

УДК 553.411:552.5

© Б.Я. Вихтер, 2006

## СИСТЕМАТИКА, ПРИЗНАКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБСТАНОВКИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Б.Я. Вихтер (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)**

Среди 100 крупнейших месторождений золота мира около 20 размещаются в металлогенических зонах и провинциях, сложенных преимущественно терригенными, вулканогенно-терригенными, карбонатно-терригенными породами. Только золото-серебряные эпитермальные месторождения в вулканогенных толщах встречаются чаще (рис. 1).

Большинство крупных месторождений золота в терригенных толщах известны в основном в пределах трех геотектонических структур: в орогенно-складчатых областях, областях активизации платформенных окраин (и складчатых областей) и на щитах. Имеется еще одна группа месторождений, связанных с эпиплатформенными рифтогенными впадинами и бассейнами, однако они, как правило, не относятся к крупным собственно золоторудным объектам (табл. 1).

Месторождения каждой геотектонической структуры специфичны по характеру руд, рудных тел и обстановке их локализации (табл. 2). Выделенные в терригенных комплексах группы золоторудных месторождений, приуроченные к определенным геотектоническим структурам, по сути представляют рудно-формационные группы (или семейства [4]). Кроме того, они относятся к разным геолого-промышленным типам. Отнесение золоторудного месторождения к тому или иному геолого-промышленному типу основано главным образом на количественном соотношении в рудах сульфидов и жильно-прожилкового кварца. Практически в прямой зависимости от этого соотношения находится доля золота, заключенного в сульфидах («упорного»), и внесульфидного золота (рис. 2). Крупность золота также зависит от этого соотношения. С повышением доли жильно-прожилкового кварца она возрастает, хотя абсолютный размер частиц во многом зависит от размера его в самой ранней докварцевой продуктивной минеральной ассоциации. В подавляющем большинстве случаев жильно-прожилково-кварцевая минерализация на золоторудных месторождениях в терригенных комплексах развивается позднее ранней продуктивной вкрапленной сульфидной минерализации с

«упорным» золотом. Количественное соотношение в рудах сульфидов и жильно-прожилкового кварца определяет также структуру и текстуру руд, а в ряде случаев и морфологию рудных тел. Все это и, в первую очередь извлекаемость золота, влияет на промышленную ценность месторождений. Выделяются золото-кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый и золото-сульфидный геолого-промышленные типы. Месторождения этих типов по всем характеристикам руд образуют непрерывный ряд, практически отсутствует дискретность каких-либо свойств, соответствующая выделяемым типам.

По результатам обобщения более 100 технологических проб из руд месторождений бақырчикского семейства на территории бывшего СССР (рис. 3) для золото-кварцевого типа можно считать характерным содержание в рудах сульфидов в количестве  $1 \pm 0,5\%$  и «упорного» золота менее 10%; для золото-сульфидно-кварцевого —  $4 \pm 1,5\%$  сульфидов и 15–30% «упорного» золота; для золото-сульфидного —  $6 \pm 2\%$  сульфидов и 40–80% «упорного» золота.

Для месторождений орогенно-складчатых областей (бақырчикское семейство) характерны следующие типоморфные особенности:

существенно пирит-арсенопиритовый состав руд, в которых эти минералы составляют более 90% суммы всех рудных минералов;

размещение преимущественно в алюмосиликатных породах; массивные карбонатные и кремнистые толщи являются неблагоприятной средой и часто служат экраном при рудоотложении;

околорудные преобразования связаны с привнесением калия и летучих и наиболее широко представлены серицитизацией;

температура формирования ранней продуктивной пирит-арсенопиритовой ассоциации в среднем  $300\text{--}350^\circ\text{C}$ .

Месторождения активизированных платформенных окраин (карлинское семейство) имеют следующие типовые черты:

присутствие и часто преобладание реальгара и аурипигмента среди мышьяковых минералов руд;

