

122
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ РУДООБРАЗОВАНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ СИБИРИ
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР
МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР

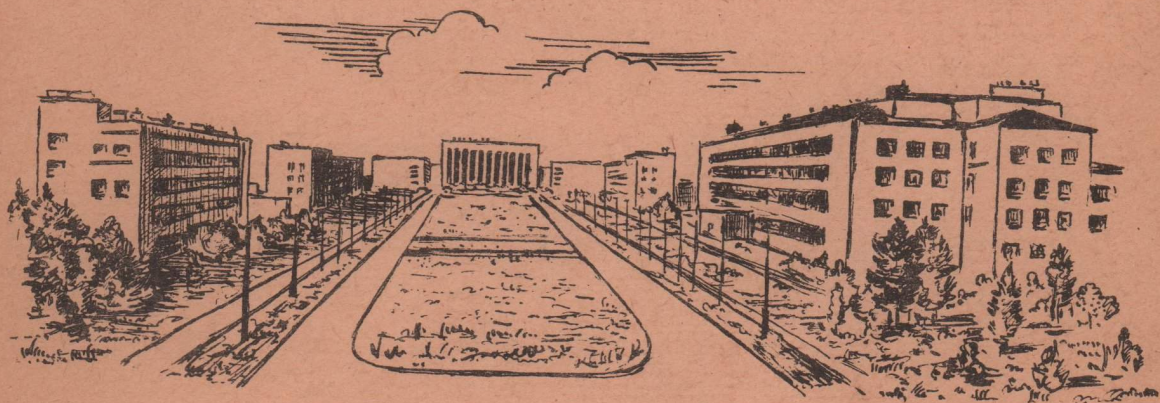
Инв. № 10

Секретно

Экз. №

000035

ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТА СИБИРИ



НОВОСИБИРСК—1975

Приложение
48с

О П И С Ъ

сброшюрованного материала, вошедшего в инвентарный № Юс

машинописного текста
секретно уч. № МП-233с 40 - листов
сов. секретно уч. № _____ - листов
несекретно _____ - листов
чертежи на _____ всего _____ - листов
(род бумаги)
из них: секретно инв. № _____ - листов
сов. секретно инв. № _____ - листов
графиков, рисунков, схем на _____ - листов
(род бумаги)
из них: секретно инв. № _____ - листов
несекретно _____ - листов
фотоотпечатков: всего _____ - листов
из них: секретно инв. № _____ - листов
сов. секретно инв. № _____ - листов
несекретно _____ - листов

Всего в инвентарном номере № Юс Сорок листов.

Ответственный исполнитель Н.А. Росляков, С.Р. Осинцев.

" II " сентября 1975 г.

Правильность записи документов проверил:

Начальник I-го отдела *Кривошеин*

422

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ РУДООБРАЗОВАНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ СИБИРИ
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ РСФСР
МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР

Секретно
экз. №

000035

ПРОБЛЕМЫ ЗОЛОТА СИБИРИ

Новосибирск-1975



1815

Главный редактор - академик В.А.Кузнецов

Заместители главного редактора
академик Н.А.Шило
доктор геол.-мин.наук Ю.Г.Щербаков

Члены редколлегии: канд.геол.-мин.наук А.В.Алабин
канд.геол.-мин.наук Г.В.Нестеренко
канд.геол.-мин.наук А.Д.Ножкин
канд.геол.-мин.наук Н.А.Росляков
канд.геол.-мин.наук Н.В.Рослякова

Ответственные за выпуск: Н.А.Росляков, С.Р.Осинцев

ПРЕДИСЛОВИЕ

Материалы совещания по проблеме "Геология и геохимия золоторудных месторождений и перспективы золотоносности Сибири", проведенного в Институте геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР в г. Новосибирске 9-11 апреля 1975 г., опубликованы в двух сборниках: "Условия образования и размещения золоторудных месторождений Сибири" и "Геология и геохимия золоторудных месторождений Сибири".

В настоящий, третий, сборник входят доклады академика Н.А.Шило (ДВНЦ АН СССР) и Б.М.Зубарева, И.С.Бредихина и В.В.Фролова (Министерство геологии РСФСР), зачитанные на совещании, но не вошедшие в предыдущие сборники.

Кроме того, в сборник включены выступления участников совещания и принятое совещанием решение.

Широкий круг вопросов, рассмотренных на совещании, огромная информация, заключенная в опубликованных трех сборниках материалов совещания, несомненно могут способствовать повышению эффективности дальнейших работ, направленных на расширение минерально-сырьевой базы рудного золота в Сибири.

Редколлегия

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ОРГКОМИТЕТА
АКАДЕМИКА В.А.КУЗНЕЦОВА

Темой нашего совещания является освещение вопросов геологии, геохимии, и металлогении золота и оценка перспектив развития рудной базы золотодобывающей промышленности Сибири. Тема эта несомненно весьма актуальна и ее обсуждение давно назрело. Это, как известно, определяется тем, что в ряде золотосодержащих провинций Сибири некоторые давно существующие рудники, эксплуатирующие золоторудные месторождения, в настоящее время не обеспечены разведанными запасами руды и не имеют, в связи с этим, ясных перспектив дальнейшего развития. Поисковые работы на рудное золото в этих провинциях были мало эффективными и в последние годы их объемы были резко сокращены. Совершенно естественно, что это могло привести к выводу о том, что потенциальные возможности некоторых золотосодержащих провинций Сибири на рудное золото уже исчерпаны и возможности обнаружения здесь новых более или менее крупных золоторудных месторождений — весьма ограничены. Практическим следствием такого вывода должно было явиться сокращение или даже прекращение дальнейших ассигнований на поиски и разведки рудного золота. Следует отметить, что в некоторых золотосодержащих провинциях Сибири уже возникла подобная ситуация.

Однако есть основания считать, что для таких выводов и пессимистической оценки перспектив Сибири на рудное золото нет достаточных данных.

Необходимо учитывать, прежде всего, что в течение последних нескольких лет основные объемы поисково-разведочных работ и ассигнований на них тратились на приросты запасов руд уже известных и эксплуатирующихся месторождений, в то время как работы на перспективу почти не проводились.

Кроме того (и это — самое главное), поисковые работы прошлых лет были, естественно, направлены на обнаружение давно известных, традиционных для Сибири, типов золоторудных месторождений, — главным образом, кварцевожильных и частично — скарновых.

Другие формационные типы золоторудных месторождений не привлекали в свое время внимания и не изучались. Между тем, в ряде золотосодержащих провинций Сибири уже очень давно были установлены проявления золотого оруденения, существенно отличающиеся от ранее известных и освоенных месторождений рудного золота.

Хочу напомнить, что еще в 1890—1891 гг. академик В.А.Обручев, изучавший в то время Ленский золотосодержащий район, установил, что источником золота богатых россыпных месторождений этого региона являются не кварцевые жилы, а зоны пиритизации метаморфизованных терригенных пород. В 1946 г. в своей работе "Страницы из моей жизни" он писал: "Ненахождение кварцевых жил, достаточно богатых для эксплуатации, несмотря на многолетние поиски, и изучение характера этих глубоких россыпей, привели меня к выводу, что содержащееся в них золото образовалось благодаря выветриванию и разложению коренных пород, содержащих большое количество вкрапленного золотосодержащего пирита и тонких кварцевых золотосодержащих прожилков... За истекшие 40 лет богатые кварцевые жилы все еще не найдены, но открыт в одном месте широкий пояс пиритизированных коренных пород с тонкими кварцевыми прожилками, выгодный для эксплуатации при массовой добыче открытыми работами".^{х)}

х) В.А.Обручев. Избранные работы по географии Азии, т. I. Гос.изд.геогр.литер. М., 1951, стр. 38.

В 1948 г. он же писал: "В Дальней тайге, на левом склоне долины р. Хомолко, в ее верховьях, тщательно проведенная геологическая съемка обнаружила широкую полосу метаморфических сланцев, богатых вкраплениями серного колчедана, самородного золота и кварцевыми прожилками, также содержащими золото. Эту полосу, слагающую голец, названный Высочайшим, можно было бы разрабатывать в качестве коренного месторождения, так как невысокое, в среднем, содержание золота в этих породах окупалось бы добычей больших масс открытыми работами".^{х)}

Известно, что именно в этой зоне располагается месторождение Сухого лога. Следовательно, сухоложский тип золотооруденения, привлечший в настоящее время особенно большое внимание, был, в сущности, давно известен, но не привлек должного внимания и соответствующей оценки.

