Сибири представлены в табл. 62.

И.Г. ПАВЛОВА, Э.И. КУТЫРЕВ, И.В. ЛЯХНИЦКАЯ, Е.В. ЛЯХНИЦКАЯ,  
Е.В. ТУГАНОВА [МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ, 1973], И.Г. ПАВЛОВА [1978]

Классификация медных и медьсодержащих рудных формаций приведена в табл. 63.

Г.Э. НАРВАЙТ, Б.М. РУДЕНКО, Л.А. МИРОШНИЧЕНКО, Н.М. ЖУКОВ [1974]

#### Классификация меднорудных формаций Мугоджар.

*Медно-цинковая колчеданная формация.* К ней отнесены не только месторождения и рудопроявления массивных руд "уральского типа", но и прожилково-вкрапленное оруденение, всегда сопровождающее сплошные колчеданы, связанное с ними постепенными переходами или встречающееся в виде самостоятельных проявлений. Минеральный состав, парагенетические ассоциации и их последовательность, элементь-спутники, околорудные изменения, структурно-тектонические и геологические особенности агрегативного и прожилково-вкрапленного оруденения аналогичны. Степень агрегативности (контрастности) зависит от количества рудной массы и определяется только ею. Медно-цинковая колчеданная формация является основной в Мугоджарах и объединяет сотни рудопроявлений и главные промышленные объекты. Вмещающими породами ее являются базальтовые, андезито-базальтовые, андезитовые, редко андезито-дацитовые и более кислые эффузивы, в единичных случаях туфы ордовикского, силурийского, ранне-среднедевонского и раннекарбонного возраста, субвулканические тела и дайки кислого состава, а также иногда малоглубинные интрузивные коагматы вулканитов.

*Медно-железная формация.* К ней отнесены единичные мелкие рудопроявления сплошных магнитных железняков в серпентинитах или контактах их с основными эффузивами, содержащих вкрапленную и прожилковую медную минерализацию. К ним близки некоторые рудопроявления медно-цинковой колчеданной формации, тяготеющие к контактам эффузивов и габбро-плагиигранитных интрузий и содержащие много магнетита. В отличие от рудопроявлений медно-железной формации в них много серно-медного колчедана.

*Медно-золото-молибденовая формация.* Связана с кварцевым штокверком в малых интрузиях плагиигранит-порфиров среднего девона, вмещающих их эффузивах среднего основного состава, а также кварцевых диоритах и плагиигранитах среднего девона. В некоторых рудопроявлениях прожилково-вкрапленных руд медно-цинковой колчеданной формации в эффузивах также отмечается кварцевый штокверк и при-

Т а б л и ц а 63  
 Главные медные и медьсодержащие рудные формации [Павлова, 1978]

Рудная формация, тип месторождения	Рудоносная формация	Группа формаций	Примеры месторождений
Сульфидная медно-никелевая (Ni—Cu)—норильский (Ni—Cu)—курейский Cu—Ni—печенегский Cu—Ni—мончегорский	Оливинит-габбровая Троктолит-долеритовая Габбро-верлитовая Перидотит-пироксенит-но- ритовая	Вулкано- генно- интрузив- ные и ин- трузив- ные	Норильск  Печенга Мончегорск
[(V)—Ti—Cu—Fe]—волковский	Габбровая (?)		Волковское Чинейское
(Mo)—Cu—Fe—скарновая— саякский	Диорит-гранодиоритовая		Саякское Каратас
Молибденово-медная порфи- ровая [(Mo)—Cu]—аргиллизит-гум- беитовая—кальмакырский и вторично-кварцит-аргиллизи- товая—коунрадский [(Mo)—Cu]—пропилитовая— бощекульский	Габбро-моноксит-сиенит- диоритовая, габбро-диорит гранодиоритовая  Габбро-диоритовая, габбро- диорит-плагиогранитовая, андезит-диоритовая		Кальмакыр, Дальнее, Сары- Чеку, Коунрад, Карабас  Бощекуль, Салаватское, Вознесенское
Колчеданная: Cu и (Zn—Cu)—уральский  (Cu—Zn—Pb)—алтайский	Спилит-кератофир-туфослан- цевая Дацит-липарит-туфослан- цевая	Вулкано- генно- осадочные	Гай, Юбилейное, 50 лет Октября, XIX партсъезда, Дегтярское, Белоусовское, Зырянское
Медно-цеолитовая — тип оз. Верхнего	Базальт-липарит-терри- генная		
Медные руды в осадочных породах: медистые песчаники— джезказганский медистые сланцы и мергели — успенский  медистые карбонатные породы	Пестроцветная флишевая  "Черносланцевая"  Различных формаций	Осадочные	Джезказган, Удокан Успенское, Кизыл-Дере, Филизчай

сутствуют небольшие количества золота и молибдена, что несколько сближает их с медно-золото-молибденовой формацией.

**Примечание.** Между отдельными рудными формациями нет резких границ, они связаны переходами, промежуточными представителями и образуют единый генетический ряд магматогенных рудных формаций. Нет резких границ и между отдельными магматическими формациями натрового ряда, связанными постепенными переходами, образующими единый ряд магматических формаций. Эти формации образуют рудный комплекс, связанный с базальтоидным натровым магматическим комплексом Мугоджар. Более детальное расчленение формаций проведено по минеральным типам месторождений и рудопроявлений. При этом ни состав рудопроявляющих толщ (почти везде однообразный), ни характер окolorудных изменений (также в общем однотипный) не могут служить критериями для подробного разделения формаций. В названии минерального типа введена господствующая минеральная парагенетическая ассоциация.

В медно-цинковой колчеданной формации по преобладающему минеральному парагенезису выделено два минеральных типа — медно-колчеданный и медно-колчеданно-магнетитовый, в медно-золото-молибденовой — медно-молибденитовый и медно-золотой, медно-железной формации соответствует медно-магнетитовый минеральный тип.

Таблица 64

Меднорудные формации Урала и Мугоджар (существующие классификации) [Нарвайт и др., 1974].

Генетический тип	Редакционный совет по металлогеническим картам Урала		В.А. Прокин, 1970 г. (для Южно-Урала)	Западно-Казахстанская комплексная геологоразведочная экспедиция, 1968 г. (для Мугоджар)	
	Формация	Минеральный тип	Формация	Формация	Субформация
Гидротермальный	Колчеданная	Колчеданный нерасчлененный	Колчеданная (Учалы, Сибай)	Колчеданная	Нерасчлененная
		Пиритовый			Пиритовая (Кналыкуль)
		Халькопиритовый			Халькопиритовая (Карачендыр)
		Халькопирит-сфалеритовый			Халькопирит-сфалеритовая (Жиланда)
	Полиметаллический	Пирротиновая (Жангана, Бохтыбай)			
	Медно-кобальтовая	Пирротиновая Пиритовая	Медно-кобальтовая (Ивановское, Дергамышское)	Медно-кобальтовая (Геологическое)	—
Медно-порфировая (борнит-халькопиритовая)	—	Медно-порфировая (Биргильдинское)	Медно-порфировая (Южный Чуулдак)	—	
Халькопирит-кварцевая жильная	—	—	Халькопирит-кварцевая жильная (Акпан)	—	
Медная хлорит-цеолитовая	—	Медно-хлорит-цеолитовая (Новые Соколки)	—	—	
Сульфидная в кристаллических сланцах	—	Медно-сульфидная в кристаллических сланцах (Южный Юлук)	—	—	
—	—	Халькопирит-пиритовая в габбро и диоритах (Салаватское)	—	—	
—	—	Сульфидоносных роговиков (Таш-Яр)	—	—	

Для каждого минерального типа характерен свой специфический набор элементов-спутников. Так, для медно-колчеданного минерального типа главными элементами-спутниками являются Pb, Mo, As, Ag, Co, Ni, Ga; в второстепенных — Au, Sn, W, Ln, Gd, Sb, Ba, Sr. Для медно-колчеданно-магнетитового типа главный элемент-спутник Co, второстепенные — Ag, Mo, Sn, As, Ni, Ga. Для медно-магнетитового типа (медно-железной формации) профилирующие элементы-спутники Co, Ni, Cr. Для обоих минеральных типов медно-золото-молибденовой формации главные элементы-спутники — Ag, Bi, Sb, As, Te, второстепенные — Pb, Zn, Cd, Sn, Co, Ni, Ga. При этом обращает

С.С. Грешнер, 1962 г. (для Западных Мугоджар)		[Нарвэйт и др., 1974] (для вулканогенных зон Мугоджар)		
Генетический тип		Формация	Минеральный тип	Минеральная разновидность
Медно-колчеданный	В складчатых структурах вулканогенных толщ (Жиланда)	Медно-цинковая колчеданная	Медно-колчеданный	Халькопирит-пиритовая (Жиланда, Кналыкүль) Халькопирит-пирит-пирротиновая (Опак, Колымбай, "50 лет Октября")
	В динамометаморфизованных эффузивах и сланцах		Медно-колчеданно-магнетитовый	
Медно-пирротиновый (Жангана, Бохтыбай)				Халькопирит-пирротин-магнетитовая (Жангана, Балабохтыбай)
—		Медно-железная	Медно-магнетитовый (Геологическое, Сартугайское)	
Медно-молибденовый в гранит-порфирах (Южный Чуулдак)		Медно-золото-молибденовая	Медно-молибденитовый	Халькопирит-пирит-молибденовая (Южный Чуулдак) Халькопирит-пирит-пирротин-молибденовая (Мынжасар)
			Медно-золотой	Халькопирит-пирит-золотая (Юбилейное)
Кварц-жильный с сульфидами		Не выделяется из-за незначительной рудоносности		
—		Отсутствует		
—		"		
Медно-молибденовый прожилково-вкрапленный в габбро (Мынжасар)		Отсутствует как самостоятельная формация		
—		Отсутствует		

на себя внимание совпадение в разных формациях общего состава элементов-спутников, являющихся в разных минеральных типах то главными, то второстепенными. Это указывает на геохимическую родственность всех меднорудных формаций и правомочность объединения их в единый формационный генетический ряд.

Существующие классификации меднорудных формаций Урала и Мугоджар показаны в табл. 64.

Т а б л и ц а 65

Краткая характеристика рудных формаций колчеданного семейства [Логинов, 1976]

Рудная формация	Минеральный тип	Главные рудные минералы (в скобках — второстепенные и редкие минералы)	Геологическая характеристика окислительно-восстановительных условий рудоотложения
Колчеданно-серных месторождений	С преобладанием дисульфидов (железа). С преобладанием самородной серы	Марказит, пирит, самородная сера (реальгар, аурипигмент, антимонит, киноварь, ливингстонит и др.)	Рудоотложения среди субаэриальных вулканитов на малых глубинах от дневной поверхности
Серно-колчеданных месторождений		Пирит (халькопирит, борнит, сфалерит, галенит, блеклая руда и др.)	Рудоотложение среди субмаринных вулканитов и вулканогенно-осадочных пород
Медно-колчеданных месторождений	Пиритовый	Пирит, халькопирит (борнит, блеклая руда, сфалерит)	Рудоотложение среди субмаринных углеродсодержащих аргиллитов (вероятно, на значительных глубинах)
	Пирит-пирротиновый	Пирит, пирротин, халькопирит, магнетит (кубанит, арсенопирит, сфалерит, линнеит)	
Медно-цинково-колчеданных месторождений	Пиритовый	Пирит, пирротин, халькопирит, борнит, сфалерит (вюрцит), блеклые руды	Рудоотложение среди субмаринных вулканитов и вулканогенно-осадочных пород
	Пирит-пирротиновый		
Колчеданно-полиметаллических месторождений	Пиритовый Пирит-пирротиновый	Пирит (пирротин), халькопирит, сфалерит, галенит, барит (свинцовые и серебряные сульфосоли, блеклая руда и др.)	
Месторождений с существенным распространением руд, богатых энаргитом и люцитом	Пиритовый Пирит-пирротиновый	Пирит (пирротин), халькопирит, энаргит, люцит, фаматинит, станнин, висмутин, витихенит	Рудоотложение среди субаэриальных вулканитов после подъема их на дневную поверхность

## В.П. ЛОГИНОВ [1976]

Семейство колчеданных месторождений подразделяется на шесть рудных формаций: I — формация колчеданно-серных месторождений; II — формация серно-колчеданных месторождений; III — формация медно-колчеданных месторождений; IV — формация медно-цинково-колчеданных месторождений; V — формация колчеданно-полиметаллических месторождений; VI — формация месторождений со значительным распространением в них руд, богатых энаргитом и люцитом.

Главные признаки колчеданных формаций, их минеральных типов и наиболее характерные примеры их месторождений показаны в табл. 65.

Формации II, III, IV связаны друг с другом переходами преимущественно по принципу "вертикального ряда"; формации IV и V — по принципу "горизонтального ряда". В формациях III, IV, V, VI по доминирующим сульфидам, слагающим основную основу руд, различаются минеральные типы — пиритовый, пирит-пирротиновый, а в формации III, кроме того, пирротиновый. Месторождения двух последних типов следует отличать от месторождений с пирротиновыми рудами метаморфического происхождения.

Петрографический состав рудовмещающего комплекса	Типичные околорудные изменения (типоморфные минералы)	Наиболее типичные примеры месторождений
Дациты, гиперстеновые и авгит-гиперстеновые андезиты и их пирокластиты	Алунит, галлуазит, каолинит, опал, монтмориллонит, сапонит	Матсуо, Хоробетсу, Абута (Япония), Раусу (вулкан Менделеева, о-в Кунашир, СССР)
Вулканыты различного петрографического состава; графитистые сланцы и кварциты	Корунд, андалузит, диаспор, топаз, зунит, пирофиллит, серицит, кварц	Южно-Кабанское (Средний Урал), Чирагидзорское (Закавказье), Карельские (СССР)
Вулканыты преимущественно основного состава (спилиты, диабазы)	Хлорит, кальцит, серицит, кварц, гематит	Месторождения Блявинской группы (Южный Урал, СССР)
Аргиллиты, алевролиты с дайками и покровами спилитов и андезит-базальтов	Антофиллит, моноклинные амфиболы, хлориты в пирротиновую стадию, тальк, биотит, мусковит — в халькопиритовую стадию	Кизил-Дере (Северный Кавказ, СССР), Эргани-Маден (Турция)
Углеродсодержащие аргиллиты и алевролиты, контактовые роговики с кордиеритом и гранатом	Кварц, серицит (гидрослюды, фенгиты), хлорит, карбонаты, монтмориллонит	Вавилонское (Рудный Алтай, СССР)
Контрастно дифференцированные вулканические комплексы с участием вулканытов как основного, так и кремнекислого состава	В пирит-пирротиновом минеральном типе — хлорит, актинолит, черит, анкерит	Флин-Флон (Канада), им. III Интернационала (Средний Урал, СССР)
Вулканыты преимущественно кремнекислого состава (липариты, дациты, андезитодациты)		Сибайское (Южный Урал, СССР)
Роговообманковые и биотит-роговообманковые андезиты и дациты	Алунит, диккит, местами андалузит, диаспор, пирофиллит, серицит, кварц	Месторождения типа Куроко (Япония), Тишинское, Новоберезовское (Рудный Алтай, СССР)
		Бор, Радка, Челопеч (Среднегорская рудная зона Болгарии и Югославии), Церро-де-Паско (Перу)

Примечание. В.П. Логинов [1976] отмечает, что колчеданные формации следует различать не по вещественному составу руд, а по наиболее существенным геологическим особенностям различных формаций и по главным факторам возникновения той или иной формации [Захаров, 1953; Шнейдерхен, 1958; Черняковский, 1959; Кузнецов, 1976].

И.М. ГОЛОВАНОВ [1978]

**Классификация меднорудных формаций и минеральных типов месторождений меди Западного Тянь-Шаня показана в табл. 66.**

Примечание. Первая попытка классификации эндогенных меднорудных формаций Узбекистана сделана И.М. Головановым в 1964 г. Позднее она дополнена и переработана [Голованов, 1966]. При составлении классификации учтен опыт типизации и систематики промышленных типов медных месторождений и рудных формаций меди А.Н. Заварицкого, Е.Е. Захарова, Л.Н. Овчинникова, К.Л. Пожарицкого, И.Г. Магакьяна, П.А. Строны, Е.В. Пучкова, И.Г. Павловой, Т. Ватанаба, Г. Шнейдерхена и др. В классификацию включены собственно меднорудные формации, в которых минералы меди преобладают и медь — основной промышленный металл. Рудные формации других металлов, содержащих медь в виде сопутствующего компонента (0,1–0,5%), т.е. медьсодержащие формации, не рассматриваются.

Т а б л и ц а 66

Классификация меднорудных формаций и минеральных типов месторождений меди Западного Тянь-Шаня [Голованов, 1978]

Группа рудных формаций	Рудная формация и примеры месторождений	Минеральный тип месторождений и примеры	Главные минералы	Химические элементы руд	
				Главные	
1	2	3	4	5	
<b>Магматогенные рудные формации меди</b>					
Медно-железорудная	Медно-титаномагнетитовая (рудопроявления Шавазы, Беляуты и Ачасая)		Титаномагнетит, апатит, халькопирит, пирит, борнит, пирротин	Cu	
	Скарново-медно-железорудная (Ирису, Шабрез, Ихнач)	Скарново-халькопирит-магнетитовый (Ирису) Скарново-пирит-халькопирит-магнетитовый (Чокадамбулак)	Магнетит, пирит, халькопирит, пирротин, гематит, сфалерит, кобальтин	Fe, Cu	
	Скарново-золото-медная (Бозымчак, Курутегерек)	Скарново-золото-халькопирит-арсенопиритовый (Тарор, Мосриф) Скарново-золото-халькопиритовый (Бозымчак) Скарново-золото-платиноидно-молибденит-халькопиритовый (Курутегерек) Скарново-пирротин-халькопиритовый (Чош, Чормагол)	Халькопирит, пирротин, пирит, магнетит, молибденит, кубанит, арсенопирит, золото самородное	Au, Cu	
Медно-золоторудная с молибденом	Медно-порфировая (Кальмакыр, Дальнее)	Золото-пирит-халькопиритовый (Актурнак) Золото-молибденит-халькопиритовый (Кальмакыр) Халькопирит-молибденитовый (Сарычеку) Халькопирит-молибденит-шеелитовый (Янгоклы)	Пирит, магнетит, халькопирит, молибденит, гематит, борнит, блеклая руда, сфалерит, золото самородное, теллуриды золота	Cu, Au, Mo	
	Золото-медно-колчеданная (Кургашикан, Бургунда)		Пирит, халькопирит, зандбергерит, сфалерит, галенит, теллуриды золота, серебра и висмута	Cu, Au	
Медно-колчеданная (Кульдара)			Пирротин, пирит, халькопирит, борнит, сфалерит, галенит	Cu, S	
Медно-свинцово-цинковая	Жильная медная (кварц-медная)	Кварц-флюорит-халькозиновый (Дудесай, Новошях) Кварц-барит-халькопиритовый (Шаваз) Кварц-карбонатно-халькопиритовый (Узумсай)	Халькопирит, пирит, галенит, сфалерит	Cu, Pb, Zn	

Химические элементы руд	Морфология рудных тел	Околорудные изменения	Рудовмещающие породы	Геолого-структурная позиция
6	7	8	9	10

**Магматогенные рудные формации меди**

Fe, Ti, Pt, Zn, Ni, Co	Зоны вкрапленной минерализации	Амфибол-биотитовые метасоматиты, альбитизация	Роговообманково-биотитовые и пироксеновые габбро $C_2$	Эндоконтактные участки гибридных габброидов с карбонатными породами в зонах антиклинальных поднятий
Co, S, Pt, Pd, Se, Te, Au	Линзообразные залежи в трещинах отслоения известняков, реже секущие зоны массивных руд в интрузивах	Известковые и магниезиальные скарны и продукты их преобразования	Скарнированные карбонатные породы $D_2-C_1$ (известняки и доломиты)	Области блоковых антиклинальных поднятий с выходами контактовых зон щелочных габброидов и гранитоидов $C_2$ с карбонатной толщей
Bi, Te, Se, Pd, Pt, Mo, Ag, Co, As, Sb	Линзовидные метасоматические залежи массивных руд в участках приконтактного дробления	Известковые и магниезиальные скарны, роговики, зоны пропилитизации, серпентинизации и окварцевания	Скарнированные карбонатные породы $S_2, D_2-C_1$	То же
Ag, S, Fe, Se, Te, Bi, In, Pd	Зоны прожилково-вкрапленных руд, облегающие фланговые и апикальные части штоков малых интрузивов, линейновитяжные зоны прожилково-вкрапленных руд	Пропилитизация, серицитовые кварциты, березиты	Кварцевые сиенит-диориты, монцониты, сиениты, диориты $C_2$ , эффузивные кварцевые порфиры, $D_1$ , редко гранодиорит-порфиры $C_3-P_1$	Краевые зоны блоковых антиклинальных поднятий на уровне структурных ярусов $D_1, D_2-3$ Сиенит-диоритовые фации гранитоидных массивов $C_2$ , прорывающих контрастно-дифференцированную серию эффузивов $D_1$ , и прорванные штоками гранодиорит-порфиров $C_3-P_1$
Ag, Bi, Te, Se, In, Sb	Жилы, метасоматические зоны массивных руд, прожилково-вкрапленные зоны	Магниезиальные скарны, тремолитизация, серпентинизация, пропилиты	Доломиты и известняки $D_2-3$ , кварцевые порфиры $D_1$	Участки блоковых поднятий с выходами отложенных структурных ярусов $D_1, D_2-3$
Zn, Pb, Ag, Bi, Se, Ni, Co	Пластообразные залежи массивных и гнездово-прожилковых руд	Пропилиты, вторичные кварциты	Кварц-хлорит-серицитовые сланцы	Влияние зон глубинных региональных разломов, межформационные зоны дробления на контакте с субвулканическими кварцевыми порфирами $C_1$
Au, Ag, Bi, Te	Жилы, редко штоковые зоны	Выражены слабо (окварцевание, серицитизация, хлоритизация)	Интрузивные и эффузивные породы различного возраста, редко карбонатные и метаморфические породы	Четкий структурный контроль зонами оперения крупных разломов, периферическими зонами краевых разломов, дайковыми поясами, субвулканическими аппаратами и поясами

Т а б л и ц а 66 (окончание)

1	2	3	4	5
Медно-свинцово-цинковая		Кварц-золото-халькопирит-пиритовый (Катранга) Кварц-халькопиритовый (Балыкты) Кварц-молибденит-халькопиритовый (Кендыр) Кварц-халькопирит-борнитовый (Дандончокан)		
Медно-серебро-свинцово-цинковая с золотом	Медистых песчаников	<b>Седиментогенные рудные формации меди</b> Халькозин-борнит-малахитовый (Бешхатын-Кампрек, Наукат)	Малахит, азурит, калькозин, борнит, ковеллин, куприт, атакамит	Cu
Медно-молибден-ванадиевая	Медно-молибден-ванадиевая (стратиформная)	<b>Метаморфогенные рудные формации меди</b>	Халькопирит, молибденит, халькозин, малахит, атакамит, ванадаты	Cu

Т а б л и ц а 67

Медные и медьсодержащие формации Казахстана  
(составлена А.К. Каюповым, В.Г. Ли, Г.Ф. Ляпичевым, Л.А. Мирошниченко)  
[Металлогения Казахстана . . . , 1978]

Мегаряд формаций		Ряд формаций	
Рудные	Магматические	Рудные	Магматические
1	2	3	4
Платиноидно-золото-медно-никелевый	Дифференцированных перидотит-габбровых	Медно-никелевый	Нормальной щелочности
Фосфорно-ванадиево-титан-медно-марганцево-железородный	Недифференцированных базальт-габбровых	Медно-ванадиево-марганцево-железородный	Натровый
Железо-марганцево-золото-молибден-платиноидно-цинково-медный	Последовательно- и контрастно-дифференцированных базальт-габбро-плагиолипарит-плагиогранитных	Марганцево-золото-молибден-цинково-медный	"

6	7	8	9	10
---	---	---	---	----

### Седиментогенные рудные формации меди

Pb, Zn, Ag, Au, Mo, W, Co	Пласты, линзы, гнезда, реже жилы и прожилки	Не характерны	Красноцветные и пестроцветные рус- ловые песчаники, алевролиты, мер- гели, глины, до- ломиты $D_{1-2}$ , $K_1$ , $N$	Межгорные впадины, геосинклинальные трогии, заполненные красно- и пестроцветными молас- сами в геосинклиналь- ную, постгеосинклиналь- ную и постплатформен- ную стадию
---------------------------------	---------------------------------------------------	---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Метаморфогенные рудные формации меди

Mo, V, W, Co	Пластообразные залежи, линзы, гнезда, секущие зоны	Слабо проявлены	Углисто-кремни- стые сланцы, квар- циты рифея и ниж- него палеозоя	Выступы и поднятия докембрийских и ниже- палеозойских кристалли- ческих оснований
--------------	-------------------------------------------------------------	-----------------	-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

Формация					Минеральный тип *
Вулканогенная		Плутоногенная		9	
Рудная	Магматическая	Рудная	Магматическая		
5	6	7	8	9	
		Медно-никеле- вая	Пироксенит-габ- бровая (?), габ- бро-сиенитовая	Пентландит-халькопирит-гексо- пирротинный Тальк-актинолит-пентландит- халькопирит-пирротинный	
		Медно-ванадие- во-титаново- железородная	Габбровая (дунит- габбровая)	Пентландит-халькопирит-пирро- тин-пирит-магнетитовый	
Медисто-серно- колчеданно-мар- ганцево-железо- рудная				Пропилит-халькопирит-пирит- овый	
		Золото-молиб- ден-колчедан- но-цинково- медная	Габбро-плагиио- гранитная	Березит-кордиерит-биотит- сфалерит-халькопирит-пирротин- пиритовый Березит-сфалерит-халькопирит- пиритовый	

Таблица 67 (продолжение)

1	2	3	4
Железо-марганцево-золото-молибден-платиноидно-цинково-медный	Последовательно- и контрастно-дифференцированных базальт-габбро-плагиолипарит-плагиогранитных	Марганцево-золото-молибден-цинково-медный	Натровый
		Платиноидно-цинково-молибден-медный	Натрово-калиевый
		Золото-молибден-железо-медно-свинцово-цинковый	С незакономерным соотношением щелочей
		Золото-рениево-молибден-медно-железородный	Калинатровый
Золото-серебряно-молибден-медно-железородно-свинцово-цинковый	Контрастно-дифференцированных базальт-габбро-липарит-гранитовых и монзонит-сиенитовых	Мышьяково-свинцово-цинково-золото-серебряно-молибден-медный	Нормальной щелочности
		Золото-молибден-медно-свинцово-цинковый	Субщелочных калиевых

5	6	7	8	9
		Золото-молибден-колчеданно-цинково-медная	Габбро-плагио-гранитная	Пропилит-сфалерит-халькопирит-магнетит-пирротиновый Березит-золото-молибденит-халькопиритовый
Колчеданно-цинково-медная	Базальтово-трахидацитовая	Платиноидно-рениево-молибденово-медная	Габбро-плагио-гранит-сиенитовая	Пирит-сфалерит-халькопиритовый Пропилит-платиноидно-молибденит-халькопиритовый
Золото-молибден-медная	Андезит-липаритовая	Золото-медная	Габбро-плагио-гранитная	Пропилит-кордиерит-антофиллит-халькопирит-пирротиновый Березит-золото-молибденит-халькопиритовый Пропилит (халькозин-борнит) - халькопиритовый Березит-молибденит-халькопиритовый Вторично-кварцит-молибденит-халькопиритовый
		Золото-молибден-медная Молибден-медная	Габбро-плагио-гранитная Гранодиорит-гранитная	Березит-молибденит-халькопиритовый
		Золото-молибден-медно-железородная	Тоналит-гранодиорит-плагио-гранитная	Известково-скарново-золото-халькопиритовый Березит-молибденит-халькопиритовый Кварц-турмалиново-золото-халькопиритовый Кварц-халькопиритовый
		Золото-молибден-медно-кобальт-железородный		
		Рениево-золото-молибден-медная	Тоналит-гранодиорит-плагио-гранитная	Аргиллизит-молибденит-халькопиритовый Березит-молибденит-халькопиритовый Березит-молибденит-халькопирит-магнетитовый
		Железо-молибден-медная	Гранодиорит-гранитная	Известково-скарново-халькопиритовый Березит-молибденит-халькопиритовый Грейзеново-молибденит-халькопиритовый Кварц-молибденит-халькопиритовый Кварц-халькопиритовый Березит-золото-молибденит-халькопиритовый
		Мышьяк-кобальт-золото-молибден-медная	Гранодиорит-гранитная	Известково-скарново-золото-молибденит-борнит-кобальтин-магнетит-халькопиритовый Березит-молибденит-халькопиритовый Кварц-турмалин-золото-молибденит-халькопиритовый
Серебряно-медная	Трахибазальт-трахилипаритовая			Медно (самородная медь) -пренит-цеолитовый
		Золото-медно-молибден-свино-цинковая	Монзонит-сиено-гранодиорит-гранитная	Березит-халькопирит-молибденитовый Вторично-кварцит-золото-молибденит-халькопиритовый Кварц-кальцит-халькопиритовый
Золото-серебряно-медно-свинцово-цинковая	Трахибазальт-трахилипаритовая			

Таблица 67 (окончание)

1	2	3	4
Железо-марганцево-фосфорно-ванадиево-барит-медно-свинцово-цинковый	Комагматических ассоциаций с незакономерным типом дифференциации	Железо-марганцево-барит-медно-свинцово-цинковый	Калиевых
		Золото-медный	"

\* По В.В. Колесникову с некоторыми изменениями и дополнениями.

\*\* Отмечены нерасчлененные ассоциации рудных комплексов.

Рудная формация	Месторождение
Сульфидно-медно-никелевая	Тасказган
Скарново-медно-молибден-железородная	Южный Янгикан
Скарново-медно-молибден-висмутовая	Ташкерган
Кварц-грейзеново-полисульфидно-вольфрамовая	Саргардон
Скарново-сульфидно-вольфрамовая	Лянгар (Водораздельный)
Скарново-свинцово-цинковая	Кургашинкан
Колчеданно-полиметаллическая	Хандиза
Жильно-метасоматическая	Лашкерен
свинцово-цинковая с серебром	
Медно-висмутовая	Алмадон
Кварц-золото-полисульфидная	Кочбулак

Выделено три генетических типа рудных формаций: магматогенные (семь формаций), седиментогенные и метаморфогенные (по одной формации). Рудные формации объединены в более крупные классификационные единицы — пять групп рудных формаций — по основным промышленно извлекаемым металлам: медно-железородная, медно-золоторудная с молибденом, медно-свинцово-цинковая, медно-серебро-свинцово-цинковая с золотом, медно-молибден-ванадиевая [Голованов, 1978].

А.К. КАЮПОВ, В.Г. ЛИ, Г.Ф. ЛЯПИЧЕВ, Л.А. МИРОШНИЧЕНКО

[Металлогения Казахстана . . . , 1978]

Классификация медных и медьсодержащих формаций Казахстана показана в табл. 67.

Примечание. Под мегарядом рудных формаций А.К. Каюпов и др. [Металлогения Казахстана . . . , 1978] понимали сообщество рядов рудных формаций, обладающих одним набором рудных элементов и образующихся в сходной тектонической обстановке. Рудные формации каждого мегаряда обнаруживают генетическую или парагенетическую связь с определенной группой однотипных геологических формаций. В эндогенной металлогении тип рудно-формационного мегаряда находится в соответствии с кислотностью и типом дифференциации магматических формаций.

Ряды рудных формаций — сообщество рудных формаций (рудно-формационных ассоциаций), характеризующихся набором одних и тех же рудных элементов при разных количественных соотношениях их геохимически родственных групп, возникших в сходной тектонической обстановке.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕДНЫХ И МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ФОРМАЦИЙ

**ФОРМАЦИЯ КОЛЧЕДАННО-СЕРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Сульфидные залежи Ф. к.-с. м. слагаются в основном пиритом, марказитом и сажистым дисульфидом железа типа мельниковит-пирита с незначительным содержанием в рудах также самородной серы, опала, кварца, алунита и барита. В виде ничтожных примесей среди суль-

Таблица 67 (окончание)

5	6	7	8	9
		Барит-медно-свинцово-цинковая	Габбро-диабаз-монцитонитовая	Березит-барит-борнит-халькопиритовый Кварц-борнит-халькозин-халькопиритовый
Рениево-цинково-свинцово-медная (медистых песчаников) **				Кварц-кальцит-сфалерит-галенит-халькозин-борнит-халькопиритовый Кварц-барит-халькозин-халькопиритовый
Золото-медная	Трахиандезит-базальт-трахитовая			Пропилит-халькопиритовый Березит-халькопирит-пирит-золотой

фидных руд местами встречаются реальгар, аурипигмент, киноварь, метациннабарит, ливингстонит, антимонит, хоротсуит, халькозин, сфалерит и галенит. Мощность залежей таких сульфидных руд достигает нескольких десятков, а протяженность — нескольких сотен метров. Залежи сульфидных руд либо подстилаются (например, на руднике Матсуо), либо сменяются вниз по пологому падению (на месторождении Абута) или по простиранию (на руднике Хоробетсу) залежами массивных и густо вкрапленных руд самородной серы. В последних встречаются также вкрапленные дисульфиды железа, опал, алунит, каолинит, рутил. Боковые породы рудных залежей представлены опал-алунитовыми вторичными кварцитами, сменяющимися с удалением от руды опал-каолинитовыми и каолинит-галлуазитовыми метасоматитами, а далее хлорит-монтмориллонитовыми пропилитами с вкрапленностью гипса и пирита. Обычная мощность ореола метасоматических изменений равна 20—30 м.

Количественные соотношения руд самородной серы и руд дисульфидов железа в подобных месторождениях широко варьируют. В частности, известны месторождения дисульфидов железа (месторождения Раусу на влк. Менделеева, о-ва Кунашир в СССР, Кюсю и Микунни в Японии, Чикун на Тайване), почти не сопровождающихся рудами самородной серы импрегнационно-метасоматического происхождения. Эти месторождения могут рассматриваться как своеобразные аналоги древних пиритовых залежей, существенно сходные с ними по следующим признакам: 1) сложения сульфидных руд в основании дисульфидами железа, 2) сходные структуры и тектуры массивных и вкрапленных руд, что определялось одинаковым метасоматическим способом рудоотложения, 3) распространения в тех и других месторождениях грубосогласная с напластованием боковых пород форма рудных тел при подчиненном контроле оруденения дизъюнктивными нарушениями, 4) сопровождение рудных тел здесь и там ореолами гидротермального выщелачивания с возникновением метасоматитов одной и той же формации вторичных кварцитов, хотя и неодинаковых минеральных типов, 5) размещение тех и других месторождений среди вулканогенных толщ при генетической связи оруденения и метасоматического изменения боковых пород с гидротермальной активностью вулканических очагов.

При отмеченном сходстве серно-сульфидные месторождения отличаются от типично колчеданных месторождений преимущественно особенностями вещественного состава руд, а именно: зональной ассоциацией залежей самородной серы с залежами дисульфидов железа при более или менее постепенных переходах между ними, отсутствием либо чрезвычайно малым распространением сульфидов меди, цинка и свинца в сульфидных рудах, а также спорадическим участием в них киновари, метациннабарита, ливингстонита, реальгара, аурипигмента, антимонита, хоробетсуита, т.е. специфических минералов ртути, мышьяка и сурьмы, что является необычным для типично колчеданных месторождений. Еще одна отличительная черта серно-сульфидных месторождений от большинства, если не от всех колчеданных месторождений, — это приповерхностно сольфатарный характер рудовмещающих вторичных кварцитов с обильным развитием в них алунита, опала, каолинита, галлуазита и с более редким присутствием барита, халцедона, кристобаллита, тридимита, серицита. Возникновение всех этих отличий у серно-сульфидных месторождений определялось, по-видимому, тремя главными особенностями их генезиса: 1) приповерхностной локализацией их внутри суб-азральных вулканитов на небольших глубинах в существенно окислительной среде, 2) атмосферным происхождением и неглубоким залеганием тех подземных вод, которые явились основой для возникновения из них рудоносных термальных растворов под воздействием сольфатарных газов, 3) своеобразным сероводородно-углекислым составом вулканических эксгалляций, имеющих на выходах температуру около 100°С при отсутствии или весьма низком содержании в них галоидных элементов. Эти обстоятельства предопределили: во-первых, высокий окислительно-восстановительный потенциал среды метасоматического минералообразования в рудовмещающих породах

и, следовательно, обильное развитие в них алунита, а также присутствие самородной серы в рудах, возникавшей при неполном окислении серы сероводорода; во-вторых, низкую температуру рудотложения, что указывается примерами метасоматического замещения самородной серы в сульфидных рудах дисульфидами железа при известной невысокой точке плавления серы ( $112,8^{\circ}\text{C}$ ); в-третьих, возможность массовости дисульфидов железа, которое, несомненно, в изобилии присутствовало в растворах вследствие выщелачивания его из боковых андезитов и андезит-дацитов при образовании рудовмещающих опал-алунитовых и каолинитовых пород; с другой стороны, в тех же самых растворах не было достаточной концентраций других халькофильных элементов, кроме незначительно привнесшихся в газовой фазе ртути, мышьяка, сурьмы.

Отмеченные отличия вещественного состава руд серно-сульфидных месторождений и особенно генезиса их, несмотря на ряд признаков существенного сходства с типично колчеданными пиритовыми залежами не позволяют отождествлять те и другие даже в тех случаях, когда серная минерализация в рассматриваемых месторождениях проявилась крайне незначительно. Однако серно-сульфидные месторождения, содержащие в своем составе крупные массы дисульфидов железа, можно рассматривать как особую рудную формацию семейства колчеданных месторождений. По своим вещественным особенностям и геологическому положению эта формация должна считаться переходной между семейством месторождения вулканогенной серы и теми метасоматическими колчеданными месторождениями, которые сопровождаются интенсивной алунитизацией боковых пород [Логинов, 1976].

**КОЛЧЕДАННАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Гидротермальное образование средних температур и малых глубин. Выделяется ряд типов: серно-колчеданный, медно-колчеданный, барит-полиметаллический и медно-пирротиновый. Пространственно колчеданные месторождения тяготеют к малым субвулканическим интрузиям, чаще всего к кварцевым порфирам и альбитофирам, фациально переходящим в вулканические брекчии и эффузии; эти малые интрузивы обычно рассматриваются как дериваты того же глубинного очага, с которым связаны эффузивные толщи и руды. Промышленное оруденение контролируется брахиантиклинальными складками, разбитыми разрывами, подводящими рудоносные растворы, и развивается метасоматически в благоприятных для замещения горизонтах порфиров, брекчий кератофилов и других, под экранами непроницаемых пород (туффилов, туфопесчаников, силлов альбитофилов и др.). Обычны неправильные формы рудных тел, характерные для месторождений замещения, а также штоки, линзы, гнезда; реже в плотных инертных породах, разбитых трещинами, развиты жилы, штокверковые и брекчированные зоны. Массивные, часто колломорфные руды дают постепенные переходы и окаймляются прожилково-вкрапленными и вкрапленными. Состав колчеданных руд независимо от района их проявления и геологического возраста довольно постоянен и типичен; резко преобладают пирит и халькопирит, иногда пирротин; широко развиты сфалерит, галенит, блеклые руды, барит, серицит, хлорит, кварц. Значительно реже и обычно в небольших количествах присутствуют борнит, энаргит, арсенопирит, минералы висмута. Формирование колчеданных месторождений протекает в несколько последовательных стадий, в результате пространственного обособления которых образуются различные типы руд: серно-колчеданный, серно-медно-колчеданный, барит-полиметаллический; в отдельных случаях вместо серно-колчеданных и медно-серно-колчеданных руд возникают соответственно пирротиновые и медно-пирротиновые, а несколько раньше (барит-полиметаллических) отмечаются энаргитовые руды. В связи со стадийным развитием рудного процесса и стадийным же раскрытием рудовмещающих трещин имеют место явления зональности в расположении руд, отвечающих отдельным стадиям и типам. Сверху вниз в пределах многих рудных полей колчеданных месторождений устанавливается смена типов руд в следующей последовательности: гипогенный гипс и барит с полиметаллическими рудами, медно-колчеданные руды, серно-колчеданные руды. Такого же характера и горизонтальная зональность с концентрацией медных и серноколчеданных руд вдоль более ранних разрывов обычно в центральной части рудного поля, а полиметаллических и баритовых руд вдоль наиболее поздних разрывов на периферии рудных полей [Макагьян, 1969]. Близкие определения: [Крестин, 1976].

— Месторождения колчеданных руд, расположенные в различных геологических провинциях, характеризуются постоянством. Одной из наиболее характерных особенностей является существенно сульфидный состав руд с резко подчиненным (от 5 до 15–20%) количеством петрогенных минералов. Главным в количественном отношении минералом является пирит (или его аналоги — марказит и мельниквит), большую роль играют халькопирит, сфалерит, иногда галенит, в незначительных концентрациях встречаются борнит и блеклые руды, арсенопирит, молибденит и другие

минералы встречаются эпизодически и лишь в виде примесей. Различные количественные соотношения между главными рудными минералами — пиритом, халькопиритом и галенитом — определяют различия минеральных типов и промышленных сортов колчеданных руд, представленных серно-колчеданными, медно-колчеданными, медно-цинково-колчеданными и колчедан-полиметаллическими разновидностями. Не менее характерно постоянство, с которым сменяются разновозрастные минеральные ассоциации, участвующие в строении колчеданных руд: 1) ранняя пиритовая, 2) халькопирит-пиритовая, 3) пирит-сфалеритовая, часто с повышенным содержанием золота и серебра, в составе которой в некоторых случаях (например, в месторождениях Южного склона Большого Кавказа, Алтая, Бурятии, Тувы и др.) существенную роль играет галенит. Процессы отложения минералов указанных главных ассоциаций отделены друг от друга периодами отчетливо проявленных тектонических деформаций. Пиритовые руды, сформированные в связи с отложением минералов первой ассоциации, в большинстве месторождений подвергаются дроблению или расщеплению, которое залечивается следующими по времени минералами, входящими в состав второй и третьей минеральных ассоциаций. Текстуры и структуры колчеданных руд различных провинций мира также обнаруживают выдержанность некоторых важнейших их черт. В первую очередь здесь следует указать на широкое развитие метаколлоидных структур, которое рассматривается исследователями, изучающими колчеданные месторождения, как указание на существенную роль коллоидных растворов в процессе рудообразования. Сохранность этих структур в различных месторождениях различна, что отражает специфику условий внутрирудного и послерудного метаморфизма [Бородаевская, Шмидт, 1967].

— Группа, включающая пиритовые, пирит-пирротиновые, пирит-арсенопиритовые ассоциации с медьсодержащими сульфидами и без них. Этим минеральным ассоциациям, помимо Fe и As, свойственна концентрация Cu, Au, V, которые в ряде случаев могут попутно извлекаться, а также присутствие в сульфидах таких примесей, как Ni, Co, Sn, Mo и другие металлы. Характерно развитие зон интенсивной серцитизации, окварцевания, пиритизации, карбонатизации, местами турмалинизации [Архангельская, 1973].

Син.: формация колчеданных руд [Бородаевская, Шмидт, 1967], колчеданная группа парагенетических минеральных ассоциаций [Архангельская, 1973].

**ФОРМАЦИЯ МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.** — Месторождения с относительно широким пространственным проявлением халькопирит-пиритовой или борнит-пиритовой стадий рудоотложения при отсутствии или при крайней пространственной ограниченности проявления медно-цинковой или колчеданно-полиметаллической стадий. Носителями меди в медно-колчеданных месторождениях являются халькопирит и реже гипогенные борнит и халькозин, а также блеклые руды — теннантит и тетраэдрит. Существенным признаком вещественного состава месторождений медно-колчеданной формации следует считать более низкое отношение  $Ag/Au$  в их рудах сравнительно с рудами медно-цинково-колчеданной и колчеданно-полиметаллической формаций. Это отношение не превышает 15,6, снижаясь в большинстве этих месторождений ниже 10 [Логоинов, 1976].

**Примечание.** Важнейшей геологической чертой Ф. м.-к.м. Р.В. Хутчинсон считает резкое преобладание среди рудовмещающих пород вулканитов основного состава с участием диабазовых даек, небольших массивов габбро и местами даже гипербазитов. Из осадочных пород для этих месторождений характерны кремнистые осадки и аргиллиты. С другой стороны, из сопоставления вариации вещественного состава колчеданных месторождений Урала с петрографическими особенностями их рудовмещающих толщ М.Б. Бородаевская и другие установили, что относительно богатые медью и цинком месторождения (при  $Cu > Zn$ ) размещаются в последовательно дифференцированных вулканических комплексах (например, сложенных базальтами, андезит-базальтами, андезитами, дацитами и риолитами). Среди околорудных гидротермальных изменений рудовмещающих толщ на медно-колчеданных месторождениях наиболее распространены проявления хлоритизации.

Среди медно-колчеданных месторождений по сульфидам железа, слагающих вещественную основу руд, можно различать, по крайней мере, два минеральных типа: пиритовый и пирит-пирротинный [Логоинов, 1976].

**МЕДНО-ПОРФИРОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечания:** 1. В медно-порфировых месторождениях заключено более половины мировых и около 15% общесоюзных запасов медных руд; они являются высококомплексными и содержат, кроме меди, молибден, золото, серебро, серу, рений, селен, теллур и другие компоненты; это обычно крупные месторождения с равномерным оруденением, пригодные для открытой системы разработки.

К общим геологическим особенностям медно-порфировых месторождений относятся: приуро-

ченность к вулканоплутоническим поясам активизированных срединных массивов; связь с интрузивными и субвулканическими штоками порфировых гранитоидов диорит-гранодиорит-гранитового ряда; штокерковая форма прожилково-вкрапленных медно-молибденовых руд; пирит-халькопирит-молибденитовый продуктивный минеральный парагенезис; вторично-кварцитовые, пропилированные и аргиллитовые околорудные изменения пород.

2. **Классификация минеральных типов месторождений М.-п. р. ф.** Медно-порфировые месторождения, несмотря на их сходство, имеют заметные различия в минеральном и металном составе, рудовмещающих породах, околорудных метасоматитах. Поэтому возникла необходимость подразделения медно-порфировой формации на минеральные типы месторождений.

И.М. Голованов [1978] выделил несколько общих признаков, на основе которых систематизировались типы месторождений этой формации:

*А. Геотектоническая позиция месторождений.* И.Г. Павлова и соавторы [Закономерности размещения . . . , 1971; Критерии прогноза . . . , 1973] по этому признаку выделяют медно-порфировые месторождения эвгеосинклинальной, промежуточной зоны и зоны поднятия (срединный массив, геосинклиналь). Следует заметить, что медно-порфировые месторождения для эвгеосинклинальных зон необычны. С позиций новой глобальной тектоники медно-молибденовый тип описываемых месторождений тяготеет к участкам континентальной коры, а медно-золотой — к островным дугам. С таким выводом согласуется выделение двух моделей медно-порфировых месторождений. Кварцмонцит-гранодиоритовая модель характерна для кратонной обстановки либо для участков с повышенной мощностью метаморфических толщ. Руды здесь имеют молибден-медный состав при низком содержании золота. Диоритовая модель характерна для областей с океанической либо с утоненной корой. В отличие от первой модели руды здесь существенно медного состава при повышенных концентрациях золота и низких — молибдена.

*Б. Геологические условия залегания в различных типах магматических пород.* Основные медно-порфировые месторождения Казахстана Б.Г. Башкиров и соавторы [1969] по этому признаку делят на две группы: ассоциирующие с интрузивными породами и размещенные вне их. Для этого же региона Ю.К. Кудрявцев, В.В. Аристов, В.С. Попов [1971] выделяют коунрадский и кенькудукский типы медно-молибденовых месторождений, различающиеся типом вмещающих магматических пород и составом метасоматитов.

Для провинции Британская Колумбия, Канада выделены две интрузивные серии, с которыми связаны месторождения меди и молибдена: насыщенная кремнеземом — кварцевые монцитониты, реже кварцевые диориты, граниты и гранодиориты (к ним приурочены месторождения молибдена и вольфрама) и недосыщенная им — диориты, монцитониты, сиениты (с ними ассоциируют медные месторождения).

И.Г. Павлова [1970] разделила медно-порфировые месторождения по геологическим условиям залегания на три группы: 1) в вулканических породах среднего-основного состава раннегеосинклинальных спилит-кератофировых формаций (Боцекуль и др.); 2) в вулканических породах кислого-среднего состава позднеорогенных порфировых формаций (Коунрад, Эль-Тениенте и др.); 3) в интрузивных и метаморфических породах, формирующихся в позднеорогенную стадию синхронно с вулканическими породами порфировой формации (Каджаран, Кальмакыр и др.).

*В. Фактор глубинности в зависимости от типа и характера магматизма.* Е.В. Пучков и Г.Х. Гильмутдинов [1971] выделяют среди медно-порфировых месторождений Казахстана три группы по фактору глубинности, т.е. по их положению в вулканоплутоническом комплексе: 1) небольших глубин, локализованных в вулканических сериях; 2) глубин сочленения эффузивных и интрузивных серий; 3) локализованных в интрузивных сериях. Силлиту (1979 г.) считает, что медно-порфировая система располагается на границе между плутоническими и вулканическими средами. По уровню глубинности он выделяет четыре типа месторождений в зависимости от их близости к гранитоидам: значительно удаленные (крипобатолитовые), удаленные (азробатолитовые), прикровельные (эпibatолитовые), в гранитах (амбатолитовые).

*Г. Структурно-морфологический тип.* И.М. Головановым [1971, 1972] на примере алмалыкских месторождений по признаку морфологии руд установлено, что сверху вниз по вертикали прожилково-жилевой (с подчиненной вкрапленностью) тип руд сменяется прожилково-вкрапленным и ниже — вкрапленным (с подчиненными прожилками). В. Холлистер (1973 г.) на примере Кордильер Южной Америки выделяет два типа месторождений: штокерковый и турмалиновых брекчий, связанных с проседаниями краевой части континентальной плиты при преобладании горизонтальных смещений. Месторождения типа брекчиевых трубок с турмалином располагаются недалеко от переднего края континентальной плиты в кольцевых и радиальных разрывах и трещинах. Причем брекчиевые трубки могут рассматриваться как верхние составляющие порфировой системы. Штокерковые связаны с крупными региональными секущими и поперечными разломами, с их пересечениями и участками сопряжения с подчиненными нарушениями.

*Д. Околорудные метасоматиты.* А.К. Каюлов и В.В. Колесников [1974] намечают по этому признаку пять минеральных типов — вторично-кварцитовый, аргиллитовый, кварцевый, березитовый и грейзеновый. Известно также трехчленное деление медно-порфировых месторождений по типам гидротермальных измененных пород: серицит-кварц-аргиллит-калишпатный (кальмакырский), аргиллит-вторично-кварцитовый (коунрадский), пропилитовый (боцекульский) типы. Е.В. Пучков выделяет две подформации — вулканогенно-метасоматическую и плутогенно-мета-

соматическую и в них по три подтипа. В первой — алунит-серицитовый вторично-кварцитовый, андалузит-серицит-кварцевый вторично кварцевый и вторично-кварцитовый с наложенной гидротермальной аргиллизацией; во второй — калишпат-серицитовый пропилитовый, актинолит-биолит-эпидот-хлоритовый пропилитовый и пропилитовый с наложенной гидротермальной аргиллизацией.

*Е. Соотношение промышленно ценных компонентов.* Этот признак И.М. Голованов [1978] по ряду причин (промышленно-экономический подход, четкость и простота подразделения, хорошее согласование с другими признаками и др.) считает наиболее приемлемым для систематики месторождений медно-порфировой формации. Им выделено четыре минеральных типа: золото-пирит-халькопиритовый (золото-медный с серебром), золото-молибденит-халькопиритовый (золото-молибден-медный с серебром), халькопирит-молибденитовый (медно-молибденный) и молибденитовый (молибденный с медью и вольфрамом), являющийся переходным к собственно молибденитовым месторождениям (табл. 68). Они отличаются содержанием основных металлов (медь, молибден, золото), элементами-спутниками, положением относительно штоков порфириновых интрузивов, петрографическим и химическим составом порфириновых штоков.

## **МЕДНО-ПОРФИРОВЫЙ ВУЛКАНОГЕННЫЙ ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (КОУНРАДСКИЙ ТИП). — Определение не обнаружено.**

*Примечание.* Вторично-кварцит-аргиллизитовые и аргиллизит-березитовые медно-порфириновые месторождения, относимые к этой группе, локализуются среди вулканических пород орстенового ряда формаций (порфириновая группа), что соответствует случаю формирования молибденово-медного оруденения в верхнем структурном этаже. Месторождения обнаруживают тесную пространственную связь с субвулканическими телами небольших выходов на поверхность, не превышающей сотен метров—первых километров. По форме это штоки, дайки, силлы, некки, сложенные одной-двумя разновидностями пород, представленных гранодиорит-порфирами, кварцевыми монцит-порфирами, гранит-порфирами, кварцевыми порфирами и др. В ряде случаев устанавливается, что подобные субинтрузивные тела являются апофизами крупных расположенных на глубине батолитов.

Месторождения именно этой группы обнаруживают теснейшую связь с вулканическими структурами: жерлами древних вулканов, вулканическими аппаратами, центрами извержений, в которых часто непосредственно располагаются субинтрузивные тела порфириновых пород.

Характерной особенностью рассматриваемой группы медно-порфириновых месторождений является широкое развитие в пределах рудных полей грубо- и дайкообразных брекчиевых тел. Природа, время формирования и взаимосвязь их с оруденением в ряде случаев остаются непонятными. Особенно широко брекчиевые трубки проявлены в медном поясе Чили и Перу, в месторождениях Мексики, распространены на месторождении Коунрад и многих других.

Брекчиевые трубки, возникающие в дорудную стадию, для ряда месторождений являются главными, контролирующими оруденение структурами.

В медно-порфириновых месторождениях этой группы оруденение локализуется как непосредственно в порфириновых интрузивах, развиваясь преимущественно вдоль их контактов, так и в зонах экзоконтактов среди вулканических пород. При этом центральные части порфириновых интрузивов, слагающие "ядро" штокверковых тел, часто представлены относительно слабоизмененными, пропилитизированными, окварцованными породами, не содержащими практически рудной минерализации. Самая богатая минерализация концентрируется во многих месторождениях вдоль контактовых поверхностей, где также интенсивно проявлены изменения вмещающих пород. Характерными для месторождений этой группы являются кольцевые структуры рудных полей, определяемые морфологией субинтрузивных тел и подчеркиваемые в зонах контактов интрузивов (преимущественно в верхних частях их) системами дорудных трещин, образующих часто конически-кольцевые системы.

Первичные руды месторождений группы представляют собой в различной степени окварцованные, серицитизированные, аргиллизированные породы, содержащие рассеянное сульфидное оруденение в виде вкрапленности, реже прожилков. Главные рудные минералы — пирит, халькопирит, молибденит, халькозин, энаргит, блеклая руда; второстепенные — сфалерит, галенит, борнит, магнетит. Метасоматические изменения вмещающих пород в месторождениях этой группы проявлены очень интенсивно. По кислым и средним эффузивам широко развиты серицит-кварцевые метасоматиты-березиты; монтмориллонит-каолинитовые и гидрослюдисто-каолинитовые метасоматиты — аргиллизиты; монокварцевые, диаспор-серицитовые, алунит-серицитовые и другие фации вторичных кварцитов.

Из других особенностей следует отметить тесную ассоциацию в отдельных районах месторождений этой группы с полями развития вторичных кварцитов, с которыми связаны мелкие медные (с золотом и молибденом) месторождения и рудопроявления. В медном поясе Чили наряду с медно-порфириновыми широко распространены медно-турмалиновые месторождения, представленные брекчиевыми трубками. Халькопириту в этих трубках сопутствуют вольфрамит и шепелит.

Как типовое для этой группы можно указать описанное выше месторождение Коунрад, являющееся на территории СССР наиболее характерным медно-порфириновым месторождением вторично-кварцит-аргиллизитовой формации [Павлова, 1978].

Таблица 68

Минеральные типы месторождений медно-порфировой формации [Голованов, 1978]

Минеральный тип	Содержание основных металлов			Сопутствующие металлы	Рудные минералы	
	Cu, %	Mo, %	Au, г/т		главные	второстепенные
Золото-пирит-халькопиритовый (золото-медный с серебром)	0,4—1	0,001	3—15	Ag, Pb, Zn, Sb, As, Bi, Te, Mn	Пирит, халькопирит, блеклая руда, халькозин, Au и Ag самородные	Сфалерит, галенит, теллуриды Au, Ag, Bi, сульфосоли, Sb, As, Bi, Cu молибденит
Золото-молибденит-халькопиритовый (золото-молибден-медный с серебром)	0,5—1	0,001—0,01	0,5—1	Ag, Zn, Pb, Fe, Se, Bi, Te, Co, Cd	Халькопирит, пирит, магнетит, гематит, молибденит	Блеклая руда, сфалерит, галенит, Au и Ag самородные, знаргит, борнит
Халькопирит-молибденитовый (медно-молибденный)	0,5—1	0,01—0,1	< 0,1	Be, Se, Te, Sn, W	Халькопирит, молибденит	Борнит, сфалерит, галенит, знаргит
Молибденитовый (молибденный с медью и вольфрамом)	0,1—0,5	0,05—0,5	< 0,1	W, Sn, Be, Bi, Fe	Молибденит, пирит	Халькопирит, вольфрамит, швеллит, висмутин, берилл

### МЕДНО-ПОРФИРОВЫЙ ПЛУТОНОГЕННЫЙ ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (КАЛЬМАКЫРСКИЙ ТИП). — Определение не обнаружено.

**Примечание.** К медно-порфиоровым месторождениям этого формационного типа отнесена большая группа промежуточных по составу медно-молибденовых и молибден-медных месторождений, локализующихся в одних случаях в крупных многообразных плутонах, в других — в более мелких интрузивных телах, прорывающих вулканогенные, более ранние интрузивные или метаморфические породы. В качестве примеров можно привести медно-порфиоровые месторождения Алмакынского района — Кальмакыр, Дальнее, Сары-Чеку; Армении — Каджаран, Агарек; из зарубежных — Медет (НРБ); Цаган-Субарга и Эрдэниутин-Обо (МНР); многие месторождения Юго-Западных штатов США (Багдад, Касл-Доум, Коппер-Ситиз, Инспирэймн, Рей и др.); Канады (долины Хайленд-Валли); Ирана (Сар-Чешме) и многие другие.

В месторождениях рассматриваемой формационной группы оруденение приурочено к поздним штокообразным телам или полям развития даек гранодиорит-порфиоров, монзонит-порфиоров и других и локализуется в зонах их эндо- и экзоконтактов. В одних случаях тела порфиоровых интрузий и даек рассматриваются как поздние дифференциаты тех же плутонов (например, Магринский плутон в Армении); в других они значительно оторваны во времени от вмещающих их интрузивных пород и могут принадлежать к значительно более поздним по времени образования интрузивным комплексам (например, месторождения юго-западных штатов США).

Плутоны, в которых расположены месторождения, характеризуются разнообразным составом и обычно формируются в несколько фаз. Ранние фазы представлены, как правило, более основными разновидностями пород — габбро, диоритами и другими, эволюционирующими в сторону возрастания кислотности в более поздних фазах.

В пределах этих месторождений оруденение приурочено к зонам широко проявленных гидротермально измененных пород, представленных кварцевым, серицит-кварцевыми, биотит-калишпатовыми, каолинит-монтмориллонитовыми метасоматитами. Широкое развитие процессов калиевого метасоматоза, проявляющегося как во внешних ореолах рудных тел, так и в центральных зонах, составляет одно из главных отличий этой группы от предшествующей и находится в тесной взаимосвязи с особенностями формирования этих месторождений среди средних, реже кислых интрузивных или близких им по составу метаморфических пород.

Месторождения этой формационной группы формируются в условиях больших глубин, чем месторождения вулканогенной группы. Контурные рудных тел обычно нечеткие и определяются по данным опробования. Максимальные концентрации рудных минерализаций могут быть приурочены к эндо- и экзоконтактам порфиоровых интрузий, что определяется в первую очередь физико-механическими свойствами слагающих их пород.

Медно-порфиоровые месторождения этой формации наиболее близки по своим особенностям к группе собственно молибденовых штокверковых месторождений, с которыми образуют постепенные переходы. Они могут встречаться в тех же рудных полях, что и скарновые молибден-

Околорудные метасоматиты	Морфология рудных тел	Положение относительно порфировых интрузивов	Рудовмещающие породы	Примеры месторождений
Аргиллизиты, березиты, цеолиты, алунитовые и серицитовые кварциты	Жильные, прожилково-жильные, сплошные метасоматические	Надінтрузивная и внеінтрузивно-периферическая зоны	Монзониты, сиенит-диориты, плагиограниты, гранодиориты, андезиты, базальты	Бэтл-Маунтин и Эли, США; Пангуна, Соломоновы острова; Маунт-Морган, Австралия; Актурпак, УзССР
Пропилиты, березиты, серицитовые кварциты	Прожилково-жильные, прожилково-вкрапленные (штокверковые)	Аликально-інтрузивная и внеінтрузивно-периферическая зоны	Сиенит-диориты, диориты, монзониты, гранодиорит-порфиры, диабазы	Дальнее и Кальмакыр, УзССР; Бингем и Моренси, США
Серицитовые и вторичные кварциты, калишпаты	Прожилково-вкрапленные (штокверковые)	Внутриінтрузив- и внеінтрузивно-периферическая зоны	Гранодиорит-порфиры, сиениты, кварцевые порфиры, трахандезиты, риолиты	Каджаран, АрмССР; Сарычеку, УзССР; Багдад, США; Эль-Сальвадор, Чили
Грейзены, калишпаты, вторичные кварциты	Жильные, прожилково-жильные, вкрапленные	Внутриінтрузивная зона	Граниты, гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры	Коктенколь, КазССР; Янгоклы и Умбетты УзССР; Эндако, Канада

медно-железородные месторождения, что свидетельствует о близких физико-химических условиях процессов формирования этих двух групп.

Как типовое месторождение этой формационной группы можно указать месторождение Кальмакыр [Павлова, 1978].

#### МЕДНО-ПОРФИРОВЫЙ ПРОПИЛИТОВЫЙ ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП МЕСТОРОЖДЕНИЙ (БОЩЕКУЛЬСКИЙ ТИП). — Определение не обнаружено.

**Примечание.** В месторождениях этой формационной группы менее распространены по сравнению с месторождениями вулканогенной и плутогенной групп медные, реже молибден-медные месторождения прожилково-вкрапленных руд, также связанные с порфировыми интрузиями. Эти месторождения залегают среди вулканических пород эвгеосинклинальных зон, сложенных породами спилит-кератофировой, базальт-андезитовой, андезитовой формаций (порфиритовая группа). Порфировые интрузии, как и вмещающие эффузивы, представлены более основными по сравнению с предыдущей группой разностями: диоритовыми порфиритами, плагиогранитами, кварцевыми диоритами и т.д., которые являются поздними дифференциатами интрузий или подводящими каналами вулканогенных образований. Месторождения именно этой группы были отнесены в свое время к медно-порфировым Ю.А. Билибиным (1955 г.), отметившим, что в истории развития геосинклиналей медно-порфировые месторождения формируются дважды: в конце ранних и в конце поздних этапов.

Как пример первых им был назван Бошкекуль. Кроме Бошкекуля, из отечественных к месторождениям этой группы могут быть отнесены "эвгеосинклинальные медно-порфировые": Салаватское, Вознесенское, Биргильдинское, Лекын-Тальбейское и др. Такие месторождения широко распространены в эвгеосинклинальных зонах Канадских Кордильер, где выделены медно-порфировые месторождения двух этапов: конца начальных (поздний триас) и конца поздних (эоцен) этапов развития Кордильерской геосинклинали. Медно-порфировые месторождения раннего этапа ассоциируют с интрузивными телами (кварцевыми диоритами, гранодиоритами и др.) с возрастом 180—200 млн. лет, близким возрасту богатых медью эвгеосинклинальных толщ, в которых они залегают.

Оруденение локализуется в пределах эндо- и экзоконтактных зон субинтрузивных тел, отличающихся, как правило, простым строением и небольшими размерами.

Для многих месторождений формации характерен простой минеральный и химический состав руд, в целом более низкое, чем в собственно медно-порфировых, среднее содержание молибдена (0,001—0,003%), хотя в отдельных месторождениях оно может быть выше.

Рудная минерализация представлена вкрапленностью и прожилками халькопирита, пирита, в небольших количествах встречается молибденит, борнит, галенит, сфалерит, в отдельных месторождениях — пирротин и другие минералы, приуроченные к разнообразным по составу метасоматическим породам (биотитовым, хлорит-биотитовым, кварцевым и др.).

Наряду с отмеченными выше к специфическим особенностям, присущим этой формационной группе месторождений, И.Г. Павлова [1978] относит следующие.

1. Пропилитовый тип изменений вмещающих пород, выражающийся в широком развитии во внешних и промежуточных зонах альбита, хлорита, эпидота, карбоната, серицита, кварца; во внутренних — существенно кварцевых метасоматитов с пумпеллиитом, пренитом в одних месторождениях, биотитовых, биотит-хлоритовых, карбонат-хлоритовых — в других. В ряде месторождений зональность в распределении метасоматических образований проявлена нечетко.

2. Отчетливо выраженный линейный характер порфировых интрузий и пластообразная форма пространственно с ними связанных рудных тел, подчиненных складчатости вмещающих пород. Одной из наиболее характерных особенностей медно-порфировых пропилитовых месторождений является тесная взаимосвязь их с колчеданным оруденением, проявляющимся в одних случаях в пределах тех же металлогенических зон (например, канадские Кордильеры, Магнитогорский синклинорий), в других — в тех же рудных районах или полях (например, Лекын-Тальейское рудное поле на Полярном Урале). Синхронно с вулканическими породами эвгеосинклинальных зон в структурно-благоприятных участках, в частности в интрагеоантиклинальных поднятиях, могут формироваться более крупные по размерам интрузивные тела, в связи с которыми также проявляется молибден-медное оруденение. Это интрузии габбро-диоритовой и габбро-плагиигранитной формаций, часто представленные недифференцированными или слабодифференцированными телами, характеризующимися преобладанием в них натрия над калием, т.е. являющимися производными базальтоидного магматизма.

В качестве типового для месторождений этой группы можно указать месторождение Бошекуль [Павлова, 1978].

**МЕДНО-ТУРМАЛИНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Высокотемпературное пневмагидротермальное образование малых глубин, связанное с гипабиссальными или субвулканическими—вулканическими очагами. Типичным примером крупных месторождений этой формации является медное (с примесью в рудах Мо) месторождение Бразен в Чили, залегающее среди вулканических брекчий в кратере вулкана. В составе руд резко преобладают кварц, турмалин и высокотемпературная генерация пирита в крупных, прекрасно образованных октаэдрических кристаллах, на эти ранние минералы нарастают дузы энаргита и теннантита. В виде небольшой примеси в рудах установлены халькопирит, станнин, касситерит, сфалерит, висмутин. Связей этой формации с другими, развитыми в этом районе, не установлено, промышленного значения месторождение не имеет. Руды этой формации комплексные Cu—As (с примесью Sn, Mo, местами Au и др.) [Магакьян, 1969]. Близкие определения: [Иванкин, 1957].

**ФОРМАЦИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД.** — Образование ликвационного и частью гидротермального типа генетически тесно связаны с интрузивами основного состава (габбро, нориты, оливиновые диабазы и др.), расположенными в фундаменте докембрийских щитов или в породах их платформенных чехлов. Месторождения медно-никелевых сульфидных руд залегают среди дифференцированных массивов основных — ультраосновных пород (крайние члены этого ряда перидотиты и микрограниты), образуя среди них залежи и “висячие” пласты, участки вкрапленных руд, а также жилообразные тела массивных руд, отжатых по трещинам. Минеральный и химический состав Ф.м.-н.с.р. довольно сложен. Преобладают пирротин, пентландит и халькопирит, к которым примешиваются в подчиненных количествах магнетит, пирит (обычно кобальтсодержащий), миллерит, арсениды никеля и кобальта, кубанит, минералы Pt и Pd (сперрилит, стибиопалладинит, куперит, палладистая платина и другие более редкие). Руды содержат 0,3—3% Ni, 0,5—2 до 12% Cu, от следов до десятков, изредка сотен граммов на тонну Pt + Pd, 0,91—0,06% Co, немного Se, Te, Ag, Au, возможно также Re, все эти составные руды представляют практический интерес и извлекаются комплексно [Магакьян, 1969].

По тектоническим условиям образования среди месторождений Ф.м.-н.с.р. выделяются два подтипа: месторождения складчатых областей (например, месторождения Кольского полуострова) и платформенные месторождения (например, месторождения Сибирской платформы). В качестве отличительных признаков выделенных подтипов приводятся следующие: в первом подтипе месторождения в составе руд никель преобладает над медью, в то время как во втором типе в составе руд медь больше, чем никель [Магакьян, 1969].

Типовыми чертами Ф.м.-н.с.г. является трехминеральный состав руд (пентландит-халькопирит-пирротин), тесная пространственная и генетическая связь с дифференцированными массивами основных и ультраосновных пород, локализация рудных тел преимущественно в нижней приконтактовой зоне массивов в виде пластообразных горизонтов сингенетичных вкрапленных руд и жилообразных залежей эпигенетических сплошных и брекчиевидных руд. При этом в составе этой рудной формации комплексных руд целесообразно различать две субформации — медно-никелевую и никелево-медную [Кавардин, 1978].

И.В. Ляхницкая, Е.В. Туганова [1978] выделили следующие формации и связанные с ними типы Ф.м.-н.с.р.: а) оливинит-габбровая формация окраин древних платформ (ранее относимая к трапповой формации) с медно-никелевыми месторождениями типа Норильска и Талнаха на северо-западе Сибирской платформы и Инсизвы — в Южной Африке; б) перидотит-пироксенит-норитовая формация консолидированных участков в пределах подвижных поясов разного возраста с месторождениями типа Мончегорских, Седбери; в) габбро-верлитовая формация, локализуемая в осадочно-вулканогенных прогибах с месторождениями типа Печенги, провинции Онтарио (Селек-са, Сотман и др.); г) оливинит-гарцбургитовая формация древних геосинклинальных областей с месторождениями типа Аллареченского, Ветреного пояса, Северной Манитобы и Западной Австралии.

Кроме вышеназванных никеленосных формаций, с которыми связаны промышленные запасы никеля и меди, известен ряд других формаций с мелкими месторождениями и рудопрооявлениями, таких, как габбро-кортландитовая (Приморье, Камчатка, Северная Корея) и троктолит-долеритовая трапповая (Сибирская платформа, Пай-Хой) и др.

Формационные типы медно-никелевых месторождений подразделяются на четыре основные генетические группы. К первой относятся крупные месторождения с преобладанием ликвационно-магматических типов руд, залегающих внутри или вблизи крупных расслоенных интрузивных тел. Оруденение в них представлено горизонтами сингенетической вкрапленности и эпигенетическими богатыми рудами в виде жил и залежей, приуроченных к подошвенным частям массивов или тектоническим зонам в пределах массивов. К ним относятся месторождения: а) оливинит-габбровой формации, характеризующиеся крупными масштабами, преобладанием меди над никелем и наличием платиноидов; б) перидотит-пироксенит-норитовой формации с преобладанием никеля над медью и связью богатых жильных руд с пегматитовыми образованиями.

Ко второй — месторождения, связанные с магматическими формациями, испытывавшими воздействие регионального метаморфизма, в которых преобладает метаморфогенное оруденение, ассоциирующее с вторичными гидроксилсодержащими силикатами. Рудные метасоматиты, переотложенные и перекристаллизованные руды сформированы за счет первичных магматических руд. Небольшие метаморфогенные концентрации, образующиеся при извлечении никеля из породообразующих силикатов, служат дополнительным источником никеля при образовании богатых руд. К этой группе относятся месторождения габбро-верлитовой и оливинит-гарцбургитовой формаций.

К третьей — рудопрооявления с преобладанием позднемагматического типа руд, залегающих внутри интрузий троктолит-долеритовой (трапповой) формации, широко проявленных в пределах западной части Тунгусской синеклизы. К четвертой — рудопрооявления с преобладанием бедного гидротермального оруденения, не имеющего отчетливой связи с интрузивами. Проявления этой группы известны на северо-западе Сибирской платформы в бассейнах рек Нижней Тунгуски, Курейки, Кулумбы.

**Син.: медно-никелевая формация [Металлогения Казахстана. . . , 1978].**  
**ФОРМАЦИЯ МЕДНО-ЦИНКОВО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.** — Определенное не обнаружено.

**Примечание.** Колчеданные месторождения этой формации характеризуются проявлением не менее чем трех стадий рудной минерализации: 1) пиритовой (или местами пирротиновой), 2) халькопирит-пиритовой (или местами борнит-пиритовой) и 3) халькопирит-сфалерит-пиритовой (или сфалерит-пиритовой) при широком распространении руд последней стадии, что и составляет главную особенность формации. Таким образом, по соотношениям продуктивных ассоциаций рудных минералов переход от серно-колчеданных месторождений к медно-колчеданным и далее — к медно-цинково-колчеданным может рассматриваться как проявление "вертикального ряда рудных формаций". При подсчете запасов руд в медно-цинково-колчеданных месторождениях наряду с технологическими сортами "серного" и "медного" колчеданов всегда учитывается сорт "цинково-медистого" колчедана. Для последнего приняты кондиции состава: меди больше 0,7, цинка больше 2,5, серы без ограничений, нерастворимого остатка меньше 30%. Согласно обзору Р.В. Хутчинсоном химического состава руд 24 зарубежных медно-цинковых месторождений, характерное отношение  $Ag/Au$  в рудах лишь трех месторождений оказалось меньше 10; в остальных месторождениях оно колеблется от 14 до 209, что отличается от более низкого отношения  $Ag/Au$  в медно-колчеданных месторождениях. Как правило, медно-цинковые колчеданные месторождения размещаются в дифференцированных от базальта до риолита вулканических толщах, так что исходный состав рудоносных вулканических очагов в данной формации представляется более кремнекислотным, чем в формации медно-колчеданных месторождений. Кроме того, М.Б. Бородаевская и соавторы полагают на основании сопоставления вещественного состава многих колчеданных месторождений со степенью петрографической контрастности вмещающих вулкаников, что более богатые цинком, чем медью, месторождения размещаются среди контрастно-дифференцированных вулканических серий. Гидротермальные изменения рудовмещающих толщ в месторождениях этой формации характеризуются обычными метасоматическими колонками гипогенного выщелачивания с развитием кварц-серицитовых пород в их внутренних зонах, кварц-хлоритовых пород в более внешних зонах и кварц-альбит-эпидотовых пород (нередко с мелкозернистым гематитом) — в еще более периферических зонах. В качестве примера этой формации можно привести Сибайское медно-цинково-колчеданное месторождение [Логоинов, 1976].

## МЕДНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ ФОРМАЦИЯ (с кобальтом и висмутом). — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Месторождения М.-с.-ц.ф. довольно широко распространены в Горном Алтае. Данный формационный тип оруденения включает месторождения и рудопроявления, которые в отличие от месторождений *скарновой вольфрам-молибден-полиметаллической формации*, связанных с гранитоидными интрузиями батолитового типа, имеют тесную пространственно-структурную и парагенетическую связь с дайковыми комплексами (малыми интрузиями). Эти дайковые комплексы и связанные с ними месторождения контролируются глубинными разломами и локализируются преимущественно в вулканогенно-осадочных толщах.

Рудопроявления М.-с.-ц.ф. относятся к трещинно-жильному и трещинно-метасоматическому типу. На месторождениях пространственно сопрягаются крутопадающие богатые по содержанию полезных компонентов линзо-, пласто- и столбообразные рудные залежи с пологозалегающими и более мощными зонами рассеяно-вкрапленного оруденения. Месторождения характеризуются выдержанностью оруденения по простиранию и падению рудных тел.

Главные минералы руд месторождений: пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, кварц, кальцит, хлорит. Количественно им подчинены пирит, арсенопирит, магнетит, марказит, пентландит, шмальтин-хлорит, блеклая руда, самородный висмут, вйкинит, гуанахуатит, геокронит и др.

Некоторые из второстепенных минералов являются главными минералами отдельных стадий процесса рудообразования (пирит, игольчатый арсенопирит, арсениды кобальта и никеля). Типо-морфные элементы-примеси в рудах — висмут, мышьяк, никель, кадмий.

Характерная минералогическая и геохимическая особенность руд месторождений М.-с.-ц.ф. — повсеместное преобладание меди и особенно цинка над свинцом, а также наличие в рудах минералов мышьяка, висмута, арсенидов кобальта и никеля, сульфоарсенидов, сульфовисмутитов.