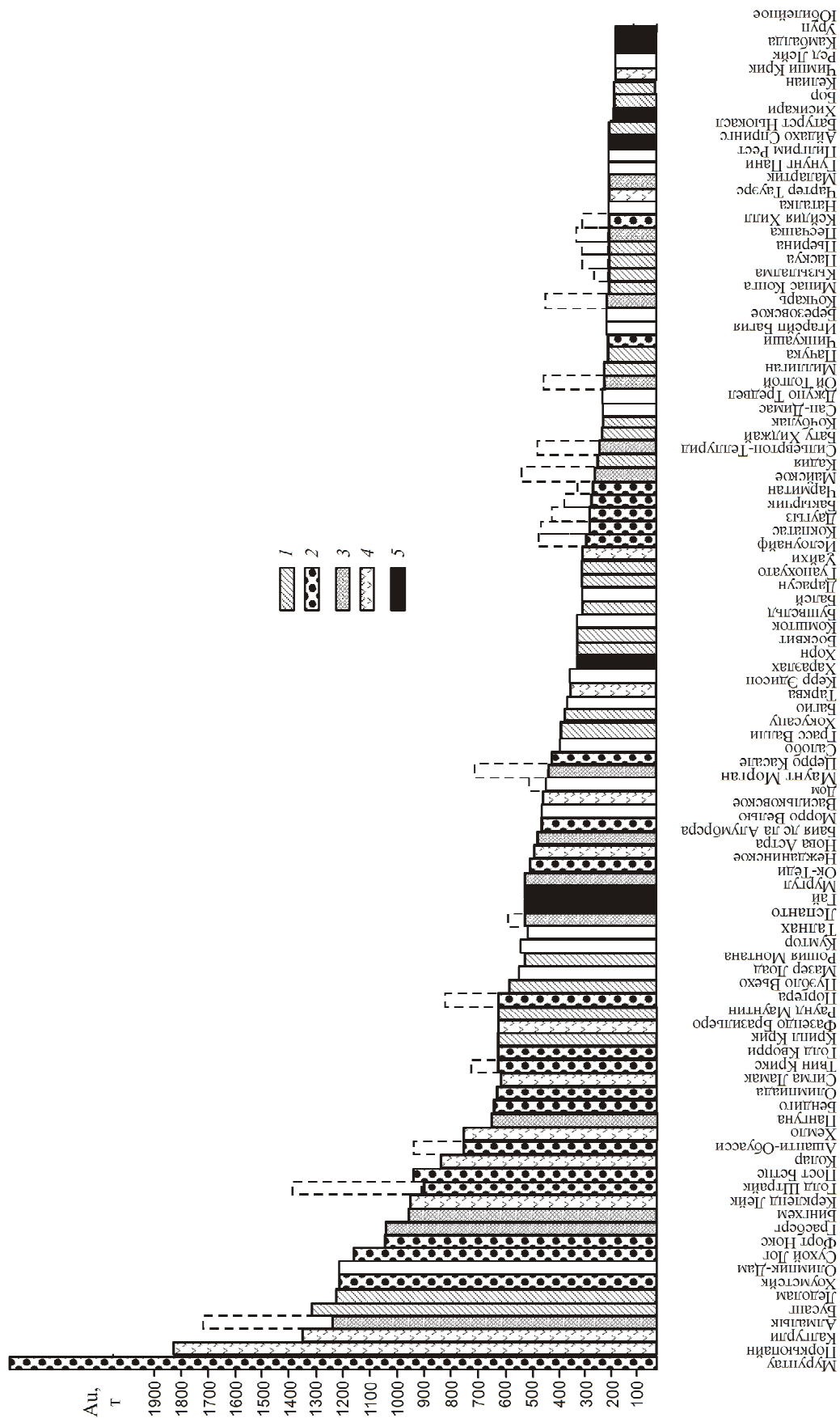


Рис. 1. Сто крупнейших месторождений золота мира: число месторождений: 1 — эпитермальные в вулканитах — 25; 2 — в терригенных комплексах — 22; 3 — Cu-Au-порфировые — 13; 4 — в зеленокаменных поясах — 13; 5 — колчеданные — 7

## 1. Геотектоническая позиция ведущих металлогенических провинций мира с золоторудными месторождениями в терригенных толщах

Геотектонические структуры	Металлогеническая провинция	Рудомещающие породы, их возраст	Месторождения
Орогенно-складчатые области	Южно-Гяньшаньская	Песчано-сланцевая толща ордовика–силура, олистостромово-флишoidная толща среднего-позднего карбона	Мурунтау, Даугызтау, Кокпатаг, Чармитан, Джилао, Чоре
	Зайсанская	Шлировая моласса: грубоэризмичная толща с редкогалечными конгломератами в основании ритмов и преобладанием в целом псаммито-алевроллистных пород позднего карбона; песчано-алевросланцевая толща с широким развитием вулканомиктовых алевропсаммитов, туфов среднего карбона	Бакырчик, Джерек
	Яно-Кольмская	Алевроглинистая толща поздней перми–ранней юры, песчано-алевросланцевая толща позднего карбона–поздней перми	Кючус, Нежланское, Наталкинское, Ветренское, Дуэт, Бриндакиг, Родионовское
	Чукотская	Туфо-песчано-алевросланцевая толща триаса; песчано-алевросланцевая толща раннего карбона	Майское, Каральвеем, Сомино
	Енисейская	Карбонат-слодисто-кварцевые сланцы, местами хлоритoidные среднепротерозойские; кварц-карбонат-серцитовые филлитовидные сланцы позднего протерозоя	Олимпиадинское, Советское, Удерейское, Ведуга
	Северо-Байкальская	Известковистые песчаники, алевролиты, филлиты позднего протерозоя	Сухой Лог, Вернинское
	Лахланская (Восточно-Австралийская)	Чередование филлитов, алевролитов, песчаников с преобладанием последних	Бендинго, Балларат, Клунс, Стейвел
	Блек-Хилл	Хлорит-амфибол-кварц-биотит-карбонатные филлитовидные сланцы среднего протерозоя	Хоумстейк
	Невадийская (мезокайнозойская активизация Северо-Американской платформы)	Глинистые известняки, доломиты, известковистые аргиллиты ордовика–карбона	Карлин, Дип Пост, Голд Кворри, Мейкл и др.
	Области активизации платформенных окраин (и складчатых областей)	«Золотой треугольник» Юго-Восточного Китая (поздне меловая активизация платформы Янттзе)	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, доломитистые песчаники, известняки перми и триаса
Сетте-Дабанская (меловая активизация Восточно-Сибирской платформы)		Доломиты, песчанистые доломиты венда, алевролиты раннего кембрия	Тас-Юрях
	Кавказская (миоцен-четвертичная активизация поздне мезозойских субплатформенных образований)	Карбонатные и известковисто-терригенные толщи поздней юры–раннего мела	Лухуми

Щиты  Эпикратонные рифтогенные впадины и бассейны	Провинция Леоно-Либерийского щита	Вулканомиктовые, граувакковые, полимиктовые песчаники, аргиллиты супракрустального комплекса раннего протерозоя	Апанти-Обуасси, Престиа, Богасу, Кононга, Калана, Луло, Марлю
	Слейв Канадского щита	Алевроглинистые сланцы, граувакка, ВГ (кварцитовидные гематитовые граувакки, с прослоями глинистых и гранат-амфибол-хлорит-биотитовых сланцев) позднего архея	Лулин
	Патерсон (блок Пилбара) Австралийского щита	Карбонатно-кварцито-терригенная толща в составе супракрустального комплекса Янина раннего протерозоя	Телфер, Блу-Спек
	«Железный квадрат» Бразильского щита	Слюдисто-кварц-анкеритовые, кварц-доломит-анкеритовые сланцы, филлиты супракрустального комплекса позднего архея	Морроу-Велью
	Карело-Кольская (раннепротерозойские рифтогенные бассейны на архейском кратоне)	Туфоалевролиты, аргиллиты, пестроцветные каронатно-сланцевые сланцы с линзами конгломератов, шунгитосодержащие алевролиты, туфоалевролиты раннего протерозоя	Средняя Падма, Космозеро, Толвуйское, Пигма
	Южно-Китайская (кембрийские рифтогенные бассейны архей-раннепротерозойского кратона Янгтзе)	Углеродистые гидрослюдистые глинистые сланцы, черные сланцы раннего кембрия	Зуньи, Хуангдживан, Тианешан
	Центральный Юкон (рифтогенный бассейн, наложенный на Североамериканский докембрийский кратон)	Карбонатно-кремнистые аргиллиты, черные сланцы позднего девона	Ник-Проперти
	Центрально-Европейская (каменноугольно-пермские рифтогенные впадины на протерозойском основании)	Песчаники, доломиты, глинистые и битуминозные сланцы поздней перми	Любин