Теперь мы знаем, что метаморфизованные черносланцевые терригенные толщи протерозоя с зонами пиритизации и окварцевания, совершенно аналогичные тем, что в Ленском районе вмещают месторождение Сухого лога, установлены в Енисейском крае, подобные черносланцевые толщи с зонами окварцевания и пиритизации имеются в пределах выступов байкалит в Восточном Саяне и на востоке Тувы. Всюду они сопровождаются россыпными месторождениями золота и, очевидно, перспективны на обнаружение коренных месторождений сухоложского типа.

Вторым типом золотооруденения, также привлекающим сейчас серьезное внимание, являются зоны метасоматитов и сульфидного оруденения в вулканогенных, в том числе в зеленокаменных вулканогенных толщах. Они установлены в пределах Байкальского вулканогенного пояса протерозоя. Признаки рудопроявлений такого же типа имеются в восточных районах Алтае-Саянской области, в частности на востоке Тувы.

Можно упомянуть, кроме того, зоны золотосодержащих листовитов в офиолитовых поясах и некоторые менее известные в Сибири формационные типы золоторудных месторождений, по-видимому, также заслуживающих изучения.

Давно поставлена, но остается до сих пор нерешенной и недостаточно разработанной проблема обнаружения в Сибири месторождений типа древних метаморфизованных золотоносных конгломератов. Вероятно, мы имеем мало шансов открыть месторождения, аналогичные по типу и масштабу известным месторождениям Витватерсранда в Ю.Африке, но, судя по геологической обстановке, есть основания полагать, что если в Сибири будут открыты месторождения, приближающиеся к типу месторождений Ю.Африки, то они, скорее всего, будут обнаружены в пределах Алданского щита и на его южном складчатом обрамлении.

Все сказанное позволяет считать, что потенциальные возможности золотоносных провинций Сибири раскрыты еще не в полной степени. В них, по-видимому, могут быть обнаружены не только новые золоторудные месторождения ранее известных типов, т.е. кварцево-жильные и скарновые, но и новых формационных типов, в том числе возможно весьма значительные по объемам руды и металла. Следовательно, эти провинции заслуживают дальнейшего углубленного изучения и постановки специализированных геолого-поисковых и оценочных работ.

х) В.А.Обручев. Мои путешествия по Сибири. Изд. АН СССР, М.-Л., 1948, стр. 150-151.

Наиболее важной в практическом отношении задачей совещания является обзор геологии, геохимии и металлогении золота основных золотосных провинций Сибири и примыкающих рудных провинций Дальнего Востока, Казахстана и других районов СССР. В этих целях в программу совещания включен ряд заказных докладов регионального характера, составленных коллективами ведущих специалистов территориальных геологических управлений Министерства геологии РСФСР, предприятий Министерства цветной металлургии СССР и научных работников институтов Сибирского отделения и Дальне-Восточного научного центра АН СССР и Министерства геологии СССР. Сравнительный анализ золотосных провинций, по-видимому, будет способствовать рациональному планированию и повышению эффективности геолого-поисковых работ на рудное золото.

Второй задачей совещания, важной в теоретическом и методическом плане, является рассмотрение вопросов систематики золоторудных месторождений, условий образования и размещения месторождений, в том числе геохимии и физико-химии процессов образования и гипергенного преобразования золоторудных месторождений, вопросов формирования геохимических ореолов в рудных полях, их изучения и использования в поисковых целях.

В нашем совещании участвуют многие крупнейшие специалисты по геологии и геохимии золота. Совещание весьма представительно. Это обеспечивает высокий научный уровень совещания и можно быть уверенным, что оно позволит сделать ценные теоретические выводы, в том числе выводы, направленные на улучшение организации и повышение эффективности научных исследований, а главное позволит сделать конкретные рекомендации, способствующие скорейшему выявлению в Сибири новых крупных золоторудных месторождений.

Институт геологии и геофизики
СО АН СССР

К ПРОБЛЕМЕ СИСТЕМАТИКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В настоящее время золоторудные месторождения рассматриваются в качестве производных магматической деятельности; считается, что ответственными за образование их отдельных типов являются различные интрузивные и эффузивные комплексы. Несмотря на длительную историю исследования проблемы, мы, в сущности, по-прежнему оперируем теми же категориями, что и 50 лет тому назад — взгляды большинства специалистов, изучающих геологию золота, за это время практически не претерпели существенных изменений. Даже фрагментарный обзор подходов к решению общих и частных ее вопросов подтверждает высказанную мысль. В самом деле, целиком вся проблема связи золотой минерализации (как она теперь излагается в геологической литературе) с гранитоидными батолитами или "специализированными" магматическими образованиями не дает прежде всего удовлетворительного решения генетических вопросов.

Трудности в полном своем объеме обнажаются, если проанализировать имеющийся фактический материал о миграционной способности золота и многообразные и сложные взаимодействия его с другими элементами. Этот анализ нередко выявляет невероятную оторванность золотой минерализации вообще от магматических пород. Вместе с тем обнаруживается ее присутствие в одних случаях в структурах, характеризующихся активной вулканической деятельностью, в других — там, где развивается плутоническая фация магматизма, и нередко в толщах, подвергавшихся региональному прогрессивному и регрессивному метаморфизму. Подобное разнообразие обстановок, в которых формируются месторождения золота, указывает на наличие более общих закономерностей их образования, каким-то образом сопряженных с тектоно-магматической эволюцией различных сегментов земной коры, с дифференциацией мантийного вещества в последней. Здесь я хочу обратить внимание на известное замечание С.С.Смирнова о том, что "связи между рудами и тесно ассоциированными с ними в пространстве и времени магматическими породами не являются столь непосредственными, как это представлялось ранее". Отчасти уже поэтому понятна причина неудач в решении вопросов генетической связи золотой минерализации с конкретными, например, натровыми интрузиями или сериями вулканоплутонических ассоциаций по их только лишь пространственной близости или временной сопряженности. Многие при этом забывают, что пространственно-временной фактор не определяет генетического родства любой совокупности геологических явлений и, в частности, таких, как образование рудного месторождения и массива изверженных пород, хотя и не опровергает существующей общей причинной связи между магматизмом и рудообразованием.

Тем более, саму схему магматической деятельности нельзя упрощать до примитивных представлений о рудообразовании, как это делал Х.М. Абдуллаев

(1954, стр.66), писавший, что "изучение геологической истории областей с широким развитием изверженных пород показывает, что процессы извержения не происходили в каждом отдельном районе непрерывно. Периоды активности сменялись периодами покоя... В нашем понимании периоды с интенсивным проявлением магматической деятельности - это периоды магматизма, а области их проявления - области магматизма".

Вообще говоря, если рассматривать плутонический, гиабиссальный и эффузивный магматизм как частные звенья единого и сложного тектоно-магматического процесса, на одном из этапов развития которого проявляются региональный метаморфизм, метасоматоз и рудообразование, то станет очевидным несовершенство самой постановки (не говоря уже о ее разрешении) проблемы генетической связи золотого оруденения со "специализированными" интрузиями, батолитами гранитов или отдельными сериями вулканических пород и т.д. Если к этому добавить, с одной стороны, наши слишком схематичные представления о механизме формирования плутонов, малых интрузий и вулканитов, а с другой - свойства золота, позволяющие ему проявляться в различных геологических ситуациях, то можно увидеть, насколько несовершенна основа современной геологии золота.

Оценивая с таких позиций усилия, например, Ю.А.Билибина при решении задачи связи золотого оруденения, скажем, Колымского района или Алдана, с конкретными сериями присутствующих там пород, нельзя признать случайными полученные им в разное время прямо противоположные данные. Действительно, можно ли говорить однозначно, как это делает М.Б.Бородаевская (1955, стр. II2-II3), о генетической связи месторождений золота с дайками Северо-Востока СССР (где, кстати сказать, Ю.А.Билибин видел лишь признаки парагенетического родства), если до сих пор не получено убедительных данных о месте малых интрузий в тектоно-магматической истории Яно-Колымской системы? Вся сложность проблемы стала еще более очевидной после того, как в этом районе была установлена многоэтапность формирования малых интрузий (Апельцин, т.УШ, 1958, стр.75), среди которых выделено шесть возрастных формаций, и только две из них - наиболее ранние - отнесены к добатолитовым, которым и теперь еще многие исследователи приписывают золотое оруденение. Но эти формации малых интрузий, как выяснилось, по составу пород повторяют основную линию магматической эволюции, свойственную толщам вулканогенных образований верхнеюрского комплекса (оксфорд-кимеридж), и по многим чертам петрографии и химизма весьма близки к ним, особенно к развитым среди них субвулканическим телам. О таких породах еще Ф.К.Шипулин в полемике с М.Б.Бородаевской обоснованно говорил, что их нельзя относить вообще к семейству малых интрузий, так как "в геологическом отношении эти интрузии не являются самостоятельными, а генетически, пространственно, во времени, в отношении состава и металлогенических особенностей тесно связаны с эффузивами и образуют с ними одно целое" (1955, стр.184). В Колымском районе вторая формация добатолитовых даек имеет много общего "с небольшими интрузивами плутонических пород, обладающих рядом геологических и петрографических признаков гиабиссальных образований и относящихся к ранним этапам верхнеюрского интрузивного магматизма в пределах Яно-Колымской интрагеосинклинали" (Апельцин, т.УШ, 1958, стр.99).