Процесс рудоотложения в месторождениях данной формации протекает в несколько стадий: начальные — кварц-пирит-арсенопиритовую и меднопирротиновую (с магнетитом) и поздние — медно-свинцово-цинковую и медно-цинковую, представляющие два этапа сульфидной минерализации: сульфидно-окисный (две первые стадии) и собственно сульфидный (две последние стадии). Смена минеральных парагенезисов обусловлена изменением во времени режима кислорода и серы в гидротермальных растворах. В начале рудного процесса отмечаются недостаток серы и высокий кислородный потенциал растворов (кварц, магнетит, арсенопирит, пирротин). К концу процесса наблюдается увеличение концентрации серы (дисульфидизация пирротина с образованием агрегата марказит + пирит к концу первого этапа и отложение минералов сульфидного этапа). Вещественный состав руд, их структурно-текстурные особенности, а также характер околорудного метаморфизма свидетельствуют о средних температурах и средних глубинах формирования оруденения.

Рудоотложение сопровождается широким развитием метасоматических процессов и интенсивным гидротермальным изменением боковых пород. Характер околорудных изменений весьма типичен для месторождений рассматриваемой формации. Широко проявляются процессы пропилизации и амфиболлизации вмещающих пород с образованием эпидотовых, эпидот-хлоритовых со стильпнометаном, хлорит-актинолитовых с тремолитом и других пород типа скарноидов.

В составе формации можно выделить месторождения двух минеральных типов: 1) халькопирит-галенит-сфалеритовый (с сульфосолями меди, свинца, висмута, мышьяка, сурьмы); 2) галенит-сфалеритовый с арсенидами кобальта и никеля [Дистанов, Тычинский, 1966].

## КОЛЧЕДАННО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ. — Определение не обнаружено.

**Примечание.** К.-с.-ц.р.ф. объединяет достаточно большое число месторождений, получивших широкое распространение во многих свинцово-цинковых провинциях мира. Многие из них обладают очень крупными запасами свинца и цинка, исчисляющимися десятками миллионов тонн богатых руд (Маунт-Айза, Австралия). Для таких месторождений характерны не только развитие богатых свинцово-цинковых руд, но также и достаточно высокие для попутного извлечения количества пирита, Cu, As, Ag, Cd, Ga, Bi, Tl и других металлов, а из нерудных минералов — барита, что существенно повышает практическую ценность описываемых месторождений и всей рудной формации в целом.

Среди месторождений рассматриваемой формации получило развитие большое количество структурных типов. Основные из них: согласные пластообразные в осложненных разрывами S-и Z-образных складчатых сооружениях, возникшие на пересечении разломов фундамента (Текели, Казахская ССР); согласные пластообразные в замковых частях коробчатых складок, на пересечениях последних дорудными разрывными нарушениями (Катехское, Азербайджанская ССР); согласные пластообразные в замковых частях узких линейных надразломных складок, с отходными, секущими слоистостью апофизами (Раммельсберг, ФРГ); несогласные пластообразные залежи, приуроченные к разрывным нарушениям, ориентированным параллельно осевым плоскостям складок, и сопровождающиеся многочисленными согласными со слоистостью апофизами (Маунт-Айза, Австралия); несогласные залежи, развившиеся в полого секущих складчатостях надвигах, с многочисленными апофизами, развившимися согласно со слоистостью (Филизчайское, Азербайджанская ССР); сблп-

женные серии секущих плитообразных и согласных пластообразных тел, приуроченные к одному горизонту хрупких пород, залегающему между более пластичными, и развившиеся в участках искривления рудоконтролирующих разломов фундамента (Ачисай, Казахская ССР) и др.

Главным рудным минералом месторождений данной рудной формации является пирит. Сфалерит и галенит относятся к широко распространенным. Среди второстепенных получают развитие пирротин, халькопирит, мельниковит-пирит, марказит, арсенопирит, магнетит, гематит. К редко встречающимся минералам относятся: тетраэдрит, джемсонит, буланжерит, валлерит, дискразит, прустит, пираргирит, аргенит, самородное серебро, полибазит, халькостибнит, пентландит, штернбергит, висмутин, гудмундит, линнеит, бурнонит, пирсмит, борнит, халькозин, кобальтин и вольфрамит. Основными жильными минералами являются кварц, карбонаты (сидерит, доломит, кальцит, нередко также барит); к второстепенным относятся анкерит, флюорит, хлорит, серицит и др.

По преобладанию в рудах промышленных концентраций свинца и цинка, барита, наличию меди и мышьяка среди месторождений рассматриваемой рудной формации различаются пять субформаций: колчеданно-свинцовая, колчеданно-свинцово-цинковая (с  $Cu$  и без нее), колчеданно-цинковая (с  $Cu$  и без нее), колчеданно-свинцово-баритовая (с  $Ag$ ), колчеданно-свинцово-цинковая (с  $As$ ) [Архангельская, Вольфсон, 1977].

Т.Н. Шадлун, М.Г. Добровольская [1976] выделяют три минеральных типа: а) халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовый с кварцем, серицитом, иногда карбонатами; б) пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовый с кварцем, серицитом, карбонатами; в) кварц-барит-галенит-сфалеритовый.

Син.: халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовая формация [Шадлун, Добровольская, 1976], формация колчеданно-полиметаллических месторождений [Логинов, 1976], месторождения колчеданно-галенит-сфалеритовой формации [Санин, Зорина, 1980], колчеданно-полиметаллическая формация [Дистанов, Тычинский, 1966].

**ЖИЛЬНАЯ МЕДНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Жилы с медным оруденением. Они сложены жильным кварцем, мономинеральным или с карбонатами (кальцит, анкерит, сидерит, доломит), баритом, вкрапленностью и гнездами рудных минералов. Преобладает халькопирит, более редки пирит, сфалерит, галенит. Жилы с гипогенным халькозином отличаются повышенными содержаниями серебра; заметные количества блеклых руд свидетельствуют о повышенной золото-серебренности. Кварц-халькопирит-гематитовые жилы содержат висмут в виде сульфосолей, теллуридов висмута и висмутина. Для жильного типа руд характерны крупнозернистость сульфидов, высокое содержание меди, слабое развитие зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения. Околожильные изменения незначительны (кварц-серицитовые оторочки). В околожильных породах отмечаются ореолы вкрапленного оруденения с низкими содержаниями меди. Максимальная протяженность жил около 1,5–2 км, мощность около 15 м. Наиболее обычные жилы длиной в десятки-первые сотни метров при мощности 0,2–1,5 м, падение крутое, 70–90°, простираение разнообразное. По эрозионному срезу и буровым скважинам глубина некоторых не менее 300–400 м. В них с глубиной уменьшается количество карбонатов, возрастает содержание железистых карбонатов и кварца [Голованов, 1978].

**Примечание.** Среди жильных рудопоявлений меднорудной формации в Узбекистане по минеральным ассоциациям выделено семь минеральных типов: кварц-флюорит-халькозиновый (Дудесай, Новошах), кварц-барит-халькопиритовый (Шаваз), кварц-карбонатно-халькопиритовый (Узумсай), кварц-золото-халькопиритовый (Котыранга), кварц-халькопиритовый (Балыкты), кварц-молибденит-халькопиритовый (Кендыр), кварц-халькопирит-борнитовый (Дондончокан). Жильная медная формация имеет переходы к медно-висмутовой и жильной кварц-галенит-сфалеритовой с халькопиритом рудным формациям [Голованов, 1978].

**ФОРМАЦИЯ МЕДИСТЫХ ПЕСЧАНИКОВ.** — Месторождения этой формации представлены пластообразными телами вкрапленных халькопирит-халькозин-борнитовых руд среди серо-зеленых песчаников с карбонатным цементом, который замещается сульфидами. Оруденение развито на больших площадях, далеко отстоящих от выходов интрузивных пород, гидротермальные изменения рудомещающих пород слабые. В составе руд наряду с преобладающими халькопиритом, гипогенными халькозином и борнитом заметную роль играют пирит, сфалерит, галенит, блеклые руды, ковеллин и более редкие арсенопирит, марказит; из жильных минералов развиты кальцит, барит и кварц. В результате детального микроскопического исследования руд в них установлен новый ренийевый минерал, названный джезказганитом (состав  $Cu_2ReS_4$ ) [Магакьян, 1969].

Т а б л и ц а 69

Классификация медистых песчаников и сланцев [Наркелюн и др., 1977]

Характерный признак типа	Тип медистых песчаников и сланцев			
	Замбийский	Джезказганский	Мансфельдский	Каргалинский
Геотектонический режим	Оргенный		Платформенный	
Господствующая направленность тектонических движений при седиментации Литолого-фациальные типы рудовмещающих отложений	Трансгрессия с ее начальным, средним и поздним этапами	Регрессия с начальным, средним и поздним этапами	Трансгрессия	Регрессия (континентальный режим)
Характерные особенности медного оруденения	От редкой вкрапленности до протяженных рудоносных горизонтов с пластовыми, линзовидными рудными телами с мощностью до первых метров, хорошо проявлена зональность	От рассеянной минерализации до рудоносных горизонтов в несколько километров. Рудные тела линзовидно-пластовой, ленточной и пластовой форм мощностью от первых до десятков метров протягиваются на первые километры	Рудные горизонты мощностью до 1–3 м прослеживаются на десятки и сотни километров, характерна зональность в распределении Cu, Pb и Zn, четкая связь с автотонной органикой	Невыдержанные горизонты линзовидной и лентообразной формы, рудные прослойки мощностью до первых метров. Зональность выражена слабо, связь с крупными остатками растительности и животных
Примеры	Присяняне и Центральный Казахстан (Д); нижние части ушаковской и мотской свит Прибайкалья; Витимский район, отложения юга Сибири (V–E <sub>1</sub> ); месторождения Медного пояса Замбии и др.	Месторождения и проявления Кодаро-Удоканской зоны, Джезказганского и Атбасар-Терсакканского районов, айсинская свита Присяня, Мангышлак и др.	Отложения юга Сибири (E <sub>3</sub> –O), месторождения Польши и ГДР, Приуралья, Донбасс и др.	Каргалинская группа Западного Приуралья, шт. Колорадо (США) и др.

Примечание. В настоящее время разработаны многочисленные классификации медистых песчаников и сланцев. Большинство исследователей проводили разделение меденосных отложений на две группы: медистые песчаники и сланцы. В.М. Попов [1965] в основу классификации положил литолого-фациальные признаки оруденения; П.В. Пустовалов и А.М. Лурье [1968] — различную направленность тектонических движений в палеобассейнах, где формировалось оруденение; В.С. Домарев [1971] — вещественный состав осадочных медных руд. Ю.В. Богданов с соавторами [Стратиформные месторождения..., 1973] стратифицированные месторождения меди разделили на две группы: седиментационно-диагенетические и метаморфизованные осадочные, причем в первой группе дальнейшее деление идет по фациальному признаку и литологии, во второй — по характеру метаморфизма.

Л.Ф. Наркелюс с соавторами [1977] разработали классификацию на основе геотектонического положения медистых песчаников и сланцев (табл. 69).

Син.: рудная формация медистых песчаников [Голованов, 1978], рениево-цинково-свинцово-медная (медисто-песчаниковая) формация [Металлогения Казахстана..., 1978], меденосная формация [Домарев, 1971], медно-свинцово-цинковая рудная формация [Архангельская, Вольфсон, 1977], формация меденосных сланцев и песчаников [Стратиформные месторождения..., 1973].

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## I

### ЗОЛОТОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ

#### 1. ПОНЯТИЕ «ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ»

**ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ассоциация месторождений, принадлежащая однотипным тектоно-магматическим комплексам (зонам) и характеризующаяся устойчивыми, постоянно повторяющимися рудогенными и петрогенными парагенезисами [Шило, 1981].

— Любая геологическая формация (осадочная, магматическая, метаморфическая, гидротермальная), имеющая рудные концентрации золота [Мельников, 1981].

— Родственные типы золотооруденения. Родственность выражается в общности химических, минералогических, структурных и геологических особенностей золотооруденения [Булытников, 1948].

**Примечания:** 1. Первое упоминание о золоторудных формациях встречается у К.И. Богдановича [1903] — пропилютовая золоторудная формация и серебряно-золотая формация. В последующем обе формации детально описаны в работах Н.А. Фогельман (1962 г.), Е.А. Радкевич, В.Г. Моисеенко [1966], Г.М. Власова [1969] и других.

**Характеристика некоторых золоторудных формаций встречается и у В.А. Обручева [1929, 1935] — кварц-пиритовая золоторудная (1929 г.), золото-сурьмяная, золото-кварцевая сурьмяная, золото-серебряная, серебряно-золотая, медно-золотая, золото-турмалиновая (1935 г.). Золото-турмалиновая формация в последующем под названием "кварц-турмалиновая" описана в работах А.И. Преображенского [1945] и Н.А. Фогельман (1960 г., 1962 г.), а золото-медная в работах М.А. Усова [1933], И.С. Рожкова [1968а, б], И.В. Головина с соавторами [Метаморфогенно-метасоматические ..., 1976].**

2. **Координаты золоторудных формаций** (рис. 6) [Щербаков, 1966]. Обратившись к распределению тех или иных по составу золоторудных месторождений в пространстве и времени, нетрудно заметить преимущественную приуроченность ассоциации золота, железа (пирита и пирротина), меди и цинка к существенно вулканогенным отложениям ранних этапов формирования геосинклиналей. Это объясняется заимствованием соответствующих металлов из основных эффузивов, более всего их содержащих. Такая формация "чистой линии" известна на Канадской щите, в Западной Австралии, Исландии и других областях проявления спилит-кератофировых комплексов, с которых начинается история самых разнообразных геосинклиналей.

Усложнение состава геосинклинальных осадков и накопление граувакковых и флишоидных комплексов соответственно изменяют и усложняют состав З.ф. Первыми добавляются в рудную ассоциацию вольфрам и мышьяк, затем — свинец, висмут, молибден и другие элементы со все более высоким значением коэффициента концентрации в сланцах.

Наиболее "поздние" добавления к составу гибридных З.ф — сурьма, теллур и ртуть. Состав руд и рудных формаций в упомянутых регионах не является простой функцией времени, а полностью определяется составом тех отложений, в которых проявляются соответствующие магматические или метаморфические процессы. Изменения в составе вмещающих толщ приводят к закономерной смене З.ф., зарождающихся во все более высоких горизонтах и наследующих их различия своим составом.

Прямым следствием представлений о заимствовании металлов гранитоидными магмами из вмещающих и исходных для них вулканогенных и осадочных формаций является вывод о "слоистом" строении рудных провинций и рудных зон, подчиняющемся общему закону слоистого строения земной коры. При этом как "подошва", так и "кровля" области размещения руд, естественно, смещены вверх относительно исходных для них формаций, и тем больше, чем ниже ионная плотность и выше подвижность рудных элементов.

Максимальную сближенность "материнских" формаций и области рудоотложения можно проследить для бериллия, тантала, олова по исключительной приуроченности месторождений этих металлов к гранитам, залегающим в сланцах, а наибольшую разобщенность — для сурьмы, ртути, теллура

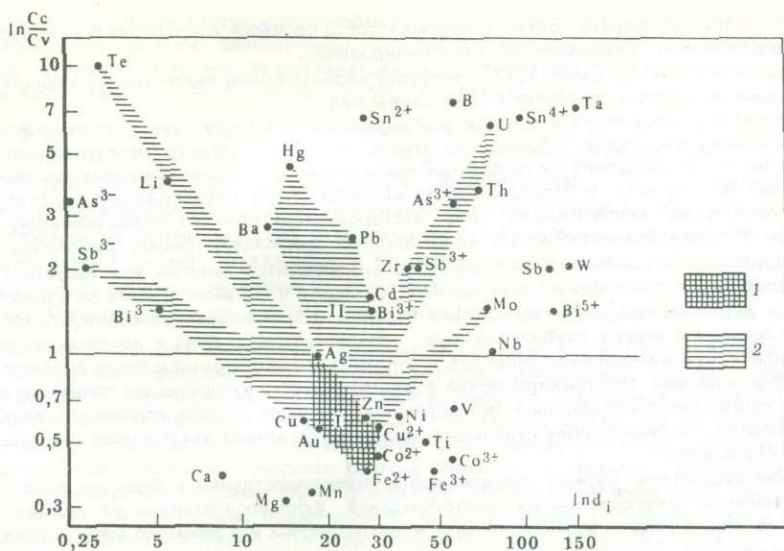


Рис. 6. Координаты золоторудных формаций [Щербаков, 1966]  
 Золоторудные формации: 1 — чистой линии, 2 — гибридные

и др. Положение золота и сопутствующих ему цинка, свинца, меди, висмута и других элементов в какой-то мере промежуточное. Поэтому не всегда формации, вмещающие золотое оруденение, можно рассматривать как источник локализованных в них металлов. Для решения этой проблемы в каждом конкретном районе необходимо проводить изучение интрузивной фации и глубины отложения руд, химической активности осадителей или инертности локализующих оруденение пород, структуры участка и др. Эффективность геохимических исследований полностью зависит от правильности понимания геологической истории и позиции рассматриваемого объекта.

В целом же анализ вертикальной распространенности металлических компонентов показывает, что значительно чаще мы переоцениваем, чем недооцениваем, глубины их выноса, даже в тех случаях, когда месторождения контролируются глубинными разломами. Было бы глубоким заблуждением расценивать сам факт приуроченности месторождений к глубинным разломам как доказательство глубинного происхождения рудоносных растворов. Многие золотые проявления приурочены к глубинным региональным разломам только на тех их участках, где они пересекают существенно вулканогенные отложения кембрия с повышенным частным кларком золота.

Зависимость состава оруденения от состава вмещающих пород достаточно удовлетворительно объясняет исключительную приуроченность сложных, гибридных золоторудных формаций с теллуrom, ураном и другими элементами к провинциям со сложным, разнородным разрезом вулканогенных и осадочных образований. Становится понятным отсутствие подобных формаций среди наиболее глубоких базальтоидных геосинклинальных образований и формаций, образующихся на самых ранних этапах формирования складчатых поясов.

Зависимость парагенетических ассоциаций элементов от состава исходных пород и от фациальности оруденения побудила Ю.Г. Щербакова [1966] выразить золоторудные формации в системе координат  $Ind_i$  и  $\ln(C_C/C_V)$ . Как отмечалось, последовательное понижение ионной плотности отражает последовательность проявления рудных стадий. Тем самым эту координату можно рассматривать как определенное выражение эффективности эманационной дифференциации рудных компонентов в условиях, когда система теряет тепло. Координата  $C_C/C_V$  отражает направленность и интенсивность экзогенной дифференциации элементов и, следовательно, ту или иную относительную обогащенность ими отдельных членов геосинклинального разреза снизу вверх.

В системе координат  $d_i$  и  $C_C/C_V$  очерчены некоторые З.Ф. В нижней части поля размещаются формации "чистой линии" — Au, Fe, Cu, Zn, характерные для провинций, сложенных преимущественно диабаз-спилитовыми комплексами эвгеосинклинального типа. Вынос растворов из вулканогенно-сланцевых отложений, среди которых преобладают средние и кислые эффузивы, ведет к обогащению золоторудных формаций серебром, свинцом, барием и висмутом.

Развитие в рудной провинции разнообразных по составу геологических комплексов приводит к появлению гибридных формаций, охватывающих на приведенной схеме широкие в вертикальном ( $C_C/C_V$ ) направлении интервалы элементов (Au—As—U—Th—Sb в некоторых районах Африки, Америки и Азии и Au—Ag—Te в Румынии и Неваде). Расширение набора элементов в горизонтальном

( $d_j$ ) направлении обычно свидетельствует о прерывистости процесса, о все более близповерхностных условиях рудоотложения, указывает на телескопирование.

3. Для З.ф., по Н.В. Петровской [1973], наиболее характерными являются следующие геохимические ассоциации металлов и определяемые ими типы руд.

*Золото-железистая.* Эта наиболее простая ассоциация присутствует практически во всех золотоносных гидротермальных рудах. Обычно она играет роль лишь общего геохимического "фона" золоторудных полей, не определяя их типа. Лишь при ничтожно малых количествах примесей других элементов может быть выделен собственно золото-железистый геохимический тип, соответствующий золото-пирит-кварцевому минеральному типу месторождений или его пирротиновому подтипу. Он встречается во всех разноглубинных золоторудных формациях самых различных областей.

*Золото-мышьяковая.* Мышьяк является характерным элементом многих золоторудных месторождений, как глубинных, так и близповерхностных, но чаще и в большей степени он накапливается в первых. Здесь золото-мышьяковая ассоциация нередко безраздельно господствует, тогда как в образованиях средних и малых глубин она делит главенствующую роль с другими сообществами элементов. Выделяются минеральные типы руд — золото-арсениопиритовый и более сложного состава.

*Золото-медно-цинковая.* Эта геохимическая ассоциация, часто включающая свинец, присутствует почти во всех существенно сульфидных (колчеданных) и в большинстве золото-сульфидно-кварцевых месторождений. Различная роль отдельных компонентов может учитываться как признак подтипов рудных образований.

*Золото-медно-сурьмяная.* Сурьма, содержащаяся преимущественно в блеклых рудах, является типичным элементом многочисленных месторождений, формировавшихся на разных глубинах. Повышенные ее концентрации характерны для малоглубинных и в меньшей мере — среднеглубинных рудных формаций. Высокие содержания сурьмы для золоторудных месторождений не характерны. Отличающиеся ими отдельные рудные поля, как показано ниже, имеют сложное происхождение.

*Золото-серебряная.* Серебро всюду сопровождает золото; концентрация его закономерно повышается от глубинных к близповерхностным месторождениям. Максимальные скопления серебра определяют особый тип золото-серебряных руд (с аргентитом, пруститом, полибазитом и др.).

*Золото-теллуровая.* Наличие теллура обнаружено в месторождениях всех разноглубинных формаций. Наиболее высокие концентрации этого элемента, определяющие золото-теллуридный тип руд, свойственны близповерхностным месторождениям отдельных областей. К последним относятся пояса молодой металлогении Карпат, Скалистых гор в США и др.

Отмеченные геохимические ассоциации наиболее распространены и могут считаться характерными для золоторудных месторождений в целом. Другие комплексы элементов, довольно многочисленные, характеризуют особые типы и подтипы золоторудных месторождений, известных лишь в отдельных областях.

Для некоторых районов характерна золото-висмутовая ассоциация. Малые примеси висмута встречаются в рудах всех формаций, наиболее часто — в среднеглубинных месторождениях.

Особое место занимает золото-медно-никелевая ассоциация с участием платины и платиноидов, господствующая в магматических рудах; золото играет в ней резко подчиненную роль (формации медно-никелевых руд). Малые примеси никеля фиксируются в золото-кварцевых месторождениях, залегающих среди пород повышенной основности; примеси платины в них редки.

Вероятно, в связи с влиянием состава пород в отдельных районах получает распространение сообщество золота и марганца, нередко в малоглубинных месторождениях золото-серебряного типа. Региональным распространением отличаются такие сочетания элементов, как Au—W, Au—Mo, Au—Sn, Au—Hg, Au—U.

4. Рудные формации, в которых золото встречается спорадически или постоянно, но никогда не бывает ни единственным, ни главным промышленным компонентом руд. Не исключено, что в их составе могут быть обнаружены существенно золотоносные объекты. К таким рудным формациям относятся следующие [Строна, 1978]: а) формация железистых кварцитов; существенная примесь золота отмечена в некоторых месторождениях Бразилии (Итабира и др.) и Зимбабве; б) хром-титан-медно-никелевая формация в расчлененных основных—ультраосновных интрузивах протерозойских протоплатформ (Седбери и другие подобные месторождения); в) формация древних полиметаллических месторождений в метаморфических толщах типа Сулливана (Канада), Брокен-хилла (Австралия); г) латеритовая формация — мало изученные золотоносные латериты Гайаны; д) трапповая рудная формация — обычная, порой существенная примесь золота в сульфидных медно-никелевых рудах, связанных с траппами; е) формация стратифицированных медных и свинцово-цинковых месторождений в карбонатных и терригенных осадочных породах; примесь золота более типична для относительно древних и более сложных по составу представителей этого формационного типа, которые довольно тесно примыкают и к древним полиметаллическим и к колчеданным месторождениям, и отчасти к месторождениям, связанным с древними черносланцевыми формациями; ж) формация глубинных термальных высокоминерализованных рассолов типа Красного моря.

Все многообразие собственно золоторудных и других золотоносных формаций закономерно подчинено общей геохимической эволюции земной коры и происходящим в ней процессам метаморфической, магматической и гидротермальной дифференциации вещества. При развитии коры

и увеличении ее мощности состав золотоносных формации изменяется в сторону расширения спектра концентрирующихся в них центробежных элементов, а при посторогенном сокращении мощности коры и ее тектоно-магматической активизации — в сторону все большего накопления элементов дефицитно-центробежных (Ag, Sn, Te, Se, Hg, Mo) [Щербаков, 1977].

Син.: формация золотоносных руд [Шахов, 1964], формация золоторудных месторождений (Бородаевская, Рожков, 1974 г.).

**МАЛОГЛУБИННАЯ ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., объединяющая месторождения, родственные по следующим особенностям: близповерхностные и образованные на глубине в сотни метров при нижней границе зоны оруденения до 1200 м от палеоповерхности земли; связанные с вулканизмом и не проявляющие таких связей. Она объединяет золото-серебряные, собственно золотые, золото-теллуровые и другие формации [Петровская и др., 1976]. Близкие определения: [Петровская, 1960, 1973].

Примечания: 1. Диагностические признаки М.з.ф. следующие [Петровская и др., 1976].

*Металлогенетические:* приуроченность к зонам развития вулканизма, особенно молодого (конец мезозоя-кайнозой), расположенным в пределах протяженных подвижных поясов (Тихоокеанского и др.), реже — к областям послеплатформенной активизации; связи с вулканическими постройками, туфогенно-осадочными толщами, излияниями лав, преимущественно среднего (андезит-дацитовая серия), реже основного и кислого состава (базальты, липариты); расположение в верхних частях реконструируемых разрезов пород, слагающих районы, в диапазоне глубин 50—1200 м.

*Тектонические:* концентрация оруденения в пределах вулканотектонических и тектонических депрессий и в участках блоковых структур, сопровождающих крупные глубинные разломы; разветвление трещин по восставанию; купола, радиальные и кольцевые трещины, фиксируемые дайками и рудными телами.

*Петрографические:* пропилитизация пород, преимущественно низко- и среднетемпературная, часто площадная; *аргиллизация* в сочетании с окварцеванием и сульфидизацией пород, нередко их адупларизация, развитие кварцевых метасоматитов, в отдельных районах — алунитизация, цеолитизация.

*Минералогические:* преобладание тонкозернистого халцедоновидного или гребенчатого кварца, сопровождаемого различными количествами адуляра, карбоната, глинистых минералов, изредка флюорита, барита, цеолитов; в среднем убогие содержания сульфидов при пестром перечне их ассоциаций, существенная роль сульфосолей (чаще сульфантимонитов) и сульфидов серебра, количественные соотношения которых определяют минеральный тип оруденения; преимущественно низкопробное золото (проба 750—550, реже 800 и 450), неоднородное по составу, чаще мелкое до тонкодисперсного, местами в сочетании с более крупными, в виде скелетных сростков, кристаллов, проволочек, плоских дендритов; наличие богатых рудных столбов, быстро беднеющих с глубиной; развитие метакolloидных полосчатых и пластинчатых текстур жильного выполнения, сочетающихся с текстурами крустифиционными, брекчиевыми, пятнистыми, массивными.

2. Формация золоторудных месторождений, образованных в условиях малых глубин, наиболее четко индивидуализирована. Она выделяется почти всеми исследователями, только под различными названиями: близповерхностная, вулканогенная, эпитермальная, золото-серебряная и др. Каждое из названий подчеркивает только одну из особенностей генезиса руд или их состава, не имеющую универсального (в рамках формации) значения и потому дает искаженное представление о главных формационных признаках месторождений.

Название "вулканогенная", часто употребляемое в последние годы, вызывает возражение по двум причинам: а) в нем отражена мысль о материнской связи вулканитов с оруденением (аналогия — "магматогенное оруденение"), по существу неправильная; б) малоглубинные месторождения не всегда ассоциируются с экструзивными породами, следовательно, рассматриваемое название не может быть общим для формации.

Термин "эпитермальное оруденение", привычный для многих геологов, может сохраняться лишь в условном значении, поскольку минералотермометрические работы уже давно опровергли мнение о малоглубинных месторождениях как о низкотемпературных образованиях. Также условно название "близповерхностные"; реконструкция разрезов рудовмещающих и надрудных толщ пород на ряде примеров показала, что верхняя граница малоглубинной зоны рудообразования отстояла от палеоповерхности земли от 50—200 (рудные поля Голдфилд в Неваде и др.) до 400—500 м.

В меньшей мере приведенные соображения относятся к названию "золото-серебряная формация"; повышенные содержания серебра — общая черта малоглубинных руд золота. Однако такие содержания сильно варьируют, что заставляет сторонников геохимических признаков классификаций выделять формации — золото-серебряные, серебряно-золотые и собственно золотые. Оценивая приемлемость названий, нельзя не учитывать необходимость их единообразия для обозначения других золоторудных формаций, для которых общие геохимические показатели не устанавливаются.

Представители рассматриваемой формации известны почти на всех континентах мира. Они встречаются в областях послеплатформенной активизации, но в основном приурочены к протяженным планетарного масштаба подвижным поясам,гибающим жесткие глыбы платформенных сооруже-

ний, особенно к тем их фрагментам, в которых интенсивно проявлялся наложенный субсеквентный вулканизм.

## **ФОРМАЦИЯ СРЕДНЕГЛУБИННЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. —** Определение не обнаружено.

**П р и м е ч а н и е.** Диагностические признаки Ф.с.з.м. следующие [Петровская и др., 1976].

Приуроченность к поясам малых интрузий и даек, а в отдельных районах, прошедших эвгеосинклинальный этап развития, — к контактам относительно крупных массивов гранитоидов, несущих признаки становления в среднеглубинных условиях; характерны обильные ксенолиты, появление своеобразных гибридных пород в краевых частях интрузивных тел.

Контроль оруденения системами протяженных трещин скальвания, зонами дробления, реже — расщепления (разлинзования), местами — трещинами оперения крупных разломов, при тенденции последования элементов более древних структур (складчатых и разрывных).

Тесная связь оруденения с гидротермальными изменениями типа березитизации и лиственитизации; в ряде районов — наложение его на ранние метаморфизованные породы, в том числе скарнированные.

Господство семейства умеренно сульфидных руд в тех случаях, когда не сказывались явления дифференциации минерального вещества с селективным обогащением участков месторождений кварцем или сульфидами.

Сочетание текстур крустификации (полосчатых, кокардовых, шестоватых) и замещения (пятнистых, брикчиевидных и др.); развитие внутрирудных перемещений и брекчирования, нередко многократных.

Существенная роль сульфидов меди, цинка, свинца, в отдельных районах — висмута.

Типоморфные особенности золота, определяемые сочетанием тонкодисперсных и крупных его выделений преимущественно неправильной формы, в отдельных районах друзовой или дендритоидной.

В пределах формаций выделяются определенные типы месторождений, характеризующиеся общностью более частных геолого-минералогических черт. Жильные месторождения эвгеосинклинальных областей в целом имеют более сложное строение и состав руд по сравнению с развитыми в миогеосинклинальных зонах, но близки к отдельным месторождениям зон тектоно-магматической активизации. В тех и других выделяются геолого-структурные типы месторождений: жильные и штокверковые, метасоматических залежей и др.

## **ГЛУБИННАЯ ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ. —** Определение не обнаружено.

**П р и м е ч а н и е.** Месторождения золота, сформированные на относительно больших глубинах, обладают рядом общих особенностей, позволяющих выделить их в единую золоторудную формацию [Петровская и др., 1976].

1. Характерными чертами структуры таких месторождений являются признаки высокой пластичности рудовмещающих толщ, преобладание складчатых дислокаций над разрывными, проявление складок течения и зон повышенного расщепления при ограниченном развитии дробления и брекчирования. В соответствии с этим формы рудных тел глубинных месторождений отличаются большой слоистостью с частым развитием складкообразных изгибов, пламенивидных очертаний, четко-видным чередованием раздувов и пережимов и т.д.

2. Большая глубина формирования отражается также в структурных особенностях руд, как правило, крупнозернистых, несущих признаки неоднократных деформаций и перекристаллизации.

3. Типичны относительная простота минералогии месторождений, господство малосульфидного семейства руд среди месторождений жильного типа, развитие простых сульфидов в зонах вкрапленной минерализации, слабо проявленная зональность оруденения.

Вариации отмеченных особенностей, зависящие от истории формирования рудных провинций, определяют существование геологических типов глубинных месторождений: а) локализованных среди мощных терригенных толщ миогеосинклинальных систем с преобладающим гранитоидным магматизмом и явлениями анатексиса (главным образом жилы и жильные зоны с господством малосульфидных руд); б) приуроченных к зеленокаменным трогам архейских щитов и генетически связанных с эволюцией основного магматизма (также зоны малосульфидных жил в непостоянном сочетании с прожилково-вкрапленным оруденением); в) расположенных среди глубоко метаморфизованных нижнепротерозойских толщ различного состава, обрамляющих архейские ядра древних щитов (преимущественно вкрапленные руды, размещение которых подчиняется литологическому контролю).

## 2. КЛАССИФИКАЦИИ ФОРМАЦИЙ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А.Я. БУЛЫННИКОВ [1948]

Классификация золоторудных формаций показана в табл. 70.

Примечание. А.Я. Булынниковым (1931 г., 1933 г., 1938 г.) выделены и детально охарактеризованы формации висмут-золоторудных жил, золото-турмалиновая с шеелитом и золото-кварцевая.

Золото-кварцевая рудная формация ранее описана Г. Мюллером (1901 г.). В последующем эта формация фигурирует в большом числе классификаций [Шнейдержен, 1957, 1958; Шахов, 1964; Константинов, 1965б; Рожков, 1968а,б; Бородаевская, Рожков, 1974 г.; Шило, 1976; Щербаков, 1977 г.]. Формации посвящены и отдельные специальные работы [Фирсов, 1974]. Н.В. Петровской [1960, 1973] формация по критерию "сульфидности" разделена на три формации руд: убогосульфидную, малосульфидную и умеренно сульфидную.

П.И. СКОРНЯКОВ [1949]

Классификация золоторудных месторождений включает следующие формации: 1) золото-кварцевую; 2) золото-сульфидную; 3) золото-сурьмяную; 4) золото-редкометалльную; 5) золото-оловянно-турмалин-кварцевую.

Примечание. Н.А. Шило [1960], анализируя эту систематику, отмечал, что месторождения так называемой золото-оловянной формации почти неизвестны и выделение этой формации едва ли оправдано.

Таблица 70  
Золоторудные формации [Булынников, 1948]

Золоторудная формация	Особенности химизма	Комплекс формаций
1. Золото-кварц-пирротиновая с тетрадимитом		
2. Полиметалл-барит-гематитовая с золотом (барит-полиметалл-гематитовая)	Мышьяк, свинец, цинк	Мышьяково-полиметаллический
3. Золото-висмут-медная (висмут-медная)		
4. Золото-мышьяково-молибденовая с полиметаллами		
5. Золото-мышьяковая с полиметаллами	Висмут, медь, вольфрам	Медно-кварц-висмут-овый
6. Золото-пирротин-медная (золото-пирротиновая)		
7. Золото-мышьяково-пирротиновая с полиметаллами (золото-пирротин-мышьяковая)		
8. Золото-пирит-медная (кварц-пирит-медная)	Медь, вольфрам, бор	Медно-турмалиновый
9. Скарновая		
10. Золото-турмалин-медная с шеелитом	Свинец, цинк, барий, серебро	Полиметаллический
11. Полиметалл-баритовая с золотом		
12. Медно-сульфидная с гематитом	Медь	"
13. Золото-мышьяково-медная	Железо	"

Классификация группы золотых и золото-серебряных формаций в интерпретации Ю.П. Ивенсена, В.И. Левина [1975] показана ниже.

Гипабиссальная серия	Субвулканическая серия
Кататермальные золото-кварцевые жилы	Эпитермальные пропилитовые золото-кварцевые и серебряно-золотые жилы
Золотоносные импренънции в силикатных породах	
Золотоносные месторождения замещения в карбонатных породах	Эпитермальные золото-теллуридные жилы
Мезотермальные золото-свинцово-селеновые месторождения	Эпитермальные золото-селеновые жилы
	Алуитовые золотые месторождения
	Эпитермальные месторождения серебра

Примечание. Классификация золоторудных месторождений Г. Шнейдерхена представляет собой усложненную дополнительными показателями систематику В. Линдгрена [Петровская и др., 1976]. Автор не дает четкого определения понятия "рудная формация". Под этим термином он подразумевает как классы и группы месторождений, например пегматитовую формацию, пневматолитовую формацию и т.д., так и определенные парагенетические ассоциации, встречающиеся среди определенных классов месторождений, например колчеданную формацию, свинцово-серебряную формацию. . . Вся классификация Г. Шнейдерхена оказывается очень невыдержанной, громоздкой, представляет собой смесь ряда классификаций других авторов [Вольфсон, 1962].

#### Ю.А. БИЛИБИН [1955, 1961]

Новой систематики золоторудных месторождений Ю.А. Билибиним не было предложено, однако сформулированные им заключения сыграли существенную роль в поисках классификационных критериев. Им было подчеркнуто, что возникновение рудных месторождений является лишь одной из сторон "единого и сложного процесса геологического развития земной коры", ее крупных структурных элементов — платформ и подвижных поясов. Среди минеральных, в том числе золотых, месторождений выделялись следующие "естественные сообщества" (рудные или минеральные комплексы): I — поздних этапов развития; II — средних этапов; III — ранних этапов. По некоторым чертам выделенные группы близки к рудным формациям (критерии различий условий локализации, связей с магматизмом, разделение на серии минералого-геохимических типов), однако отличаются от них из-за использования прежде всего региональных геологических и возрастных признаков.

#### Н.В. ПЕТРОВСКАЯ [1960, 1973]

Формационная классификация золоторудных месторождений основывается на высокой изменчивости состава руд золотых месторождений. Связывая в них наличие разновозрастных (судя по взаимным пересечениям) минеральных ассоциаций с "пульсационным" развитием рудообразующего процесса, Н.В. Петровская выделяет три главные группы минералов, образующие: а) устойчивые минеральные ассоциации; б) изменчивые минеральные комплексы; в) чуждые минеральные комплексы. В основу классификации положено количественное сочетание устойчивых минеральных ассоциаций, в первую очередь раннего кварца и более поздних сульфидов. На этом основании выделено четыре золоторудные формации: 1) убогосульфидная золото-кварцевая (сульфидов до 0,5%); 2) малосульфидная золото-кварцевая (сульфидов от 0,5 до 5,0%); 3) умеренно сульфидная золото-кварцевая (сульфидов от 10 до 20%); 4) существенно сульфидная (золото-сульфидная) (сульфидов 50—70% и более).