## 2. Обобщенные признаки характеристики и элементы обстановок локализации золоторудных месторождений терригенных комплексов

Характеристики руд и минерализованных тел, элементы обстановок локализации месторождений	Месторождения			
	складчатых областей (бакырчицкое семейство)	областей активизации платформенных окраин (карлийское семейство)	щитов	эпикригонных рифтогенных впадин (золотосодержащие)
Количество сульфидов во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах, %	4-5 (колеблется от 2 до 10)	5	20 (от 5 до 70)	10-50 (до 80)
Главные и (типоморфные) минералы руд	Пирит, арсенопирит	Мышьяковистый пирит (реальгар, аурипигмент, антимонит, киноварь, арсенопирит)	Пирротин, арсенопирит, пирит (халькопирит)	Важит, молибденит, халькопирит, пирит, герседорфит, пен гландит, настуран, коффеинит
Типоморфные элементы руд	Au, As	Au, As, Sb, Hg, Tl	Au, Cu, As	Cu, Ni, Zn, Mo, U, V, Mn, Ag, Re, Au, Bi, Y, Pb
Морфология тел вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд	Линзы, лентообразные тела	Линзы	Линзы, плитообразные тела	Линзы, плитообразные тела
Текстура руд	Вкрапленная, прожилково-вкрапленная, штокерковая	Вкрапленная, прожилково-вкрапленная, брекчиевая	Штокерковая, густовкрапленная, прожилково-вкрапленная, брекчиевая	Вкрапленная, конкреционная, линзовидно-слоистая, прожилково-вкрапленная
Содержание золота в руде, г/т	4-5 (от 2,5 до 12)	2-6 (от 0,6 до 29)	8-10 (до 15-20)	0,5-1,0 (до 3-10)
Соотношение Ag/Au в руде	0,5-2,0	0,1-0,5 (до 2,0)	0,1	Резкие колебания: >>   до <<
Содержание в пирите	50	До 2400 в мышьяковистом пирите	5-15	
Содержание в арсенопирите	300 (для вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд)		50-200 (для вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд)	
Содержание мышьяка в пирите продуктивной ассоциации, %	Чаще 2-4	8-11 (в мышьяковистом пирите)	До 5,5	
Содержание $S_{орг}$ в рудовмещающих толщах, %	0,0n-0,1n, иногда до 1-2	Преимущественно <1		Нередко 10-20
Характерные околорудные преобразования пород	Серцитизация	Аргиллизация, деастироидизация	Турмалинизация	Альбитизация, флогопитизация, развитие роскэлита

Литологический характер рудовмещающих пород	Алевролиты, песчаники, глинистые сланцы, гравелиты; туфопесчаники, туфы, филлиты, слюдясто-карбонат-кварцевые сланцы; гранодиориты, диориты плутонов; граптодиорит-плагиогранит-порфиры даек	Глинистые известняки, тонко-слоистые илистые известняки, микролиты; переслаивание кремнистых аргиллитов, тонкослойных аргиллитов, известковистых аргиллитов; песчаники, алевролиты, аргиллиты, известковистые сланцы; горизонты брекчий с обломками кремнеземистых пород; известковистые сланцы; лампрофировые дайки, штоки гранодиоритов	Вулканические, грауваквовые песчаники, аргиллиты; слюдясто-кварц-анкеритовые, кварц-доломит-анкеритовые сланцы, филлиты, кварц-хлоритовые сланцы; кварциты, сидеритовые магнетит-гематитовые сланцы, кварц-карбонат-гематитовые и карбонат-гематитовые сланцы	Аргиллиты, алевролиты, туффиты; карбонатно-слюдистые туфиты; слюдистые сланцы; конгломераты; базальные горизонты разломообразных конгломератов, песчаников, алевролитов, сланцев; конкреционные (сульфидные или известковистые конкреции) горизонты; фосфатно-кремнистые горизонты. Характерна повышенная фосфоритность, захватывающая вышележащие и (или) подстилающие горизонты
Соотношение с интрузивными породами	Часто устанавливается парагенетическая связь с интрузивными комплексами, нередко рудная минерализация накладывается на дайки или штоки гранитоидов, прорывающих терригенные толщи	Устанавливается парагенетическая связь с магматическими комплексами. Иногда рудная минерализация накладывается на дайки и штоки гранитоидов, прорывающих терригенные толщи	Парагенетическая связь с орогенными интрузивными комплексами	Нет примеров пространственной связи с плутоническими интрузивными телами наложения рудной минерализации на интрузивные тела. Иногда предполагается регенерация и дополнительный привнос компонентов руд в связи с силами диабазов
Контроль месторождений и (или) рудных тел разрывными структурами	Четкий контроль разрывными структурами. Рудные тела размещаются в зонах разломов, месторождения и рудные поля контролируются глубинными разломами	Месторождения контролируются разрывными структурами, часто глубокого заложения; рудные тела в одних случаях размещаются в зонах разрывов, в других — на определенных литолого-стратиграфических уровнях	Рудные поля и месторождения часто контролируются явными и скрытыми (глубинными) зонами разломов. Иногда явный контроль отсутствует. Рудные тела чаще контролируются разломами	Часто явный контроль отсутствует. Иногда в зонах складчатого-разрывных дислокаций в участках пересечения рудоносных прослоев разломами повышается концентрация рудных компонентов и формируются рудные тела

практически постоянное присутствие антимонита и киновари в рудах, тогда как в рудах бақырчыкского семейства они обнаруживаются реже и проявлены более локально;

размещение преимущественно в карбонатных или в пелит-алеврит-карбонатных, реже в известковистых тонкообломочных алюмосиликатных породах;

типоморфные элементы руд — Au, As, Sb, Hg и Tl; преобладающие околорудные изменения представлены аргиллизитами (по алюмосиликатным породам) и джаспероидами (по карбонатным породам);

температура формирования главной продуктивной ассоциации с высокомышьяковистым золотоносным пиритом в среднем 180–220°C.