Остальные четыре формации, ранее из-за недостатка данных относившиеся Ю.А.Билибиным к добатолитовым, даже если встать на его точку зрения, тоже

не решают проблемы. Особенно теперь, когда рядом исследователей показана чрезвычайная растянутость во времени (10-20 и более млн. лет) формирования интрузий дольмских гранитоидов, выяснение связи с ними золотой минерализации вообще становится непреодолимым. В самом деле, в каком отрезке такого длительного времени на дайки могла наложиться золотая минерализация и каким фазам интрузивной деятельности она обязана? Теперь ответить на данный вопрос невозможно.

Я на этом подробно останавливаюсь только потому, что схема генетического родства золотой минерализации с малыми интрузиями, в свое время вытеснив, хотя и не полностью, батолитическую концепцию Эммонса-Ферсмана, оказалась наиболее живучей и по трафарету повторяется в согнах статей. Вот один из примеров. В.Г.Моисеенко (1972, стр.136), изучая золотоносность даек Селемджинского района, пришел буквально к следующему выводу: "В Селемджинском районе несмотря на пострудный характер даек порфириров и штоков диоритового ряда устанавливается, помимо тесных пространственных отношений, четкая геохимическая взаимосвязь малых интрузий и золотого оруденения". Вряд ли кто-либо может себе представить геохимическую связь рудной минерализации с послерудными магматическими породами.

Как известно, С.С.Смирнов, критиковавший концепцию Ю.А.Билибина о связи оруденения с малыми интрузиями, противопоставил ей идею о специализированных интрузиях. Она нашла большое число сторонников, до сих пор исповедующих представления о магматическом очаге, содержащем необходимый для образования рудных месторождений спектр элементов. Однако известно, что специализированные магмы не выдержали проверки на практике, и эта теория умерла, хотя различные ее варианты еще защищаются магматистами и нередко геохимиками, которые теперь часто "специализируют" интрузии путем заимствования рудного вещества из вмещающих пород. Такой точки зрения, как известно, придерживался Ф.Н.Шахов, видевший даже саму причину противоречий в недоучете того, что "состав магматических расплавов наследует содержание пород, за счет которых он возник" (1964, стр.153). По его мнению, "нельзя не учитывать, что осадочные породы и эффузивы района могут быть отдаленными источниками золота в гранитоидной магме и отходящих от нее растворах" (там же, стр.153).

Хотя специализация магмы в последнее время и стала рассматриваться с металлогенических позиций, тем не менее это не устранило недостатки концепции. С ними в свое время столкнулся А.Г.Бетехтин (1953, стр.481), а совсем недавно (повторила прежние ошибки) Е.А.Радкевич (1973, стр.56-57), опубликовавшая статью в книге "Металлогения активизированных областей", где писала, что "ближайшие к океану зоны Северо- и Южно-Американских Кордильер представляют полициклические эвгеосинклинали с неоднократным повторением основного и среднего вулканизма, что предопределяет унаследованный фемический (или сиало-фемический) профиль минерализации с развитием разновозрастных (от палеозойских до третичных) месторождений меди и золота - местами вольфрама и молибдена". При этом она считает "главным отличием азиатской ветви от американской... подчеркнуто сиалический профиль минерализации (олово), что определяется широким развитием кислых гранитоидов корового происхождения". Здесь Е.А.Радкевич рассматривает проблему с учетом общих геологических позиций, но тем не менее по-прежнему отдается дань специализированным магмам, что и привело к исключению золота из со-

ветского сектора Тихоокеанского рудного пояса. И это несмотря на чрезвычайную выразительность концентраций его месторождений в самых различных структурах палеозоя, мезозоя и кайнозоя, принадлежащих жестким массивам дорифейской консолидации, мио- и эвгеосинклиналям и вулканогенным поясам.

Специалисты давно уже подметили, что золоторудные месторождения при всем их разнообразии прежде всего несут отчетливые черты или глубинности, или близповерхностного образования. Вместе с тем, золотая минерализация, как и различные магматические комплексы, локализуется или ограничивается определенными тектоническими структурами, но их связь представляется лишь в общей форме и никогда не дает нам конкретных материалов для доказательств генетического родства тех и других.

Рудные месторождения в этих зонах, несмотря на морфологические, структурные и минералогические различия сопровождаются то обширными, то локальными проявлениями метаморфизма. Их глубинные или околоповерхностные условия образования почти всегда распознаются, с одной стороны, благодаря интрузивным (плутоническим) процессам или резким проявлениям регионально-прогрессивного и регрессивного метаморфизма, а с другой — по вулканической деятельности и интенсивному гидротермальному метаморфизму. Именно в этом смысле они хорошо коррелируются с соответствующими тектоно-магматическими зонами. По этому достаточно устойчивому и ярко проявляющемуся признаку можно выделять три группы золоторудных месторождений, в сущности представляющие собой естественные ассоциации рудных формаций, — метаморфогенные, плутоногенные и вулканогенные. Месторождения метаморфогенных формаций чаще всего совершенно лишены какой бы то ни было связи с изверженными породами, но, как правило, располагаются в зонах регионального глубинного метаморфизма. В полях развития плутоногенных формаций обычно широко представлены интрузивные образования плутонической фации, нередко сопровождаемые мезозональными малыми интрузиями. Вулканогенные формации золоторудных месторождений почти всегда присутствуют в поясах и полях орогенного вулканизма и отличаются от всех остальных чертами близповерхностного образования.

Каждая из названных групп золоторудных месторождений имеет свой набор формаций, которые различаются по морфологии, минеральному составу, химизму, температурным условиям рудоотложения и пр. Вместе с тем они имеют и общие признаки, позволяющие метаморфогенные, плутоногенные и вулканогенные формации рассматривать в едином ряду, где в качестве классификационного признака могут быть использованы жильный и рудный минеральные комплексы; их образование тесно связано с тектоно-магматическими условиями, которые, меняясь в тех или иных зонах, оказываются решающими в формировании специфических черт месторождений.

Известно, что до сих пор в систематике рудных месторождений золота широко используются признаки самого различного характера (температура образования минералов, предполагаемая связь с магматизмом, состав руд и др.). Например, в одних случаях выделение формаций основывается на комплексе жильных минералов (золото-кварцевая, золото-баритовая и пр. формации); нередко к числу главных аргументов выделения золоторудных формаций относится рудная минеральная ассоциация (золото-сульфидная, золото-шеелитовая и пр.); наряду с этим довольно широко распространена классификация, основанная на присутствии в рудах тех или иных металлов (золото-серебряная, зо-

лото-редкометалльная, золото-теллурическая и пр.). Большинство же работ, посвященных формационному анализу золоторудных месторождений, выполнено с учетом всех этих и многих других признаков. Существующее в данном вопросе положение хорошо отразил И.Г.Магакьян в книге "Металлогения" (1974); в ней выделено четыре формации: золото-арсенопиритовая, золото-полиметаллическая, золото-серебряная и золотоносных конгломератов и кварцитов. К тому же, к золото-полиметаллической формации отнесены месторождения "бассейнов Яны, Колымы, Индигирки..."

Таким образом, рудные формации характеризуются то с геохимической позиции, то с минералогической, то с учетом собственно рудного комплекса, отчего, разумеется, коррелятивные их признаки практически теряют свое значение, а классификации, построенные на неравнозначных признаках, скорее представляют агломерат, а не систему генетически связанных между собой членов ряда.

Систематизируя золоторудные месторождения, можно расположить их в следующий ряд формаций:

I. М е т а м о р ф о г е н н ы е

а) гидротермально-метаморфогенные

золото-кварцевая

золото-сульфидная

б) метаморфические

золото-урансодержащие конгломераты

золото-сульфидная

II. П л у т о н о г е н н ы е

а) плутоногенно-магматические

золото-пентландит-пирротиновая

золото-пентландит-халькопиритовая

б) плутоногенно-гидротермальные

золото-кварцевая

золото-альбитовая

золото-анальцимовая

золото-турмалиновая

золото-форстерит-эпидотовая

золото-гранат-везувияновая

золото-волластонит-магнетитовая

золото-магнетитовая

золото-сульфидная

золото-баритовая

III. В у л к а н о г е н н ы е

золото-серебряная кварцевая

золото-серебряная адуляровая

золото-серебряная хлоритовая

золото-серебряная родонитовая

золото-серебряная родохрозитовая

золото-висмутовая кварцевая

золото-сурьмяная кварцевая

золото-теллурическая кварцевая

золото-сульфидная

Выделенные три группы формаций, как указано выше, распределяются по

принадлежности к соответствующему тектоно-магматическому комплексу. Разделение же их на формации основывается на изменении жильной ассоциации минералов золоторудных месторождений и металличности последних. Этот минералого-геохимический признак представляется доминантным, от формации к формации он заметно меняется в соответствии с эволюцией рудообразующего процесса.