Систематика эндогенных золоторудных образований показана в табл. 71.

Примечание. Классификация Н.В. Петровской подкупает своей простотой и стройностью. Но внимательный анализ убеждает в том, что имеется расхождение между принципом классификации, который декларируется, и фактическим содержанием выделенных формаций. Формации образуют подчиненные разломам пояса жил, но одни формации близповерхностные, другие — глубинные с многочисленными, достаточно убедительно свидетельствующими в пользу такой фациальности особенностями. Геологический облик обеих формаций достаточно различен, они описаны убедительно, но трудно всерьез отнестись к принятому классификационному определению, к сакраментальной цифре в 0,5% сульфидов. Несомненно, в обеих формациях могут быть встречены

Таблица 71. Систематика эндогенных золоторудных образований [Петровская, 1973]

Система рудных формаций (по типам металлогенических поясов)	Рудные формации, различающиеся по глубинам рудообразования и геотектоническим условиям		Тип руд, зависящий от региональных геохимических особенностей
	формации месторождений	формации руд	
1. Золото-сульфидно-кварцевые формации (в металлогенических поясах, заложенных на мощной континентальной коре с магматизмом сиалического типа)	<p>Больших глубин (3—6 км и более) В складчатых областях преимущественно миеогосинклинального типа и типа перикратонных прогибов в связи с крупными синорогенными гранитоидными массивами (средний и поздний этап геосинклинального развития)</p> <p>Средних глубин (1,5—2,5 км) В складчатых областях преимущественно эвгеосинклинального типа в связи с куполами синорогенных гранитоидных массивов и в областях консолидированной складчатости и глыбовых деформаций, в поясах развития малых интрузий и даек (поздний этап геосинклинального цикла)</p> <p>В областях активизации ранних послеэплатформенных сводово-глыбовых поднятий</p>	<p>Малосульфидная</p> <p>Умеренно-сульфидная</p>	<p>Золото-железистый Золото-мышьяковый</p> <p>Золото-железистый Золото-мышьяковый Золото-полиметаллический</p> <p>Золото-железистый Золото-мышьяковый Золото-полиметаллический Золото-висмутный</p>
	<p>Малых глубин (близповерхностная, до 1 км) В областях проявлений поздней послеэплатформенной активизации, в прогибах и грабенообразных впадинах, нередко в связи с вулкано-генными поясами</p>	Убогосульфидная	<p>Золото-серебряный Золото-серебряно-сурьмяный, иногда с мышьяком Золото-серебряно-полиметаллический Золото-серебряно-марганцевый Золото-теллуровый</p>
	2. Существенно сульфидные формации (в металлогенических поясах, заложенных на "утопленной" континентальной океанической и переходной корах, с магматизмом базальтоидного типа)	<p>Малых и частью средних глубин (от десятков метров до 1—1,5 км) В эвгеосинклиналиях с брахиформной и глыбовой складчатостью в связи с малыми интрузиями и дайками липарит-базальтового и андезитового состава</p>	<p>Колчеданная</p> <p>Полиметаллическая</p>
<p>Средних глубин (2—2,5 км) В областях активизации платформ в связи с базальтоидными формациями</p>		Медно-никелевая	Золотоносный платино-медно-никелевый
<p>Больших глубин (13—10 км) Области завершающих этапов орогенеза и тектонической активизации платформ</p>			Золотоносный, медно-никелевый

многочисленные жилы, содержащие около 1% сульфидов. Их можно отличить друг от друга по другим признакам, описанным Н.В. Петровской, но не включенным ею в основание классификации.

Схема Н.В. Петровской представляет классификацию описания с объяснением. Формально эта классификация не претендует на раскрытие генетических зависимостей, но определения формаций, даваемые в непосредственном основании классификации, хоть и строги, но фактически недостаточны для выделения формаций. Большое значение приобретают пояснения автора, характеризующие геологические условия распространения формаций. Они образуют второе, опосредованное основание классификации. К сожалению, определения формаций в этом опосредованном основании, более важные по существу, не снабжены точными критериями для их разграничения. В такой классификации объекты, занимающие центральное положение в таксонах, будут находить свое место в системе с достаточной убедительностью, но объекты, занимающие пограничное положение, вообще не смогут быть классифицированы.

Сомнение вызывает и само разделение минералов на "устойчивые", "изменчивые" и "чуждые" ассоциации (или комплексы). Это разделение логично только в том случае, если справедливы представления автора о генезисе гидротермальных месторождений.

Н.В. Петровская полагает, что различные (по составу рудных компонентов) месторождения создаются специфическими гидротермальными растворами, происходящими из разных источников. Поэтому "золоторудный" раствор выделяет "устойчивую" минеральную ассоциацию золоторудных месторождений. "Редкометалльный" раствор должен выделять ассоциацию, которая в редкометалльных месторождениях будет устойчивой, а при ее появлении в месторождении золоторудном — "чуждой". Отсюда появляется и "изменчивый" минеральный комплекс, обусловленный не спецификой гидротермального раствора, а фациальными условиями среды рудоотложения.

Существования месторождений смешанного состава: золото-оловянных, золото-вольфрамовых, золото-сурьмяных ("совмещенных рудных формаций" [по Константинову, 1965а]) — это несомненный факт. Вопрос о том, как объяснить их образование — смешением независимо возникших двух "специфических" растворов или возникновением комплексного раствора сложного генезиса. Закономерное положение, занимаемое месторождениями "совмещенных формаций" в зональных рудных полях и региональных геологических структурах, — это серьезный аргумент против концепции смешения независимо возникших растворов, а следовательно, и против принципа построения классификационной схемы Н.В. Петровской [Ивенсен, Левин, 1975].

На основе критерия "сульфидности", положенного в основу классификации Н.В. Петровской, разработаны некоторые общие и региональные систематики золоторудных формаций [Бадалова, Палей, 1966; Бородаевская, Рожков, 1974 г.], а предложенные наименования формаций широко используются для обозначения определенных групп месторождений [Радкевич и др., Амузинский, 1975; Ивенсен, Левин, 1975; Шило, 1976; Коваль, Цыпук, 1976; Бабаходжаев и др. 1979].

Не определенные по геологической метрике, но, к сожалению, широко бытующие термины "малые, средние и относительно большие глубины", в сущности, являются русским вариантом линдгреновских "эпи-, мезо- и гипотермальных месторождений". Линдгреновское разделение месторождений золота на эпи-, мезо- и гипотермальные на десятки лет затормозило открытие во многих странах промышленно важных объектов [Шило, 1976].

#### И.А. АЙЗЕНШТАТ [1959]

**Золоторудные формации** выделяются на основе пространственного сонахождения золота с комплексом рудных и нерудных минералов. Выделены два генетических класса формаций: скарновый и гидротермальный.

П р и м е ч а н и е. Выделение скарного генетического класса неприемлемо для золоторудных образований, так как последние формировались значительно позже не только скарнов, но и редкометалльной минерализации. Обособление золотого оруденения от редкометалльного происходило во времени и в пространстве. Золото приурочено к линзам и жилам кварца, обогащенным сульфидами и выполняющими трещины, секущие скарны. Следовательно, правомерно выделять только один класс золоторудных месторождений — гидротермальный [Бадалова, Палей, 1966].

#### Н.А. ФОГЕЛЬМАН (1960 г., 1962 г.)

**Классификация золоторудных месторождений** включает следующие формации: 1) золото-турмалиновую; 2) золото-полиметаллическую; 3) пропилитовую; 4) халцедоновидных кварцев; 5) вторичных кварцитов.

П р и м е ч а н и е. Г.В. Шубин [1970] по поводу золото-турмалиновой формации отметил, что турмалин едва ли можно считать минералом, определяющим тип формаций. На это же указывал еще ранее И.А. Преображенский [1945].

Коренные месторождения золота расчленены на три формации: 1) дайковую; 2) кварц-кильную; 3) прожилковых зон и штокверков.

Примечание. Указанная систематика, основанная на структурно-морфологических принципах, использовалась в последующем на Северо-Востоке СССР.

Е.А. РАДКЕВИЧ, В.Г. МОИСЕЕНКО [1966]

Генетическая классификация золоторудных месторождений показана в табл. 72.

Примечание. Выделение гидротермальной и метаморфогенной групп золоторудных формаций мало обосновано [Петровская, 1973].

Г.П. Воларович (1969 г.) также признает существование наряду с гидротермальной метаморфогенной группы месторождений. К ней он относит месторождения, не только созданные метаморфогенными процессами миграции вещества, но и гидротермальные, подвергшиеся эпигенетическим преобразованиям. Выделяются типы: первично-эндогенные, первично-экзогенные и экзогенные с наложенным эндогенным оруденением [Петровская и др., 1976].

И.С. РОЖКОВ [1967, 1968а, б]

Генетические типы и формации эндогенных месторождений золота в связи с их положением в геотектонических структурах показаны в табл. 73.

Примечание. Классификация И.С. Рожкова носит весьма эклектический характер. Трактовка генезиса "полигенных" месторождений показывает, что его представления об их формировании близки к идеям Н.В. Петровской. Но выделяемые им группы формаций и формации абсолютно несопоставимы с формациями Н.В. Петровской. Постмагматическая группа месторождений разделена по фациям глубинности в духе М.А. Усова [Ивсен, Левин, 1975].

По отношению к классификации Н.А. Фогельман, М.Б. Бородаевской в классификации И.С. Рожкова критерий количественных отношений кварца и сульфидов использовался в большей мере [Петровская и др., 1976].

П.В. БАБКИН, А.А. СИДОРОВ [1968]

Коренные месторождения золота вулканического пояса расчленены на три формации: плутоногенную — золото-редкометальную и вулканогенные — золотую существенно сульфидную среднетемпературную и золото-серебряную низкотемпературную.

А.А. МАЛАХОВ [1969]

Классификация эндогенных рудных формаций золота построена на тех же критериях, что и классификации Н.В. Петровской и И.С. Рожкова. Выделены следующие месторождения:

I. Приповерхностные

1) семейство кварц-сурьмяно-теллур-серебряно-золотых руд

а) формация кварц-полисульфидная с теллуридами;

б) формация пирит-золоторудная с теллуридами

2) семейство кварц-серебряно-золотых руд

а) формация кварц-пирит-золоторудная;

б) формация адуляр-карбонатно-кварц-золоторудная

II. Переходного уровня глубинности

1) семейство серицит-кварц-молибден-золото-медных руд

а) формация кварц-пирит-золоторудная;

б) формация кварц-медно-золотых руд;

в) формация скарново-халькопирит-золоторудная;

г) формация кварц-халькопирит-золоторудная

III. Гипабиссальные

1) семейство кварц-серебряно-сульфидно-мышьяково-золотых руд

а) формация кварц-золоторудная

2) семейство кварц-пирит-арсенипирит-золотых руд

Т а б л и ц а 72  
Генетическая классификация золоторудных месторождений  
[Радкевич, Моисеенко, 1966]

Тип рудной минерализации		Изменение пород	Характер процессов	Морфология рудных тел	Ассоциация элементов	Глубина образования, км	
Метаморфогенные	Жилы альпийского типа		Региональный метаморфизм	Линзы, прожилки и кварцевые обособления	Заимствуются из вмещающих пород $\text{SiO}_2$	7-8	
	Метасоматические кварциты		Гидротермальный метаморфизм	Метасоматические тела	$\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Na}_2\text{O}$	—	
	Зоны диафореза		"	Зоны пиритизации	Fe и др.	—	
Гидротермального ряда	интрузивного ряда	Турмалинизация	Пневматолитовые и надкритические гидротермальные	Жилы и штокверки	$\text{SiO}_2, \text{B}, \text{Fe}, \text{As}$	От 5 до близ-поверхностных	
			Серцитизация	Гидротермальные высокотемпературные	Жилы	$\text{SiO}_2$	4-3
				Гидротермальные средне- и низкотемпературные	Жилы, штокверки и зоны вкрапленных руд	$\text{SiO}_2, \text{Fe}, \text{As}, \text{Bi}, \text{Cu}, \text{Zn}, \text{Pb}, \text{Sb}, \text{Hg}, \text{Te}$ и др.	2-3
Гидротермальные	вулканического ряда	Каолинизация	Гидротермальные низкотемпературные	Жилы	$\text{SiO}_2, \text{CO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{O}, \text{Ag}$	< 1	
			Пропилитизация	Гидротермальные низкотемпературные со значительным участием газовой фазы ( $\text{CO}_2$ и т.д.)	Жильные залежи, штокверки	$\text{SiO}_2, \text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}, \text{CO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Ag}$	< 1

П р и м е ч а н и е. Нечеткость разграничения формаций и семейств руд, выделенных по близким критериям, разнородность последних (названия минералов и элементов, нередко повторяющихся в громоздких наименованиях формаций, а в некоторых случаях — упоминание пород) делают классификацию неприемлемой [Петровская и др., 1976].

В.В. СЫРОВАТСКИЙ [1969]

Золоторудные формации, выделяемые автором: 1) золото-сульфидно-кварцевая; 2) золото-колчеданная; 3) золото-гематитовая; 3) золото-сульфидно-лиственитовая; 5) золото-колчеданно-полиметаллическая; 6) золото-сульфидно-скарновая; 7) золото-сульфидно-кварцитовая; 8) золотоносных железных шляп.

Н.А. ШИЛО, А.А. СИДОРОВ, В.И. НАЙБОРОДИН, В.И. ГОНЧАРОВ  
[Золоторудные формации . . ., 1969]

Классификация включает следующие группы месторождений и рудопроявлений золота, названные золоторудными формациями: 1) золото-кварцевую; 2) золото-редкометалльную; 3) золото-серебряную; 4) золотую существенно сульфидную.

Температура образования, °С	Пробность золота	Возраст	Ассоциирующие магматические породы	Сопутствующие минералы
350	950-850	Докембрий в древних щитах	—	Кварц, альбит
—	—	—	—	Кварц
—	—	—	—	Кварц, пирит, серицит
400-250	900-750	<i>MZ</i>	(Брекчии взрыва) дайки среднего состава	Кварц, турмалин, пирит, арсенопирит
360-100	900-700	"	Дайки среднего состава	Кварц, серицит, альбит, скудные сульфиды (главным образом арсенопирит, пирит)
250-100	900-700	—	—	Кварц, серицит, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, висмутин, сульфид-арсениды, сульфид-висмутин
150-50	760-680	<i>MZ-KZ</i>	—	Кварц, кальцит, каолинит, адуляр, сульфосоли серебра
150-50	650-520	<i>KZ</i>	Субвулканические тела среднего состава	Кварц, кальцит, хлорит, альбит, адуляр, минералы каолиновой группы, пирит, арсенопирит, сульфосоли серебра

Примечание: В перечисленных наименованиях отражены "степень сульфидности" руд, особенности состава главных минералов и состава типичных рудогенных элементов. Множественность признаков нарушает требования единства главного классификационного критерия.

По характеру связей с магматизмом золото-кварцевая и золото-редкометаллическая формации отнесены к плутогенным, а остальные к вулканогенным. Такое членение соответствует принципам систематики месторождений Г. Шнейдерхена и В.Н. Котляра. Значение фактора глубинности не анализируется, хотя приводимые данные свидетельствуют о принадлежности большинства выделенных формаций к образованиям малых глубин [Петровская и др., 1976].

Д.А. ТИМОФЕЕВСКИЙ (1971 г., 1973 г.)

Классификация золоторудных формаций Д.А. Тимофеевского в интерпретации Ю.П. Ивенсена, В.И. Левина [1975] показана в табл. 74.

Примечание. По логической структуре классификации Д.А. Тимофеевского и Н.В. Петровской близки, но таксоны классификации Д.А. Тимофеевского по своим границам абсолютно сопоставимы с таксонами Н.В. Петровской и И.С. Рожкова. Это обусловлено

а) иным подходом к выбору типоморфных для формаций минералов (Д.А. Тимофеевский использует для этого минералы не только устойчивых, но и измененных ассоциаций); б) иным объемом формаций; так, пятая формация Д.А. Тимофеевского включает значительные части двух формаций Н.В. Петровской (малосульфидную и умеренно сульфидную) и, возможно, часть ее

Т а б л и ц а 73. Генетические типы месторождений золота [Рожков, 1968а, б]

Группы месторождений	Условия формирования	Рудная формация; минеральный тип	Геотектоническая структура	Рудогенерирующая формация магматических пород
Магматические	Раннемагматические Позднемагматические	Золото-сульфидная; халькопирит-пентландит-платиноносный	Краевые части платформ и области их активизации	Дифференцированные интрузии базальтоидного ряда
Постмагматические	Близповерхностные (от первых метров до 1 км)	Золото-серебряная, золото-кварцевая, часто с теллуридами, киноварью и минералами серебра	Молодые вулканогенные пояса; области альпийской складчатости; зоны активизации платформ и стабилизированных складчатых поясов	Андезит-дацит-липаритовая; гранит-гранодиоритовая, граносиенитовая
	Средних глубин (от 1 до 5 км)	Золото-сульфидная; халькопирит-сфалерит-пиритовый; халькопирит-сфалерит-галенит-пиритовый типы колчеданных руд	Эвгеосинклинали, миогеосинклинали (нижние структурные этажи)	Контрастная базальт-липаритовая; андезит-дацит-липаритовая
		Моногенные	Золото-кварцевая, золото-кварц-сульфидная; золото-кварц-пиритовый, пирит-арсенопиритовый, пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовый, пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовый с сульфосолями, пирит-пирротиновый	Эвгеосинклинали, миогеосинклинали (различные структурные этажи)
	Полигенные	Скарново-магнетитовая, скарново-вольфрамитовая, скарново-шелитовая, скарновая с наложенными золоторудными формациями различных типов	То же	То же
		Медно-молибденовая, медно-порфировая с наложенными формациями различных типов	"	"
Экзогенные	Континентальные	Значительных глубин (от 5 до 10 км)	Верхние структурные этажи древних щитов	Гранит-гранодиоритовая
		Элювиальные Делювиальные Аллювиальные Проллювиальные Прибрежно-морские	Формации золотых россыпей	
Метаморфогенные	Золотые россыпи, образовавшиеся в континентальных и прибрежно-морских условиях, метаморфизованные в обстановке средних глубин	Золотоносные конгломераты	Верхние структурные этажи древних щитов	

госульфидной формации; его шестая формация также включает части малосульфидной и умеренно сульфидной формаций; в) неравновеликостью выделенных формаций [Ивенсен, Левин, 1975]

Классификация Д.А. Тимофеевского получила широкое распространение. Названия многих формаций этой систематики широко используются в последующих работах [Шер, 1972; Глоба, Нарсеев, 1974; Берзон и др., 1976; Берзон и др., 1977].

#### С.Д. ШЕР [1972]

Классификация формационных групп месторождений золота включает золото-кварцевую, золото-халцедон-кварцевую, золото-сульфидную, золото-карбонат-сульфидную, золото-баритовую и золото-барит-сульфидную, золото-алюмосиликатную (скарновую) формации.

#### В.А. ГЛОБА, В.А. НАРСЕЕВ [1974, 1979]

В поясах тектоно-магматической активизации отмечается наличие золоторудных формаций: золото-барит-полиметаллической, золото-медно-кобальтовой, золото-молибденовой, золото-медно-молибден-адюлярной, золото-медно-полиметаллической, золото-медно-скарновой, золото-полиметаллической, золото-редкометальной, золото-серебряной, золото-серебряно-редкометальной, золото-сурьмяной, золото-сурьмяно-ртутной.

Примечание. К золото-медно-молибден-адюлярной формации указанной систематики близка формация золото-молибден-медно-порфировых руд Северо-Востока СССР [Гулевич, Титов, 1975].

Классификация включает следующие формации: золото-серебряную, золото-полиметаллическую, золото-барит-полиметаллическую, золото-редкометальную, золото-сульфидно-оловянную, редкометально-золото-серебряно-теллуридную, золото-серебряно-адюлярную, собственно золотую, а также золото-серебряно-многометальный ряд с формационными типами: золото-серебряно-полиметаллическим; золото-серебряно-сидеритовым, золото-серебряно-медно-баритовым, золото-серебряно-ртутно-сурьмяным.

#### Ю.П. ИВЕНСЕН, В.И. ЛЕВИН [1975]

##### Классификация золоторудных месторождений

- I. Магматическая генетическая группа
  - 1) золотое оруденение в гипербазитах
  - 2) хромит-золото-платиновая рудная формация
  - 3) сульфидно-золото-платиновая медно-никелевая рудная формация
    - а) золото-платино-медно-никелевая подформация
    - б) золото-платино-никелево-медная подформация
- II. Колчеданная генетическая группа
  - 1) колчеданная золото-полисульфидная рудная формация
- III. Скарновая генетическая группа
  - 1) золото-скарновая рудная формация
- IV. Генетическая группа полевошпатовых метасоматитов и грейзенов
  - 1) формация золотоносных полевошпатовых метасоматитов
  - 2) формация золотоносных грейзенов
- V. Гидротермальная генетическая группа
  - A. Плутоногенный класс
    - 1) золото-сульфидная формация в карбонатных породах
    - 2) золото-сульфидная формация в силикатных породах
    - 3) золото-редкометально-кварцевая формация
    - 4) золото-сульфидно-кварцевая и золото-альбит-кварцевая формации
    - 5) золото-пирит-арсенопирит-кварцевая формация
    - 6) золото-турмалин-кварцевая формация
    - 7) золото-медно-молибденовая (порфировая) формация
    - 8) золото-полисульфидно-кварцевая формация
    - 9) малосульфидная золото-кварцевая (сингранитоидная) формация
    - 10) малосульфидная золото-кварцевая формация (глубинного происхождения)
    - 11) золото-антимонитовая формация
  - Б. Вулканогенный класс
    - 1) убогосульфидная золото-кварцевая или золото (адюляр) -халцедон-кварцевая формация

Т а б л и ц а 74  
Классификация золоторудных формаций Д.А. Тимофеевского  
[1971, 1973] [Ивенсен, Левин, 1975]

Формация	Характер распределения оруденения	Минеральный тип
Золото-силикатная (скарновая)	Вкрапленное, прожилковое, гнездовое	Пирит-арсенопиритовый Магнетитовый Халькозин-халькопирит-борнитовый Пирит-халькопирит-швелитовый Халькопирит-пирротиновый с троилитом, теллуридами и платиноидами и др.
Золото-карбонатно-сульфидная	Метасоматические залежи, жилы, гнездовое, вкрапленное	Пирит (марказит)-пирротиновый Пиритовый Пирит-гематитовый
Золото-сульфидная	Вкрапленное, прожилковое	Пирротиновый Пиритовый Пирит-арсенопиритовый
Золото-барит-сульфидная (колчеданная)	Метасоматические залежи, жилы	Пиритовый Сфалерит-галенитовый Баритовый (бедный сульфидами)
Золото-кварц-сульфидная	Жильное, реже штокверковое, вкрапленное	Пиритовый Пирит-арсенопиритовый Пирит-турмалиновый Магнетитовый Тетраэдрит-халькопиритовый Висмутин-теллуридный Галенит-сфалеритовый Антимонитовый и др.
Золото-альбит-кварцевая	Жильное, реже штокверковое, прожилковое	Пиритовый Пирит-арсенопиритовый Теллуридно-швелит-касситеритовый Теллуридный Сульфоантимонитовый Антимонитовый
Золото-адуляр-халцедоновидно-кварцевая	Жильное, прожилковое, штокверковое	Пираргирит-тетраэдритовый Пираргиритовый Аргентитовый Галенит-сфалерит-халькопиритовый Гематитовый Пирит-арсенопиритовый Пирит-теллуридный и др.

VI. Хомогенно-осадочная генетическая группа

VII. Метаморфизованно-осадочная генетическая группа

VIII. Метаморфогенная осадочная группа

Примечание. Предложенную классификацию Ю.П. Ивенсен и В.И. Левин [1975] считают предварительной схемой, которая, оставаясь по логической структуре классификацией-перечислением, включает не только формально-минералогические, но и геологические признаки (характеристику условий образования и распространения данной группы месторождений). При выделении формаций авторы стремились соблюсти их равновеликость.

Классификация эндогенных месторождений золота включает скарновый, золотоносных роговиков и гидротермальный типы. В скарновом типе выделены формации: золото-сульфидная с подформациями золото-медной, золото-мышьяковой, золото-кобальт-мышьяковой и золото-железорудная с подформациями золото-медно-магнетитовой, золото-полисульфидно-гематитовой. Наиболее распространенные гидротермальные месторождения расчленены на формации: 1) кварц-сульфидная с подформациями мышьяково-золоторудной, мышьяково-колчеданно-золоторудной, сурьмяно-колчеданно-золоторудной; 2) кварц-барит-сульфидную с подформациями медно-мышьяково-золоторудной и колчеданно-золоторудной; 3) золоторудных пропилитов с подформациями пропилитов по интрузивным и эффузивным породам; 4) золото-кварц-карбонатную с подформациями золото-кварц-анкеритовой и золото-лиственитовой.

Н.В. ПЕТРОВСКАЯ, Ю.Г. САФОНОВ, С.Д. ШЕР [1976]

Систематика золоторудных формаций показана в табл. 75.

Примечание. Соподчиненность критериев, положенных в основу систематики и определяемых ими категорий классификации, следующая.

Критерии	Категории систематики
Приуроченность к мегаблокам с различным типом земной коры	Группы формаций
Условия глубинности рудообразования и формирования структур рудных полей	Формации месторождений
Количественные соотношения ранних существенно кварцевых и поздних сульфидных ассоциаций (сульфидно-кварцевое отношение)	Семейства руд, свойственные определенным формациям месторождений
Линии "чистого" или гибридного развития рудообразования	Субформации месторождений
Особенности локализации оруденения в различных по геотектоническому типу областях	Геологические типы месторождений
Характерные ассоциации рудогенных элементов, определяющие состав продуктивных ассоциаций минералов	Геохимические и минеральные типы руд и месторождений
Состав изменчивых ассоциаций минералов	Подтипы руд

Н.В. Петровская, Ю.Г. Сафонов и С.Д. Шер отмечают, что во многих работах регионального плана упоминаются одна-две золоторудные формации, в основном называемые по минеральному составу. Наличие минералов, необычных для распространения золоторудных формаций, нередко рассматривается как повод для выделения новых формаций, например, ртутно-золото-оловянной [Кузнецов и др., 1966], золото-ферберит-шеелитовой [Грабежев, Покровский, 1966].

Н.А. ШИЛО [1976, 1981]

## Классификация золоторудных формаций

Группа и подгруппа месторождений	Формация
1. Метаморфогенные	
Гидротермально-метаморфогенные	Золото-кварцевая Золото-сульфидная
Собственно метаморфогенные	Золото-урансодержащие конгломераты Золото-сульфидная
2. Плутоногенные	
Плутоногенно-магматические	Золото-пентландит-пирротиновая Золото-пентландит-халькопиритовая
Плутоногенно-гидротермальные	Золото-кварцевая Золото-альбитовая Золото-анальцимовая Золото-турмалиновая Золото-форстерит-эпидотовая Золото-гранат-везувиановая Золото-волластонит-магнетитовая

Т а б л и ц а 75. Схема систематики золоторудных формаций [Петровская и др., 1976]

Рудные формации, различающиеся по глубинам рудообразования при соподчиненном критерии геотектонических условий	Семейства руд и их фациальные разновидности	Геохимический тип руд (зависящий от региональных геохимических особенностей)	Субформации гибридных месторождений	Геохимические типы руд, определяемые геохимическими ассоциациями золота и "чуждых" элементов
<p>Формации больших глубин (3—6 км и более)</p> <p>В складчатых областях преимущественно миогеосинклинального типа и типа перикратонных прогибов в связи с крупными синорогенными гранитоидными массивами (средний и поздний этапы геосинклинального цикла)</p> <p>Формации средних глубин (1,5—2,5 км)</p> <p>А. В зонах складчатости, преимущественно эвгеосинклинального типа, в связи с синорогенными гранитоидными массивами, а также в областях консолидированной складчатости и глыбовых деформаций, с поясами малых интрузий и даек (поздний этап геосинклинального цикла)</p> <p>Б. В областях активизации, в структурах ранних послеплатформенных сводово-глыбовых поднятий</p> <p>Формация малых глубин (близповерхностная, до 1—1,5 км)</p> <p>В областях проявлений позднего этапа послеплатформенной активизации, в зонах прогибов и грабенообразных впадин, нередко в связи с вулканогенными поясами и наземной вулканической деятельностью</p>	<p>Малосульфидные руды (жильные тела)</p> <p>Селективная сульфидная минерализация (вкрапленная и прожилковая в участках, соседних с полями малосульфидных жил)</p> <p>Умеренно сульфидные руды; селективная сульфидная минерализация (залежи сульфидных руд в известковых породах, по соседству с кварцевыми жилами)</p> <p>Убогосульфидные руды (отдельные скопления сульфидов в рудных телах)</p>	<p>Золото-железистый Золото-мышьяковый</p> <p>Золото-железистый Золото-мышьяковый Золото-полиметаллический Золото-висмутовый</p> <p>Золото-железистый Золото-мышьяковый Золото-полиметаллический</p> <p>Золото-висмутовый Золото-серебряный Золото-серебряно-сурьмяный Золото-серебряно-мышьяково-сурьмяный Золото-серебряно-свинцово-цинковый Золото-теллуристый Золото-селеновый</p>	<p>Не изучены</p> <p>Гибридная золото-скарновая, умеренно сульфидная (рудные тела, обогащенные ксеногенными сульфидами)</p> <p>Гибридная кварцевая (рудные тела, обогащенные ксеногенным кварцем)</p> <p>Гибридная сульфидно-кварцевая (рудные тела, обогащенные ксеногенными сульфидами)</p>	<p>Не изучены</p> <p>Золото-молибденовый Золото-вольфрамовый Золото-оловянно-вольфрамовый</p> <p>Золото-сурьмяный</p> <p>Золото-ртутно-сурьмяный</p>

	Золото-магнетитовая
	Золото-сульфидная
	Золото-баритовая
3. Вулканогенные	Золото-серебряная кварцевая
	Золото-серебряная адуляровая
	Золото-серебряная родонитовая
	Золото-серебряная родохрозитовая
	Золото-серебряная хлоритовая
4. Вулканогенно-плутоногенные	Золото-сурьмяная кварцевая
	Золото-висмутовая кварцевая
	Золото-теллуровая кварцевая
	Золото-сульфидная

**Примечание.** Выделенные группы формаций представляют естественные ассоциации (или семейства) месторождений, различающихся по минеральному составу, геохимической роли некоторых элементов, температурным условиям рудоотложения и по морфологии рудных залежей. Они имеют и далеко не одинаковое россыпеобразующее значение. Вместе с тем формации обладают последовательно изменяющимися общими признаками, что и позволяет рассматривать их в едином ряду, хотя каждой из них присущ определенный рудный парагенезис и комплекс жильных минералов, имеющих важное, если не ведущее значение в установлении сущности формации, соответствующей геохимической роли образующих ее элементов [Шило, 1981].

Ю.Г. ЩЕРБАКОВ (1977 г.)

Систематика золоторудных и золотосодержащих формаций показана в табл. 76.

Н.В. КУНАЕВ [1978]

**Золотоносные формации** расчленены на: 1) золотосодержащие; 2) золотоносных россыпей; 3) собственно золоторудные. Последние представлены докембрийскими золотоносными конгломератами, золото-кварцевой (древних щитов и складчатых областей фанерозоя), золото-сурьмяной, золото-серебряной, золото-сульфидной.

П.А. СТРОНА [1978]

**Систематика формаций золота** включает девять разновидностей: 1) колчеданную; 2) медно-кобальт-железородную; 3) кварц-золоторудную; 4) шеелит-золото-молибден-полиметаллическую; 5) медно-молибденовую; 6) золото-сурьмяно-вольфрамит-ртутную; 7) золото-ураноносных конгломератов; 8) "черных сланцев"; 9) золотых и золото-платиновых россыпей.

К.Л. БАБАЕВ [1979]

**Классификация месторождений золота** включает золоторудную формацию эманационного класса, кварц-золоторудную плутоногенную, золоторудную и кварц-золоторудную вулканогенную формации.

И.К. ДАВЛЕТОВ, В.Н. БАГДЕЦКИЙ, И.А. МЕЗГИН [1979]

**Золоторудные формации** представлены: золото-кварцевой, золото-полиминеральной, скарново-золото-халькопирит-платиноидной, скарново-золото-халькопиритовой, скарново-золото-полиминеральной, золото-халькопиритовой, золото-пиритовой, скарново-молибденит-шеелитовой с золотом, кварц-золоторудной с пиритом и халькопиритом, скарново-золото-редкометаллической, кварц-золото-пиритовой.

Л.Н. ЛИСОГОР [1979]

**Классификация золоторудных формаций:** 1) золото-адуляр-кварцевая; 2) золото-кварц-сульфидная с теллуридами; 3) кварц-золоторудная; 4) золото-кварц-пирит-арсенопиритовая; 5) золото-колчеданная; 6) золото-скарновая. Кроме того, выделены три золотосодержащие формации: 1) медно-висмутовая; 2) сурьмяно-ртутная; 3) серебряно-полиметаллическая с золотом.

Таблица 76

Геохимические провинции и главные эндогенные золоторудные и золотосодержащие формации [Щербаков, 1977]

Тип коры	Геохимическая специализация	Группа элементов в рудах	Главные носители и источники золота (средние содержания, мг/т)	Рудная формация	Фрагменты термофлюидных систем
Структурно-формационные зоны складчатых областей, в том числе древних	Слабо дифференцированные существенно базальтоидные с натриевыми гранитоидами	Ц <sub>1</sub>	Гипербазиты (5–10)	Хромит-платиноидная, золото-лиственитовая	Корневые
		Ц <sub>1+2</sub>	Базальтоиды (3–7) Гранитоиды (2–5) Их контактовые ореолы (5–10) Гетерогенные железистые породы (5–15)	Медно-колчеданная Золото-сульфидно-кварцевая Золото-сульфидно-скарновая Золото-окисно-железистая	“ “ Корневые, стволые Корневые
	Ц <sub>1+2+3+4</sub>		Граувакки и эффузивы разной основности (2–4)  Углеродистые черные сланцы (2–50)  Граниты и их контактовые ореолы (3–10) Конгломераты (10–100)	Колчеданно-полиметаллическая  Золото-кварцитовая  Золото-кварц-сульфидная (вкрапленно-прожилковая) Золото-кварцевая (жильная) Древних золотосодержащих конгломератов (полигенная)	Корневые, стволые Стволые, апикальные Корневые Стволые Корневые
Зоны тектоно-магматической активизации и посторогенного магматизма	Складчатых областей	Ц <sub>1+3+4</sub> (халькофилы)	Андезиты, дациты, липариты, щелочные базальтоиды (2–7)  Глинистые сланцы (2–10)	Золото-серебряная  Медно-молибденовая	Стволые, апикальные То же
	Платформ и щитов	Ц <sub>1+2</sub>	Метаморфические сланцы, граниты (2–4) Малые интрузии (2–4) Базальтоиды (2–7)	Золото-кварц-хальцедоновая (близкоповерхностная) Золото-сульфидная (в карбонатных породах)	Апикальные “
			Траппы (10–100)	Медно-никелевая	Корневые

Х.Р. РАХМАТУЛЛАЕВ, И.Х. ХАМРАБАЕВ [1979]

Классификация золоторудных формаций Среднего и Южного Тянь-Шаня включает: 1) кварц-полисульфидно-теллуридно-золоторудную; 2) кварц-пирит-золоторудную; 3) адуляр-карбонатно-кварц-золоторудную; 4) кварц-карбонатно-пираргирит-золоторудную; 5) золотосодержащую кварц-халькопиритовую с молибденитом; 6) кварц-антимонит-серебряно-золоторудную; 7) кварц-карбонатно-серебряно-золоторудную; 8) кварц-полисульфидно-золоторудную; 9) кварц-пирит-арсенопирит-золоторудную; 10) кварц-полевошпат-пирит-арсенопирит-шеелит-золоторудную; 11) кварц-турмалин-вольфрамит-шеелит-золоторудную; 12) скарново-сульфидно-платиноидно-золоторудную.

Ag/Au		Элементы, концентрирующиеся в рудах	Минеральный тип
В породах	В рудах		
10	5–15	Pt, Os, Ir, Ni, Co, Cr	Золоторудный, золотосульфидный
25	10–15	Fe, Cu, Zn	Золото-медно-цинково-колчеданный Золото-пирротин-халькопиритовый Золото-борнит-халькозиновый и др. Золото-магнетитовый, золото-гематитовый
40	0,5–60	"	
20	0,5–1,0	"	
20–50	10–100	Pb, Zn, Cu, Ag, Ba, Bi, Te, Se	Золото-баритовый, золото-висмутовый
50–100	0,5–3	Fe, As  As, Sb, Hg, W, B, Mo U, Zr, Ti, Os, Ir, Cr	Золото-арсенипиритовый, золото-галенитовый и др. Золото-турмалиновый, золото-шеелитовый, золото-антимонитовый, золото-киноварный и др. Золото-урановый
50	30–200	Ag, Te, Mn, Sb, Hg, Sn, Mo, Po, Zn, Cu, Co	Золото-теллуридный, родохрозит-алабандин-галенит-сфалеритовый и др.
20	10–40	Cu, Mo	
20–40	0,5–50	Fe, Ag, F, Hg, Pb, Sb  Fe, As, Te, Se, Bi, Pb	Золото-теллуридный с сульфосолями, сульфидами, вдуляром и др. Золото-пирит-арсенипиритовый
25	10–100	Cu, Ni, Co, Pt, Pb	—

#### В.А. ХОРВАТ [1979]

Выделены два золоторудных комплекса: вольфрам-золоторудный и сурьмяно-золоторудный. В каждом из них выделены формации: золото-редкометалльная, золото-мышьяковая, золото-полиметаллическая, золото-серебряная, сурьмяная слабо золотоносная.

#### В.Д. МЕЛЬНИКОВ [1981]

Классификация золоторудных формаций по степени промышленной золотоносности в целом по континентам (в порядке убывания золотоносности): 1) конгломератовая; 2) диафторитовая зеленосланцевая; 3) кварцевых и сульфидно-кварцевых гидротермалитов в песчано-сланцевых толщах; 4) кварцит-пропилитовая; 5) березитовая; 6) колчеданная; 7) джаспероидная; 8) скарновая; 9) джеспилитовая.