Золоторудные месторождения щитов размещаются в терригенных, часто турбидитовых толщах, в так называемых бассейновых обстановках, сопрягающихся с зеленокаменными поясами и представляющих совместно с последними супракрустальные комплексы щитов. Среди них по условиям локализации выделяются две группы: связанные с секущими зонами разломов, не отличающиеся от

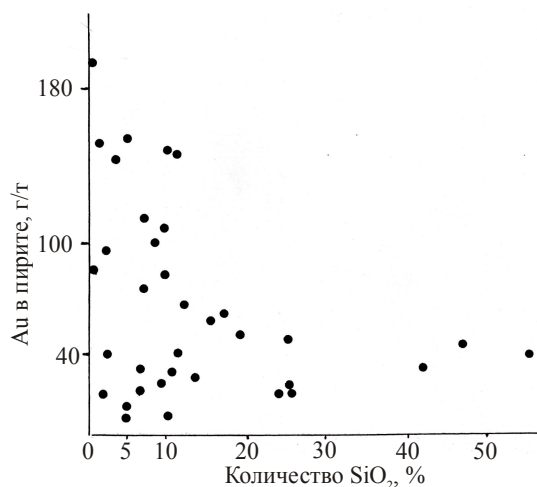


Рис. 2. Соотношение золота, заключенного в пирите, с количеством прожилкового кварца в руде золото-сульфидного месторождения Чоре (вкрапленность сульфидов составляет около 5%):

из штучной пробы прожилково-вкрапленных руд отбирался и анализировался пирит и изготовлялся шлиф, в котором определялась доля прожилков кварца

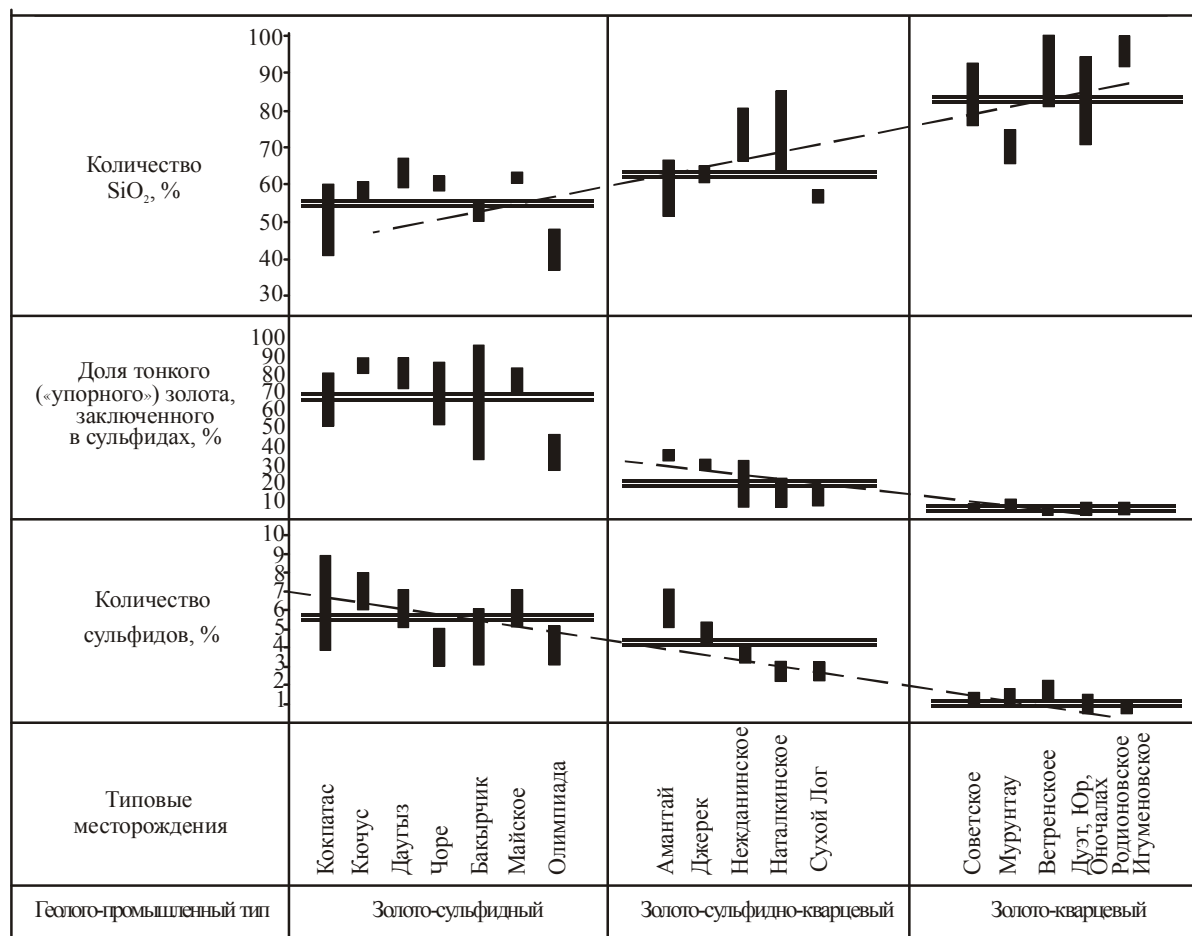


Рис. 3. Некоторые характеристики руд бақырчыкского семейства по данным обработки технологических проб

месторождений бақырчикского семейства и стратиформные, локализованные в слоях песчаников и песчано-сланцевых пачках или в слоях железистых полосчатых кремнистых или карбонатных пород, в так называемых ВIF.

Типоморфными чертами месторождений щитов являются:

пирротин-пиритовый, пирротин-арсенопирит-пиритовый обычно с халькопиритом состав руд (вплоть до формирования золото-медных руд — Телфер в Австралии);

более высокое, чем в рудах бақырчикского и карлинского семейств, количество сульфидов; в стратиформных месторождениях содержание сульфидов в среднем 20 и до 70% на отдельных участках;

высокое содержание турмалина в рудах и в рудовмещающих горизонтах пород.

В отличие от месторождений трех рассмотренных геотектонических структур месторождения в эпиплатформенных рифтогенных впадинах и бассейнах, как правило, поликомпонентны с разным составом ведущих и сопутствующих элементов. Золото в них — компонент попутный [1–3, 5]. Специфическими чертами этих месторождений являются:

преимущественно стратиформный характер размещения;

высокая углеродистость рудовмещающих пород (10–15%  $C_{орг}$ );

повышенная фосфатонность, чаще в подстилающих, реже в перекрывающих толщах;

частое присутствие в рудоносных горизонтах конкреций сульфидного, карбонатного, фосфатного составов;

малая мощность рудных прослоев (от первых сантиметров до 1–2 м) и высокое содержание в них сульфидов (от 10–15 до 100%);

частая приуроченность к границам стратиграфического несогласия толщ (свит, серий).