Для полного понимания формационных признаков всех членов приведенного ниже ряда, по-видимому, следовало бы построить модель рудообразующего процесса, опирающуюся на геохимические свойства элементов, оказывающих решающее воздействие на образование минералов, присутствующих в выделенных золоторудных формациях. Появление в них той или иной минеральной ассоциации в значительной степени зависит от кислотности-щелочности, ионности-ковалентности и термодинамических характеристик минералов. Однако в настоящее время по вполне понятным причинам создать такую модель не представляется возможным. Поэтому ограничусь лишь общим анализом особенностей формаций.

Из выше приведенного ряда формаций видно, что в каждой группе присутствует золото-кварцевая формация - следовательно, она образуется в зонах развития регионального метаморфизма и гидротермального процесса как в плутоногенных, так и в вулканогенных условиях. Это указывает прежде всего на тесную геохимическую связь золота с кремнием, к сожалению, еще недостаточно расшифрованную. Как известно, кремний, являясь элементом четвертой группы второго периода, занимает промежуточное положение между металлоидом углеродом и металлами четвертой группы. Он обладает большой склонностью к соединениям с электроотрицательными элементами и группами. Вспомним, что золото отличается наиболее высокой для металлов электроотрицательностью. При валентности, равной четырем, кремний имеет координационное число - шесть. Его удивительные свойства (в его присутствии резко возрастает растворимость некоторых металлов, а золото проявляет каталитические свойства и т.д.) позволяют кремнию образовывать самые разнообразные соединения. Золото-кварцевые формации метаморфогенной, плутоногенной и вулканогенной группы различаются между собой, в первую очередь, по характеру жильного кварца; особенности его широко известны, и я не буду на них останавливаться.

В выделенных группах присутствует также золото-сульфидная формация; по минералогическому составу она существенно меняется от метаморфогенных к вулканогенным формациям. Так, метаморфогенная золото-сульфидная формация содержит пирит и пирротин, в некоторых случаях арсенопирит. Ионная плотность рудных элементов золотой ассоциации, изменяющаяся в сторону понижения от амфиболитовой фации до зеленосланцевой, хорошо отражает и пространственную зональность метаморфизма. Таким образом проявляется родство этих двух процессов. Плутоногенная же формация, непосредственно возникающая в магматическом очаге, кроме пирротина, характеризуется еще пентландитом и халькопиритом, а образующаяся в гидротермальных условиях, отличается широким развитием арсенопирита, иногда пирита, к которым почти всегда присоединяются галенит, джемсонит, стибнит, сфалерит и др. Вулканогенная золото-сульфидная формация содержит более широкий спектр сульфидов, среди которых заметное место принадлежит пириту, сфалериту, галениту, халькопириту, станниту, киновари и сульфосолям. В связи с этим можно говорить о

сере, которая при формировании этой формации выполняет комплексобразующую роль в рудном процессе на всех его уровнях: от метаморфогенных и магматических до гидротермальных плутогенных и вулканогенных. Здесь она также, по-видимому, выступает в роли элемента, определяющего и термодинамический потенциал. Бросается в глаза, что по мере развития рудообразующего процесса отношение серы к металлам меняется: вначале она образует сульфиды железа, затем никеля, меди, а потом свинца, цинка, олова, ртути и т.д. Доказано, что сульфиды ранней стадии формирования золото-сульфидной формации обогащены минералами с высокими значениями электродных потенциалов, способствующих более полному осаждению золота; они образуют естественный электрохимический ряд напряжений (Сахарова, 1968), не деформирующийся с изменением концентрации раствора. В плутогенной гидротермальной группе появляется золото-турмалиновая формация, в которой, по-видимому, место серы занимает бор.

В выделенных формациях любопытную картину изменения представляют натрий и калий. В группе метаморфогенных формаций калии вообще отсутствуют, а накопление натрия не играет большой роли, и он не оказывает влияния на образование существенно натровых минералов. В плутогенных формациях натрий, напротив, играет настолько большую роль, что здесь выделяются существенно натрийсодержащие формации: золото-альбитовая и золото-анальцимовая. В них этот элемент как бы вытесняет кремний и, несомненно, выполняет важную геохимическую роль не только как щелочной элемент. По мере перехода к вулканогенной группе золоторудных формаций количество натрия убывает, а калия, напротив, возрастает, что и позволяет выделять золото-серебряную адуляровую формацию. Здесь калий, по-видимому, выполняет соответствующую геохимическую роль щелочного элемента, почти полностью замещая натрий. Имеется достаточно оснований утверждать, что эти элементы, принимая участие то в образовании, то в разрушении сложных золото-серебросодержащих комплексов, в том числе, по-видимому, и металлоорганосилоксанов, как промежуточных продуктов рудного процесса, играют большую роль в переносе золота от места его мобилизации в зону концентрации; общеизвестны факты присутствия во включениях жильного кварца из золоторудных месторождений хлористых соединений натрия и калия, которые следует рассматривать как продукт сложных химических взаимодействий жильного и рудного комплекса элементов.

Кальций и магний существенное значение имеют в группе плутогенно-гидротермальных формаций и, в частности, тех из них, которые возникают при наложении рудной минерализации на скарновые породы — это золото-форстерит-эпидотовая и золото-гранат-везувиановая формации. Кальций также играет некоторую роль и в образовании вулканогенных формаций, проявляясь местами в виде кальцита и родонита.

Железо в различных формациях проявляет себя по-разному. В метаморфогенной группе оно входит в состав сульфидов, в плутогенных — магматических также присутствует в сульфиде совместно с никелем и медью, а в плутогенных — гидротермальных формациях этот элемент образует сложные минералы в ассоциации со скарновым комплексом, частично гидротермально измененным (золото-волластонит-магнетитовая и золото-магнетитовая формации). Железо в группе вулканогенных формаций присутствует также в сульфиде золото-сульфидной формации и в связи с существенно железистым хлоритом. В

этой группе железо частично замещается марганцем, который входит в состав золото-серебряной родонитовой и золото-серебряной родохрозитовой формаций. Существенная особенность вулканогенных формаций – присутствие в них висмута, сурьмы, теллура, иногда олова, ртути и некоторых других элементов из полиметаллов. Это делает правомерным и выделение соответствующих формаций: золото-висмутовой кварцевой, золото-сурьмяной кварцевой и золото-теллуровой кварцевой.

Пока не ясна геохимическая роль урана в образовании золоторудных формаций, но связь этих элементов несомненна и не случайна. Для ее выяснения нужны специальные исследования.

Приведенный выше ряд формаций имеет непрерывно-прерывистый характер, очевидно, определяющийся эволюцией тектоно-магматических комплексов, начинающейся в подкоровых зонах. Достаточно убедительные данные по этому поводу получены при изучении платформенного и геосинклинального магматизма, глубинности очагов его зарождения. Сопоставление информации, которую несет субаэральный, раннегеосинклинальный и океанический эффузивный (базальтоидный) магматизм, с данными изучения рудоносности тектонических зон, контролирующих поля развития этого магматизма, убеждает в том, что решающая роль в генерации металлоносного субстрата принадлежит мантийным процессам и интрателлурическим растворам. Поразительные факты, полученные при изучении условий образования алмазов, и возможное их сопоставление с данными присутствия "инородных" фемических минералов в андезитах и базальтах, являются ключом к пониманию образования золоторудных формаций. К сожалению, на этой проблеме я не могу останавливаться. Рассматривая с этих позиций ряд формаций и его прерывистость, заключающуюся в их группировке в компактные метаморфогенные, плутоногенные и вулканогенные ячейки, можно эту особенность отнести за счет разных зон формирования магматических и тектонических комплексов. Непрерывность ряда подчеркивается присутствием в каждой группе золото-сульфидных формаций, которые как бы являются переходными, за исключением того случая, когда несомненно промежуточной является золото-баритовая формация, нередко несущая то плутоногенные, то вулканогенные черты. В образовании формаций большая роль принадлежит серебру, проблема связи которого с золотом еще до конца не расшифрована, хотя появилось достаточно экспериментальных новых данных, позволяющих считать ошибочными утверждения о том, что "золото дает непрерывные твердые растворы с серебром" (Щербаков, 1967, стр.8 и др.). Серебро несомненно "корректирует" поведение золота в рудном процессе, но оба эти элемента дают интерметаллические соединения лишь в более устойчивой области кристаллической решетки, лежащей в пределах компактной упаковки атомов, с одной стороны – серебра при насыщении его золотом, а с другой – золота при насыщении его серебром. Нельзя ни с геологической, ни с геохимической позиции признать случайным то обстоятельство, что количество серебра резко возрастает именно в группе вулканогенных формаций, что и позволяет выделять здесь золото-серебряные формации.