### 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

**ХРОМИТ-ПЛАТИНОИДНАЯ ФОРМАЦИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД.** — Ф., представленная мелкими месторождениями магматических сульфидных вкрапленников и хромитовых шлиров в дифференцированных гипербазитах. Характерна вкрапленность золота в оливинах. Некоторая часть благородных металлов нередко перераспределена и сконцентрирована метасоматически. Значительных масштабов месторождения не известны (Щербаков, 1977 г.).

**ЗОЛОТО-ЛИСТВЕНИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., связанная с гипербазитами — наиболее тугоплавким продуктом расщепления гулбинного земного вещества. Своим возникновением месторождения этой формации обязаны гидротермальному перераспределению золота и других халькофилов из числа центростремительных элементов при воздействии на гипербазиты горячих растворов разного происхождения и возраста. Месторождения этой формации, обыкновенно представленные зонами вкрапленно-штокверковой минерализации в массивах ультраосновных пород, расположены вдоль протяженных, долгоживущих глубинных разломов. Эти же разломы в породах иного состава контролируют золотое оруденение других типов. При лиственитизации гипербазитов под воздействием растворов, связанных с кислыми и щелочными магмами, спектр выщелоченных из ультраосновных пород и сконцентрированных в рудах центростремительных элементов пополняется центробежными элементами, первоначальное содержание которых в гипербазитах очень мало. Подобного рода гидротермальный гибрилизм проявлен концентрацией Ва, Те, В и других элементов в одном рудном поле, приуроченном к гипербазитам офиолитового пояса (Щербаков, 1977 г.).

**МЕДНО-КОЛЧЕДАННАЯ ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., представленная исключительно в вулканогенных толщах базитового состава. Главным ее поисковым признаком в обширных полях вулканитов служат участки интенсивных гидротермальных изменений, выраженных хлоритизацией, альбитизацией, эпидотизацией, окварцеванием и осветлением пород, их дорудной пиритизацией. Представляя в основной своей массе зоны выщелачивания и выноса железа, меди, цинка и золота из петрогенных силикатов и акцессорного магнетита, предрудные поля метасоматитов характеризуются общим понижением магнитности, слабыми и локальными отрицательными аномалиями силы тяжести, связанными с понижением плотности гидротермально измененных пород и повышением электропроводности. Геохимические аномалии представлены центростремительными (Cu, Co, Ni) и минимально-центробежными элементами (Zn, P, Ti, V, Mn). Существенная особенность состава руд заключается в близости количественных отношений Zn/Pb, V/Fe, Mn/Fe, Co/Ni и других геохимически родственных металлов в рудовмещающих толщах, что наряду с перераспределением при гидротермальном метаморфизме приводит к выводу об их местном источнике. Золотоносные кварцевые жилы среди вкрапленных медно-колчеданных руд всегда более поздние, малочисленные, бедны, невелики и редко представляют самостоятельный промышленный интерес (Щербаков, 1977 г.).

**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-КВАРЦЕВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Месторождения ф. распределены в силикатных породах разного типа и возраста преимущественно повышенной основности, нередко вне видимой связи с интрузиями, а если в гранитоидах, то главным образом кальций-натровых. В рудах ф. концентрируется крайне ограниченный спектр халькофильных элементов только из числа  $C_{1,2}$ . Их соотношения близки к базальтоидным. Следовательно, первоисточники золота основных пород, отличающихся, как известно, несколько повышенным (3–7 мг/т) его средним содержанием, в месторождениях тождественны. Для З.-с.-к.р.ф. характерны месторождения жильного типа. В корневых частях жильных систем значительно возрастают объемы предрудно-метасоматических измененных боковых пород, из которых вынесена большая часть золота, о чем можно судить, сопоставляя рудные поля, по-разному вскрытые эрозией и горными работами. В корневых частях жилы малочисленной и бедней, чем в верхних горизонтах. По восстанию жильных систем среднее содержание в них золота с учетом неравномерности его столбового распределения возрастает, а объем предрудно-измененных пород с пониженным содержанием благородного металла сокращается. Изменение объема околожильных и рудных образований отражено на крупно-

масштабных магнито- и гравиметрических картах и указывает зоны растворения золотоносного акцессорного магнетита. Гидротермальный процесс, стимулировавший вынос и перераспределение, подчас неоднократное, и рудную концентрацию золота, связан с пульсационно-затухающей магматической деятельностью гранитоидных plutонов либо с региональным метаморфизмом (Щербаков, 1977 г.).

**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-СКАРНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., характеризующаяся четко выраженным наложением вкрапленно-штокверкового кварц-сульфидного оруденения на гидротермально дорудно-измененные скарны различного состава. Оно происходит исключительно в приконтактной части палингенных гранитоидных массивов, залегающих и возникающих внутри, и за счет вулканогенно-осадочных пород с более высоким содержанием золота, чем в гранитоидах при их кристаллизации (1–2 мг/т). Избыточное золото совместно с также избыточным против гранитоидной эвтектики железом обособляется от магмы, видимо при ее возникновении, и отлагается вокруг массивов в слабо золотоносных (5–10 мг/т) высокотемпературных ореолах магнетитовых импреняций и скарнах. При наложении на них гидротермального (250–150° С) метаморфизма золото перераспределяется с образованием зон истощения и зон повышенных концентраций. Последние часто отличаются сложной морфологией и высоким двух-, трехзначным средним содержанием золота, прослеживающимися на значительную глубину. В крупных скарновых провинциях формация может представить значительный промышленный интерес, ранее явно недооценивавшийся (Щербаков, 1977 г.).

**П р и м е ч а н и е:** Необходимость выделения золотоносных скарнов в самостоятельную формацию обоснована В.А. Вахрушевым [1972].

**ЗОЛОТО-ОКИСНО-ЖЕЛЕЗИСТАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. относится пока к числу наименее изученных. Ее особенность заключается в развитии среди высокожелезистых отложений, главным образом осадочных или вулканогенно-осадочных. Ассоциация видимого самородного золота с гематитом или магнетитом имеет эпигенетический характер. Повторяемость подобного рода почти полностью бессульфидных золото-окисно-железистых ассоциаций преимущественно в докембрийских комплексах Бразилии, Австралии довольно устойчива и нуждается в специальных исследованиях (Щербаков, 1977 г.).

**КОЛЧЕДАННАЯ ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., ассоциирующая со спилит-диабазовыми, спилит-кератофировыми, лептитовыми формациями. Формируется в условиях эвгеосинклинального режима, преимущественно в троговых зонах. Представлена гидротермальными месторождениями малых глубин и вулканогенно-осадочными месторождениями, обычно в той или иной степени метаморфизованными. Известна на протяжении от позднего архея до кайнозоя включительно. Источник рудного вещества главным образом подкорковый. Главные рудоконтролирующие факторы — магматический (степень дифференциации магматических образований, наличие субвулканических интрузий, вулканические центры), структурный (трещинная тектоника, пликвативные структурные формы), структурно-литологический (экранирующие горизонты, проницаемые разности пород). Характерные околорудные изменения — пропилитизация. Типичные минералы руд — пирит, арсенопирит, халькопирит, блеклые руды, галенит, сфалерит, сульфоантимониты свинца и меди, барит, золото, теллуриды [Строна, 1978].

**П р и м е ч а н и е.** Разновидности и примеры золоторудных месторождений К.з.р.ф.: золото-медно-мышьяковые — Бюден (Швеция); медно-золоторудные — месторождения Норанда, Киркленд-Лейк (Канада); золото-теллуридовые — Калгурли (?) (Австралия). Главнейшие разновидности месторождений формации: медно-колчеданные, цинково-колчеданные, колчеданно-полиметаллические.

Значение собственно золоторудных месторождений формации невелико, но золото является обычным попутным компонентом медных и полиметаллических руд. Характерно тонкодисперсное золото [Строна, 1978].

**ФОРМАЦИЯ МЕДНО-КОБАЛЬТ-ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ, СУЩЕСТВЕННО СКАРНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ЗОЛОТОМ.** — Ф., ассоциирующая с интрузивными габбро-диорит-плагиигранитовыми и габбро-монцит-граносиенитовыми формациями. Образуется в условиях эвгеосинклинального режима в связи с рудными складчатостями

ми движениями. Представлена преимущественно скарновыми, в меньшей степени высоко- и среднетемпературными гидротермальными месторождениями умеренных глубин. Проявления этой формации известны от позднего протерозоя до мезозоя, но наиболее широко распространена она в ранне- и среднепалеозойских образованиях. Источник рудного вещества в основном мантийный, хотя вполне вероятно частичное участие в рудообразовании и материала коры. Главные рудоконтролирующие факторы — магматический (масштабы, степень дифференциации, морфологические особенности интрузий), литологический (состав рудовмещающих толщ), структурный (контактные и трещинные структуры, структура скарнированных осадочно-вулканогенных образований). Основной тип околорудных изменений — скарнирование, иногда березитизация. Типичные минералы руд — арсенопирит, пирротин, магнетит, халькопирит; в скарновых месторождениях — гранаты, пироксены, скаполит и другие силикаты, иногда кобальтин, смальтин. Разновидности и месторождения формации: скарновые золоторудные и сульфидно-золоторудные, магнетитовые скарновые, кобальтоносные, медно-магнетитовые и меднорудные скарновые. [Строна, 1978].

**КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., имеющая весьма сложный состав руд, в котором основная роль принадлежит, помимо пирита, галениту, сфалериту, халькопириту, а также бариту, теллуридам, сульфидам серебра, висмута, ртути и в меньшей мере другим минералам, образующим метасоматические вкрапленные и сливные залежи в вулканогенно-осадочных толщах. В отличие от медно-колчеданной месторождения колчеданно-полиметаллической формации развиваются в более дифференцированных и сложных по составу комплексах пород, в которых заметная роль принадлежит кислым эффузивам и песчано-сланцевым отложениям с более высоким средним содержанием центроружных элементов. Это отражено в составе руд, наследующих их количественное соотношение. Поисковыми признаками рудных полей считаются обширные зоны околорудных метасоматитов, осложняющие конфигурацию физических полей и многоэлементные вторичные ореолы (Щербаков, 1977 г.).

**ЗОЛОТО-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., в которой золото обычно свободное (количество сульфидов до 5%) и характеризуется неравномерным распределением с образованием столбов, гнезд и кустов. В зависимости от состава сульфидов в этой формации выделяются различные минеральные типы. Гидротермально-метасоматические изменения выражены относительно слабо и представлены хлоритизацией, окварцеванием, иногда карбонатизацией, серицитизацией и турмалинизацией. Месторождения этой формации особенно характерны для древних щитов и миогеосинклиналией (Бородаевская, Рожков, 1974г.).

— Ф., геологическая позиция которой близка к колчеданно-полиметаллической. Ее самостоятельное выделение оправдано распространенностью обширных полей золотоносных метасоматических кварцитов в вулканогенных и карбонатных комплексах пород не только в связи с полиметаллическими рудами, но и независимо от них. Золотоносные кварциты возникают как остаточные, реже перемещенные продукты гидротермально-метасоматического разделения петрогенных компонентов вулканогенных пород. Золото в них связано с завершающей и потому наложенной на кварциты стадией минерализации. Состав оруденения подчинен составу подвергнутых окварцеванию образований. С увеличением их кислотности и дифференцированности возрастает сопутствующая золоту концентрация центроружных элементов свинца, бария, серебра, теллура и других (Щербаков, 1977 г.).

— Ф., связанная с батолитовыми интрузиями гранодиорит-гранитового состава, хотя в ряде районов типичных ее проявлений таких интрузий нет. Часто ассоциирована с проявлениями мигматит-гранитных формаций, гнейсовыми куполами и зонами проявления регионального метаморфизма и ультраметаморфизма. Источником растворов, по-видимому, являются также очаги метаморфизма, а проявляющиеся (или не проявляющиеся) при этом магматические процессы следует рассматривать как следствие тех же причин, которые вызывают рудообразование, но не как причину его. Месторождения, таким образом, правильнее считать метаморфогенно-гидротермальными; образуются они на больших и умеренных глубинах, в обстановке высоких и главным образом средних температур. Они широко распространены на щитах, а также в миогеосинклиналиях, реже в эвгеосинклиналиях зонах, в инверсионный этап их развития. Источник вещества внутрикоровый, характерна приуроченность соответствующих металлогенических провинций к областям развития флишеидных отложений, аспидных и черных сланцев, иногда — зеленокаменных пород. Главные рудоконтролирующие факторы — литолого-стратиграфические (в ряде провинций проявлены элементы стратиформности как в отдельных месторождениях, так и в их распределении), структур-

ные (при существенной роли не только разрывных, но и пликвативных структур), в региональном масштабе несомненная большая роль метаморфогенной зональности. Околорудные изменения проявлены очень слабо. Минеральный состав руд очень прост и часто близок к составу рудовмещающих толщ; основные минералы — кварц, карбонаты, альбит, золото, небольшое количество сульфидов железа, свинца, цинка, мышьяка. Редко сульфиды встречаются в значительных количествах; иногда присутствует шеллит. Разновидности и примеры золоторудных месторождений формации: месторождения Колар (Индия), Мазер-Лод (США), Бендиго (Австралия); кварц-сульфидно-золоторудные — Поркюпайн (Канада), Морро-Вельо (Бразилия), Хомстейк США, месторождения Зимбабве [Строна, 1978].

— Ф., для которой характерен довольно однообразный минеральный состав. Выделяются три структурно-морфологические субформации: дайковая, кварц-жильная и минерализованных зон и штокверков. Продуктивным минеральным ассоциациям (золото, галенит, сфалерит, сульфопирит, пирит) предшествовало отложение основной массы кварца и ранних сульфидов (арсенопирит, пирит); послепродуктивная минеральная ассоциация представлена обычно кальцитом, пиритом, марказитом. Рудоотложение, генетически или парагенетически связанное с "добатолитовыми" интрузивными комплексами, проходило в условиях регионального метаморфогенного кварцеобразования, что, очевидно, обусловило телетермальный характер золото-кварцевой формации. В ранних генерациях золотоносного кварца в отличие от метаморфогенного развиты микровключения, гомогенизирующиеся в газовую фазу. Температура формирования ранних ассоциаций с участием пневматолитовой фазы равна 350—360° С, продуктивных ассоциаций 230—235° С; давление от 1100 ± 200 до 280 атм. Температура гомогенизации включений в метаморфогенном кварце значительно ниже [Золоторудные формации..., 1969].

Син.: золото-кварцевитовая формация (Щербаков, 1977 г.), кварц-золоторудная формация [Строна, 1978], формация золото-кварцевых месторождений [Фирсов, 1966].

**ЗОЛОТО-КВАРЦ-СУЛЬФИДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. вкрапленно-прожилковых руд в черных сланцах; характеризуется сравнительно низким, но устойчивым средним содержанием золота. Особенностью З.-к.-с.ф. представляется развитие ее в осадочных или частью метасоматических углеродистых породах с повышенным местным содержанием золота (10—100 мг/т) и относительно небольшое его перераспределение при гидротермальном метаморфизме, проявляющееся на обширных площадях и часто на значительном удалении от интрузий. Месторождения формации отвечают корневым зонам гидротермально-метаморфических систем, что фиксируется возникновением сульфидных и кварцевых прожилков. Наряду с преобладающим пиритом в рудах повышены концентрации мышьяка, иногда сурьмы и других центробежных, но химически довольно активных элементов из числа накапливающихся сингенетически в углеродистых сланцах (Щербаков, 1977 г.).

— Ф. (количество сульфидов от 5 до 20%) со следующими главными минеральными типами: а) пирит-арсенопиритовым, б) пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовым, в) пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовым с висмутом, буланжеритом, тетраэдритом, фрейбергитом и другими сульфидными и сульфосолями. Золото находится как в свободном, так и в дисперсном состоянии. Характерно крупностолбовое его распределение, в значительной мере зависящее от особенностей размещения сульфидной минерализации. Месторождения этой формации широко распространены в эвгеосинклинальных складчатых поясах, а также в областях тектоно-магматической активизации завершенной складчатости и платформ. Реже они встречаются на щитах и в миогеосинклинальных областях. Рудные тела сопровождаются интенсивными гидротермальными изменениями, из которых наиболее широко развиты беризитизация и лиственитизация, а в некоторых провинциях — альбитизация и турмалинизация (Бородавская, Рожков, 1974 г.).

Примечание. В З.-к.-с.ф. Л.Н. Кугураков [1976] выделяет следующие подформации.

1. К мышьяково-золоторудной относятся кварц-сульфидные жилы и минерализованные зоны, в которых главным рудным минералом является арсенопирит, а второстепенными — халькопирит, арсениды кобальта, антимонит, висмут и в незначительных количествах пирит и пирротин.

2. К мышьяково-колчеданной золоторудной — кварц-сульфидные жилы и минерализованные зоны, в которых главными минералами служат пирротин и пирит, а арсенопирит присутствует в незначительном количестве. В отличие от предыдущей подформации среди второстепенных минералов встречается галенит и нет арсенидов кобальта. Золото относится к главным минералам жил, однако распространено оно крайне неравномерно.

**ЗОЛОТО-КВАРЦЕВАЯ ЖИЛЬНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., развитая в миогеосинклинальных областях. Представляя главную стволую зону гидротермальных систем, термостатированных на значительную глубину, месторождения З.-к.ж.ф. беднее сульфидными

и особенно пиритом, чем их аналоги в более железистой обстановке эвгеосинклиналей, отнесенные к золото-сульфидно-кварцевой формации. Наличие переходных или промежуточных типов, на наш взгляд, обусловлено долей участия в рудогенерирующем и вмещающем жилы разрезе глинисто-сланцевых, базальтических либо карбонатных пород. Их состав определяет общее количество сульфидов в рудах, спектр концентрирующихся с золотом элементов и в конечном счете минеральные типы (Щербаков, 1977 г.).

Син.: малосульфидная формация (Щербаков, 1977 г.).

**КВАРЦ-ЗОЛОТО-АРСЕНОПИРИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., относящаяся к классу высокотемпературных гидротермальных образований и генетически связанная главным образом с умеренно кислыми (натровыми) гранитоидами средних стадий развития геосинклинальных складчатых зон. В составе руд, кроме главных минералов — кварца и арсенопирита (обычно золотосодержащего), принимают участие пирротин, леллингит, самородное золото, реже минералы олова, вольфрама, висмута, кобальта, а также турмалин и теллуриды. Руды нередко комплексные (Au—As, Sn—As, Au—W—Bi, Au—As—Co и др.) с высокими содержаниями мышьяка и золота, что придает формации большое промышленное значение [Магакьян, 1969].

П р и м е ч а н и е. Среди месторождений К.-з.-а.ф. четко выделяются два подтипа: 1) жильный и 2) метасоматический среди карбонатных пород.

Детальное изучение месторождений К.-з.-а.ф. проведено Ю.А. Билибиным, Н.И. Бородаевским, Ф.И. Вольфсоном, И.И. Чупилиным и др.

Связи К.-з.-а.ф. с другими рудными формациями не всегда достаточно четки; следует отметить нередкое сонахождение ее со скарновой формацией (с типами шеелитоносным и арсенопиритосодержащим) или с высоко-среднетемпературными месторождениями сульфидно-касситеритовой и полиметаллической формаций.

На поверхностных выходах арсенопиритовых руд хорошим поисковым признаком служат скородитовые шляпы (яблочно-зеленого цвета) [Магакьян, 1969].

**ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЬНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Плутоногенная фация оруденения в районах развития сложных вулканогенно-плутоногенных ассоциаций. Она характерна для различных металлогенических эпох — от докембрийской до кайнозойской. Важнейшей особенностью З.-р.ф. является тесная связь оруденения с гранитоидами габбро-гранодиоритового ряда. Интрузии, несущие золото-редкометальное оруденение, обычно контролируются крупными зонами разломов и нередко наследуют план дугообразных кальдерных опусканий. Процесс минерализации был многостадийным и протекал в широком температурном интервале. Обычно он начинался с деятельности высокотемпературных растворов, образующих грейзены с вольфрамитом или молибденитом, и заканчивался отложением низкотемпературных кварцевых и карбонатных друз и друзовидных агрегатов с очень слабо развитой ассоциацией рудных минералов, иногда сходных с трансильванской минерализацией золото-теллурурового типа. Основная масса золотых руд обычно представлена кварцем с вкрапленностью сульфидов, золота, минералов вольфрама и олова, теллуридов висмута. Температура декренизации золотоносного кварца достигает 380—450° [Золоторудные формации..., 1969].

**ФОРМАЦИЯ ЗОЛОТО-УРАНОНОСНЫХ КОНГЛОМЕРАТОВ.** — Ф., представляющая собой древние метаморфизованные россыпи галечников, содержащих самородное золото, минералы урана (браннерит, уранинит, ураноторит, тухолит и др.), изредка и в небольшом количестве минералы группы платины, алмазы и другие ценные минералы [Магакьян, 1969].

—Ф., ассоциирующая с прибрежно-континентальными кварцит-конгломератовыми формациями областей раннедокембрийской стабилизации в пределах древних щитов. Формируется в условиях весьма своеобразного протоплатформенного режима, что, по-видимому, и обуславливает исключительную связь формации (по крайней мере промышленных ее объектов) с раннепротерозойскими образованиями. Генезис золото-ураноносных конгломератов является объектом длительных дискуссий, однако наиболее широко распространены представления об их первично-осадочном (россыпном) происхождении с последующей метаморфогенной переработкой. Источником рудного вещества являются верхние подвергающиеся абразии горизонты земной коры — предположительно кварц-золоторудные месторождения и ураноносные пегматиты. Главные рудоконтролирующие факторы: в региональном масштабе — стратиграфический (ранний протерозой) и тектонический (протоплатформенный режим); локальные — литологический (на известных месторожде-

ниях — средне- и мелкогалечные разновидности конгломератов), наличие органических веществ в осадке (?) и стратиграфические (приуроченность оруденения к определенным горизонтам). Роль метаморфизма в формировании промышленных концентраций полезных ископаемых неясна. В составе руд наиболее характерны кварц, серицит, пирит, магнетит (главные минералы цемента конгломератов), уранинит, золото, настуран, браннерит, ильменит, монацит, иногда хромит, платина, алмазы. Некоторые из этих минералов несут явные следы кластогенного происхождения, другие (в том числе золото) перекристаллизованы или даже вновь возникли в условиях метаморфизма [Строна, 1978].

**Примечание.** Очень крупные месторождения Ф.з.-у.к. известны и интенсивно разрабатываются в ЮАР (Витватерсранд), Гане, Бразилии (Жакобина), Канаде (Блайнд-Ривер), Австралии, Габоне, Финляндии; на эту формацию приходится почти 1/2 зарубежной добычи золота (главным образом в Африке) и больше 1/2 зарубежной добычи урана (в Канаде, ЮАР, Бразилии и других странах).

Отмечается, что промышленные месторождения золота и ураноносных конгломератов образуются обычно в ураноносных и золотоносных провинциях за счет размыва гнейсов, кристаллических сланцев, гранитов, пегматитов и кварц-рудных жил. Наиболее благоприятны мономиктные конгломераты с кварцевой галькой размером в среднем 3—4 см. Среднее содержание Au в пластах конгломератов и кварцитов различных районов колеблется в пределах 1—10 г/т, а U от 0,02 до 0,1% [Магакьян, 1969].

Уникальность Ф.з.-у.к. связана с многоэтапностью ее развития при исключительно благоприятных условиях проявления каждого последующего процесса концентрации золота — первоначально в кварц-жильных полях древнейшего этапа рудообразования, затем в древней коре выветривания и питающихся в ней россыпях и, наконец, при регионально-гидротермальном метаморфизме золотоносных отложений (Щербаков, 1977 г.).

**Син.: формация золотоносных конгломератов [Щербаков, 1977], рудная формация золото-ураноносных конгломератов [Строна, 1978].**

**ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., характеризующаяся высокой серебристостью золота и обилием собственно серебряных минералов при широко варьирующих (от 1 до 20—30%) количествах рудных минералов (сульфидов, сульфосоелей, теллуридов и др.). Золото-серебряные месторождения характерны для вулканогенных поясов, где они нередко размещаются вблизи вулканических нектвов и центров извержений. Сходные по типу руд месторождения встречаются также в зонах активизации областей завершённой складчатости. Гидротермальные изменения, сопутствующие оруденению, представлены пропилитизацией, причем наиболее обычны ее алунитовые, каолинитовые и адуляровые фации (Бородаевская, Рожков). Близкие определения: [Петровская, 1973].

— Ф., для которой характерна тесная ассоциация золота и серебра и обилие их теллуридов (иногда селенидов), представляет собой низкотемпературное гидротермальное образование малых глубин. Связи с магматическими породами нередко неясны, но во многих случаях устанавливается пространственная связь с малыми интрузиями или субвулканическими экструзиями кварц-порфиоров, фельзитов, дацитов и других, обычно миоценового—плиоценового возраста. Месторождения З.-с.ф. обычно сопряжены с интрузивными субвулканическими жерлами, некками, трубками взрыва и представлены минерализованными зонами дробления, жильными системами в верхних частях субвулканических тел и во вмещающих породах. Руды мелкозернистые, часто колломорфные, во вмещающих породах имеют место окварцевание, серицитизация, аргиллитизация, а среди андезитов, кроме того, пропилитизация. На глубину имеет место смена руд З.-с.ф. золото-сульфидными рудами; иногда обе формации пространственно совмещены. В составе руд большую роль играют электрум (Au, Ag), пираргирит, теллуриды Au, Ag и других металлов (теллуриды Bi, Pb, Cu, Ni), иногда стибнит и изредка киноварь; из жильных минералов обычны низкотемпературный кварц, халцедон, карбонаты. Руды комплексные Au—Ag—Te—Bi. Месторождения образуются в конечные стадии развития складчатых геосинклинальных зон в связи с малыми трещинными интрузиями; характерна ассоциация Au—Ag-формации со стибнит-киноварной (с шеелитом или ферберитом), иногда золото-сульфидной, реальгар-аурипигментовой [Магакьян, 1969].

**Примечание.** З.-с.ф. известна по близповерхностным месторождениям, возникающим в посторогенном этапе или при тектоно-магматической активизации в связи с вулканизмом, развитым на коре континентального или переходного типа. Для рудных провинций характерно понижение мощности коры, сопровождающееся увеличением щелочности магматических процессов. В рудах при этом возрастает роль дефицитно-центробежных элементов (Ag, Te, Se, Hg) наряду с резким смещением их количественных соотношений сравнительно с главными типами магмати-

ческих и осадочных пород (в пользу относительно более центробежных и дефицитно-центробежных). Так, с увеличением Ag/Au отношения возрастают Co/Ni, Mo/Cu, Pb/Zn, U/Th, K/Na и др. Объясняется это увеличением вертикального интервала эндогенного предрудного фракционирования элементов с удалением на глубину источников рудного вещества, каковыми в данном случае нам представляются области глубинной базификации и эклогитизации корней континентальной коры. Подобный механизм понижения мощности коры не только за счет ее эрозии, но, главное, за счет воздымания поверхностной M и K объясняет вынос наряду с химически наиболее активными центристремительными Au, Co, Mn в первую очередь не накапливающихся в базальтоидах транзитных для основных пород дефицитно-центробежных элементов: Hg, Mo, Te, Se и др. Таким образом, в уровне геохимической эволюции коры, понижении ее мощности, щелочном вулканизме и возникновении характернейшей для названных условий золото-серебряной формации прослеживаются черты сходства рудных провинций Тихоокеанского вулканического кольца и Трансильвании [Щербаков, 1977].

Нередко к З.-с.ф. относят все близповерхностные месторождения, в которых не обнаружены заметные концентрации теллура, хотя серебро в них также не образует значительных скоплений; обычно оно участвует в составе блеклых руд, миаргирита и др. В этих случаях целесообразно выделять золото-серебряно-сурьмяный тип минерализации. Его распространение отмечается на обширных пространствах рудного пояса Скалистых гор Северной Америки [Петровская, 1973].

В структурно-морфологическом отношении месторождения З.-с.ф. могут быть разделены на простые жильные, сложные жильные и прожилково-метасоматические (в том числе штокверковые). По составу минеральных ассоциаций месторождения и рудопроявления делятся на золото-сульфоантимонитовые, золото-аргентитовые и золото-сфалерит-галенитовые. Известны рудопроявления, в которых характерны сочетания простых минералогических типов, а также рудопроявления сложных переходных (к полиметаллической, олово-полиметаллической, олово-вольфрамовой и др.) рудных формаций. Минералогические типы месторождений отражают изменение тектоно-магматических условий, в которых происходило формирование руд. Исследования газово-жидких включений в жильных минералах руд методом гомогенизации показали широкий и сравнительно высокотемпературный интервал образования продуктивных минеральных ассоциаций (от 170 до 410°) при незначительном давлении. Геологические данные определения абсолютного возраста руд и околорудных метасоматитов указывают на преимущественно позднемеловой-палеогеновый возраст золото-серебряных месторождений, в орогенных зонах мезозой отмечены предположительно позднеюрские и раннемеловые рудопроявления [Золоторудные формации..., 1969].

**ШЕЕЛИТ-ЗОЛОТО-МОЛИБДЕН-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., ассоциирующая с вулканогенно-интрузивными андезит-диорит-гранодиоритовыми "порфиоровыми" формациями, иногда — с малыми интрузиями умеренно кислого состава. Магматические образования часто обладают отчетливыми следами гибридизма. Формация представлена преимущественно гидротермальными среднетемпературными месторождениями умеренных глубин, иногда — скарновыми. Проявления Ш.-з.-м.-п.р.ф. известны на протяжении всего неогена, но наиболее распространены палеозойские и мезозойские месторождения. Они образуются в обстановке сводовоглыбовых движений на поздних этапах развития складчатых зон и в областях автономной активизации. При этом ареалы развития магматических и рудных образований тяготеют, как правило, к блокам относительного опускания или к их границам. Источник рудного вещества в целом для месторождений формации смешанный; в ряде районов и для золота предполагается предполагать участие коровых и подкоровых источников, что соответствует и гибриднему составу магматических образований. Главные рудоконтролирующие факторы — магматический (степень проявления магматических образований, их дифференцированность, степень и характер гибридизма), структурный (главным образом разрывные структуры, рудо- и магмаконтролирующие, внутрирудная и пострудная тектоника), литологический (в региональном масштабе — особенности состава глубоко залегающих пород фундамента). Наиболее характерные околорудные изменения — березитизация, листовенитизация, иногда скарнирование. Минеральный состав руд часто весьма сложен — характерно наличие сульфидов и сульфоантимонитов свинца, меди, цинка, арсенопирита, иногда минералов висмута, шеелита, в скарновых разностях — соответствующих силикатов [Строна, 1978].

**МЕДНО-МОЛИБДЕНОВАЯ ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — М.-м.з.р.ф., ассоциирующая с вулканогенно-интрузивными трахиандезит-монцит-граносиенитовыми "порфиоровыми" формациями. В целом и по характеру магматизма, и по общему набору типичных полезных ископаемых весьма близка к шеелит-золото-молибден-полиметаллической рудной формации, отличаясь от нее более четко выраженным щелочным уклоном магматических образований, относительно большей ролью меди в рудах

и, может быть, несколько меньшей глубиной формирования магматических и рудных тел. Месторождения рассматриваемой формации — гидротермальные среднетемпературные образования умеренных и малых глубин, сравнительно редко отмечаются высокотемпературные и даже скарновые разновидности. Наиболее ранние проявления формации известны в позднем протерозое, довольно многочисленны они в палеозое и мезозое, но максимальное распространение характерно для кайнозоя. Тектоническая обстановка формирования месторождений также близка к обстановке формирования объектов шеелит-золото-молибден-полиметаллической формации, можно лишь отметить обычно повышенную жесткость структур, к которым тяготеют медно-молибденовые месторождения. Источник рудного вещества в месторождениях формации, по-видимому, смешанный. Главные рудоконтролирующие факторы — магматический и структурный; по-видимому, в региональном масштабе играет существенную роль также состав относительно глубоких горизонтов коры — доскладчатого фундамента, сказывающийся на особенностях месторождений внутри единой формации. Околорудные измененные породы, как уже говорилось, на всех месторождениях рассматриваемой формации представлены различными разновидностями вторичных кварцитов [Строна, 1978]. Близкие определения: (Щербаков, 1977 г.).

**Примечание.** Сходство М.-м.з.р.ф. с шеелит-золото-молибден-полиметаллической рудной формацией порождает сомнение в целесообразности их разделения; решая этот спорный вопрос все же в пользу разделения соответствующих рудных образований, П.А. Строна [1978] исходит главным образом из специфики околорудных метасоматитов, которые для медно-молибденовой формации представлены вторичными кварцитами.

**ЗОЛОТО-СУРЬЯНО-ВОЛЬФРАМ-РУТУННАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., ассоциирующая с вулканогенными андезит-дацитовыми, липарит-дацитовыми, липарит-базальтовыми формациями. Образуется в условиях сводовых и сводово-глыбовых движений в области завершенной складчатости и в активизированных участках платформ. Месторождения З.-с.-в.-р.р.ф. представлены преимущественно низкотемпературными гидротермальными образованиями малых глубин (до приповерхностных). Проявления формации особенно типичны для кайнозоя и позднего мезозоя, отдельные проявления известны в раннем мезозое и в позднем палеозое. Источник рудного вещества смешанный, в том числе и для золота; для ряда рудных районов приходится предполагать взаимодействие подкорковых и внутрикорковых источников. Основные рудоконтролирующие факторы — структурно-магматический (вулканические центры, жерловые фации), структурный (трещинная тектоника), литолого-структурный (закранирующие разности пород, благоприятные по физико-механическим или химическим свойствам горизонты), степень гетерогенности вулканических построек и т.п. Наиболее типичными околорудными изменениями являются пропилитизация и аргиллизация. В составе руд типичны кварц, халцедон, опал, адуляр, родохрозит и другие карбонаты, минералы группы каолинита, золото, электрум, калаверит, красные серебряные руды, антимонит, ферберит, киноварь, пирит, шеелит, гёссит, селениды золота и серебра [Строна, 1978].

**Примечание.** Золоторудные и золотосодержащие месторождения формации весьма разнообразны. Наиболее распространенными разновидностями являются: кварц-адуляр-золоторудные, золото-теллуридовые и золото-серебряные, золото-сурьяно-вольфрамовые, золото-сурьяные [Строна, 1978].

**ЗОЛОТО-АНТИМОНИТОВАЯ БЕРЕЗИТОВАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Золото-сурьяные месторождения являются одним из главных поставщиков сурьмы с древнейших времен до наших дней. Они дали в общей сложности более 1100 тыс. т металла и служили одновременно дополнительным источником золота. Золото-сурьяные месторождения впервые в отечественной литературе выделены Е.Е. Захаровым в "золото-стибнит-кварцевую рудную формацию", занимающую закономерное положение в ряду золото-кварцевых формаций. Необходимость выделения самостоятельной З.-а.-б.р.ф. подчеркивается многими исследователями золото-сурьяных месторождений (А.В. Анасенко и Б.Г. Бычком, Ю.В. Архиповым и В.А. Биленко, Л.Н. Индолевым и другими) независимо от взглядов на происхождение оруденения такого типа.

Месторождения З.-а.-б.р.ф. распространены в 20 сурьяных рудных провинциях разного возраста — от раннедокембрийских до мезозойских. В альпийских провинциях — Альпийско-Карпат-

ской и Северо-Африканской — такие месторождения имеют хорошо аргументированный палеозойский возраст.

Независимо от возраста месторождения характеризуются исключительным постоянством состава, морфологии, зональности оруденения, что позволяет четко отграничить золото-антимонитовую березитовую формацию от других сурьмяных рудных формаций.

**Характеристика золото-сурьмяных месторождений**, включаемая в З.а.-б.р.ф., по В.И. Бергеру [1977, 1978]:

*Минеральный состав.* Золото-сурьмяные месторождения характеризуются относительно небольшим перечнем главных руд и жильных минералов. Микроминералогия выявляет серию сульфидов, сульфосолей, которые, однако, не могут иметь диагностического значения для формации в силу очень незначительного представительства.

Главные рудные минералы — антимонит, бертьерит, пирит, арсенопирит, золото; второстепенные примеси: сфалерит, галенит, халькопирит, тетраэдрит, халькостибит, гудмундит, аурустибит, самородное серебро, самородная сурьма, джемсонит, буланжерит, шеелит, вольфрамит, пирротин, ульманнит, коринит, пентландит, герсдорфит. Среди жильных минералов резко преобладает кварц, сопровождаемый анкеритом. Кальцит, сидерит, доломит, светлые слюды, гипс присутствуют в малых количествах. Иногда отмечаются хлорит, альбит, но большей частью эти минералы представлены в составе измененных пород. Антимонит с бертьеритом составляют в рудных жилах до 50–80% жильной массы. Суммарное содержание второстепенных примесей редко превышает 1–5%, только шеелит и вольфрамит в некоторых месторождениях образуют значительные концентрации. Формация характеризует следующие существенные черты состава руд.

1. Низкие содержания серебра при отношении  $Au:Ag = 15:1 \div 5:1$ ; при этом в рудах, как правило, отмечается незначительная примесь самородного серебра, ассоциирующего с поздним золотом.

2. Устойчивая высокая пробность золота выдерживается во всех золото-сурьмяных провинциях мира — от древнейших докембрийских до мезозойских. Высокопробное золото присуще поздней антимонит-бертьеритовой ассоциации.

3. Низкие содержания ртути в рудах (обычно ниже  $10^{-5}\%$ ) при отсутствии или слабом развитии контрастных ртутных ореолов рассеяния. Встреченная на единичных золото-сурьмяных месторождениях киноварная минерализация носит, судя по всему, наложенный характер (Монарч-Синебар в Южной Африке).

4. Относительно высокая железистость (дисульфиды железа, бертьерит, гудмундит, ферроджемсонит и др.) и никелистость руд (ульманнит, пентландит, герсдорфит, коринит, брейтгауптит и др.).

5. Отсутствие в составе минерализации реальгара, халцедоновидного кварца, барита, столь характерных для сурьмяных месторождений других формационных типов.

Последовательность минеральных ассоциаций. На золото-сурьмяных месторождениях отчетливо выражен ряд рудных минеральных ассоциаций, сопровождающихся кварцем и карбонатами нескольких генераций: арсенопирит+пирит+золото (иногда пирротин, халькопирит, шеелит и др.); сфалерит+галенит+сульфоантимониты+золото; антимонит+бертьерит+золото (аурустибит, халькостибит, коринит, гудмундит, самородное серебро и др.).

По относительному преобладанию ранней (I) или поздней (III) минеральной ассоциации, концентрации золота в той или иной из них золото-сурьмяные месторождения разделяются на три минеральных типа, тесно связанных пространственно, но отличающихся по интенсивности и масштабам оруденения.