Собственно золото-платиноидные месторождения данной геотектонической обстановки редки (Любин в Польше) и крупные среди них не известны. Возможное исключение — Сьерра Пелада в Бразилии. В более высоких частях разрезов толщ эпиплатформенных рифтогенных впадин чаще встречаются собственно золоторудные или золото-платиноидные рудные концентрации (Толвуйское, Комлевское в Карелии), также не образующие крупных объектов. Однако в определенных геолого-экономических условиях, особенно в случае развития по ним золотоносных кор выветривания, подобные объекты имеют промышленное значение.

Представляется, что месторождения именно этой геотектонической обстановки в связи с высокой углеродистостью рудовмещающих пород следует называть «черносланцевыми», отличая их от

золоторудных месторождений трех других геотектонических обстановок, где также широко распространены черные сланцы в рудоносных толщах, но содержание  $C_{орг}$  в них обычно не превышает 1–2%, а чаще 0,1%.

Основные черты обстановок локализации выделенных рудно-формационных семейств месторождений — это положение их в сводном разрезе пород провинций, соотношение со складчато-разрывными структурами и магматическими телами.

В сводных разрезах терригенных толщ металлогенических провинций золоторудная минерализация охватывает нередко значительный возрастной интервал и большую мощность сводного разреза (рис. 4). Однако обычно концентрация объектов в разных частях литостратиграфических колонок различна и нередко достаточно четко устанавливаются рудоносные литоформации. Для многих провинций преобладает стратоидный характер размещения месторождений. Для месторождений карлинского семейства, судя по двум провинциям (Невадийской в США и «Золотой треугольник» в Китае), где эти месторождения развиты наиболее широко, более важен литологический состав пород, и в сводном разрезе они размещаются в разных литоформациях, преимущественно в карбонатсодержащих.

На щитах, как упоминалось, широко развиты месторождения, приуроченные к маломощным (первые метры – десятки метров) литолого-стратиграфическим слоям, пачкам, горизонтам (рис. 5).

Сравнительно четкий литолого-стратиграфический контроль месторождений характерен также для эпиплатформенных рифтогенных впадин, расположенных главным образом в основании разрезов. Для месторождений в более верхних частях разреза признаки характеристики и условия локализации во многом сходны с таковыми для месторождений бақырчикского семейства. По соотношению с литолого-формационными комплексами они также относятся к стратоидным (рис. 6).

Контроль золоторудных месторождений в терригенных комплексах разрывными структурами разного порядка играет важнейшую роль в их локализации. Региональные рудоконтролирующие разрывные структуры занимают резко секущее положение по отношению к господствующему направлению покровно-складчатых структур провинций, образуя тренды пространственного размещения (рис. 7), или кососекущее до субсогласного. Очевидно, что такой контроль обусловлен крупными глубинными разрывными структурами. Более локально, в пределах рудных полей и узлов, месторождения нередко контролируются зонами смятия, брекчирования, милонитизации, в которых размещаются рудные тела (рис. 8).


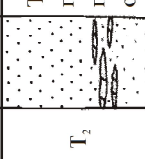
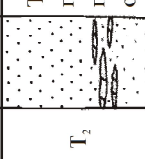




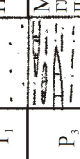
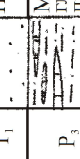








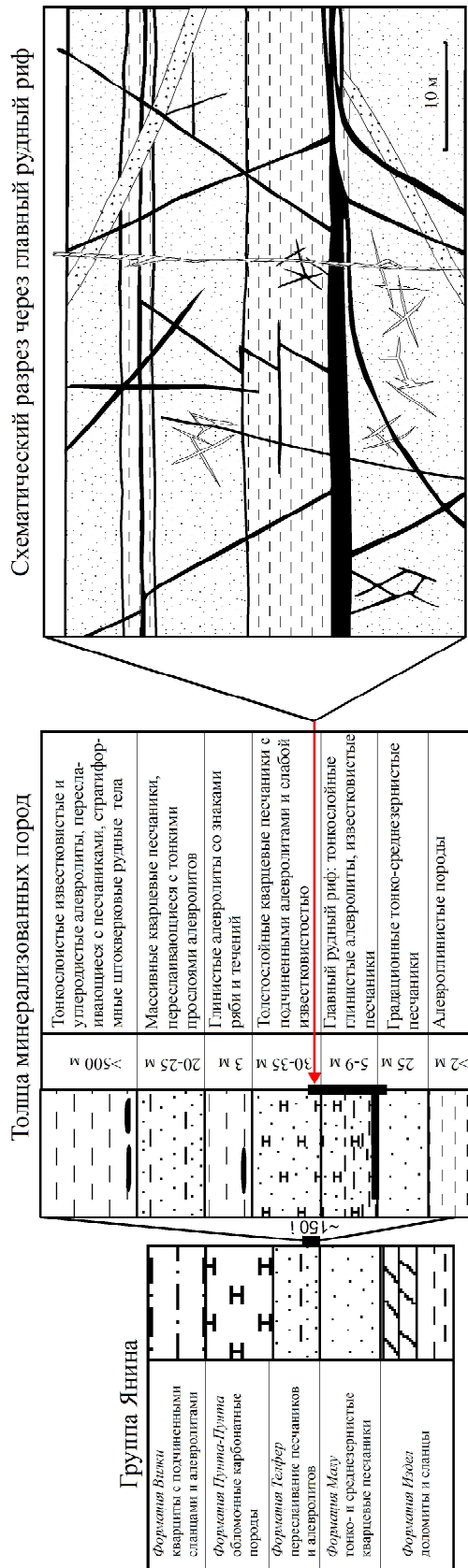
Невадийская провинция, по L. Teal and MacJackson, 1997			Провинция «Золотой треугольник», по A. Wilde, 2003			Южно-Тяньшаньская провинция				
Воз-раст	Литологический состав	Распределение месторождений	Воз-раст	Колонка	Литологический состав	Положение месторождений	Колонка	Мощность, км	Литологический состав	Распределение месторождений
O	Формация Винни +1500 м переслаивание кремней, кремнистых илов, зеленокаменных пород, известняков		T <sub>3</sub>		Тонкослоистые глинистые известняки, песчано-глинистые отложения	Цзянг, Яга		>0,5	Сероцветные и пестроцветные молассоиды	
O-D			T <sub>1</sub>		Песчаники, алевролиты	Ланнигоу		1,2-3,0	Песчаники, алевролиты, граувакка с линзами вулканитов, кремней	
D <sub>3</sub> -C <sub>1</sub>	Свята Ролдо Крик 50-250 м аргиллиты, кремнистые илы		P <sub>3</sub>		Мертели, известняки, глинистые сланцы, прослой углей, песчано-глинистые сланцы	Санче		0,8-2,0	Карбонатные породы	
D	Формация Полович >400 м глинистые известняки, микролиты, органогенные известняки		P <sub>1</sub>		Сланцы, алевролиты, известняки	Гетанг			Полимиктовые песчаники, алевролиты, линзы кремней	
S	Формация Роберте Маунтинс, глинистые известняки >470 м								Доломиты, кремнистые сланцы, амфиболовые сланцы, метавулканиты	
O	Формация Хонсон Крик массивные доломиты Кварциты Эврика							>1,0		