Внимательно анализируя элементарный состав золоторудных формаций, можно заключить, что их образование зависит как от упомянутых выше условий: кислотности-щелочности процесса, окислительно-восстановительного потенциала, типа химической связи и термодинамических параметров минералов (энthalпия, энтропия, свободная энергия и др.), так и от наличия в рудном

процессе элементов с переменной валентностью (железо, марганец, сера и т.д.), принимающих активное участие в комплексообразовании.

Нет нужды останавливаться здесь на примерах приведенного ряда золоторудных формаций: изучающим месторождения они хорошо известны. Соответствующие материалы можно найти в публикациях, хотя сопоставление типов формаций с изложенных позиций, по-видимому, было бы полезно и нужно осуществить.

Северо-Восточный комплексный
научно-исследовательский Институт
ДВНЦ АН СССР

О СОСТОЯНИИ И НАПРАВЛЕНИИ ПОИСКОВЫХ РАБОТ
НА РУДНОЕ ЗОЛОТО В СИБИРИ

Геологоразведочные работы на золото геологическими организациями системы Министерства геологии РСФСР проводятся, в основном, с 1957 г. За истекший почти 20-летний период эти работы непрерывно развивались и проводились во все возрастающих объемах. Особенно бурное развитие геологоразведочные работы на золото получили в 9-ой пятилетке, когда годовые объемы их возросли почти вдвое, со 100 млн.руб. в 1971 году до 202 млн.руб. в 1975 году, в том числе на рудное золото с 36 до 125 млн.рублей или в 3,5 раза.

Основные объемы работ на рудное золото в текущей пятилетке выполняются на месторождениях золото-серебряных руд близповерхностного типа в Дальневосточном экономическом районе. Всего за 1971-1975 гг. здесь будет освоено на эти работы более 330 млн.рублей или примерно в 5 раз больше, чем в предыдущей 8-ой пятилетке.

За 10-ую пятилетку геологоразведочные работы по золоту получают свое дальнейшее развитие, и если затраты ассигнований на золото по Министерству геологии РСФСР в 1971-1975 гг. составят 750 млн.рублей, то на 1976-1980 гг. проектом плана они предусмотрены в размере примерно 1100 млн.руб., т.е. с дальнейшим резким ростом почти в 1,5 раза. Естественно, что такие большие объемы геологоразведочных работ требуют четкого геологического направления и хорошего контроля за их проведением.

Отмеченная выше динамика резкого роста и развития геологоразведочных работ на золото объясняется тем, что в 9-ой пятилетке перед геологами Восточных районов страны была поставлена задача в течение ближайших 10-15 лет создать новую золоторудную сырьевую базу для золотодобывающей промышленности страны за счет выявления и разведки крупных перспективных коренных месторождений золота взамен отработываемых в течение многих десятилетий россыпных месторождений золота, социальные условия отработки которых постепенно приходят в противоречие с современными нормами труда и быта трудящихся, не говоря уже о естественном истощении и сокращении сырьевой базы россыпей по ряду горнопромышленных районов.

В перспективе ближайших 10-ти лет (1975-1985 гг.) эта задача усложняется также и тем, что создавая новую золоторудную сырьевую базу, геологи должны также в этот период обеспечивать разведанными запасами уже достигнутый высокий уровень золотодобычи из россыпей. Поэтому на 1976-1980 гг. одновременно с дальнейшим ростом объемов геологоразведочных работ на руд-

ное золото, необходим значительный рост объемов работ и на россыпное золото, примерно в 1,3 раза к уровню объемов предыдущей 9-й пятилетки.

Все цифры и их динамика, которые приводятся в данном докладе по геологоразведочным работам Министерства геологии РСФСР на золото, в полной мере характеризуют состояние и динамику этих работ по районам Сибири, т.к. к последним привязано более 95% всех объемов работ Министерства по золоту.

Существующее в настоящее время состояние сырьевой базы золотодобывающей промышленности Сибири характеризуется тем, что на балансе ВГФ по этим районам учтено 125 золоторудных и 45 золотосодержащих комплексных месторождений и, кроме того, только по трем основным районам россыпной золотоносности (Якутская АССР, Магаданская и Иркутская области) учтено также около 1500 россыпей. Учтенные на балансе золоторудные месторождения, в большинстве своем, являются мелкими и не играют заметной роли в существующей золотодобыче. Основные же разведанные на сегодня запасы золота в Сибири связаны с месторождениями россыпного золота.

В Алтае-Саянской складчатой области на юге Западной Сибири (Кемеровская область, Алтайский край и юго-западная часть Красноярского края) отмечается широкое развитие золоторудной минерализации. Здесь расположены 1/3 учтенных по Сибири на балансе золоторудных и примерно 1/2 золотосодержащих комплексных месторождений. Но все эти месторождения являются мелкими и золотодобыча из них производится на довольно небольшом уровне.

Вторым районом, по которому в балансе ВГФ также учтено довольно значительное количество коренных месторождений золота, является Забайкалье (Бурятская АССР и Читинская обл.). Здесь сосредоточена 1/6 часть всех золоторудных и 1/3 золотосодержащих комплексных месторождений Сибири. В них заключено примерно 2/3 всех разведанных запасов золота по Забайкалью, но золотодобыча же из них имеет заметное значение лишь по некоторым месторождениям Читинской области.

По Магаданской области и Якутской АССР учтены на балансе запасы 17 коренных месторождений золота, составляющих в сумме 1/4 всех запасов золоторудных месторождений, числящихся на балансе по Сибири, но добыча из них имеет существенный характер лишь по Якутской АССР (примерно 1/4 часть общей золотодобычи по республике). В Магаданской же области эксплуатируется только одно из разведанных золоторудных месторождений и его доля в общей золотодобыче не превышает 2%.

В пределах южной части Дальнего Востока (Амурская обл., Хабаровский и Приморский края) на балансе учтено 8 золоторудных и 1 золотосодержащее комплексное месторождений, из которых эксплуатируется только одно, известное всем Токурское месторождение в Амурской области.

Из приведенного обзора следует, что районы Сибири на сегодняшний день остаются, в основном, районами россыпной золотодобычи (Магаданская область, Якутская АССР, Иркутская и Амурская области и др.). Золотодобыча из золоторудных месторождений имеет более или менее существенное значение лишь по некоторым районам (Якутская АССР, Читинская область и Красноярский край).

В то же время следует отметить, что такое слабое и недостаточное развитие золоторудной минерально-сырьевой базы не соответствует довольно значительным геологическим перспективам Сибири по золоту.

Рассматривая перспективы золотоносности огромной и геологически разнородной территории Сибири по главным этапам развития земной коры, необходимо отметить следующие ее особенности:



Во-первых, известно, что наиболее крупные золоторудные месторождения мира обычно располагаются в пределах древних щитов, сложенных глубоко метаморфизованными образованиями архейского и частично нижнепротерозойского возраста.

Несмотря на сравнительно широкое развитие в Сибири подобных древних образований (Алданский щит, Анабарский массив, Охотский массив и др.) и высокую их перспективность на золото в свете общепланетарной металлогении золота, промышленной золотоносности в них пока не выявлено.

Значение этого типа месторождений подчеркивается тем, что из них добыто не менее половины мировой добычи золота зарубежных стран из эндогенных месторождений. Характерными представителями этого типа месторождений являются широко известные золотоносные провинции Киватин и Йеллоунайер в Северной Америке, Дарварская в Индии, Родезийско-Трансвальская в Африке и др.

Для геологической обстановки отмеченных золоторудных месторождений характерно, что огромные площади древних щитов, сложенные полями гранитов, гранито-гнейсов и других глубоко метаморфизованных гранитизированных пород в части выявления месторождений золота мало перспективны. Рассматриваемые месторождения, как правило, залегают среди вулканогенных толщ, преимущественно в вулканитах основного состава. Обычно эти месторождения приурочены к выходам зеленокаменных толщ, локализованных среди полей гранито-гнейсов и гранитов, или к так называемым "зеленокаменным трогам".