1. Собственно золото-сурьмяный тип с интенсивным проявлением поздней и с относительно подавленной ранней рудной ассоциацией. Месторождения с высокими содержаниями сурьмы и золота (соответственно десятки процентов и десятки—сотни граммов на тонну и более в зарубежных месторождениях) при низкой концентрации мышьяка, не превышающей десятых долей процента. Ранние сульфиды — арсенопирит и пирит — образуют вкрапленность в зоне расланцевания и гидротермальных изменений, в то время как сурьмяные минералы концентрируются преимущественно в “стержневой” кварц-рудной жиле. Соотношение сурьмы и мышьяка в рудах составляет  $Sb:As = (50 \div 100):1$ . Характерна прямая корреляция золота с сурьмой, несколько нарушающаяся на флангах месторождений. Основная масса золота заключена в минералах поздней ассоциации.

2. Золото-мышьяково-сурьмяный тип, наиболее распространенный, отличается от предыдущего значительным развитием ранней рудной ассоциации. Арсенопирит и пирит распределяются в зонах гидротермального метасоматоза, образуют скопления в кварц-рудных жилах. Главная масса субмикроскопического золота (не менее 70–80%) концентрируется в ранних сульфидных, причем наблюдается прямая корреляция его с мышьяком.

3. Сурьмяный тип, представленный слабо золотосодержащими кварц-антимонитовыми и кварц-бертьерит-антимонитовыми жилами и жильными зонами, встречающимися на флангах рудных полей и региональных рудоносных зон. При сохранении вещественных и структурно-морфологических признаков рудной формации такие проявления не достигают крупных размеров.

В отдельный золото-вольфрам-сурьмяный тип выделяются некоторые золото-шеелит (ферберит)-антимонитовые месторождения Боливии, Южного Китая, Восточной Австралии. В них шеелит

или ферберит получают значительное развитие в ранней минеральной ассоциации, приобретая промышленное значение.

**Динамометаморфизм руд.** Постоянным признаком золото-сурьмяных месторождений, свидетельствующим о сходной обстановке их эпигенеза, является динамометаморфизм руд. Особенно интенсивно он проявляется в жилах, залегающих в сланцах. Такие жилы будинированы, разлинзованы, иногда складчато деформированы с выжиманием жильного материала, особенно пластичного антимонита, в замковые части мелких складок, со сдвоением жил, утонением их на крыльях складок. Динамометаморфизм выражается в грануляции и рекристаллизации первичных крупнопризматических агрегатов антимонита и бертьерита, образовании своеобразных кварц-антимонитовых катаклизитов вплоть до ультрамилонита-антимонита, обладающего струйчатой, тонкопослойчатой, микроскладчатой текстурой при размере зерен до сотых-десятых долей миллиметра.

**Вертикальная зональность оруденения.** В подавляющем большинстве месторождений она проявлена неотчетливо. В крутопадающих рудных жилах оруденение почти без изменения состава прослеживается на сотни метров, иногда более 1 км. В единичных месторождениях установлены изменения, несущие, видимо, закономерный характер.

**Гидротермальные изменения.** Для золото-сурьмяных месторождений характерно исключительное единообразие гидротермальных изменений боковых пород независимо от состава последних. Изменения выражаются в березитизации, проявляющейся интенсивно в околорудной зоне мощностью до 10 м. Далее (до десятков-первых сотен метров) микроскопически прослеживаются слабые изменения. При общем стандартном составе (кварц, серицит, анкерит, альбит и пирит) березиты золото-сурьмяных месторождений имеют такие особенности: во внешней зоне присутствуют эпидот и турмалин, в переходной зоне альбит частично замещается парагонитом и появляется пиррофиллит, во внутренней зоне существенно преобладает кварц-серицит-парагонит-пиррофиллитовый парагенезис с пиритом и арсенопиритом. Через все зоны проходит графит (до 4%).

**Литологические условия локализации оруденения.** Золото-сурьмяные месторождения размещаются в породах разного состава и сложения: 85% — в слоистых толщах терригенного и вулканогенно-терригенного состава, 10% — в массивных кристаллических породах (гранитах, гранито-гнейсах, мигматитах) и 5% — в дайковых образованиях. В составе слоистых толщ, метаморфизованных до низких ступеней зеленосланцевой фации, преобладают углистые филлиты, графитовые, серицит-хлорит-карбонатные сланцы, перемежающиеся с пластами и пачками песчаников и кварцитов. Оруденение локализуется в сланцах или по их контакту с кварцитами и песчаниками, реже внутри последних. Сланцы обогащены углистым веществом, послонно распределяющимся пиритом. Общей чертой слоистых толщ, вмещающих оруденение, является отсутствие или незначительное участие карбонатных пород.

**Контроль оруденения зонами рассланцевания** вдоль взбросо-сдвигов, Зоны рассланцевания являются одним из основных структурных факторов, контролирующих размещение рудных тел золото-сурьмяных месторождений. Мощность рудоносных зон рассланцевания составляет десятки-первые сотни метров. По простираанию они прослеживаются на километры, сливаются с крупными региональными зонами рассланцевания. При выдержанности простираания зон, отвечающего общей ориентировке складчатых структур, их конфигурация в плане изменчива: характерны дугообразные изгибы, ветвление, развитие мелких сложно сочленяющихся оперяющих нарушений. Зоны рассланцевания имеют крутое падение. Они пересекают пологие складки, но занимают согласное или субгласное положение по отношению к изоклиальной складчатости, которую пересекают под острыми углами на участках периклиналей.

**Складчатые структуры.** Большинство золото-сурьмяных месторождений размещается на участках с интенсивной складчатостью. Складки крутые, сжатые до изоклиальных, трудно расшифровываемые в однородных сланцевых толщах. Рудные скопления приурочены к синклиналям с размахом крыльев 2—10 км, осложненным мелкой складчатостью.

Б.И. Омеляненко [1975] и В.И. Величкиным, И.М. Воловикиной [1978] была выделена и описана березит-золоторудная формация.

**ЗОЛОТО-КВАРЦ-ХАЛЦЕДОНОВАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф. в молодых бананцевых близповерхностных месторождениях, которая отличается наибольшим богатством руд, но вместе с тем и наиболее выраженной неравномерностью распределения золота. Размещаясь, как правило, в древних гранитоидных и метаморфических комплексах и проникая в перекрывающие их вулканогенно-осадочные отложения юных тектонических депрессий, месторождения Криппл-Крик в штате Колорадо (США) отличаются огромной экономической ценностью, хотя и не всегда прослеживаются на значительную глубину. Они также часто приурочены к породам с повышенной рудной золотоносностью и железистостью, что позволяет использовать при их поисках геофизические методы. В отличие от золото-серебряной формации, судя по более близким к кларковым соотношениям рудных элементов, а также другим геологическим признакам, эти месторождения имеют менее глубокий источник рудного вещества и, воз-

можно, потому менее благонадежны и на глубину, что, впрочем, нуждается в серьезной проверке (Щербакова, 1977 г.).

**ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., в составе которой главную роль играют пирит, сфалерит, галенит, халькопирит в переменных количествах. Жильные минералы — кварц, барит, иногда карбонат — составляют до 10—15%. Золото находится как в свободном, так и в дисперсном состоянии. Месторождения этой формации известны в некоторых эвгеосинклиналях, возникая в орогенный этап развития складчатых областей (Бородаевская, Рожков).

— Ф., приуроченная к полям среднетемпературной (эпидотовой) пропилитизации и характеризующаяся сложным минеральным составом. Главнейшими минералами руд являются кварц, альбит, карбонат, хлорит и гидрослюда, пирит и халькопирит; второстепенными являются галенит, сфалерит, блеклые руды, золото и др. Содержание сульфидов в рудах достигает 30—40%. Рудопроявления пространственно связаны с андезитовым вулканизмом [Золоторудные формации..., 1969].

— Образование среднетемпературного гидротермального класса; генетически связана с кислыми и умеренно кислыми гранитоидами средних и поздних стадий развития геосинклинальных складчатых зон. Небольшая часть золото-сульфидных месторождений тесно связана с крупными интрузивами батолитового типа, но главная часть и пространственно, и парагенетически (общностью глубинного очага) связывается с малыми дообатолитовыми или реже постбатолитовыми штоками и дайками умеренно кислых гранитоидов. Подавляющая часть месторождений З.-с.ф. образует серии кварц-сульфидных золотоносных жил, залегающих в породах кровли гранитоидов или среди даек; возраст месторождений главным образом герцинский и киммерийский, в некоторых районах каледонский. Выделяются различные подтипы, характеризующиеся своими минеральными ассоциациями: золото-мышьяково-полиметаллический, золото-полиметаллический, золото-энаргитовый, золото-медно-висмутовый и др. В составе руд обычно большую роль играют кварц, карбонаты и барит, а также различные сульфиды, сульфосоли и подобные им соединения: пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, блеклые руды, буланжерит, бурнонит, висмутин и самородное золото в виде самостоятельных выделений в сростках с сульфидами или субмикроскопическое среди сульфидов. Золото выделяется главным образом в конце рудного процесса в ассоциации с сульфосолями Pb и Sb, блеклыми рудами, теллуридами, но частично и с ранними пиритом и арсенопиритом. Месторождения золото-сульфидной формации тесно связаны с предбатолитовыми малыми интрузиями диоритовых порфиритов и альбитофинов позднеюрского возраста и образуют протяженные золотоносные пояса. С малыми интрузиями гранитоидов поздних этапов связаны золото-сульфидные месторождения, возраст которых герцинский, каледонский и киммерийский. Формация золото-сульфидных руд обычно тесно связана с полиметаллической и реже с кварц-золото-арсенопиритовой. Основной метод поисков — шлиховая съемка [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** Л.Н. Кугураков [1976] в составе З.-с.ф. по минералогическому составу и устойчивым ассоциациям выделил золото-медную, золото-мышьяковую и золото-кобальт-мышьяковую подформации.

1. Золото-медная установлена в скарнах. Состав большинства скарнов гранат-пироксеновый, отмечаются датолитовые и аксинитовые скарны. Обширны и зоны волластонитовых скарнов. Сульфидное оруденение встречается во всех скарновых зонах. Это могут быть жилы, залежи неправильной формы и прожилково-вкрапленные руды. Из рудных главными являются минералы меди и золото, которое присутствует в дисперсном состоянии (70—80%) и в форме относительно крупных зерен. Между золотом и медью существует тесная прямая корреляционная зависимость.

2. Золото-мышьяковая. К главным минералам относятся арсенопирит, пирротин и пирит. Выявлена прямая корреляционная связь мышьяка и золота.

3. Золото-кобальт-мышьяковая. Известковые скарны с датолитом и аксинитом ассоциируют с гидротермальными жилами. По-видимому, оруденение произошло на одних и тех же стадиях рудогенеза. Главные минералы — арсенопирит, пирротин, арсениды и сульфиды кобальта и никеля, самородное золото. Последнее находится преимущественно в дисперсном состоянии и тесно ассоциирует с мышьяком. Рудные тела имеют форму линз и линейных зон. Руды прожилково-вкрапленные.

**Син.: формация золото-сульфидных руд [Магакьян, 1969].**

**ЗОЛОТО-ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

**П р и м е ч а н и е.** Л.Н. Кугураков [1976] выделяет две подформации.

1. Золото-медно-магнетитовая встречается среди скарновых полей. Рудные тела локализуются в зоне магнетитового скарна. Они обычно невелики по размерам и отличаются простым минеральным составом. Из главных рудных минералов развиты магнетит, халькопирит, золото, реже гематит, из жильных — гранат, пироксен, эпидот и кварц. Золото присутствует в дисперсной

и пылевидной форме. Наблюдается прямая корреляционная зависимость между золотом и медью.

2. Золото-полусульфидно-гематитовая. Месторождения представлены крупными залежами кварц-гематитового состава. Для рудных тел этой подформации характерно повсеместное развитие тонкой, а иногда очень густой вкрапленности сульфидов меди, цинка, свинца, мышьяка и других металлов. Залежи приурочены к малым интрузиям зоны разлома и сложены гранитогаббро, монцогаббро, монцонитами, сиенитами, граносиенитами и гранодиоритами. Минералогический состав рудных тел этой подформации довольно сложен. К главным рудным минералам относятся гематит, халькопирит, галенит, сфалерит. В несколько меньших количествах присутствуют магнетит, арсенопирит, висмутин, куприт, самородная медь, борнит, халькозин, шеллит, сульфиды и арсениды кобальта и никеля. Из жильных обычных кварц, гранат, эпидот, пироксены. Золото тонкодисперсное или образует мелкие (до 0,08 мм), обычно беловатые зерна. Перспективы этой подформации на золото еще не выяснены.

**КВАРЦ-БАРИТ-СУЛЬФИДНАЯ ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Л.Н. Кугураков [1976] по характерным ассоциациям рудных минералов выделяет медно-мышьяково-золоторудную и колчеданно-золоторудную подформации.

В медно-мышьяково-золоторудной отмечается сложная ассоциация рудных минералов. К главным можно отнести арсенопирит, халькопирит, золото, электрум и серебро, к второстепенным — молибденит, галенит, антимонит, висмутин, пирит и пирротин. Рудные тела небольшие по размерам и очень компактные, часто образуют рудные столбы типа бананцев.

Колчеданно-золоторудная менее золотоносна и более проста по минеральному составу. Из ведущих рудных минералов присутствуют пирит и пирротин, из второстепенных арсенопирит, халькопирит, висмутин и галенит. Золото развито повсеместно.

**ФОРМАЦИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ ПРОПИЛИТОВ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. Ф.з.п., по Л.Н. Кугуракову [1976], широко распространена. Пропилитизация наблюдается в эффузивных и интрузивных породах.

Подформация золоторудных пропилитов по интрузивным породам развита среди малых интрузий. Интрузии сложены породами ряда: габбро-эссекситы—монцонит-сиенит-нефелиновые сиениты. Пропилитизация обычно наблюдается в крупных минерализованных зонах разломов. Золото в этих зонах ассоциирует с халькопиритом, халькозином и борнитом. Рудные тела имеют форму линейно-вытянутых залежей. Четких контактов с вмещающими породами не отмечается.

Подформация золоторудных пропилитов по эффузивным породам имеет широкое распространение. Обычно зоны пропилитов развиты вблизи древних жерл. Рудная минерализация представлена исключительно пиритом и дисперсным золотом, изучена она очень слабо.

**ЗОЛОТО-КВАРЦ-КАРБОНАТНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Определение не обнаружено.

Примечание. З.-к.-к.ф. широко распространена [Кугураков, 1976]. В ней выделяются две подформации: золото-кварц-анкеритовая и золото-лиственитовая. Несмотря на то что подформации тесно пространственно связаны, они отличаются по минералогическому составу и форме проявления.

К золото-кварц-анкеритовой относятся жилы, иногда зоны анкеритизации крупных разрывных нарушений. Среди рудных минералов в кварц-анкеритовых жилах встречаются пирит, галенит, сфалерит, киноварь, шеллит, халькопирит и золото. Жильный комплекс представлен анкеритом, кварцем, кальцитом и баритом.

К золото-лиственитовой относятся зоны, линзы, залежи нечетких очертаний. Минеральный состав тел этой подформации отличает наличие кварца, брейнерита, кальцита, талька и амфибола. Из рудных присутствуют киноварь, галенит, пирит, халькопирит и золото. На одном из месторождений обнаружены каломель, ртуть и эггестонит.

**МЕДНО-НИКЕЛЕВАЯ ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ.** — Ф., связанная с траппами платформ и отличающаяся постоянной и нередко высокой примесью золота и других благородных металлов, более существенной, чем в габбро-гипербазитовых комплексах ранних стадий развития геосинклиналей. Отвечает это, по-видимому, оптимальным условиям магматической и затем метасоматической дифференциации материала в субвулканизме, которому, возможно, способствует существенное заимствование сульфатной серы в подстилающих траппы осадочных толщ [Щербаков, 1977].

**ЗОЛОТОНОСНАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ "ЧЕРНЫХ СЛАНЦЕВ".** — Ф., ассоциирующая и в значительной степени совпадающая с одноименной геологической формацией,

характерной как для миогеосинклинальных прогибов, так и для платформ; однако рудные концентрации золота возникают лишь в ходе последующего метаморфизма, возможного только в подвижных поясах. В то же время при достаточно высокой степени метаморфизма формируются месторождения кварц-золоторудной формации и, таким образом, самостоятельное значение формации золотоносных черных сланцев и ее границы с кварц-золоторудной формацией остаются весьма проблематичными. По условиям образования месторождения черносланцевой формации должны рассматриваться в качестве первично-хемогенно-осадочных при большой роли биогенных процессов с участием как живых организмов, так и концентрированного или рассеянного органического вещества. При широком стратиграфическом диапазоне развития черносланцевых формаций довольно отчетливо выделяется максимальная их приуроченность к позднему протерозою—раннему палеозою. Главными рудоконтролирующими факторами являются литологические (в частности, содержание органики в осадочных породах) и стратиграфические; в масштабе рудных полей, кроме того, существенную роль могут играть пликативные структуры, роль же трещинной тектоники, как правило, подчинена механическим свойствам пород. Очень большую роль играют уже упоминавшиеся процессы метаморфизма. В слабо метаморфизованных районах черных сланцев золото, как и другие металлы, может, вероятно, присутствовать в безминеральной форме, в сильно метаморфизованных же состав руд практически не отличается от описанного выше для кварц-золоторудных месторождений [Строна, 1978].

*Примечание.* Значение формации по золоту трудно оценить из-за нечеткости ее границ и недостаточной изученности. Можно лишь предположить, что с совершенствованием технологии извлечения количество промышленных объектов этой формации будет резко увеличиваться за счет освоения относительно слабо метаморфизованных объектов, что приведет и к более четкому отграничению их от объектов кварц-золоторудной формации [Строна, 1978].

**ФОРМАЦИЯ ЗОЛОТЫХ И ПЛАТИНОВО-ЗОЛОТЫХ РОССЫПЕЙ.** — Ф., ассоциирующая со слабо литифицированными терригенными отложениями — аллювиальными, реже озерными и прибрежно-континентальными. Формируется в условиях умеренно выраженных сводово-глыбовых движений в областях завершенной складчатости и в зонах тектонической и тектоно-магматической активизации древних щитов. Промышленное значение имеют россыпи антропогена, реже неогена и палеогена. Источником рудного материала являются разнообразные по генезису и формационной принадлежности месторождения, выведенные в верхние горизонты земной коры, но основное значение имеют, вероятно, объекты кварц-золоторудной формации. Закономерности их размещения вместе с геоморфологическими особенностями региона определяют и положение россыпей. Подчиненную роль играют структурно-литологические факторы (строение и состав плотика, изменения режима осадконакопления и т.п.). В состав продуктивных отложений, кроме полезных компонентов (золото, иногда платина) и терригенно-обломочного материала, входят кварц и типичные шлиховые минералы. В качестве примера районов золотоносных россыпей можно назвать россыпи Калифорнии (США), юго-восточной Австралии. Платиново-золотоносными и платиноносными являются некоторые россыпи Колумбии [Строна, 1978].

*Примечание.* Понятие о россыпеобразующих формациях. К ним относятся коренные источники, за счет которых в ходе развития литогенеза возможно возникновение россыпей. Именно разнообразие коренных источников определяет степень концентрации и качественные особенности минералов (или их комплексов) в россыпях.

Россыпеобразующие минералы обладают такими физическими и кристаллохимическими характеристиками, которые обуславливают их сохранность в сложных и длительных процессах, протекающих в зоне гипергенеза, иногда развивающегося в течение целых геологических эпох. Благодаря своим свойствам (повышенный удельный вес, твердость, химическая устойчивость в широком щелочно-кислотном диапазоне и т.д.) они накапливаются в отложениях, определяя таким образом концентрацию рудного вещества на отдельных участках земной поверхности выше кларковых значений.

Россыпеобразующие рудные формации не всегда имеют промышленное значение и во многих случаях не могут быть использованы для добычи полезных ископаемых (например, рудопроявления платины, золота, касситерита, ильменита, циркона и многих других минералов). Следовательно, россыпеобразующие рудные формации и возникающие за их счет россыпи по содержанию полезного компонента не обязательно адекватны, но подобие минерального состава коренных источников

и россыпей сохраняется, проявляясь в качественных особенностях минеральных парагенезисов, правда, могущих быть в известной мере видоизмененными под влиянием тектонических (метаморфических) и физико-географических условий. Оно находит выражение в ассоциациях типоморфных минералов, образующихся при строго граничных для данного типа рудообразования процессах, и сохраняется при гипергенном преобразовании рудных формаций, когда в ходе перераспределения элементов, содержащихся в исходных парагенезисах, фиксируется фракционированное минеральное вещество и происходит его своеобразная гипергенная сортировка. Для образования россыпных месторождений россыпеобразующие формации должны обладать, как правило, большими запасами рудного вещества, которое может быть рассеяно в громадных объемах магматических, метаморфических, гидротермальных или осадочных пород. Универсальность отмеченных закономерностей связи россыпей с коренными источниками совершенно очевидна, хотя она почти всегда затуманена и лишена детальной конкретности, что во многих случаях рассматривается как доказательство ее отсутствия. Подобные представления — результат недоучета энергетических особенностей процесса концентрации рудного вещества в зоне седиментогенеза, а также типоморфных признаков минеральных ассоциаций [Шило, 1981].

## II

# ФОРМАЦИИ ПЛАТИНЫ И ПЛАТИНОИДОВ

### ПЛАТИНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ. — Определение не обнаружено.

**Примечание.** Основные промышленные концентрации платиновых металлов пространственно и генетически связаны с формациями ультраосновных и основных пород, для которых характерно наличие расслоенных или зональных (дифференцированных) массивов. Такими магматическими формациями являются верлит-габбровая, перидотит-пироксенит-норитовая и дунит-пироксенит-габбровая. В соответствии с ними и предлагается выделять формационные типы платиново-металльных рудных формаций разбиваются на две группы: 1) ассоциирующие с сульфидными медно-никелевыми рудами на платформах и щитах; 2) ассоциирующие с окисными хромитовыми и титаномагнетитовыми рудами в складчатых областях и на активизированных участках щитов. В первой группе объединены месторождения, содержащие промышленные концентрации как платины, так и палладия, во второй — только платины или только палладия [Луцкина, 1978 г.].

Н.А. Шило, Л.В. Разин [1979] предложили все платиноносные формации разделить на эндо- и экзогенные, причем первые представлены коренными проявлениями (часть из которых россыпеобразующие), а вторые все россыпные. Эндогенные формации включают: 1) эвгеосинклинальные плутоногенные ультрабазитовые позднемагматические платиноносные рудные формации офиолитовых зон в массивах клинопироксенит-верлит-форстерит-дунитовой ассоциации форстерит-дунитовой магматической формации с платиновой геохимической специализацией (нижнетагильский тип), а также в массивах серпентинит-перцолит-гарцбургит-дунитовой ассоциации полунит-гарцбургитовой магматической формации с хромитовым оруденением и осмиево-иридиево-платиновой геохимической специализацией и местами с медно-никелевым сульфидным оруденением и платиновой геохимической специализацией; 2) орогенные плутоногенные базальтоидные: а) позднемагматические апофорстерит-дунитовые платиноносные рудные формации в клинопироксенитовых массивах с ванадий-титаномагнетитовым оруденением и платиново-палладиевой геохимической специализацией, а также в массивах клинопироксенит-габбро-норитовой ассоциации с апатит-ванадий-титаномагнетит-медносульфидным оруденением и палладиевой геохимической специализацией, б) скарновые с золото-медно-колчеданным оруденением и платиново-палладиевой геохимической специализацией; 3) орогенные вулканогенные пневматолитово-гидротермальные платиноносные рудные формации в массивах габбро-монцит-сиенитовой ассоциации с меднопорфировым гидротермальным оруденением и палладиевой геохимической специализацией, а также в зонах современного андезит-базальтового вулканизма островных дуг периферии океана (современные гидротермы и вулканические газы с платиново-палладиевой геохимической специализацией); 4) посторогенные (субплатформенные) плутоногенные платиноносные рудные формации, генетически связанные с перидотитовой магматической формацией в массивах перидотит-габбровой ассоциации с ликвационным и метасоматическим медно-никелевым сульфидным оруденением и палладиевой геохимической специализацией, а также в массивах кортландит-норитовой ассоциации с метасоматическим медно-никелевым сульфидным оруденением и платиново-палладиевой геохимической специализацией; 5) вулканогенно-осадочную платиноносную рудную формацию дна океана в железо-марганцевых конкрециях (химические осадки базальтоидного рудогенного источника) с платиново-палладиево-рутениевой геохимической специ-

лизации; б) платформенную периода тектоно-магматической активизации плутогенную платиноносную рудную формацию в массивах форстеритовых дунитов с платиновой геохимической специализацией.

Экзогенные платиноносные рудные формации в большинстве случаев жестко "привязаны" к первичным коренным источникам. Они представлены россыпными проявлениями следующих генетических типов: элювиального, элювиально-делювиального, делювиального, делювиально-аллювиального, аллювиального, латерального (прибрежно-морского). Самые распространенные аллювиальные россыпи бывают долинными, русловыми, террасовыми; по промышленному типу — платиновыми, иридиево-платиновыми, платиново-золотыми, осмиево-иридиево-золотыми, алмазно-осмиево-иридиево-платиново-золотыми.

**ФОРМАЦИЯ ПЛАТИНЫ И МЕТАЛЛОВ ЕЕ ГРУППЫ СОБСТВЕННО МАГМАТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА.** — Ф., характеризующаяся ассоциацией самородной платины и других металлов группы платины (осмий, иридий, палладий, родий, рутений) с хромитом и оливином, реже диаллагом и титаномагнетитом, в тесной связи с дунитами, перидотитами и пироксенитами. Подмечена определенная закономерная связь между составом вмещающих пород и рудных тел: среди дунитов залегают руды, для которых типична ассоциация самородной платины с хромшпинелидами; среди перидотитов, наряду с ними и отдельно, обычны концентрации осмистового иридия, а среди пироксенитов — ассоциация самородной платины с титаномагнетитом [Магакьян, 1969].

**П р и м е ч а н и е.** Если говорить о связях платиновой формации с другими рудными формациями, ясно, что формация платины ассоциирует с хромитовой и титаномагнетитовой, правда, с оговоркой, что далеко не все хромитовые и титаномагнетитовые руды платиносны [Магакьян, 1969].

Гистеромагматические руды хромитовой формации содержат ферроплатину, осмистый иридий, иридистую платину. Платиноносные интрузии представлены массивами дифференцированных *габбро-перидотитов, которые внедрялись в ранний доскладчатый этап (в начале  $PZ_2$ )* и имеют в плане кольцевое строение с платиноносными дунитами в центре и перидотитами, пироксенитами и габбро — по периферии. Ликвационные медно-никелевые сульфидные руды содержат примесь палладистой платины, сперрилита, куперита, стибнопалладинита и других минералов, ассоциирующие с пирротинном, пентландитом и халькопиритом. Месторождения этой формации связаны с основными породами — габбро, норитами, диабазами, образующими стратифицированные комплексы в пределах щитов-платформ [Магакьян, 1974].

Платина и металлы платиновой группы, несомненно, связаны с гипербазитами, однако проблема их месторождений, пожалуй, более сложная, чем хромитов. Платина, подобно хрому, концентрируется в ходе метасоматических процессов и многократной собирательной перекристаллизации в крупных останцах серпентинитов, находящихся в них хромитах, а также в сульфидах [Морковкина, Гаврилова, 1976].

## ЛИТЕРАТУРА

- Абдулаев А.У.* К проблеме формационного анализа бокситоносных толщ и геосинклинальные бокситоносные формации Средней Азии. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 20—21.
- Абдулаев Р.Н.* Магматические и металлогенические особенности киммерийского цикла развития Малого Кавказа. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1967, т. 7, с. 223—238.
- Айзенштат И.А.* Золотоносные металлогенические зоны и генетические типы эндогенных месторождений Средней Азии. — Узб. геол. журн., 1959, № 1, с. 40—51.
- Амузинский В.А.* Малосульфидная золото-кварцевая формация Верхоянского мегантиклинория. — В кн.: Золоторудные формации и геохимия золота Верхояно-Чукотской складчатой области. М.: Наука, 1975, с. 121—153.
- Анатольева А.И.* Домезозойские красные цветные формации. — Новосибирск: Наука, 1972. 348 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР; Вып. 190).
- Апельцин Ф.Р., Павлов Е.С.* Разработка критериев прогнозирования и оценки вольфрамовых месторождений. — В кн.: Геология, методы поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых: Экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1979, вып. 5, с. 1—23.
- Архангельская В.В., Вольфсон Ф.И.* Геотектонические позиции и систематика стратиформных свинцово-цинковых месторождений. М.: Наука, 1977. 274 с.
- Архангельская В.В.* Эволюция состава руд свинцово-цинковых месторождений в гранитоидах, возникших в различные эпохи развития земной коры. — Изв. АН СССР, Сер. геол., 1973, № 6, с. 54—60.
- Бабеев К.Л.* Генетические типы эндогенной золоторудной минерализации и их классификация. — В кн.: Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: САИГИМС, 1979, с. 214—216.
- Бабеев К.Л., Отрощенко В.Д., Шакирджанов Н.Г.* Генетические типы и особенности размещения месторождений вольфрама, молибдена и олова в Средней Азии. — В кн.: Основные черты металлогении эндогенных полезных ископаемых Средней Азии. Ташкент: САИГИМС, 1975, с. 38—65.
- Бабаходжаев С.М., Лисогор Л.Н., Абдуллаев М.Ю.* Золотое и редкометальное оруденение Карамазара и его связь с магматизмом. — Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: САИГИМС, 1979, с. 216—218.
- Бабкин П.В.* Генезис и закономерности размещения ртутно-рудных формаций в Северо-Восточной рудной провинции. — В кн.: Вопросы металлогении ртути. М.: Наука, 1968, с. 37—39.
- Бабкин П.В.* Ртутное оруденение Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1969. 182 с.
- Бабкин П.В., Сидоров А.А.* Рудные формации Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. — Докл. АН СССР, 1968, т. 183, № 4, с. 897—900.
- Бадалова Р.П., Палей Л.З.* Золоторудные формации Узбекистана. — В кн.: Некоторые закономерности размещения эндогенного оруденения в Узбекистане. Ташкент: Фан, 1966, с. 27—38.
- Барсуков В.Л., Дурасова Н.А.* Металлоносность и металлогеническая специализация интрузивных пород районов развития сульфидно-касситеритных месторождений (Мяо-Чапа и Сихотэ-Алиня). — Геохимия, 1966, № 2, с. 168—179.
- Башкиров Б.Г., Куденко А.А., Нубаев З.М.* Основные типы медно-порфировых месторождений Казахстана и методика их поисков. — В кн.: Геология, геохимия и минералогия медно-порфировых месторождений Казахстана. Алма-Ата: КАЗИМС, 1969, с. 112—131.
- Безруков П.Л.* Железомарганцевые конкреционные руды. — В кн.: Осадкообразование и магматизм океана. М.: Наука, 1979, с. 345—360.
- Безруков П.Л., Мурдмаа И.О.* Осадочные формации океанов. — В кн.: История океанов. М.: Наука, 1971, с. 107—127.
- Бергер В.И.* Региональные и локальные закономерности размещения сурьмяных месторождений. Л.: Недра, 1977. 81 с.
- Бергер В.И.* Сурьмяные месторождения: Закономерности размещения и критерии прогнозирования. Л.: Недра, 1978. 296 с.
- Бергер М.Г., Вассоевич Н.Б.* Геологическая терминология: (Материалы к методическим указаниям). М.: Изд-во МГУ, 1974. 28 с.
- Бергер В.И., Мудрогина Н.С., Кузьмин В.Г.* Месторождения сурьмы и ртути. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: Недра, 1973, с. 119—132.
- Берзон Р.О., Контарь Е.С., Левитан Г.М.* Об особенностях размещения золотого оруденения в Тагильском мегасинклинории. — В кн.: Геология, геохимия и полезные ископаемые Урала. Свердловск: УПИ, 1977, с. 74—76.
- Берзон Р.О., Левитан Г.М., Михайлова Л.В.* Формации и минеральные типы золоторудных и золотосодержащих месторождений Урала. — Тр. Ильмен. гос. заповедника, 1976, вып. 14, с. 44—47.
- Билибин Ю.А.* Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 87 с.
- Билибин Ю.А.* Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. Избр. тр. М.: Наука, 1961, т. 3, с. 61—130.
- Богданов Ю.В., Кутырев Э.И.* Геологические закономерности размещения медных и свинцово-цинковых стратиформных месторо-

- дений Советского Союза. — Геология руд. месторождений, 1971, № 5, с. 12—23.
- Богданов Ю.А., Левитан М.А., Лисицын А.П.* Влияние тектоники и климата на формирование осадочных формаций океанического ложа. — В кн.: Типы осадочных формаций нефтегазоносных бассейнов. М.: Наука, 1980, с. 49—63.
- Богданович К.И.* Учение о рудных месторождениях. СПб, 1903. 360 с.
- Бок И.И., Мирошниченко Л.А.* Полиметаллические месторождения Центрального Казахстана и их прогнозно-поисковые признаки. — В кн.: Материалы научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам. Алма-Ата: КазИИМС, с. 20—28.
- Бокситоносные формации русской платформы/Левченко С.В., Бобров Е.Т., Волочаев Ф.Я. и др. — В кн.: Генетические типы осадочных рудоносных и угленосных формаций. М.: Наука, 1973, с. 111—138.
- Бородавская М.Б., Шмидт А.И.* Условия образования колчеданных месторождений на примере Южного Урала. — В кн.: Геология медно-колчеданных свинцово-цинковых и никелевых месторождений. М., 1967, с. 5—23. (Тр. ЦНИГРИ; Вып. 75).
- Брандт Р.Т.* Генезис джеспилитовых железных руд Австралии. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 44—55.
- Булыничков А.Я.* Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1948, с. 299.
- Бушинский Г.И.* Геология бокситов. М.: Недра, 1971. 368 с.
- Бушинский Г.И.* Геология бокситов. 2-е изд. М.: Недра, 1975. 411 с.
- Варенцов И.М.* О главных марганцевосных формациях. — В кн.: Осадочные руды железа и марганца. М., 1962, с. 119—175. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 70).
- Варенцов И.М., Рахманов В.П.* Месторождения марганца. — В кн.: Рудные месторождения СССР. М.: Недра, 1974, т. 1, с. 109—168.
- Варенцов И.М., Рахманов В.П.* Месторождения марганца. — В кн.: Рудные месторождения СССР. М.: Недра, 1978, т. 1, с. 112—171.
- Варлаков А.С.* Генетические особенности хромитового, платиноидного и титаномагнетитового оруденения в доорогенных эвгеосинклинальных гипербазитах. — В кн.: Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей (Рудные формации); Тез. докл. 8-го Всесоюз. металлогенического совещ. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 5—7.
- Вассович Н.Б.* О некоторых терминах, связанных с изучением органического вещества осадков и осадочных горных пород. — В кн.: Органическое вещество современных и ископаемых осадков. М.: Наука, 1971, с. 219—230.
- Вахромеев С.А.* Месторождения полезных ископаемых, их классификация и условия образования. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 463 с.
- Вахрушев В.А.* Принципы генетической систематики контактово-метасоматических железорудных месторождений Алтае-Саянской области. — Геология руд. месторождений, 1963, № 6, с. 3—8.
- Вахрушев В.А.* Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации. Новосибирск: Наука, 1972. 240 с.
- Величкин В.И., Воловикова И.М.* Особенности рудно-метасоматических формаций в палеозойских складчатых областях. — Метасоматизм и рудообразование. М.: Наука, 1978, с. 161—168.
- Венков Д.А.* Строение и состав бокситоносного комплекса на западе Тургайского прогиба. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций; Тез. докл. к семинару. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 36—37.
- Венков Д.А., Долгополов В.Ф., Киселев А.И.* Бокситорудные формации. — В кн.: Металлогения Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978, с. 155—218.
- Власов Г.М.* Особенности условий образования золото-серебряных месторождений пропилитовой формации. — В кн.: Золоторудные формации Дальнего Востока. М.: Наука, 1969, с. 100—108.
- Воеводин В.Н.* Принципы рудно-формационного анализа и генетическая классификация эндогенно-вольфрамового оруденения. — Сов. геология, 1982, № 1, с. 23—38.
- Вольфсон Ф.И.* Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 211 с.
- Вольфсон Ф.И.* Главнейшие типы свинцово-цинковых месторождений. — Сов. геология, 1956, № 53, с. 152—170.
- Вольфсон Ф.И.* Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 305 с.
- Вольфсон Ф.И., Дружинин И.М.* Главнейшие типы рудных месторождений. М.: Недра, 1975. 392 с.
- Вялухин Г.И., Долгополов В.Ф.* О месте известковой бокситоносной формации Урала и Казахстана в геосинклинальной истории их развития. — В кн.: Тез. докл. 8-го Всесоюзного металлогенического совещания. Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 203—204.
- Генетические типы месторождений осадочных полезных ископаемых. М.: Недра, 1973. 148 с.
- Геологические формации: общие понятия, магматические и гидротермальные формации/Под ред. В.Ю. Забродина, Ю.А. Косыгина, В.А. Соловьева. М.: Недра, 1982. Т. 1. 354 с.
- Геологические формации: Осадочные и метаморфические формации/Под ред. Г.Л. Кирилловой, Ю.А. Косыгина, В.А. Соловьева. М.: Недра, 1982. Т. 2. 350 с.
- Геологический словарь. М.: Недра, 1973. Т. 1. 486 с.; Т. 2. 456 с.
- Глоба В.А., Нарсеев В.А.* Геохимические особенности эндогенных формаций золота поясов тектоно-магматической активизации Казахстана. — В кн.: Геохимия золота. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974, с. 87—95.
- Глоба В.А., Нарсеев В.А.* Особенности металлогении областей активизации северного Тянь-Шаня и его обрамления. — В кн.: Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1979, с. 118—120.
- Голованов И.М.* Классификация эндогенных медных медьсодержащих рудных формаций

Узбекистана и сопредельных районов. — В кн.: Геология и рудоносность Приташкентского района. Ташкент: Фан, 1966, с. 36—42.

*Голованов И.М.* Типы зональности медно-го оруденения Западного Тянь-Шаня. — В кн.: Современное состояние учения о месторождениях полезных ископаемых. Ташкент: Фан, 1971, с. 46—56.