Рис. 4. Положение золоторудных месторождений в сводных литолого-стратиграфических колонках некоторых провинций:



А



Б

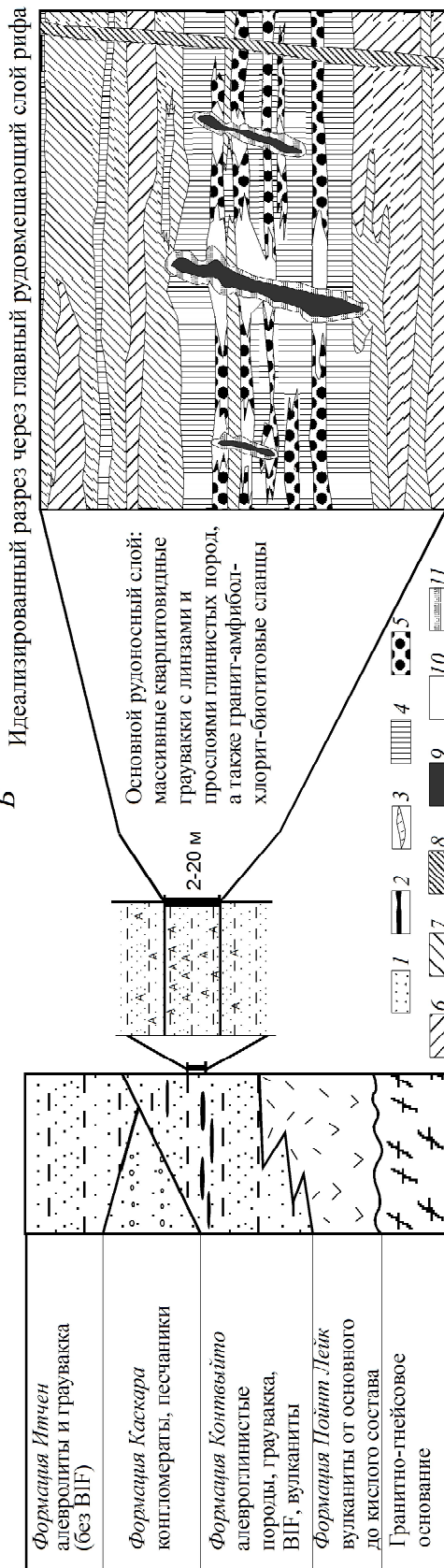
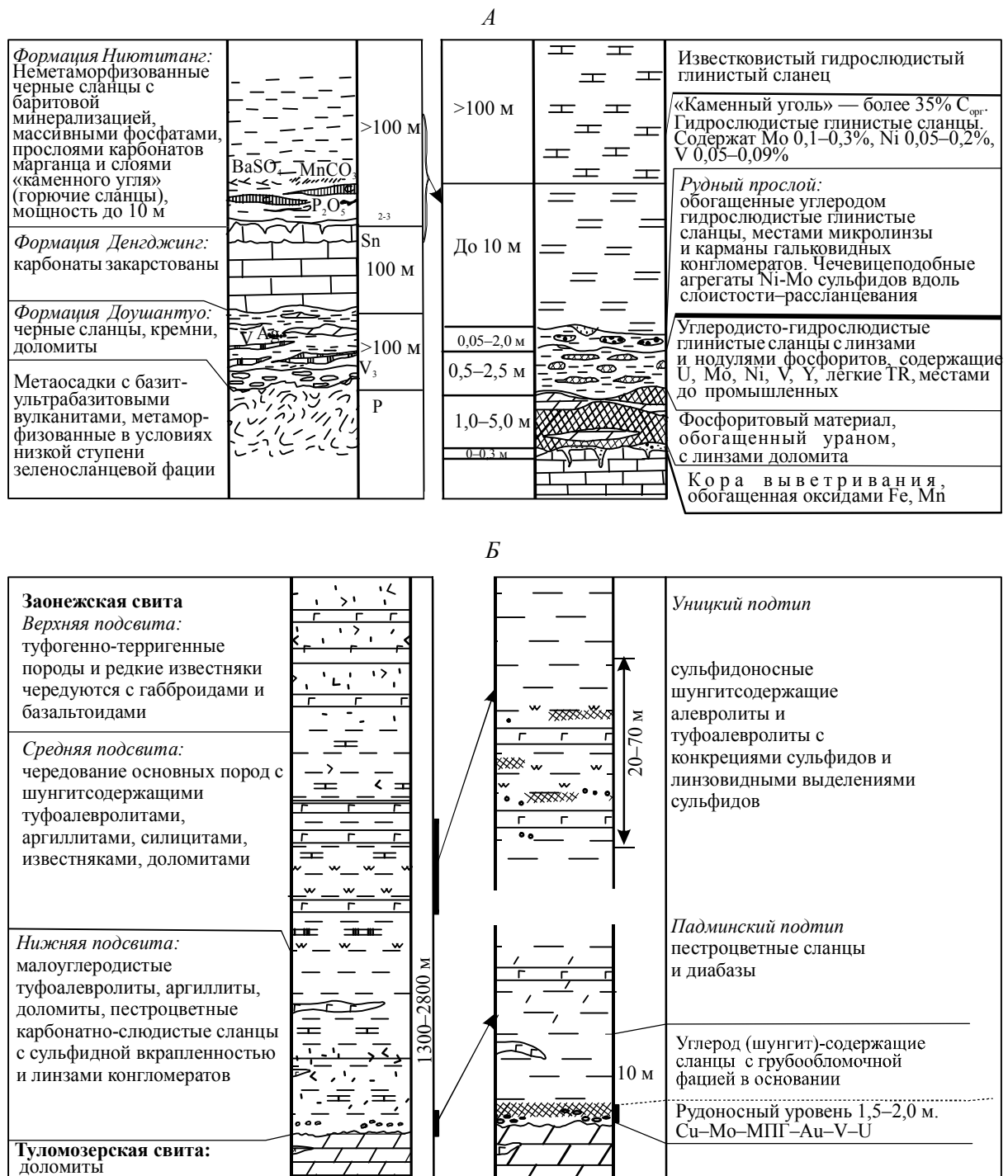