В Сибири подобная геологическая обстановка отмечается, прежде всего, на Алданском щите, на котором очень ярко проявилась золотоносность в связи с мезозойской тектоно-магматической активизацией в его наиболее доступной и изученной центральной части. Обстановка же "зеленокаменных трогов" наблюдается, на наш взгляд, в западной труднодоступной и слабо изученной краевой части щита, но это направление остается практически непоискованным.

Вторым и очень важным промышленным типом месторождений золота являются также месторождения древних золотоносных конгломератов типа Витватерсранда в Южной Африке и зон прожилково-вкрапленных сульфидных руд типа месторождений Хомстейк в штате Южная Дакота в США, формировавшиеся в протоплатформенных и протогеосинклинальных прогибах протерозоя.

Провинции золота отмеченного типа дали около 40% от общей мировой добычи золота. Это направление поисковых работ у нас в стране также еще не получило необходимого научного обоснования и практического исполнения. В то же время на обширной и геологически весьма разнообразной территории Сибири подобные геологические обстановки имеются, хотя бы в пределах Сибирской платформы и ее обрамления. По этим важнейшим направлениям поисков золоторудных месторождений древнего этапа формирования мы ждем от нашей науки конкретного научно-геологического обоснования и рекомендаций.

Мы понимаем, что многие из названных выше месторождений уникальны, особенно месторождения золотоносных конгломератов Южной Африки, и в этом виде могут не повториться. Но все же сам геологический тип этих месторождений, как крупных и масштабных месторождений, формировавшихся на ранних этапах развития земной коры, в сходных геологических обстановках может присутствовать. Правомерность подобной планетарной аналогии в свое время была блестяще обоснована и подтверждена практикой открытия месторождений Якутских алмазов.

В связи с изложенным важнейшей задачей и направлением поисковых работ в ближайшие годы должны явиться поиски крупных и масштабных золоторудных месторождений среди древних архейских и протерозойских образований Сибири в соответствующих геологических обстановках.

Золотоносность следующего этапа развития земной коры сравнительно широко представлена в Алтае-Саянской складчатой области и в южном и западном обрамлении Сибирской платформы.

В связи с байкалидами юго-западного обрамления Сибирской платформы известны старейшие в нашей стране Ленский и Енисейский золотоносные районы, преимущественно россыпной золотоносности. В последние годы в Ленском районе выявлено также крупное и весьма перспективное коренное месторождение золота - Сухой Лог, представленное кварц-сульфидными зонами прожилково-вкрапленного типа в древних углистых филлитовидных сланцах ("черносланцевая" толща). Месторождение характеризуется весьма крупными запасами руды при невысоком содержании в них золота и пригодно для отработки открытым способом.

В Ленском золотоносном районе ведутся поиски новых месторождений прожилково-вкрапленного типа. Перспективными для открытия месторождений такого типа являются Александро-Ныгринская, Вернинская, Ровнинская, Крутинская, гольца Высочайшего и другие зоны, в которых установлена кварц-сульфидная минерализация.

Енисейский золотоносный район, из которого еще в дореволюционное время было добыто значительное количество россыпного золота, по целому ряду особенностей и геологическому строению имеет много общих черт с Ленским золотоносным районом и в нем на новом уровне наших геологических представлений планируется значительное развитие геологоразведочных работ на рудное золото, в первую очередь, с целью выявления промышленных месторождений типа Сухого Лога, в развитых здесь черносланцевых толщах.

Довольно широко распространено золотое оруденение в связи с каледонскими складчатыми сооружениями Алтае-Саянской горной системы и широко проявившимся в них позднеорогенным герцинским магматизмом. Этот тип золотого оруденения представлен многочисленными (на балансе учтено 64 месторождения) мелкими и малоэффективными золоторудными и золотосодержащими комплексными месторождениями.

Формационные и морфологические типы известных здесь золоторудных месторождений весьма разнообразны, но в целом золотое оруденение рассматриваемого региона представляется мало перспективным на выявление масштабных месторождений, удовлетворяющих современным требованиям. В связи с отсутствием также на протяжении многих лет каких-либо новых открытий, развитие геологоразведочных работ на золото в этих районах в десятой пятилетке не предусматривается.

Основная выявленная промышленная золотоносность большинства территорий Сибири, начиная от Забайкалья и до Северо-Востока и Камчатки включительно, связана с мезокайнозойским этапом развития и с такими глобальными золотоносными провинциями, как области мезозойской складчатости, области мезозойской активизации, и области кайнозойской складчатости и развития мезо-кайнозойских вулканических поясов.

Среди региональных золотоносных провинций областей мезозойской складчатости следует отметить, прежде всего, крупнейшую Верхояно-Чукотскую, ох-

взвешивающую обширнейшую территорию Северо-Востока страны. Максимальная золотоносность связана здесь с Яно-Колымской складчатой системой – западной ветвью мезозойд Верхояно-Чукотской области и Южным Верхоянем. Эта провинция характеризуется развитием богатой россыпной золотоносности, на которой, в основном, базируется существующая золотодобывающая промышленность Минцветмета СССР. Известные здесь разведанные и эксплуатируемые золоторудные месторождения сравнительно немногочисленны. Наиболее перспективными из известных здесь золоторудных месторождений являются месторождения типа минерализованных зон дробления с оперяющимися их подчас крупными кварцевыми жилами в углистых песчано-сланцевых толщах (Наталкинское и Нежданнинское). В последние годы здесь выявлены также весьма перспективные золото-сурьмяные месторождения (Сарылахское, Сентачанское и др.).

Области мезозойской активизации включают в себя обширные золотоносные территории Забайкалья и юга Дальнего Востока СССР и в том числе такие крупные золоторудные провинции как Алданскую, Забайкальскую, Становую и Амурскую. Наиболее значительные золоторудные месторождения сконцентрированы на Алдане (Куронахского и Лебединского типов) и в Забайкалье (Балейского и Дарасунского типов). Сам перечень этих районов и месторождений свидетельствует о большом промышленном значении золотоносности этого этапа.

Месторождения золота в областях кайнозойской складчатости и развития мезокайнозойских вулканических поясов были выявлены лишь в последние годы. Здесь развиты, в основном, золотые и золото-серебряные месторождения близповерхностного типа, на основе которых сейчас и решается, в первую очередь, задача создания новой минерально-сырьевой базы для золоторудной промышленности.

В связи с мезокайнозойскими вулканогенными формациями Советской части Тихоокеанского побережья (Охотско-Чукотский и Приморский вулканогенные пояса и кайнозойская вулканическая зона Камчатки в последние годы выявлены многочисленные рудопоявления и промышленные месторождения богатых золото-серебряных руд близповерхностного типа, такие как Хаканджинское, Многовершинное, Карамкенское, Дукатское и др.

Следует отметить также, что в последнее время геологическими организациями Российской Федерации проводилась также большая работа по укреплению сырьевой базы золотодобывающей промышленности Сибири по россыпному золоту. Особенно значительные результаты и новые открытия по россыпям золота были получены на Чукотке в Магаданской области и в Куларском золотоносном районе в Якутской АССР.

Подытоживая состояние геологоразведочных работ Министерства на рудное золото, следует отметить, что в текущей пятилетке по целому ряду золоторудных месторождений Сибири завершена детальная разведка первых их очередей и запасы по ним были утверждены в ГКЗ СССР: это Нежданнинское золоторудное и Сарылахское золото-сурьмяное в Якутской АССР; Хаканджинское золото-серебряное и Многовершинное золоторудное в Хабаровском крае; Карамкенское золоторудное и уникальное Дукатское серебряных руд в Магаданской области.

Выдающимся результатом работ на рудное золото в текущей пятилетке явилось также выявление и разведка месторождения Сухой Лог в Ленском золотоносном районе в Иркутской области, разведанные запасы которого будут утверждаться в ГКЗ СССР в 1975 году.

Все перечисленные месторождения — это уже реальные объекты для намечаемого развития золоторудной промышленности страны. Кроме перечисленных месторождений, в оценке и разведке находятся также и ряд других перспективных объектов, таких как Сентачанское месторождение в Якутской АССР, Эвенское месторождение и зона Майская в Магаданской области, Сергеевское и Агинское месторождения на Камчатке и другие.

Несмотря на несомненные достижения и хорошие результаты, полученные рядом геологических организаций Министерства в выявлении и разведке золоторудных месторождений, эффективность геологоразведочных работ на рудное золото, выражаемая в затратах на поиски и разведку 1 грамма прироста запасов золота, по большинству изучаемых районов в текущей пятилетке остается низкой. Некоторые геологические управления не выполняют также и государственные планы по приросту и утверждению разведанных запасов рудного золота.