*Голованов И.М.* Типы зональности Алма-лькских медно-порфировых месторождений и прогноз золото-медного оруденения. — В кн.: Прогнозирование скрытого оруденения на основе зональности гидротермальных месторождений. М.: ВИЭМС, 1972, с. 38—40.

*Голованов И.М.* Меднорудные формации Западного Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1978. 262 с.

*Голованов В.К.* Высокоглиноземистые формации докембрия. Л.: Недра, 1977. 268 с.

*Горбачев Б.Ф., Миропольская Г.Л.* Бокситовые и железорудные горизонты в разрезе солитовой девонской формации востока Русской платформы. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций Al—Fe—Mn: Тез. докл. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 57—60.

*Горещий Ю.К., Орлова П.В., Спиринов С.Л.* Перспективы бокситоносности Сибири. — В кн.: Минеральное сырье. М.: Госгеолтехиздат, 1960, с. 3—19. (Тр. ВИМС; Вып. 5).

*Горжевский Д.И.* О геотектонической позиции некоторых свинцовых рудных формаций и типов руд. — В кн.: Тез. докл. на Первой расширенной сес. Науч. совета по теории образования и размещения месторождений Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: ИГиГСО АН СССР, 1964, с. 95.

*Горжевский Д.И.* Свинцово-цинковые рудные формации Алтая и Забайкалья и их геотектоническая позиция. — В кн.: Эндеогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 156—162.

*Горжевский Д.И.* Принципы промышленно-генетической группировки свинцово-цинковых месторождений СССР. — Тр. ЦНИГРИ, 1967, вып. 75, с. 101—118.

*Горжевский Д.И.* О геотектонической позиции промышленно-генетических типов свинцово-цинковых месторождений. — Геология руд. месторождений, 1970, № 3, с. 41—50.

*Горжевский Д.И., Козеренко В.Н.* Связь эндогенного рудообразования с магматизмом и метаморфизмом. М.: Недра, 1965а. 298 с.

*Горжевский Д.И., Козеренко В.Н.* Классификация типов металлогенических зон земной коры. — Изв. вузов. Сер. геология и разведка, 1965б, № 1, с. 45—54.

*Горьковец В.Л., Чернов В.М.* Типы железисто-кремнистых формаций Балтийского щита и условий их формирования. — В кн.: Состав и генезис железистых кварцитов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: ИГиГСО АН СССР, 1977, с. 85—91.

*Горяинов П.М.* Геология и генезис железисто-кремнистых формаций Кольского полуострова. Л.: Наука, 1976. 147 с.

*Грабежов А.И., Покровский П.В.* Некоторые особенности магматизма в рудных полях месторождений восточного склона Урала. — В кн.: Материалы ко 2-й конференции по околорудному метасоматизму. Л.: ВСЕГЕИ, 1966, с. 45—48.

*Григорьев И.Ф.* Генезис оловянных и оловянно-вольфрамовых месторождений Забайкалья. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1957, № 8, с. 16—30.

*Григорьев И.Ф., Доломанова Е.И.* Об оловянных месторождениях переходных типов между месторождениями касситерито-кварцевой и касситерито-сульфидной формации. — В кн.: Вопросы геологии южной части Дальнего Востока и Забайкалья. М.: Изд-во АН СССР, 1956а, вып. 3, с. 59—78.

*Григорьев И.Ф., Доломанова Е.И.* Генетические типы оловянных месторождений Забайкалья. — Тр. МГРИ, 1956б, № 29, с. 38—51.

*Григорьев Н.В.* Палеогеографическая обстановка формирования палеозойских геосинклинальных бокситов Средней Азии и их формационное положение. — В кн.: Рудоносные вулканогенно-осадочные формации геосинклиналей. М.: Наука, 1965, с. 107—139.

*Григорьев Н.В., Даргевич В.А., Иванова Л.А.* К вопросу о возрасте, условиях образования и перспективах меловой бокситоносной формации в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. — В кн.: Материалы по литологии и осадочным полезным ископаемым. Новосибирск, 1976, с. 75—81. (Тр. СНИИГИМС; Вып. 218).

*Гросс Г.А.* Условия образования основных типов докембрийских железистых формаций. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 8—15.

*Гулевич В.В., Титов В.А.* О перспективах поисков меднопорфирового оруденения на Северо-Востоке СССР. — Колыма, 1975, № 5, с. 42—43.

*Гусельников В.Н.* Генетические проблемы железорудных формаций КМА. М.: Наука, 1972. 228 с.

*Давлетов И.К., Богдещкий В.Н., Мезгин И.А.* Металлогенические зоны Среднего Тянь-Шаня и положение в них золотого оруденения. — Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: САИГИМС, 1979, с. 161—163.

*Даттон К.Э.* О железорудных месторождениях Соединенных Штатов Америки. — В кн.: Железорудные месторождения мира. М.: Изд-во иностр. лит., 1955, т. 1, с. 270—302.

*Демидова Н.Г.* Рудные формации ртутных месторождений. — В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976, с. 297—358.

*Денисенко В.К.* Месторождения вольфрама. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: Недра, 1973, с. 113—119.

*Денисенко В.К.* Классификация вольфрамовых месторождений для целей прогнозирования. — Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. Сер. 2, 1975, т. 104, вып. 5, с. 526—538.

*Денисенко В.К.* Месторождения вольфрама. М.: Недра, 1978. 143 с.

*Дистанов Э.Г.* Рудные формации колчеданно-полиметаллических месторождений юга Сибири. — В кн.: Геология и генезис эндогенных рудных формаций Сибири. М.: Наука, 1972а, с. 65—78.

*Дистанов Э.Г.* Особенности структурных факторов локализации богатых руд на кол-

чеданно-полиметаллических месторождениях различных формационных типов юга Сибири. — В кн.: Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск: Наука, 1972, с. 211—215.

*Дистанов Э.Г.* Типы колчеданно-полиметаллических месторождений юга Сибири и их связь с процессами магматизма. — В кн.: Тез. докл. 4-го симпозиума международной ассоциации по генезису рудных месторождений. София: Наука и техника, 1974, с. 100—102.

*Дистанов Э.Г., Ковалев К.Р., Лапун Б.Н.* Колчеданно-полиметаллические месторождения юга Сибири. — М.: ВИНТИ, 1971. 50 с.

*Дистанов Э.Г., Ковалев К.Р., Пономарев В.Г.* Условия формирования и типы колчеданно-полиметаллических месторождений геосинклинальных зон Сибири. — В кн.: Тез. докл. 8-го Всесоюзного металлургического совещания. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976. 124 с.

*Дистанов Э.Г., Тычинский А.А.* Рудные формации свинцово-цинковых (полиметаллических) месторождений Алтае-Саянской складчатой области. — В кн.: Эндеогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 169—196.

*Добрецов Н.П.* О критериях выделения и принципах классификации метаморфогенных месторождений. — Геология и геофизика, 1974, № 8, с. 43—59.

*Домарев В.С.* Типы месторождений медистых песчаников. — Литология и полез. ископаемые, 1971, № 1, с. 54—62.

Железисто-кремнистые формации и закономерности размещения богатых железных руд Украинского щита/Белаяцев Р.Л., Епашко Ю.М., Скаржинская Т.А. и др. — В кн.: Геология, особенности формирования и типы железисто-кремнистых формаций. Новосибирск: Наука, 1979, с. 75—80.

*Зайцев Ю.С.* Геология железисто-кремнистых формаций докембрия Белгородского железорудного района КМА. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 98—103.

Закономерности размещения медно-порфировых месторождений в вулканогенных поясах/Павлова И.Г., Рождественский Ю.П., Рундквист Д.В. и др. — В кн.: Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Л.: Недра, 1971, с. 296—300.

*Захаров Е.Е.* К вопросу о классификации месторождений полезных ископаемых. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1953, № 5, с. 50—81.

*Захаров Е.Е.* Опыт классификации серебро-свинцово-цинковых рудных месторождений. — Тр. МГРИ, 1955, т. 28, с. 70—91.

*Захаров Е.Е.* О некоторых закономерностях в регионально-геологическом размещении месторождений руд черных и цветных металлов. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М., 1958, т. 1, с. 92—123.

Золоторудные формации Северо-Востока СССР/Шило Н.А., Сидоров А.А., Найбордин В.И., Гончаров В.И. — Докл. АН СССР, 1969, т. 188, № 4, с. 901—904.

*Иванкин П.Ф.* Полиметаллические месторождения Прииртышья. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 248 с.

*Иванкин П.Ф., Иншин П.В., Кузубный В.С.*

Рудные формации Рудного Алтая. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. 120 с.

*Иванкин П.Ф., Туркин И.С.* Вопросы генезиса рудного оруденения. — Сов. геология, 1972, № 1, с. 53—61.

*Иванов Ю.Г.* О вольфрамовых рудных формациях юга Дальнего Востока. — В кн.: Рудные провинции и генетические типы месторождений олова и вольфрама. Новосибирск: Наука, 1975, с. 16—39.

*Ивенсен Ю.П., Левин В.И.* Генетические типы золотого оруденения и золоторудные формации. — В кн.: Золоторудные формации и геохимия золота Верхояно-Чукотской складчатой области. М.: Наука, 1975, с. 5—120.

Иерархия геологических тел: (Терминологический справочник)/Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. Хабаровск: Кн. изд-во, 1978. 679 с.

*Ицксон Г.В., Ицксон М.И., Матвеевко В.Т.* Металлогенные ассоциации в вулканических поясах Тихоокеанского кольца. — В кн.: Эндеогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 55—58.

*Ицксон М.И.* Распределение оловорудных месторождений в складчатых областях. — Сов. геология, 1958, № 1, с. 13—19.

*Ицксон М.И.* Геологические и геохимические типы оловорудных формаций подвижных поясов и областей тектоно-магматической активизации. — Сов. геология, 1967, № 11, с. 92—104.

*Кавардин Г.И.* Рудные формации и закономерности формирования богатых сульфидных медно-никелевых месторождений. — В кн.: Петрологические основы формирования сульфидных медно-никелевых месторождений и критерии их прогноза. Петрозаводск, 1978, с. 11—13.

*Казанский Ю.П.* Верхнемеловая ослитовая железорудная формация Центрального Приобья. — В кн.: Прикладная геология. Вопросы металлогении: Докл. сов. геологов на 21-й сес. МГК. Пробл. 20. М.: Госгеолтехиздат, 1960, с. 91—98.

*Калыев Г.И.* Генетические типы джеспилитовой формации и их тектоническое положение в Украинском щите. — В кн.: Проблемы образования железистых пород докембрия. Киев: Наук. думка, 1969, с. 27—34.

*Кассандров Э.Г.* Железисто-кремнистые формации Сибири и их перспективная оценка. — В кн.: Геология, особенности формирования и типы железисто-кремнистых формаций. Новосибирск: Наука, 1979, с. 24—37.

*Кайолов А.К., Колесников В.В.* Месторождения медно-порфировой формации Джунгаро-Балхашской складчатой системы. — Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1974, № 4, с. 112—114.

*Киселев Г.Н., Кравченко В.М.* Сопоставление архейских железисто-кремнистой и карбонатной щелочно-железистой формаций Алданского щита. — В кн.: Геология, особенности формирования и типы железисто-кремнистых формаций. Новосибирск: Наука, 1979, с. 60—66.

*Коваль П.В., Цыпуков Ю.П.* Метасоматиты золоторудных проявлений Северной Монголии. — В кн.: Метасоматоз и рудообразование. Л., 1976, с. 112—113.

*Коннов Л.П.* Геология и генезис бокситов Средней Азии. М.: Недра, 1972. 288 с.

- Константинов Р.М.* Изучение эндогенных рудных месторождений различных рудных формаций при крупномасштабных металлогенических исследованиях. — В кн.: Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов. М.: Недра, 1965а, с. 7—118.
- Константинов Р.М.* Некоторые вопросы изучения эндогенных рудных формаций при металлогенических исследованиях. — В кн.: Вопросы металлогении: Докл. сов. геологов на 12-й сес. МГК. Пробл. 16. М.: Недра, 1965б, с. 131—141.
- Константинов Р.М.* Формационный анализ рудных месторождений при металлогенических исследованиях. — В кн.: Металлогенический анализ рудоконтролирующих факторов в рудных районах. М.: Недра, 1972. 216 с.
- Константинов Р.М.* Основы формационного анализа гидротермальных рудных месторождений. М.: Наука, 1973. 215 с.
- Константинов Р.М., Сиротинская С.В., Бортиков Н.С.* О формационной классификации гидротермальных месторождений на статической основе. — В кн.: Локальное прогнозирование в рудных районах Востока СССР. М.: Наука, 1972, с. 147—160.
- Корабельникова В.В., Бессолицын Е.П.* Верхнепротерозойская вулканогенно-терригенно-карбонатная железо-марганцевая формация Присаянья. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций Al—Fe—Mn: Тез. докл. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 73—75.
- Котляр В.Г.* Основы теории рудообразования. М.: Недра, 1970. 463 с.
- Кравченко В.М.* Формация таконитов (джеспилитов) докембрийского возраста Южной Якутии и их промышленные перспективы. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым ЯАССР. Якутск: ЯФСО АН СССР, 1961, вып. 8, с. 3—16.
- Крестин Е.М.* Рудопроявления цветных металлов в фундаменте Курско-Воронежского массива. — Геология руд. месторождений, 1976, № 1, с. 87—93.
- Кривцов А.И.* Мезозойские и кайнозойские бокситы СССР, их генезис и промышленное значение. Л.: Недра, 1968. Ч. 2. 328 с.
- Критерии прогноза месторождений важнейших полезных ископаемых и оценка перспектив территории СССР. Месторождения меди/Павлова И.Г., Кутырев Э.И., Ляхницкая И.В., Тучанова Е.В. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ, 1973, с. 87—102.
- Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления. Киев: Наук. думка, 1975. 560 с.
- Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые/Марков К.А., Михайлов Б.М., Предтеченский Н.Н. и др. Л.: Недра, 1978. 607 с.
- Кугураков Л.Н.* Формации золоторудных и золотосодержащих эндогенных месторождений в Киргизии. — Разведка и охрана недр, 1976, № 10, с. 10—13.
- Кудряцев Ю.К., Аристов В.В., Попов В.С.* Типы медно-молибденовых месторождений южной части Токрауской впадины, закономерности их размещения и перспективы поисков. — В кн.: Геология медно-порфирировых месторождений. Алма-Ата: Наука, 1971, с. 20—30.
- Кузнецов В.А.* Ртутные формации Сибири и Дальнего Востока и некоторые закономерности их размещения. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1964, т. 7, с. 180—192.
- Кузнецов В.А.* Основные проблемы металлогении ртuti. — В кн.: Вопросы металлогении ртuti. М.: Наука, 1968, с. 3—15.
- Кузнецов В.А.* Основные вопросы металлогении ртuti. — В кн.: Основные проблемы металлогении Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1971, с. 447—459.
- Кузнецов В.А.* Ртутные формации и провинции СССР. — В кн.: Геология и генезис эндогенных рудных формаций Сибири. М.: Наука, 1972а, с. 23—52.
- Кузнецов В.А.* Рудные формации. — Геология и геофизика, 1972б, № 6, с. 3—14.
- Кузнецов В.А.* Систематика ртутных месторождений. — В кн.: Металлогения ртuti. М.: Недра, 1976, с. 7—12.
- Кузнецов В.А.* Вопросы систематики ртутных месторождений: Формационный метод анализа. Ртутные формации. — В кн.: Геология и генезис ртутных месторождений Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1978а, с. 6—9. (Тр. ИГиГСО АН СССР; вып. 363).
- Кузнецов В.А.* Месторождения ртuti. — В кн.: Рудные месторождения СССР. М.: Недра, 1978б, т. 2, с. 279—318.
- Кузнецов В.А., Оболенский А.А., Васильев В.И.* Опыт систематики ртутных месторождений Сибири и Дальнего Востока на формационной основе. — В кн.: Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 197—202.
- Кулиш Е.А.* Основные формации и формационные ряды метаморфических пород Востока СССР. — В кн.: Геология и рудоносность метаморфических комплексов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979, с. 12—34.
- Кунаев И.В.* Золото. — В кн.: Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1978, с. 347—369.
- Кутырев Э.И., Иогансон А.К.* Принципы прогнозной оценки территории СССР на свинец и цинк с целью выделения первоочередных площадей для постановки поисковых работ. — В кн.: Принципы, методы и опыт прогнозирования месторождений свинца и цинка. М.: Недра, 1977, с. 16—22.
- Кутырев Э.И., Марков К.А., Кормилицын В.С., Иогансон А.К.* Месторождения свинца и цинка. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях: Тез. докл. к семинару 22—24 мая 1973 г. Л.: ВСЕГЕИ, 1973, с. 102—108.
- Лаверов В.В.* Континентальные третичные формации Тургайской впадины и Северного Казахстана. — В кн.: Материалы Новосибирской конференции по учению о геологических формациях. Новосибирск: Кн. изд-во, 1955, с. 159—170.
- Левецкий О.Д.* Вольфрамовые месторождения Восточного Забайкалья. — В кн.: Месторождения редких и малых металлов СССР/Под общ. ред. акад. А.Е. Ферсмана. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939, т. 2, с. 1—271.

Левецкий О.Д. Месторождения касситерито-кварцевой формации. — Тр. ГИН. Сер. руд. месторождений, 1947а, вып. 82, № 8, 180 с.

Левецкий О.Д. Генетическая классификация оловорудных месторождений. — В кн.: Геология олова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947б, с. 27—38.

Ли В.Г. Рудные формации свинцово-цинковых и медно-свинцово-цинковых месторождений Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1973, № 3, с. 3—18.

Ли В.Г., Щерба Г.Н. Успенский рудный пояс и место в нем полиметаллического и медного оруднения. — В кн.: Геология и металлогения Успенской тектонической зоны. Алма-Ата: Наука, 1967, т. 3, с. 20—35.

Лисогор Л.Н. Особенности металлогения золота Северного и Центрального Таджикистана. — В кн.: Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: САИГИМС, 1979, с. 241—243.

Литвин А.Л., Матвеев В.Т. О молибденовом оруднении Северо-Востока СССР. — Тр. ВНИИ-1. Сер. геол., 1958, т. 8, с. 263—289.

Логинов В.П. Формации семейства колчеданных месторождений. — В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976, т. 2, с. 111—149.

Лугов С.Ф. Генетические типы оловянно-вольфрамового оруднения Чукотки и их промышленное значение. — Сов. геология, 1963, № 4, с. 85—99.

Лугов С.Ф. Геологические особенности оловянно-вольфрамового оруднения Чукотки и вопросы поисков. М.: Недра, 1965. 240 с.

Лугов С.Ф. Районы преимущественного развития месторождений оловоносных редкометальных пегматитов. — В кн.: Основные типы оловорудных районов. М.: Недра, 1976, с. 48—69.

Лугов С.Ф. Геологические особенности оловянного оруднения различных формационных типов. — В кн.: Геология оловянных россыпей СССР, их поиски и оценки. М.: Недра, 1979, с. 147—161.

Лугов С.Ф., Макеев Б.В. Оловорудные формации Северо-Востока СССР. — В кн.: Эндогенные рудные месторождения: Докл. сов. геологов на 13-й сес. МГК. Пробл. 7. М.: Наука, 1968, с. 146—152.

Лугов С.Ф., Макеев Б.В. Генетическая и промышленная классификация оловорудных месторождений. — Сов. геология, 1972, № 5, с. 49—61.

Лугов С.Ф., Макеев Б.В., Потапова Т.М. Закономерности формирования и размещения оловорудных месторождений Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1972. 360 с.

Ляхницкая И.В., Туганова Е.В. Формационные типы медно-никелевых месторождений. — В кн.: Петрологические основы формирования сульфидных медно-никелевых месторождений и критерии их прогноза. Петрозаводск, 1978, с. 33—35.

Магакьян И.Г. Рудные месторождения. М. Госгеолтехиздат, 1955. 335 с.

Магакьян И.Г. Рудные месторождения. 2-е изд. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1961. 430 с.

Магакьян И.Г. Рудоносные магматические комплексы и рудные формации территории

Армянской ССР. — Докл. АН АрмССР, 1966, т. 43, № 4, с. 225—230.

Магакьян И.Г. Типы рудных провинций и рудных формаций. — Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1967а, ч. 96, вып. 5, с. 577—583.

Магакьян И.Г. Опыт классификации рудных формаций СССР. — Геология руд. месторождений, 1967б, № 5, с. 35—43.

Магакьян И.Г. Типы рудных провинций и рудных формаций. М.: Недра, 1969. 225 с.

Малахов А.А. К систематике эндогенных рудных формаций золота в Узбекистане. — В кн.: Рудные формации и основные черты металлогении и золота Узбекистана. Ташкент, Фан, 1969, с. 25—46.

Малиновский Е.П. Условия формирования вольфрамовых месторождений в районах с различной геологической историей. — В кн.: Особенности структур гидротермальных рудных месторождений. М.: Наука, 1968, с. 166—225.

Матвеев В.Т. О вольфрамовом оруднении Северо-Востока СССР. — Геология руд. месторождений, 1959, № 2, с. 31—48.

Матвеев В.Т. Общие закономерности размещения оловянных и вольфрамовых месторождений на Северо-Востоке и их классификация. — В кн.: Генетические типы, условия образования и закономерности размещения месторождений олова и вольфрама северо-западного сектора Тихоокеанского рудного пояса. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1966, с. 68—72.

Матвеев В.Т. Классификации месторождений олова С.С. Смирнова и ее роль в развитии оловянной промышленности СССР. — В кн.: Проблемы региональной металлогении и эндогенного рудообразования. Л.: ВСЕГЕИ, 1968, с. 42—45.

Матвеев В.Т. Месторождения олова. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: Недра, 1973, с. 108—113.

Материкив М.П. Генетические группы и формации оловорудных месторождений. — Сов. геология, 1964, № 11, с. 36—47.

Материкив М.П. Группировка месторождений олова по промышленным типам. — Сов. геология, 1966, № 8, с. 15—25.

Материкив М.П. Закономерности размещения и геолого-генетические группы оловянных месторождений СССР. М.: Недра, 1974. 144 с.

Медно-молибденовая рудная формация/Сотников В.И., Берзина А.П., Никитина Е.И. и др. М.: Наука, 1977. 424 с.

Мельник Ю.П. Физико-химические условия образования докембрийских железистых кварцитов. Киев: Наук. думка, 1973. 287 с.

Мельников В.Д. Золоторудные формации и модели их формирования. — В кн.: Генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1981, т. 2, с. 119—121.

Месторождения меди/Павлова И.Г., Кутырев Э.И., Ляхницкая И.В. и др. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: Недра, 1973, с. 87—102.

Металлогения Казахстана: Рудные формации. Месторождение руд меди. Алма-Ата: Наука, 1978. 192 с.

Металлогения Казахстана: Месторождения руд свинца и цинка. Алма-Ата: Наука, 1978. 268 с.

Металлогения Казахстана: Рудные формации. Элементы-спутники в рудах. Алма-Ата: Наука, 1980. 256 с.

Металлогения Мугоджар/Абдулин А.А., Байдильдин Э.А., Касымов М.А. и др. Алма-Ата: Наука, 1976. 280 с.

Металлогения Украины и Молдавии. Киев: Наук. думка, 1974. 511 с.

Метаморфогенно-метасоматическое истолкование природы геофизической и металлогенической зональности в Карело-Кольском регионе/Головин И.В., Жданов В.В., Супруненко Э.И., Гусятинская Н.П. — В кн.: Метасоматоз и рудообразование. Л.: ВСЕГЕИ, 1976, с. 31—32.

Михайлов Б.М. Бокситовая формация Западной Африки. Новосибирск, 1967, с. 48—58. (Тр. СНИИГГИМС; Вып. 66).

Михайлов Б.М. Стрoение и закономерности размещения бокситоносных формаций на территории СССР. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций: Тез. докл. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 6—8.

Михайлов Б.М. Региональные и локальные закономерности размещения бокситовых месторождений. Л.: Недра, 1978. 68 с.

Михайлов Б.М., Броневой В.А., Орлова М.П. Месторождения глиноземного сырья. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: Недра, 1973, с. 81—87.

Михайлов Б.М., Колокольцев В.Г. Марганец. — В кн.: Критерии прогнозной оценки территории на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1978, с. 93—107.

Момджи Г.С. Железорудные формации подвижных зон СССР (классификация и закономерности размещения). — Геология руд. месторождений, 1972, № 5, с. 22—31.

Момджи Г.С. Формационная принадлежность железистых кварцитов. — В кн.: Железисто-кремнистые формации докембрия (формационные типы, условия метаморфизма и рудообразования). М.: Наука, 1979, с. 7—19.

Момджи Г.С., Григорьев В.М., Глухоедов Н.В. Сырьевая база и перспективы комплексного использования железных руд. М.: Наука, 1970, с. 22.

Морковкина В.Ф., Гаврилова С.И. Связь рудообразования с метасоматизмом в альпитипных гипербазитах. — В кн.: Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей: (Общие вопросы и региональная металлогения). Тез. докл. 8-го Всесоюз. металлогенич. совещ. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 54—57.

Москалева С.В. Закономерности образования и размещения хромитовых месторождений. — В кн.: Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей (Рудные формации). Тез. докл. 8-го Всесоюз. металлогенич. совещания. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 7—8.

Москалева С.В. Хром. — В кн.: Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1978, с. 74—93.

Москалева С.В., Морозова Э.А. Месторождения хрома. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ, 1973, с. 75—81.

Мусин Р.А. Генетические типы месторождений корундовых руд как разновидности глиноземистых формаций. Ташкент: Фан, 1957. 153 с.

Нарвайт Г.Э., Руденко Б.М., Мирошниченко Л.А., Жуков Н.М. Медное оруденение Мугоджар. Алма-Ата: Наука, 1974. 176 с.

Наркелюн Л.Ф., Безродных Ю.П., Трубачев А.И., Салихов В.С. Меднистые песчаники и сланцы южной части Сибирской платформы. М.: Недра, 1977. 223 с.

Науменко В.В. Эндеогенные рудные формации Карпат и Паннонского массива. Киев: ИГФМ АН УССР, 1973. 54 с.

Никифоров И.А. Ртутно-сурьмяное оруденение Южного Тянь-Шаня: Условия размещения и вопросы методики прогнозирования. Фрунзе: Илим, 1969. 110 с.

Новохатский И.П. Железисто-кремнистые формации палеозоя Казахстана. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 164—175.

Обручев В.А. Евграфовское золоторудное месторождение р. Онона (в Вост. Забайкалье). — В кн.: Материалы по геологии России. Л.: Геолком, 1929, т. 26, вып. 2, с. 1—287.

Обручев В.А. Рудные месторождения. М.: ОНТИ, 1935. 596 с.

Общая стратиграфия: (Терминологический справочник)/Под ред. Ю.А. Косыгина, Ю.С. Салина, Р.Ф. Черкасова, Хабаровск: ДВНЦ АН СССР, 1979. 844 с.

Объекты палеовулканологии: (Терминологический справочник)/Под ред. Г.М. Фрема, В.А. Соловьева. Хабаровск: ДВНЦ АН СССР, 1976. 176 с.

Объяснительная записка к карте бокситоносности СССР масштаба 1:5 000 000. Л.: ВСЕГЕИ, 1973. 59 с.

Одокий Б.Н. Бокситорудная осадочная формация юго-западного склона Воронешской антеклизы. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 19—20.

Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Сов. энцикл. 1973. 280 с.

О зональном размещении золотого и серебряного оруденения Кызылкумов. — В кн.: Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня/Касавченко Г.В., Рахматуллаев Х.Р., Образцов А.И., Паздзерский В.А. Ташкент: Фан, 1979, с. 157—159.

Омельяненко Б.И. О критериях формационной самостоятельности и классификации метасоматитов. — Геология руд. месторождений, 1975, вып. 17, № 3, с. 34—43.

Онихимовский В.В. Геология промышленных типов слюянных месторождений Приамурья. — В кн.: Геология и металлогения Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977, с. 18—85.

Онихимовский В.В., Гаврилов В.И. Оловорудные пояса Земли. М.: Наука, 1979. 126 с.

Онтоев Д.О. Сульфидно-вольфрамовые рудные формации и их генетические особенности. — В кн.: Минералогия и геохимия вольфрамовых месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1971, с. 18—27.

Онтоев Д.О. Стадийность минерализации и

зональность месторождений Забайкалья. М.: Наука, 1974. 242 с.

Основные принципы составления, содержания и условные обозначения металлогенических и прогнозных карт рудных районов/Шаталов Е.Т., Орлова А.В., Яблоков К.В. и др. М.: Недра, 1964. 194 с.

Павлов Н.В., Григорьева И.И. Хромитовые формации ультрабазитов складчатых областей. — В кн.: Проблемы эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1974, с. 109—116.

Павлова И.Г. Региональные и локальные закономерности размещения медно-порфировых месторождений. — В кн.: Разработка основ научного прогноза месторождений твердых полезных ископаемых. Л.: ВСЕГЕИ, 1970, с. 18—30.

Павлова И.Г. Медно-порфировые месторождения. Л.: Недра, 1978. 276 с.

Пейве А.В. Тектоника Североуральского бокситового пояса. М.: МОИП, 1947. 204 с.

Петровская Н.В. Характер золотоносных минеральных ассоциаций и формации золотых руд СССР. — В кн.: Проблемы генезиса руд, 21-я сессия МГК. М.: Наука, 1960, вып. 16, с. 145—159.

Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 348 с.

Петровская Н.В., Сафонов Ю.Т., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений. — В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976, т. 2, с. 3—110.

Петровский А.Д. Проблема вулканогенно-осадочных марганцевосных формаций в СССР. — В кн.: Литолого-фашиальный анализ осадочных рудоносных формаций Al—Fe—Mn. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 10—12.

Петровский А.Д. О проблеме вулканогенно-осадочных марганцевосных формаций в СССР. — Сов. геология, 1973, № 1, с. 34—47.

Пиджян Г.О. Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1975. 312 с.

Плаксенко Н.А., Коваль И.К., Щеголев И.Н. Железисто-кремнистые формации докембрия Курской магнитной аномалии. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 76—85.

Повилайтис М.М. К систематике вольфрамоворудных месторождений. — В кн.: Третье совещание по минералогии, геохимии, генезису и комплексному использованию вольфрамовых месторождений СССР. Тез. докл. Л.: Изд-во ЛГУ, 1971, с. 25—27.

Повилайтис М.М. О принципах систематики магматогенных рудных месторождений: (На примере месторождений вольфрама). — В кн.: Проблемы эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1974, с. 180—197.

Повилайтис М.М. Принципы систематики эндогенных постмагматических месторождений (на примере месторождений вольфрама). — В кн.: Проблемы эндогенного рудообразования. М.: Наука, 1975а, с. 40—57.

Повилайтис М.М. Закономерности размещения и формирования месторождений вольфрама. М.: Наука, 1975б. 240 с.

Повилайтис М.М. Опыт систематизации вольфраморудных месторождений. — В кн.: Минералогия и геохимия вольфраморудных месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975в, с. 158—159.

Повилайтис М.М. Систематика месторождений вольфрама. — В кн.: Эндогенные рудные формации. М.: Наука, 1976, т. 1, с. 16—182.

Повилайтис М.М. Эндогенные месторождения вольфрама и условия их формирования. М.: Недра, 1979. 153 с.

Покалов В.Т. Формации промышленных месторождений молибдена в истории геотектонического развития ряда молибденоносных провинций СССР. — Сов. геология, № 12, 1962, с. 3—15.

Покалов В.Т. Условия образования эндогенных месторождений молибдена в СССР. М.: Недра, 1964. 210 с.

Покалов В.Т. Генетические типы и поисковые критерии эндогенных месторождений молибдена. М.: Недра, 1972. 272 с.

Полов В.Е. Вулканогенно-осадочные месторождения. Л.: Недра, 1979. 296 с.

Полов В.И. Опыт классификации и описания геологических формаций. Л.: Недра, 1968. Т. 2. 551 с. (Тр. пробл. лаб. осадочн. формаций и осадочн. руд ТашГУ; Вып. 8).

Полов В.М. Медь. — В кн.: Металлы в осадочных толщах. М.: Наука, 1965, т. 2, с. 3—65.

Преображенский А.И. О кварцево-турмалиновой золотоносной формации. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1945, № 4, с. 112—125.

Принципы прогноза и оценки месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1977. Т. 2. 215 с.

Принципы прогнозирования месторождений важнейших промышленно-генетических типов свинцово-цинковых руд/Горжевский Д.И., Иванкин П.Ф., Биндеман Н.Н. и др. — В кн.: Принципы, методы и опыт прогнозирования месторождений свинца и цинка. М.: Недра, 1977, с. 8—16.

Проблемы номенклатуры полосчатых железисто-кремнистых осадочных пород и их метаморфических эквивалентов/Брандт Р.Т., Дорр Дж.Б., Гросс Г.А. и др. — В кн.: Геология и генезис докембрийских кремнисто-железистых и марганцевых формаций. Киев: Наук. думка, 1972, с. 380—384.

Пронин А.А. Главнейшие металлогенические эпохи и рудные формации Урала. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Изд-во АН СССР, 1962, т. 5, с. 130—158.

Пустовалов Л.В., Лурье А.М. Главнейшие типы осадочных месторождений меди и свинца в пестроцветных формациях. — В кн.: Геохимия осадочных пород и руд. М.: Наука, 1968, с. 344—355.

Пучков Е.В., Гильмутдинов Г.Х. Геохимические особенности медно-порфировых месторождений Северного Прибалхашья. Алма-Ата: Наука, 1971. 240 с.

Радкевич Е.А. К вопросу о классификации оловорудных месторождений. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1956, № 6, с. 22—36.

Радкевич Е.А. Оловорудные формации и их практическое значение. — Сов. геология, 1968, № 1, с. 14—24.

Радкевич Е.А. Формации месторождений олова и вольфрама в условиях их образования. — В кн.: Рудные провинции и генетические типы месторождений олова и вольфрама. Новосибирск: Наука, 1975а, с. 3—16.

Радкевич Е.А. Особенности распределения вольфрама в главнейших типах структурно-фашиальных зон. — В кн.: Минералогия и гео-

химия вольфрамовых месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975, с. 187—193.

*Радкевич Е.А., Моисеенко В.Г.* Закономерности распределения и генетические черты золотоносности на Дальнем Востоке. — В кн.: Генетические особенности и общие закономерности развития золотой минерализации Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 5—38.

*Радкевич Е.А., Моисеенко В.Г., Молчанов П.Я.* и др. Токурское месторождение — представитель кварцевой малосульфидной формации. — В кн.: золоторудные формации Дальнего Востока. М.: Наука, 1969, с. 61—73.

*Разумова В.Н.* Коры выветривания латеритного и каолинового типа основных пород. М.: Наука, 1967. 116 с.

*Рахманов В.П., Ходак Ю.А., Грибов Е.М.* Марганцевые руды и марганценовые формации. — В кн.: Генетические типы осадочных рудоносных и угленосных формаций. М.: Наука, 1973, с. 56—92.

*Рахманов Б.П., Чайковский В.К.* Генетические типы осадочных марганценовых формаций. — В кн.: Литолого-фациальный анализ осадочных рудоносных формаций Al—Fe—Mn. Л.: ВСЕГЕИ, 1971, с. 9—10.

*Рахманов В.П., Чайковский В.К.* Генетические типы осадочных марганценовых формаций. — Сов. геология, 1972, № 6, с. 22—32.

*Рахматуллаев Х.Р., Хамрабаев И.Х.* Эндеогенные золоторудные формации Среднего и Южного Тянь-Шаня. — Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1979, с. 150—154.

*Родионов С.М., Чайконова Л.И.* Оловянно-порфировая формация — новый генетический тип оловяно-рудных месторождений Сихотэ-Алиня. — В кн.: Генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1981, т. 1, с. 112—113.

*Рожков И.С.* Основные проблемы геологии золота. — Тр. ЦНИГРИ, 1967, вып. 71, с. 16—32.

*Рожков И.С.* Генетические типы месторождений золота и их положение в геотектонических структурах. — Геология и геофизика, 1968а, № 7, с. 3—19.

*Рожков И.С.* Особенности золоторудных месторождений подвижных поясов и платформ. — В кн.: Эндеогенные рудные месторождения. Доклады сов. геологов на 22-й сес. МГК. Пробл. 7. М.: Наука, 1968б, с. 153—162.

Рудные и рудоносные формации/Под ред. Ю.А. Косыгина, Е.А. Кулиша. М.: Недра, 1983. 350 с.

Рудные месторождения СССР/Борисенко Л.Ф., Бородавская М.Б., Бурков В.В. и др. М.: Недра, 1974. Т. 1. 327 с.; Т. 2. 391 с.

Рудные формации Карпато-Балканской области/Богданов Б., Димитров Д., Стайков М. и др. М.: Недра, 1978. 240 с.

*Рухин Л.Б.* Основы литологии. Л.: Недра, 1961. 703 с.

*Рухин Л.Б.* Основы литологии. 3-е изд. Л.: Недра, 1969. 733 с.

*Санин Б.П., Зорина Л.Д.* Формации свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья. М.: Наука, 1980. 196 с.

*Сапожников Д.Г.* Формации бокситоносных образований. — В кн.: Платформенные бокситы СССР. М.: Наука, 1971, с. 320—351.

*Сапожников Д.Г.* Генетическая классификация бокситовых месторождений СССР. — В кн.:

Проблемы генезиса бокситов. М.: Наука, 1975, с. 32—41.

*Сатпаев К.И.* О металлогенических эпохах, формациях и поясах Центрального Казахстана. — Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1953, № 17, с. 9—26.

*Сатпаев К.И.* Избранные труды. Алма-Ата: Наука, 1968. Т. 3. 313 с.

*Семеновко Н.П.* Железисто-кремнистые формации Украинского щита. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 138—147.

*Семеновко Н.П.* Общая характеристика железисто-кремнистых формаций Украинского щита как железорудной базы. — В кн.: Железисто-кремнистые формации Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1978, т. 1.

*Семеновко Н.П., Бойков В.Л., Ладиева В.Д.* Типы формаций и систематика железисто-кремнистых пород Украинского щита. — В кн.: Геология, особенности формирования и типы железисто-кремнистых формаций. Новосибирск: Наука, 1979, с. 68—74.

*Сидоренко З.В.* Сурьмяно-ртутные металлогенические зоны Дальнего Востока. — В кн.: Вопросы металлогении ртути. М.: Наука, 1968, с. 112—128.

*Синицын В.М.* Климат латерита и боксита. Л.: Недра, 1976. 151 с.

Систематика месторождений / Шмулович А.Д., Королева Н.Н., Земан Р.В. и др. — В кн.: Промышленно-генетические типы свинцово-цинковых месторождений. Ташкент: Фан, 1974, с. 8—28.