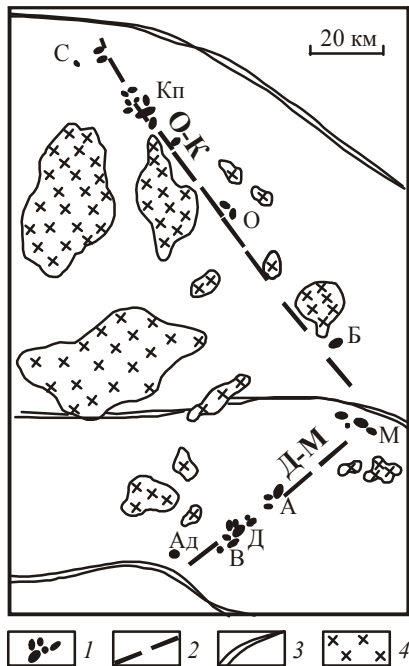
Рис. 5. Положение в литолого-стратиграфических колонках провинций и структурно-металлогенический характер руд стратиформных месторождений шитов:

А — месторождение Телфер, блок Пилбара Западно-Австралийского шита, по [7, 8]; 1 — ранние гидротермальные изменения; 2 — жилы главной продуктивной стадии; 3 — поздние гидротермальные прожилки; Б — месторождение Лупин, Канадский шит, по [6]; 4 — обогатительные прослои; 5 — прослои, обогащенные (>5%) сульфидными; 6 — граувакка; 7 — аргиллиты (филлиты); 8 — диабазовая дайка; 9 — кварцевая жила; 10 — участки, обогащенные арсенопиритом с промышленными концентрациями золота; 11 — хлоритовая оторочка



**Рис. 6.** Позиция черносланцевых месторождений комплексных золотосодержащих и существенно золотых и золото-платиноидных руд в литолого-стратиграфических колонках провинций:

А — Южно-Китайская провинция, месторождение Хуангдживан, по материалам [9]; Б — Карело-Кольская провинция, месторождения Онежской впадины, по материалам [1, 2, 3]

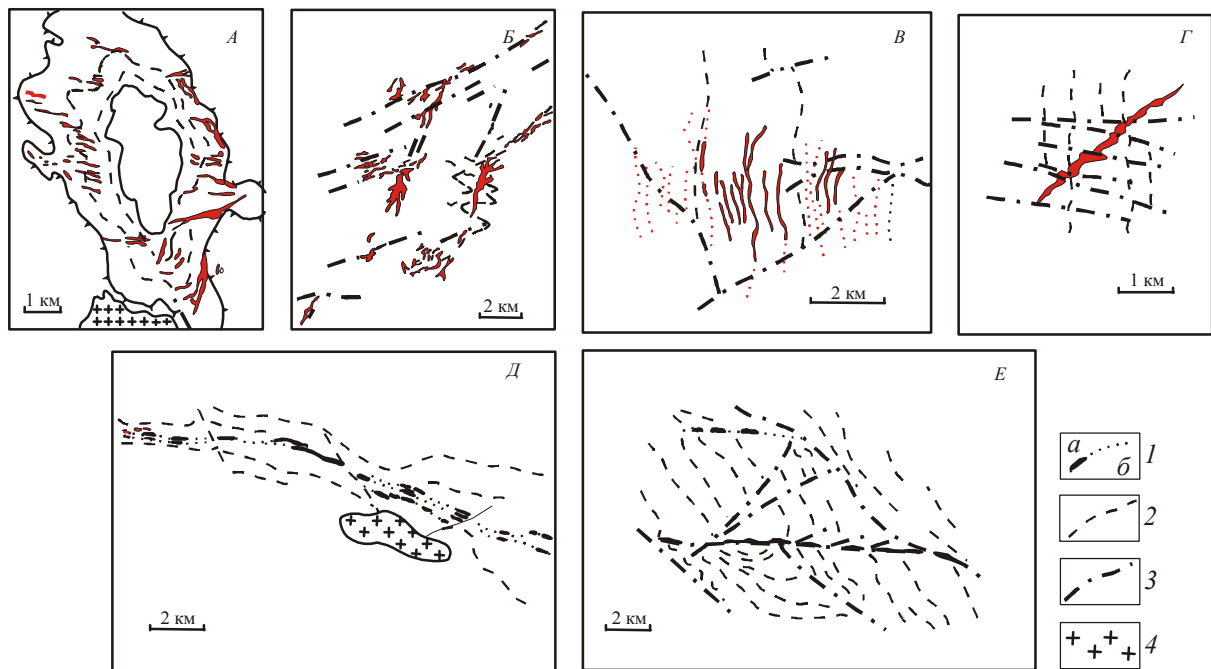


**Рис. 7. Тренды размещения основных месторождений в Кызылкумской провинции**

1 — месторождения (С — Сопредельное, Кп — Кокпатас, О — Окжетпес, Б — Балпангау, М — Мурунтау, А — Амантайгау, Д — Даугызгау, В — Высоковольное, Ад — Аджибугут); 2 — тренды распространения месторождений: О-К — Окжетпес-Кокпатасский, Д-М — Даугызгау-Мурунтауский; 3 — границы структурно-формационных зон; 4 — массивы гранитоидов

В стратиформных месторождениях более ярко проявлен литолого-стратиграфический контроль рудной минерализации, однако роль и значимость разрывных структур иногда являются определяющими в размещении промышленных руд (см. рис. 5).