Низка экономическая эффективность геологоразведочных работ на рудное золото в районах Забайкалья, в Бурятской АССР и Читинской области. Читинское геологическое управление на протяжении ряда лет не выполняет задание по приросту и утверждению запасов на разведываемых золоторудных месторождениях, из-за систематических геологических просчетов и неподтверждения в прогнозных оценках объектов, вовлекаемых в разведку (Козловское, Александровское, Итакинское, Талутайское месторождения).

Несмотря на общие благоприятные геологические перспективы по выявлению месторождений золото-серебряных руд близповерхностного типа и значительные объемы, проведенных в 1971—1974 гг. геологоразведочных работ на этот тип рудного золота, новых перспективных промышленных месторождений за этот период пока не выявлено, кроме зоны Майской на Чукотке.

В связи с этим следует отметить, прежде всего, низкую эффективность проводимых поисковых работ. Поиски и оценка на уже выявленных рудопроявлениях и объектах проводятся очень медленно, с применением больших объемов горных и буровых работ и затратой весьма крупных ассигнований, и тем не менее по многим из них не привели к оценке их промышленной ценности (Бургагылканское, Агатовское, Финиш-Утесное, Бухтыанское, Кварцевое, Эвенское и др.).

В итоге за 1971—1974 гг. затраченные на поисковые работы по рудному золоту большие ассигнования практически не выявили пока новых перспективных объектов и не подготовили новых объектов для разведки. В итоге создано такое положение, когда для выполнения установленных заданий по приросту и утверждению запасов в ГКЗ СССР Мероприятиями Министерства намечалось в 1973—1975 гг., например, по Северо-Восточному и Дальневосточному геологическим управлениям иметь в детальной разведке 8 объектов и в предварительной разведке 25 объектов. Фактически же в детальной разведке находятся только 4, ранее известных объекта, и в предварительной разведке — лишь 5 объектов и в 1975 г. введены еще 2, ранее известных объекта (Агатовское и Кварцевое).

Все сказанное выше требует от производственных и научных геологических организаций повысить уровень геологического прогнозирования и выдаваемых конкретных рекомендаций по направлению геологоразведочных работ. В первую очередь, производственным организациям требуется помощь в этой части от научно-исследовательских организаций по золото-серебряным месторож-

дениям близповерхностного типа и по кварцево-жильным месторождениям Забайкалья.

Основные задачи по развитию геологоразведочных работ и конкретные геологические задания на рудное золото на текущую пятилетку (1971-1975 гг.), на 1976-1980 гг. и 1981-1990 гг. определены соответствующими постановлениями директивных органов и заданиями Министерства геологии СССР.

В соответствии с этими заданиями дальнейшее направление геологоразведочных работ Министерства на рудное золото в районах Сибири предусматривает:

- Продолжение в достигнутых больших объемах геологоразведочных работ по поискам и разведке золото-серебряных месторождений близповерхностного типа в вулканогенных поясах и зонах Советского сектора Тихоокеанского побережья в соответствии с установленными заданиями по утверждению и передаче промышленности разведанных запасов золота.

Отмеченные геологоразведочные работы прежде всего будут концентрироваться в пределах рудных полей уже выявленных промышленных месторождений золото-серебряных руд и тяготеющих к ним районов.

В связи с возрастающими объемами и отмечавшейся низкой экономической эффективностью геологоразведочных работ в текущей пятилетке на близповерхностный тип золото-серебряных месторождений в мезо-кайнозойских вулканогенных поясах и зонах, в 10-той пятилетке начиная с 1976 года, необходимо уточнить конкретные направления геологоразведочных работ на этот тип месторождений с учетом мирового геологического опыта.

В связи с этим поисковые работы, ведущиеся сейчас в основном в пределах полей вулканитов, с которыми парагенетически связано оруденение, надо нацелить одновременно на выявление месторождений в пределах пород фундамента. Для ряда крупных зарубежных (в частности Северо-Американских) месторождений этого типа характерна приуроченность их рудных тел к породам фундамента, на котором располагаются вулканиты. Именно в породах фундамента размещены, как правило, наиболее крупные месторождения.

Кварцево-жильный тип месторождений, с которым мы обычно имеем дело при поисках и разведке месторождений близповерхностного типа, в целом имеет довольно ограниченный вертикальный интервал и общие масштабы полезного оруденения. Несколько более перспективен в этом плане тип рудных тел в виде минерализованных зон дробления, развитый на Дукатском золото-серебряном месторождении, и это также следует учитывать при решении вопросов конкретного направления геологоразведочных работ.

В северо-Американском секторе Тихоокеанского побережья в связи с мезо-кайнозойской активизацией известны очень крупные месторождения со специальными рудами, представленными теллуридами золота, так называемый калаверит-гесситовый тип руд. Ярким представителем этого типа месторождения является всем известное месторождение Криль-Крик.

На территории СССР в провинции мезо-кайнозойской активизации в рудах также нередко встречается теллур, но крупные месторождения, относящиеся к теллурным типам, пока здесь не выявлены. Надо более четко нацелить наши поисковые работы на выявление крупных месторождений золота с теллуридными рудами.

Среди формационных групп в рассматриваемом типе месторождений наиболее распространена золото-халцедон-кварцевая, иногда со значительным ко-

личеством сульфидов. В последнем случае, золото-сульфидные месторождения имеют комплексный характер — вместе с золотом и серебром в рудах содержится в промышленных количествах медь (медно-порфировые руды), свинец, цинк (золото-полиметаллические руды) и другие металлы. В пределах юго-восточной Азии, Америки этот тип месторождений имеет широкое развитие и большое промышленное значение. К наиболее крупным объектам проявления кайнозойской золотоносности относятся месторождения Антамак и Акупан на Филиппинах и Кономаи в Японии, каждое из которых дали порядка 100–150 т золота. Очень многие месторождения подобной формационной группы содержат первые десятки тонн золота. В Калифорнийско-Колорадском сегменте мезо-кайнозойской активизации известны крупнейшие золото-медно-порфировое месторождение Бингхем (330 т) и золото-полиметаллическое месторождение Тинтик (80 т) и другие.

Мы же в своих поисковых работах пока ориентируемся на золото-халцедон-кварцевую формацию и работаем в основном в районах ее развития. По-видимому, надо и в этой части уточнить направление работ и выйти в районы возможного развития комплексных золото-медно-порфировых и золото-полиметаллических руд, тем более, что у нас есть подобные проявления и в Магаданской области и на Камчатке.

— Второе генеральное направление геологоразведочных работ на рудное золото будет заключаться в дальнейшем усилении работ по поискам и разведке крупных золоторудных месторождений типа Сухого Лога, представленных зонами кварцево-сульфидных прожилково-вкрапленных руд в древних фиделитизированных углистых сланцах. Условия для нахождения такого типа золоторудных месторождений, кроме Ленского золотоносного района, имеются в Енисейском крае, в западной части Восточного Саяна, в Забайкалье и в ряде других районов.

— Третье определенное направление геологоразведочных работ на рудное золото — это поиски и разведка богатых золотосурьмяных месторождений в Яно-Индигирском поясе и руд этого типа в других перспективных районах. За пределами Яно-Индигирского пояса проявления подобного типа оруденения известны в южной части Енисейского края, в верховье р. Колымы и на Чукотке и подлежат первоочередному опосредованному поиску и оценке.

— Близким к предыдущему является направление, связанное с проведением поисков и разведки крупных золоторудных месторождений типа Нежданинского месторождения (малосульфидные минерализованные зоны дробления, насыщенные жилами и прожилками кварца в углистых десчано-сланцевых толщах). Месторождения и рудопроявления такого типа известны в золотоносных районах Колымы, на севере Енисейского края, в верховье р. Селемджи и в других районах.

— Важными и определенными направлениями геологоразведочных работ на рудное золото в десятой пятилетке будут являться также поиски и разведка месторождений, представленных золотосодержащими зонами окварцевания, сульфидизации, скарнирования и других типов, пригодных в первую очередь для открытой разработки. Рудопроявления таких типов известны в золотоносных районах Западной Сибири, юга Красноярского края, Тувинской и Бурятской АССР, в Читинской и Амурской областях.

В связи с этим направлением приобретают также важное значение поиски и разведка групп сближенных небольших жильных и других месторождений, руд

которых могут перерабатываться на одной сравнительно крупной районной фабрике. Примером таких групп близких месторождений являются месторождения и рудопроявления Итака-Могоча-Кулинской зоны. Технико-экономическими расчетами доказано, что западная группа месторождений этой зоны (Итака, Малый Урум, Укошик и Амазаркам) могут быть выгодно отработаны с переработкой руды на одной фабрике, в то время как разработка отдельных месторождений этой группы с переработкой руды на автономных фабриках оказывается нерентабельной.