*Скляров Р.Я., Кулиш Е.А.* Бокситоносность докембрия Дальнего Востока. — В кн.: Литология и осадочные полезные ископаемые Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: СНИИГ-ГИМС, 1973, с. 117—122.

*Скорняков П.И.* Систематика золоторудных месторождений Северо-Востока СССР. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым СВ СССР. Магадан: Наука, 1949, вып. 4, с. 95—121.

Словарь современного русского литературного языка. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 13. 1400 с.

*Смирнов В.И.* Геология ртутных месторождений Средней Азии. М.; Л.: Госгеолиздат, 1947. 49 с.

*Смирнов В.И., Рыженко Л.М.* Некоторые особенности размещения ртутных месторождений. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Изд-во АН СССР, 1958, т. 1, с. 16—24.

*Смирнов С.С.* Некоторые замечания о сульфидно-касситеритовых месторождениях. Изв. АН СССР. Сер. геол., 1937, № 5, с. 353—862.

*Смирнов С.С.* Некоторые общие вопросы изучения рудных месторождений. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1946, № 5, с. 35—48.

*Смирнов С.С.* О современном состоянии теории образования магматогенных рудных месторождений. — Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1947а, ч. 76, вып. 1, с. 23—26.

*Смирнов С.С.* Рецензия на кн. П. Ниггли "Систематика рудных месторождений". — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1947б, № 1, с. 154—159.

*Смирнов С.С.* Рудные месторождения и металлогения восточных районов СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 420 с.

*Смирнова Т.А.* Хромитовые оруденения эвгеосинклинальных ультрабазитов. — В кн.: Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей: (Общие вопросы и региональная металлогения): Тез. докл. VIII Всесоюз. металлогенического совещания. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 67—69.

*Соколов Г.А.* Закономерности размещения железорудных месторождений на территории СССР. — В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1967, т. 8, с. 79—94.

*Соколова Е.А.* Некоторые закономерности размещения рудных концентраций в марганценосных вулканогенно-осадочных формациях. — В кн.: Основные генетические типы и геохимия месторождений марганца в СССР. М.: ИГЕМ, 1965, с. 4—6.

*Соколова Е.А.* Некоторые закономерности размещения рудных концентраций в марганценосных вулканогенно-осадочных формациях. — В кн.: Марганцевые месторождения в СССР. М.: Наука, 1967, с. 74—93.

*Соколова А.Е.* Закономерности образования вулканогенно-осадочных марганцевых руд. — В кн.: Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого. М.: Наука, 1968, т. 2, с. 154—192.

*Соколова Е.А.* Кубинский тип марганценосных вулканогенно-осадочных формаций. — Литология и полез. ископаемые, 1974, № 3, с. 83—96.

*Соколова Е.А.* Марганценозные вулканогенно-осадочные формации разных стадий геосинклинального процесса. — В кн.: Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. М.: Наука, 1975, с. 225—259.

*Соколова Е.А.* Марганценозность вулканогенно-осадочных формаций. М.: ГИН АН СССР, 1978. 50 с.

*Соколова Е.А., Брите А., Коутин Д.П.* Марганценозная формация Эль-Кобре (провинция Ориенте, Куба). — В кн.: Геология полезных ископаемых Кубы. М.: Наука, 1973, с. 226—260.

*Сотников В.И.* Опыт систематики вольфрамового и молибденового оруденения Алтае-Саянской геосинклинальной области. — В кн.: Эндеогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 115—123.

*Сотников В.И., Никитина Е.И.* Молибденоредкометалльно-вольфрамовая (грейзеновая) формация Горного Алтая. Новосибирск: Наука, 1971. 258 с.

Справочник по тектонической терминологии/Под ред. Ю.А. Косыгина, Л.М. Парфенова. М.: Недра, 1970. 582 с.

*Старицкий Ю.Г., Попов В.Е.* Месторождения железа. — В кн.: Прогнозирование месторождений полезных ископаемых при региональных геологических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ, 1973, с. 67—75.

Стратиформные месторождения меди СССР/Богданов Ю.В., Буракова Е.З., Кутырев Э.И. и др. Л.: Недра, 1973. 312 с.

*Стрелкин М.Ф.* Формация оловоносных пегматитов. — В кн.: Геология олова. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947, с. 39—92.

*Строня П.А.* Главные типы рудных формаций. Л.: Недра, 1978. 199 с.

Структура континентов и океанов/Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. М.: Недра, 1976. 512 с.

*Сыроватский В.В.* Золоторудные формации Кузнецкого Алатау, Горной Шории, Салаирского края и северо-восточного Алтая. — В кн.: Новые данные по геологии и географии Кузбасса и Алтая. — Новокузнецк: Кн. изд-во, 1969, с. 143—146.

*Танянаева Г.А.* Основные формации месторождений олова. — В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976, т. 1, с. 168—269.

*Таусон Л.В., Санин Б.П.* Генетические типы свинцово-цинкового оруденения Приаргунья. — В кн.: Ежегодник, 1969 (Сибгеохи). Иркутск: СО АН СССР, 1970, с. 150—154.

Тектоника континентов и океанов: (Терминологический справочник)/Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. Хабаровск: Кн. изд-во, 1976. 757 с.

*Трубина К.Н.* Бокситовая формация латеритной коры выветривания и перспективы бокситоносности нижнекаменноугольных отложений некоторых районов юга Красноярского края. — В кн.: Металлогения осадочных и осадочно-метаморфических пород. М.: Наука, 1965, с. 107—126.

*Тэнтон Т.Л.* Железные руды Канады. — В кн.: Железорудные месторождения мира. М.: Изд-во иностр. лит., 1955, т. 1, с. 231—269.

*Тюрин Б.А., Теняков В.А.* Формации месторождений бокситов. — В кн.: Принципы прогноза оценки месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1977, т. 2, с. 154—206.

Условия формирования руд колчеданно-полиметаллических месторождений различных формационных типов/Дистанов Э.Г., Ковалев К.Р., Лапин Б.Н. и др. — В кн.: Рудные формации и геохимия рудообразующих процессов. Новосибирск: Наука, 1976, с. 45—56.

*Усов М.А.* Краткий курс рудных месторождений. Томск, 1931. 157 с.; 1933. 198 с.

*Федорчук В.П.* Телетермальные месторождения. — В кн.: Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1969, с. 544—585.

*Федорчук В.П., Исаков Р.Р.* Металлогения ртуть и сурьмы Средней Азии. — В кн.: Основные черты металлогении эндогенных полезных ископаемых Средней Азии. Ташкент: Фан, 1975, с. 85—98.

*Фирсов Л.В.* Формация золото-кварцевых месторождений Яно-Колымского пояса. — Эндеогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 132—144.

*Формозов Л.Н.* Формационные типы железных руд докембрия и их эволюция. М.: Наука, 1973. 172 с.

Формы геологических тел: (Терминологический справочник)/Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. Хабаровск, 1974. 288 с.

Формы геологических тел: (Терминологический справочник)/Под ред. Ю.А. Косыгина, В.А. Кулындышева, В.А. Соловьева. М.: Недра, 1977. 246 с.

*Фрейд Г.М.* Рудоносность средне-верхнепалеозойских вулканических формаций Южного Казахстана. — В кн.: Материалы межведомственного совещания по проблеме "Рудоносность вулканогенных формаций". М.: Недра, 1965, с. 92—101.

*Хасин Р.А., Супрунов Э.А.* Классификация эндогенных вольфрамовых и оловянных месторождений Монголии. — В кн.: Геологическое строение и закономерности размещения

месторождений важнейших полезных ископаемых на территории МНР. М.: Недра, 1979, с. 94—111.

*Хорват В.А.* Орогенные золоторудные комплексы и формации Узбекистана. — В кн.: Металлогения орогенных этапов развития Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1979, с. 259—260.

*Хрущов Н.А.* Генетическая классификация молибденовых месторождений и основных направлений и методы их поисков в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. — В кн.: Материалы совещания геологов Восточной Сибири и Дальнего Востока. Чита: Кн. изд-во, 1956, с. 18—39.

*Хрущов Н.А.* Классификация месторождений молибдена. — Геология руд. месторождений, 1959, № 6, с. 52—68.

*Чайковский В.К.* Железородные формации. — В кн.: Генетические типы осадочных рудоносных и угленосных формаций. М.: Наука, 1973, с. 38—55.

*Чайковский В.К., Рахманов В.П., Ходак Ю.А.* Принципы составления прогнозно-металлогенических карт марганценосных формаций. М.: Недра, 1972. 49 с.

*Черницын В.Б., Андрущук В.Л., Рубцов Н.Ф.* Металлогенические зоны Центрального и Северо-Западного Кавказа. М.: Недра, 1971. 207 с.

*Чернов В.М.* Железисто-кремнистые формации восточной части Балтийского щита. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 71—76.

*Черняковский Г.Ф.* К вопросу о классификации колчеданных месторождений Урала. — В кн.: Вопросы геологии Урала. Свердловск: УФ АН СССР, 1959, с. 113—121.

*Шадлун Т.Н., Добровольская М.Г.* Рудные формации свинцово-цинковых месторождений. — В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976, т. 2, с. 149—297.

*Шатский Н.С.* О марганценосных формациях и металлогении марганца. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1954, № 4, с. 3—37.

*Шатский Н.С.* Избранные труды. М.: Наука, 1965, т. 3. 348 с.

*Шахов Ф.Н.* Геология жильных месторождений. М.: Наука, 1964. 222 с.

*Шер С.Д.* Металлогения золота: Сев. Америка, Австралия, Океания. М.: Недра, 1972. 296 с.; Евразия, Африка, Южн. Америка, 1974. 256 с.

*Шило Н.А.* Геологическое строение и коренные источники россыпной золотоносности. — Тр. ВНИИ-1, 1960, вып. 63, с. 1—108.

*Шило Н.А.* Золоторудные месторождения

метаморфогенной, плутоногенной и вулканогенной формации. — В кн.: Геолого-химические особенности месторождений полезных ископаемых на Северо-Востоке СССР. Магдан: ДВНЦ АН СССР, 1976, с. 3—41.

*Шило Н.А.* Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981. 384 с.

*Шило Н.А., Разин Л.В.* Платиноносные рудные формации континентального обрамления и дна Тихого океана. — В кн.: Металлогения Тихоокеанского рудного пояса и Тихого океана. М.: Тихоокеанская науч. ассоциация, 1979, с. 44—46.

*Школьник Э.Л.* Железородная эффузивно-яшмовая формация и железные руды Удского района Хабаровского края. — В кн.: Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формаций мира. Киев: Наук. думка, 1972, с. 196—203.

*Шнейдерхен Г.* Генетическая классификация месторождений на геотектонической основе. — В кн.: Рудные регенированные месторождения. М.: Мир, 1957, с. 11—62.

*Шнейдерхен Г.* Рудные месторождения. М.: Изд-во иностр. лит., 1958. 501 с.

*Штеренберг Л.Е.* О статье В.П. Рахманова и В.К. Чайковского "Генетические типы осадочных марганценосных формаций". — Сов. геология, 1974, № 5, с. 148—150.

*Шубин Г.В.* Типы золоторудной минерализации Даурской зоны Центрального Забайкалья. — Изв. Том. политехн. ин-та, 1970, т. 239, с. 98—102.

*Щеглов А.Д.* К вопросу о классификации вольфрамовых месторождений. — Тр. ВСЕГЕИ, Нов. серия, т. 104, Л., 1964а, с. 162—174.

*Щеглов А.Д.* К вопросу о классификации вольфрамовых месторождений. — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Востока СССР. Л., 1964б, с. 162—174. (Тр. ВСЕГЕИ. Н. С. Т. 107).

*Щеглов А.Д.* Представления С.С. Смирнова о рудных формациях и их значение для классификации эндогенных месторождений. — В кн.: Проблемы региональной металлогении и эндогенного рудообразования. Л.: ВСЕГЕИ, 1968, с. 35—41.

*Щербakov Ю.Г.* Золоторудные провинции и формации. — В кн.: Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966, с. 124—131.

*Яковлев П.Д., Оленин В.В., Котляр В.Н.* Структурные типы рудных полей и месторождений, связанных с вулканическими жерлами и трубками взрыва. — В кн.: Материалы межведомственного совещания по проблемам "Рудоносность вулканогенных формаций". М.: Недра, 1965, с. 232—252.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### Алгома 16

#### Главнейшие железорудные формации 27

Группа колчеданная парагенетических минеральных ассоциаций 253

— галенит-барит-флюоритовая 233

— галенит-сфалерит-доломитовая (рудная формация) 231

— галенит-сфалерит-касситеритовая 230

— галенит-сфалерит-полевошпат-гранитная (рудная формация) 231

— галенит-сфалерит-скарновая (рудная формация) 232

— галенит-сфалерит-турмалиновая (рудная формация) 231

— медно-порфировая вулканогенная формационная (коунрадский тип) 255

— плутогенная формационная (кальмакырский тип) 256

— пропилитовая формационная (боцекульский тип) 257

— родственных ртутных рудных формаций 190

Группировка железорудных месторождений 25

#### Комплекс бокситоносный 147

— латеритных покровов формационный 163

— рудный антимонит-вольфрамовый 144

— вольфрамовый 105

— золото-вольфрамовый 143

— оловянно-вольфрамовый 143

— скарновый вольфрамоносный 143

Коры выветривания латеритные азональные 162

— зональные 162

#### Парагенез атасуйского типа 92

— колорадского типа 97

Подформация бокситоносная аллювиально-речная 158

— озерная 158

— озерно-болотная 158

#### Ряды железорудных формаций докембрия 22

#### Субформация бокситовая 147

— рудная сероцветная посткоровая 157

— "ближнего типа" 157

— "дальнего типа" 157

— терригенная красноцветная континентально-осадочная 156

— бокситоносная 147

— коры выветривания 161

— водноосадочная 158

— миогеоантиклинальных поднятий 159

— остаточная 163

— склоновая 158

#### Таконит 49

Тип железисто-кремнистых формаций лептитовый 53

— амфиболитовый 54

— железистых кварцитов орогенный (эпизеогесинклинальный) формационный 50

— железорудной формации железисто-кремнисто-вулканогенный 53

— железисто-кремнисто-кластогенный 53

— железисто-кремнисто-сланцевый 53

— месторождений галенит-сфалеритовый 230

— формаций железисто-кремнисто-глиноземистометабазитовый 52

— железисто-кремнисто-метабазит-лептитовый 52

— железисто-кремнисто-метабазит-сланцевый 52

— железисто-кремнисто-риолит-кератофиновый 52

— итабиритовый 55

— киватинский (железорудный) 54

— Кируна (железорудный) 54

— криворожский (железорудный) 55

— таконитовый 55

— Тимискаминг (железорудный) 54

Типы железисто-кремнистых формаций 27

— и железистых 21

— кремнисто-железорудной формации 32

— формационные медно-молибденовых месторождений 136

#### Фация осадочная марганцевая 85

Формация анортозитов 165

— апатит-магнетитовая 67

— руд 67

— апатит-перовскит-магнетитовая 68

— аргиллитизированная феррерит-антимонит-халцедоновая 144

— барит-полиметаллическая (барит-флюорит-кварц-полиметаллическая) 233

— барит-сульфидно-гематит-сидеритовая 70

— березитовая гюбнерит-сульфидно-кварцевая 144

— бокситоносная 146

— вулканогенно-терригенная 157

— геосинклинальная 158

— известняковая геосинклинальная 159

— карбонатная 158

— (с карстовым типом рудных залежей) 159

— срединных массивов 159

— базальная 157

— внутриформационная 157

— континентальная 157

— латеритная 161

— латеритных кор выветривания 161

— морская 158

- осадочная 155
- пестроцветная нижнеархейская 164
- платформенная 156
- прибрежно-морская 158
- рифогенно-карбонатная 159
- базальная 159
- — — внутриформационная 159
- субкарбонатная (с пластовым типом оруденения) 159
- сублатеритная 161
- терригенная 156
- бурых железняков (аланаевского типа) 72
- — — бобовых и конгломератовых 37
- — — озерных и болотных 37
- ванадиево-фосфорно-медно-свинцово-цинково-железородная 36
- вольфрам-галогенная 145
- вольфрам-молибденовая 133
- вольфрам-псиломелановая 145
- вольфрам (шеелит)-силикатная 142
- вольфрамит-кварцевая 141
- вольфрамовая гидроокисная 145
- вулканогенно-терригенно-карбонатная железомарганцевосная 44
- высокотемпературных приповерхностных месторождений магнетитовых руд 66
- галенит-сфалерит-колчеданная (галенит-сфалерит-барит-колчеданная) 230
- галенит-сфалерит-флюорит-баритовая 233
- галенит-сфалеритовая 229
- гаусманит-браунитовая (скарновый тип) 100
- гематит-мартиитовых и бурожелезняковых кор выветривания 72
- гематитовая 69
- — красноцветная 39
- гётит-шамозит-сидеритовых руд осадочного генезиса 41
- гиббситоносных кор выветривания 162
- глиноземистых эндритов 164
- глаукозитовая и лептохлоритовая 38
- глиноземистая 147
- гондитовая 87
- грейзеновая вольфрамит-кварцевая 139
- гумбеитовая шеелит-кварц-полевошпатовая 143
- джеспилитовая 51
- диаспоровых конкреций в вулканических туфах 164
- железистая 7
- — полосчатая 8
- — карбонатная 60
- — окисная 60
- — силикатная 60
- — силикатно-карбонатная 60
- железисто-каолинит-бёмит-диаспоровая 160
- железисто-каолинит-гиббсит-бёмитовая 160
- железисто-каолинит-гиббситовая 160
- железисто-кремнистая 51
- — лептит-порфиоровая 59
- — лептитовая 58
- — метабазит-карбонатная 56
- — сланцево-лептитовая 59
- — спилит-диабазовая 56
- железисто-кремнисто-гнейсовая 59
- железисто-кремнисто-кластогенная 59
- железисто-кремнисто-метабазит-карбонатных отложений 57
- железисто-кремнисто-метабазитовая 56
- железисто-кремнисто-кератофир-сланцевая 58
- железисто-кремнисто-кератофировая 58
- железисто-кремнисто-сланцевая 57
- железисто-кремнисто-сланцево-кератофировая 58
- железисто-кремнисто-ультрабазитовая 56
- железисто-марганцевая кремнистая 44
- известняково-доломитовая марокканского типа, развитая на платформенном основании 89
- марганцевосная платформенная карбонатная марокканского типа (Наргешум) 90
- железисто-глинистая 46
- железисто-кремнистая 8, 51
- — типа оз. Верхнего 9, 33
- железисто-кремнисто-метабазитовая 8, 51
- — железисто-кремнисто-сланцевая 8
- железисто-кремнисто-сланцево-кератофировая 8
- железисто-кремнисто-ультрабазитовая 8
- железистых кварцитов 48
- — кварцитов (джеспилитов) 49
- — наложенных впадин (в пределах средних массивов) 51
- — эвгесинклинального типа 50
- — латеритов 73
- — миоэвгесинклинальная 50
- — песчаников 36
- железных шляп 73
- железо-гематитовая 70
- железо-карбонатная 42
- железо-магнетитовая 70
- железо-марганцевая вулканогенно-осадочная 44
- — гидротермальная кальцит-баритовая 70
- — постальбитофирова (ранняя, средне-ранняя, средне-поздняя и поздняя постгаббродная, жильная) 70
- железо-марганцево-колчеданная 45
- железо-молибден-медная рудная 70
- железородная 6, 65
- — (осадочный тип) 7
- — вулканогенно-осадочная 42
- — железисто-кварцитовая 48
- — коры выветривания 71
- — магматическая 35
- — метасоматическая 68
- — оолитовая 36
- — осадочная 36
- — постбазальтоидная (ранняя, средне-ранняя, средне-поздняя и поздняя, жильно-метасоматическая) 68
- — постгаббро-диабазовая (ранняя, средне-ранняя, средне-поздняя и поздняя, жильно-метасоматическая) 69
- — постгаббровая (поздняя, жильно-метасоматическая) 69
- — постфиолитовая (поздняя, жильно-метасоматическая) 69
- — скарновая 62
- — — собственно 62

- ураноносная 61
- эффузивно-яшмовая 43
- жильная халькопирит-сидеритовая 71
- золото-железородная 294
- золото-кварц-карбонатная 295
- золото-кварц-сульфидная 287
- золото-кварц-халцедоновая 293
- золото-кварцевая 286
- — жильная 287
- золото-кварцитовая 287
- золото-молибден-медно-железородная 64
- золото-молибден-медно-кобальт-железородная 64
- золото-окисно-железистая 285
- золото-редкометаллическая 288
- золото-серебряная 289
- золото-сульфидная 294
- золото-сульфидно-скарновая 285
- золото-ураноносных конгломератов 288
- золото-шеелит-кварцевая 142
- золотоносных конгломератов 289
- золотоносных пропилитов 295
- золоторудная 264
- — глубинная 268
- — кварц-барит-сульфидная 295
- — малоглубинная 267
- золото-рудных среднеглубинных месторождений 268
- золотосодержащих руд 267
- золотых и платиново-золотых россыпей 296
- интрузий расслоенных ультрамафит-анортозитовых 165
- — ритмично-расслоенных анортозит-габбровых 165
- известняковая марганцевосная геосинклинальная 93
- известняково-доломитовая 89
- геосинклинальных зон (аппалачского и усинского типа) 92
- ильменит-рутил-магнетитовая 35
- ильменит-титаномагнетитовая 35
- ильменит-циркон-редкоземельных россыпей 46
- исключительно редкая скарново-магнетит-шеелитовая 64
- карбонатная (железородная) 41
- щелочноземельно-железистая 68
- касситерит-галенит-сфалеритовая 230
- касситерит-кварцевая 185
- касситерит-силикатная 187
- касситерит-сульфидная 188
- кварц-вольфрамит-грейзеновая 138
- кварц-вольфрамит-молибденитовая 138
- кварц-вольфрамитовая 142
- кварц-золото-арсенопиритовая 288
- кварц-золоторудная 287
- кварц-касситеритовая 187
- кварц-магнетитовая (гематитовая) 70
- кварц-молибденит-серицитовая 139
- кварц-молибденит-халькопирит-серицитовая 140
- кварц-молибденитовая 138
- киноварная 205
- опалитовая 205
- колчеданная 252
- колчеданно-полиметаллическая 261
- колчеданных руд 253
- кремнисто-гематитовая 43
- кремнисто-железородная 43
- кремнитных известняковая марганцевосная тахтакарчинского типа 93
- кремнисто-сланцевая (железородная) 43
- криворожского типа 55
- латеритных покровов 162
- латеритовая 163
- лептохлорит-гидрогетитовая 38
- лимонит-псилломелановая вольфрамсодержащая 145
- лимонитовая 37, 72
- магнезиоферритовая 65
- магнетит-гематитовых руд метаморфогенного генезиса 48
- магнетит-ильменитовая 47
- магнетит-ильменитовых россыпей 47
- магнетит-халькопирит-пентландитовая 66
- магнетитовая 61, 64
- магнетитовых пляжевых песков 47
- марганцево-цинковая 101
- марганцевосная 85
- — вулканогенно-осадочная кубинского типа 99
- — вулканогенно-терригенная платформенная 97
- — — переходного типа 97
- — доломит-известняковая усинского типа 92
- — доломитовая платформ 90
- — известняково-доломитовая улутелякского типа 90
- — калифорнийского типа 98
- — карбонатная 89
- — кварц-глауконитовая песчано-глинистая 85
- — кор выветривания 100
- — кремнисто-сланцевая 96
- — кварц-песчано-глинистая платформенной группы 86
- — наложенные 100
- — кремнисто-известняковая каражальского типа 91
- — конгломерат-песчаниковая 86
- — отдаленные кремнистые 96
- — песчано-глинистая 86
- — порфир-кремнистая 97
- — порфиоровая 97
- — спилит-квартофир-кремнистая 94
- — чилийского типа 99
- — яшмовая 95
- меденосная 263
- меденосных сланцев и песчаников 263
- медисто-серноколчеданно-марганцево-железородная 61
- медистых песчаников 261
- медно-ванадиево-титан-железородная 35
- медно-гематитовая 70
- медно-кобальт-железородных, существенно скарновых месторождений с золотом 285
- медно-магнетитовая 70
- медно-молибденовых руд 133, 137
- медно-никелевая 259
- медно-никелевых сульфидных руд 258

- медно-свинцово-цинковая (с кобальтом и висмутом) 260
- медно-цинково-колчеданных месторождений 259
- медно-турмалиновая 258
- месторождений золото-кварцевых 287
- — золоторудных 267
- — колчеданно-серных 250
- — колчеданно-полиметаллических 261
- — медно-колчеданных 253
- — медно-порфировая 253
- месторождений медно-цинково-колчеданных 259
- — собственно молибденовых 140
- — молибден-вольфрам редкометалльных 140
- метаморфогенная железорудная 47
- метаморфогенно-гидротермальная (?) железных и марганцевых руд 70
- метасоматические 61
- молибден-редкометалльно-вольфрамовая (грейзеновая) 140
- молибденитовая 133
- молибденовая 133
- молибденовых месторождений 106
- нефелин-полевощпатовых руд 165
- нефелиновых бесполовощпатовых руд 166
- никопольская 86
- океанических железо-марганцевых конкреций 88
- окисно-силикатная железо-никелево-кобальтовая 72
- оловоносных пегматитов 184
- оловорудная 166
- оловянная (риолитовая) 189
- оловянно-золото-ртутная 207
- оловянно-порфировая 189
- оолитовая боксит-железорудная 38
- оолитовых бурых железняков, лептохлоритовых и сидеритовых руд 36
- опал-гематит-лимонитовая 71
- опал-пирролизитовая 101
- опал-родохрозитовая 101
- ортокварцит-глауконит-глинистая 86
- осадочная карбонатных и окисных железо-марганцевых руд 44
- осадочно-метаморфогенная железорудная (типа джеспилитов, частью мартитовых роговиков) 48
- остаточных бокситоносных отложений 163
- — железных руд 72
- пелагических глин (красных глубоководных глин) 87
- песчано-глинистая (железорудная) 37
- — — угленосная 37
- — — фосфатная 39
- платино-титаномагнетитовая 35
- платиноносные 297
- платины и металлов ее группы собственно генетического генезиса 298
- платформенная магномагнетитовая 66
- — пирролизит-гидрогётит-лептохлоритовая 45
- — полиметаллическая 209
- постаббро-гранитоидная скарново-магнетитовая (поздняя, контактово-метасоматическая) 63
- — — постгранитоидная послемалоинтрузивная (додайковская) скарново-магнетитовая (поздняя, контактово-метасоматическая) 64
- — — (последайковская) железо-марганцевая (поздняя жильно-метасоматическая) 69
- — — постщелочно-гранитоидная скарново-магнетитовая (поздняя, контактово-метасоматическая) 64
- — — природно-легируемых бурых железняков (елизаветинского типа) и силикатных никелевых руд (орско-халиновского и бурыктальского типов) 72
- — — псевдолейцит-нефелин-полевощпатовых руд 165
- — — псиломелан-гидрогётитовая 46, 101
- — — псиломелан-магнетит-браунитовая 101
- — — реальгар-аурипигментовая 207
- — — рениево-цинково-свинцово-медная (медисто-ласчаниковая) 263
- — — родохрозит-бустамит-браунитовая 101
- — — ртутная (субформация) 202
- — — ртутно-мышьяковая 206
- — — ртутнорудная вторичная 191
- — — — первичная 191
- — — ртутная сурьмяно-вольфрамовая (киноварно-антимонит-ферберитовая) рудная 207
- — — — рудная 205
- — — — (киноварная) 205
- — — — собственно 205
- — — — руд аллювиальных и морских россыпей (руды железа) 46
- — — — рудная барит-свинцово-цинковая 233
- — — — — бокситовая 146
- — — — — вольфрамовая 105
- — — — — грейзеново-кварц-жильная редкометалльно-молибден-оловянно-вольфрамовая 140
- — — — — жильная медная 261
- — — — — золото-антимонитовая березитовая 291
- — — — — золото-сульфидно-кварцевая 284
- — — — — золото-сурьмяно-вольфрам-ртутная 291
- — — — — золотоносная колчеданная 284
- — — — — — — медно-никелевая 295
- — — — — — — "черных сланцев" 295
- — — — — — — кварц-сульфидно-жильная оловянно-вольфрам-мышьяковая 141
- — — — — — — колчеданно-свинцово-цинковая 260
- — — — — — — медно-молибденовая золотоносная 291
- — — — — — — медно-свинцово-цинковая 263
- — — — — — — мышьяково-свинцово-цинковая 235
- — — — — — — мышьяково-сурьмяно-ртутная (реальгар-антимонит-киноварная) 207
- — — — — — — ртутно-свинцово-цинковая 234
- — — — — — — серно-свинцово-цинковая 235
- — — — — — — шеелит-золото-молибден-полиметаллическая 290
- — — — — — — сурьмяно-свинцово-цинковая 234
- — — — — — — флюорит-свинцово-цинковая 233
- — — — — — — свинцово-цинковая 209
- — — — — — — свинцово-цинково-железо-марганцевая 44
- — — — — — — сидерит-лептохлорит-гидрогётитовая 40
- — — — — — — сидерит-лимонитовая 42
- — — — — — — сидерит-магнезитовая 42
- — — — — — — сидерит-шамозит-гидрогётитовая 40
- — — — — — — сидеритовая 41
- — — — — — — стратиформная 42

- силикатно-вольфрамовая 132
- скарнов вольфрамоносных 142
- — железорудных 61
- — рудоносных (железорудный тип) 62
- — с магнетитом (иногда с халькопиритом) 63
- скарновая вольфрам-молибден-полиметаллическая 232
- — железо-медная 63
- — железо-медно-кобальтовая 64
- — железо-медно-молибден-вольфрамовая 64
- — молибден-вольфрамовая рудная 138
- — молибденит-шеелитовая 138
- — шеелит-гранат-пироксеновая 142
- скарново-медно-железорудная 62
- скарноидная шеелит-сульфидно-кварцевая 144
- сложные ртутьсодержащие полиметаллические 191
- смитсонит-церусситовая 236
- собственно ртутная 205
- среднетемпературных месторождений сидеритовых руд 69
- стибнит-киноварно-ферберитовая (стибнит-киноварно-шеелитовая) 208
- стибнит-киноварно-флюоритовая 208
- сульфидно-вольфрамовая 132
- сурьмяно-ртутно-мышьяковая 205
- сурьмяно-ртутная 205
- сферосидеритовая 42
- сферосидеритовых руд инфильтрационного генезиса 73
- телетермальная сидеритовая (поздняя, жильно-метасоматическая) 69
- терригенно-карбонатная глиноземистая (железорудная) 40
- терригенно-карбонатно-сульфатная 40
- терригенно-фосфат-глауконитовая (железорудная) 39
- титаномагнетитовая 33
- — в основных породах 34
- титаномагнетитовая руд 34
- титаномагнетитовых россыпей 47
- — руд, приуроченных к основным и ультраосновным интрузивным породам складчатых областей 34
- угленосно-боксит-железистая 38
- углисто-лептохлоритовая 38
- ферберит-антимонитовая 144
- фосфорно-медно-свинцово-цинково-железорудная 65
- халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовая 261
- халькопирит-гематитовая 40
- халькопирит-кобальтин-магнетитовая, преимущественно скарновая 66
- хромитовая эвгеосинклиналей 104
- хромитовых руд собственно магматического генезиса 105
- хромитовая 101
- центральных интрузий агпаитовых нефелиновых сиенитов 164
- шамозит-гётит-гидрогётитовая 38
- щелочно-габброидная (натриевого ряда) 166
- щелочно-ультраосновная карбонатная 166
- СССР железорудные главнейшие 9

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (Ю.А. Косыгин, Е.А. Кулиш) . . . . .	3
Введение (Ю.А. Косыгин, Е.А. Кулиш) . . . . .	4

### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

I. Железорудные и железистые формации (Р.Ф. Черкасов, Е.А. Кулиш, Г.И. Архипов)	
1. Понятия "железорудная формация" и железистая формация" . . . . .	6
2. Классификации железорудных и железистых формаций . . . . .	9
3. Основные типы железорудных и железистых формаций . . . . .	33
Магматические формации . . . . .	33
Осадочные формации . . . . .	36
Метаморфические формации . . . . .	47
Метасоматические формации . . . . .	61
Гидротермальные формации . . . . .	69
Формации кор выветривания . . . . .	71
II. Марганценозные и марганцеворудные формации (Г.Л. Кириллова, Л.И. Кулиш) . . . . .	74
1. Классификации марганценозных и марганцеворудных формаций . . . . .	74
2. Типы марганценозных формаций . . . . .	85
Терригенные формации . . . . .	85
Карбонатные формации . . . . .	89
Вулканогенные и вулканогенно-осадочные формации . . . . .	94
Понятие "формация марганценозных кор выветривания" . . . . .	100
3. Типы марганцеворудных формаций . . . . .	100
III. Хромитенозные формации (В.Ю. Забродин, В.С. Приходько) . . . . .	101
IV. Вольфрамовые и молибденовые формации (В.А. Кулындышев, В.Н. Воеводин, Н.Г. Житков, В.И. Прибылюк) . . . . .	105
1. Понятия "вольфрамовая рудная формация" и "формация молибденовых месторождений" . . . . .	105
2. Классификации формаций вольфрамовых и молибденовых месторождений . . . . .	106
3. Основные типы формаций вольфрамовых и молибденовых месторождений . . . . .	132

### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

I. Бокситовые, бокситоносные и глиноземистые формации (В.А. Соловьев, Р.Я. Складов) . . . . .	146
1. Понятия "бокситовая", "бокситоносная" и "глиноземистая" формации . . . . .	146
2. Классификации бокситовых и бокситоносных формаций . . . . .	148
3. Основные типы бокситовых и бокситоносных формаций . . . . .	155
4. Формации латеритных кор выветривания . . . . .	161
5. Основные типы глиноземистых формаций . . . . .	164
II. Оловорудные формации (В.А. Кулындышев, В.И. Гаврилов, В.В. Онихимовский) . . . . .	166
1. Понятие "оловорудная формация" . . . . .	166
2. Классификации оловорудных формаций . . . . .	168
3. Основные типы оловорудных формаций . . . . .	184
III. Ртутные формации (Л.А. Кулындышева, В.С. Сушенцов) . . . . .	190
1. Общие понятия . . . . .	190
2. Классификации формаций ртутных месторождений . . . . .	191
3. Основные типы формаций ртутных месторождений . . . . .	202
IV. Свинцово-цинковые формации (Л.А. Кулындышева, В.А. Кулындышев) . . . . .	209
1. Понятие "свинцово-цинковая формация" . . . . .	209
2. Классификации свинцово-цинковых формаций . . . . .	210
3. Основные типы свинцово-цинковых формаций . . . . .	229

V. Медные и медьсодержащие формации (Л.А. Кулындышева, В.А. Кулындышев) . . . . .	236
1. Классификации медных и медьсодержащих формаций . . . . .	236
2. Основные типы медных и медьсодержащих формаций . . . . .	250

#### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ФОРМАЦИЙ ГРУППЫ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

I. Золоторудные формации (В.А. Кулындышев, В.Д. Мельников) . . . . .	264
1. Понятие "золоторудная формация" . . . . .	264
2. Классификации формаций золоторудных месторождений . . . . .	269
3. Основные типы золоторудных формаций . . . . .	284
II. Формации платины и платиноидов (В.Ю. Забродин, В.С. Приходько) . . . . .	298
Литература . . . . .	299
Предметный указатель . . . . .	310

**ОСНОВНЫЕ ТИПЫ  
РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ**

**Терминологический справочник**

*Утверждено к печати  
Институтом тектоники и геофизики  
Дальневосточного научного центра  
Академии наук СССР*

Редактор издательства  
*Н.Л. Казюкова*

Художественный редактор  
*Н.Н. Власик*

Технический редактор  
*Г.П. Каренина*

Корректор  
*В.П. Крылова*

Набор выполнен в издательстве  
на наборно-печатающих автоматах

ИБ № 27399

Подписано к печати 17.10.84. Т — 11024  
Формат 70 x 100 1/16. Бумага офсетная № 1  
Гарнитура Универс. Печать офсетная  
Усл.печ.л. 26,0 + 0,5 вкл. Усл.кр.-отт. 26,5  
Уч.-изд.л. 35,0. Тираж 1900 экз.  
Тип. зак. 1454. Цена 5 р. 60 к.

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7,  
Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90  
Ордена Трудового Красного Знамени  
1-я типография издательства "Наука"  
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12

## В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ "НАУКА"

готовятся к изданию следующие книги:

### МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.

ЩЕЛОЧНЫЕ ПОРОДЫ. Т. II

Справочник. — 40 л.

Обобщены данные по щелочным породам главнейших щелочных петрографических провинций мира. Проведен анализ закономерностей формирования щелочных пород в истории Земли. На основе оригинальных материалов дана характеристика главнейших серий щелочных магматических пород, рассмотрены закономерности эволюции состава. Впервые с применением статистического анализа выделены петрогеохимические типы щелочных пород. Проанализированы факторы, определяющие многообразие и гетерогенность щелочных пород, в том числе различие щелочных магм, соотношение мантийных и коровых источников вещества, процессы магматической дифференциации и роль вмещающих пород.

### МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.

ОСНОВНЫЕ ПОРОДЫ. Т. III

Справочник. — 40 л.

Рассмотрены геология, петрография, минералогия и петрохимические особенности основных магматических пород Земли и Луны. Выделены типичные ассоциации основных пород, связанные с главнейшими морфоструктурами Земли, установлено их сходство и различие. Проведен анализ закономерностей формирования серий основных пород в условиях разных геодинамических режимов, что позволило выявить серии, встречающиеся только в связи с определенными типами режимов (специфические), и не зависящие от типа режима (неспецифические). Обсуждены проблемы дифференциации основных магм. Показана связь определенных типов месторождений полезных ископаемых с различными ассоциациями основных пород.

ЗАКАЗЫ ПРОСИМ НАПРАВЛЯТЬ ПО ОДНОМУ ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ АДРЕСОВ МАГАЗИНОВ "КНИГА-ПОЧТОЙ" "АКАДЕМКНИГА":

480091 Алма-Ата, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 Баку, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 Днепропетровск, проспект Ю. Гагарина, 24; 734001 Душанбе, проспект Ленина, 95; 252030 Киев, ул. Пирогова, 4; 277012 Кишинев, проспект Ленина, 148; 443002 Куйбышев, проспект Ленина, 2; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7; 220012 Минск, Ленинский проспект, 72; 117192 Москва, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 Ташкент, ул. Дружбы народов, 6; 450059 Уфа, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42; 310078 Харьков, ул. Чернышевского, 87.

4397