Анализ соотношений золоторудных месторождений в терригенных комплексах с магматическими образованиями в большинстве случаев обнаруживает парагенетическую связь их с определенными интрузивными комплексами. Анализ простран-



**Рис. 8. Структурные условия локализации месторождений золото-сульфидных прожилково-вкрапленных руд:**

1 — золотое оруденение установленное (а) и предполагаемое (б); 2 — слоистость вмещающих пород; 3 — разрывные нарушения; 4 — гранитоиды; месторождения: А — Кокпатас, Б — Даугызгау, В — Майское, Г — Кючус; рудоносные зоны: Д — Поймазар-Яфчская, Е — Кызыловская



**Рис. 9. Размещение золоторудных полей и месторождений относительно гранитоидных плутонов в некоторых золоторудных провинциях:**

1 — плутоны, обнажающиеся на дневной поверхности; 2 — скрытые плутоны, выявленные по геофизическим данным; 3 — толщи, перекрывающие рудоносные комплексы; 4 — месторождения и рудные поля; 5 — золоторудные поля и узлы; 6 — золотороссышные поля и узлы

ственных соотношений золоторудных месторождений и интрузивных массивов показывает, что главные рудоносные площади располагаются над выклиниванием латеральных апофиз плутонов, обычно наиболее удаленных от их корневых частей. Характерна также локализация оруденения в провесах кровли крупных плутонов и между ними (рис. 9).

Важно отметить, что золоторудные месторождения в металлогенических провинциях терригенных комплексов размещаются иногда и в интрузивных телах, прорывающих терригенные рудоносные толщи, однако самые поздние фации гранитов, как

правило, кислые по составу, рудных тел не содержат.

В общем случае рудогенная обстановка обуславливается положением термостатированных систем, определяемых благоприятным сочетанием морфологии плутонов, создающих сфокусированный, а не рассеянный термофлюидопоток, рудоэкранирующих поверхностей или реакционно-активными толщами и каркасом разрывных структур, а также положением рудогенерирующих формаций между источником энергии (гранитоидный очаг) и местом рудоотложения (рис. 10).

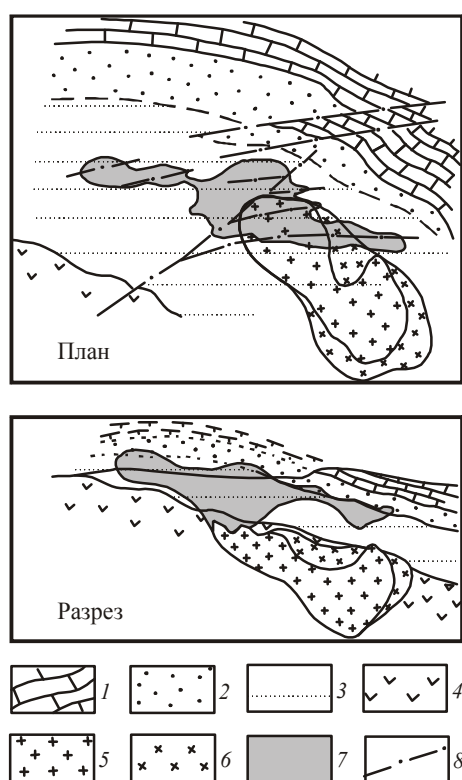


Рис. 10. Упрощенная модель рудогенной обстановки:

1 — толщи карбонатных пород; 2 — толщи грубообломочных пород; 3 — алевро-песчано-сланцевая толща (рудовмещающая рудоносная формация); 4 — вулканогенно-карбонатно-терригенная толща (вероятная рудоносная формация); 5 — граниты, лейкограниты позднего плутоногенного комплекса (рудобразующая формация); 6 — преимущественно гранодиориты раннего комплекса (рудобразующая формация); 7 — золоторудная минерализация; 8 — современный эрозионный срез; 9 — разрывные нарушения

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Библибина Т.В., Мельников Е.К., Савицкий А.В. О новом типе месторождений комплексных руд в Южной Карелии // Геология рудных месторождений. 1991. Вып. 6. С. 3–13.
2. Булавин А.В. Формация комплексных медь-уран-молибден-ванадиевых руд зон складчато-разрывных дислокаций Онежской структуры // Металлогения Карелии. Петрозаводск, 1999. С. 246–260.
3. Платинометальные формации / А.И.Голубев, М.М.Лавров, Н.Н.Трофимов и др. // Металлогения Карелии. Петрозаводск, 1999. С. 261–272.
4. Рундквист Д.В. О значении формационного анализа при прогнозных исследованиях // Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые Л., 1986. С. 17–39.
5. Черников А.А. Соотношение процессов коры выветривания и гипергенных факторов при формировании комплексных месторождений онежского типа // Глубинный гипергенез, минерало- и рудообразование. М., 2001. С. 49–59.
6. Bullis H.R., Hureau R.A. and Penner B.D. Distribution of gold and sulfides at Lupin, Northwest Territories // Econ. Geol. 1994. Vol. 89. P. 1217–1227.
7. Goellnicht N.M., Groves D.I., McNaughton N.J. An epigenetic origin for the Telfer gold deposit, Western Australia // Econ. Geol. Monograph 6, 1989. P. 151–167.
8. Rowins S.M., Groves D.J., McNaughton N.J. A reinterpretation of the role of granitoids in the genesis of the Neoproterozoic gold mineralization in the Telfer dom, Western Australia // Econ. Geol. 1997. Vol. 92. P. 133–160.
9. Mao J., Lehmann B., Du A. et al. Re-Os of polymetallic Ni-Mo-PGE-Au mineralization in lower cambrian shales of south China and its geologic significance // Econ. Geol. 2002. Vol. 97. P. 1051–1061.
10. Teal L. and Jackson M. Carlin trend gold deposits and description of recent deep discoveries // SEG Newsletter. 1997. № 31. P. 13–24.
11. Wilde A. The golden triangle of southeast China: another Carlin trend? // SEG Newsletter. 2003. № 55. P. 1, 9–11.