- Наряду с уже определившимися направлениями геологоразведочных работ на рудное золото, в десятой пятилетке необходимо провести широкие поиски по выявлению крупных золоторудных месторождений архейского и нижнепротерозойского возраста, характерных для древних щитов в связи с развитыми на них основными вулканитами в обстановке "зеленокаменных трогов" и золотоносными конгломератами типа Витватерсранда, с учетом имеющихся подобных геологических обстановок в ряде районов Сибири. Большое практическое значение и высокая перспективность этого нового направления поисковых работ более подробно была аргументирована выше.

Естественно, что все здесь сказанное не исчерпывает всей глубины и сложности таких вопросов, как направление геологоразведочных работ на рудное золото в Сибири и мы постарались в данном докладе дать лишь их общую стратегию.

Министерство геологии РСФСР рассчитывает, что проводимое по инициативе СО АН СССР большое и представительное совещание по геологии и геохимии золоторудных месторождений будет активно способствовать решению тех проблем, которые встали сейчас перед производственными геологическими организациями и в итоге поможет нам резко поднять экономическую эффективность проводимых геологоразведочных работ на рудное золото и ускорить создание новой минерально-сырьевой базы золоторудной промышленности нашей страны.

Министерство геологии РСФСР

В обсуждении прочитанных на совещании заказанных Оргкомитетом докладов и опубликованных в II томах тезисов докладов по частным вопросам выступило более двадцати человек. Ниже дается аннотированное содержание этих выступлений.

Н. Н. А м ш и н с к и й (СНИИГТИМС). Из заслушанных сообщений и доклада И.С.Бредихина вырисовывается достаточно ясная, но неутешительная картина перспектив развития исследований на золото в предстоящую X пятилетку в Западной Сибири. Практически увеличения финансирования работ на золото по системе Министерства геологии РСФСР не планируется, а достигнутый уровень крайне низок. Такое положение дел является прямым следствием малой эффективности поисково-разведочных работ геологических управлений и отсутствия перспективных, научно-обоснованных и многообещающих идей и концепций.

Вместе с тем, многолетняя бесплодность, начавшаяся с момента передачи поисков и разведки золота Министерству геологии и изъятие их из комбинатов Министерства цветной металлургии, вполне объяснима. Управления оказались не подготовленными к этим работам, не обеспечены опытными кадрами поисковиков, оказавшихся без любимого дела в своих комбинатах, но не перешедших в Министерство геологии. Отсюда понятны мизерность выделяемых на золото средств и малочисленность исполнителей, занятых на золоте.

Для того, чтобы поправить в ближайшее время положение дел в Западной Сибири, необходимо усилить исследования по проблеме золота, увеличить ассигнования на них. Надо, очевидно, вспомнить, что еще к началу века Западная Сибирь была крупнейшей золотодобывающей провинцией Союза, что большая часть ее районов хорошо обжита и экономически освоена. В природе, как известно, нет месторождений с подсчитанными и принятыми ГКЗ запасами. Их нужно делать, такие месторождения. А для этого нужны силы и средства. Если последние появятся, то, как я думаю, найдутся люди, могущие рационально использовать их для расширения перспектив золота в Западной Сибири. Такие специалисты есть в СНИИГТИМСе и ИГиГ СО АН СССР.

П. В. Б а б к и н (СВТГУ). Мне кажется, что в классификации, предложенной Ю.Г.Щербаковым, слишком обще выделены золотоносные формации. Необходимо, на мой взгляд, выделить собственно золоторудные и комплексные золотоносные формации. В противном случае теряется содержание формаций иных. В целом же доклад Ю.Г.Щербакова мне очень понравился.

По поводу доклада Э.П.Изоха. Сама идея выяснения связи оруденения с конкретным магматическим телом хороша. Но в построения, которые здесь были

продемонстрированы, а priori заложена неверная мысль: о якобы установленных связях золотого оруденения с конкретным магматическим телом. На самом деле таких наблюдений нет и отсюда слишком преждевременны выводы о четких петрохимических критериях "золотоносных" интрузивных тел. Мне представляется, что в этом направлении нужно еще много работать.

С большим интересом я прослушал доклад Ф.А.Летникова и его соавторов, их выводы о лабораторных опытах по восстановлению хода гидротермального процесса при формировании золоторудных месторождений очень показательны. Путь, который наметили сотрудники лаборатории Ф.А.Летникова, верен.

В. В. С а г л о (ЗабКНИИ). Считаю первостепенной задачей резкое усиление геологоразведочных и научно-исследовательских работ в следующих районах:

1. Урал.
2. Восточный Казахстан и Алтае-Саянская складчатая область.
3. Енисейский кряж.
4. Забайкалье.
5. Якутия.
6. Тихоокеанский рудный пояс.

В этих районах перспективны типы месторождений в черносланцевых толщах, вкрапленно-прожилковые, золотосодержащие кварц-сульфидные и золотоносные конгломераты. В Алтае-Саянской области и Забайкалье интерес представляют еще и золото-скарновые месторождения, в Тихоокеанском поясе - золото-серебряные, а в Магаданской области и Якутии - золото-сурьмяные.

Следует в решении совещания рекомендовать Институту геологии и геофизики СО АН СССР и отраслевым институтам МГ СССР приступить к разработке методик поисков и предварительной оценки новых, сложных по морфологии типов золотого оруденения - в золотоносных конгломератах, в черносланцевой формации и т.д. При этом целесообразно уделить особое внимание разработкам методики опробования, точности и скорости анализов на золото.

Ю. Г. Щ е р б а к о в (ИГиГ СО АН СССР). Во многих докладах мы слышали о необходимости привлечения внимания поисковиков к месторождениям вкрапленно-прожилковых золото-сульфидных руд в черных углеродистых сланцах и к золотоносным конгломератам. Не имея в виду поставить под сомнение возможную роль названных формационных типов, мне хотелось выразить ту мысль, что главная наша задача не в отыскании только аналогов каких-то определенных 2-3 месторождений гигантов, а в реальной оценке той золотоносности, которую нам подарила природа в каждой конкретной золотоносной провинции. Чрезмерное увлечение какой-то моделью может отвлечь внимание от иных, не столь богатых, как воображаемые, но зато действительно существующих и даже довольно крупных месторождений каких-то специфических для той или иной провинции типов. Не представляющие, например, интереса в молодых вулканических провинциях или в миогеосинклинальных условиях месторождения золота в скарнах, могут оказаться главным или одним из главных промышленно-ценных типов в Алтае-Саянской складчатой области, где известны сотни скарновых полей на площадях россыпной золотоносности и где коренные месторождения золота в скарнах, вопреки существовавшим ранее представлениям, обнаруживают промышленную золотоносность по крайней мере глубже 500 метров от дневной поверхности. Огромное же большинство коренных источников сотен и сотен рос-

сыпей в этом регионе не вскрывалось раньше потому, что не находили золотоносного кварца, а теперь их не собираются вскрывать, если нет в вершинах россыпей черных сланцев или конгломератов. Огромное разнообразие условий промышленной концентрации золота обязывает геологов при поисках учитывать и правильно оценивать геологическую обстановку, полностью определяющую типы золотого оруденения.

Второе, что представляется существенным для повышения эффективности поисково-разведочных работ на золото, это необходимость их специализации. Существующая практика комплексных поисково-съёмочных работ с одновременным составлением кондиционных карт и поисками всех видов минерального сырья на деле оказывается малоэффективной. Специализированные на золото крупные экспедиции, несомненно, дадут лучшие результаты. Одним из районов, наиболее заслуживающих организацию такой экспедиции, является Алтай-Саянская складчатая область - перспективная на рудное золото, но недостаточно в этом отношении опоскованная. Благоприятное экономическое и физико-географическое положение региона должно повысить к нему интерес золотой промышленности.

И. Г. Магакьян (Ин-т геологии АН Арм.ССР). Мы с вами прослушали на Советании много интересных докладов, расширяющих наш кругозор по геологии золоторудных месторождений и перспективам золотоносности Сибири.

Общее впечатление о докладах хорошее, но хочу высказать критические замечания по докладу Ф.П.Кренделева о предпосылках поисков древних золотоносных конгломератов на территории Сибири.

У Ф.П.Кренделева собран и обобщен огромный материал, но не подчеркивается специфика "Витватерсрандского" типа нижнепротерозойских золотоносных конгломератов и условия их формирования: климат и кислородный режим, возникновение кор выветривания и их размыв и перераспределение, наложение процессов метаморфизма и постмагматической минерализации и, наконец, не раскрыт первоисточник золота, урана, алмаза, осмистого иридия и платины, монацита, которые составляют предмет добычи в ЮАР. Между тем, можно определенно считать главным источником всех этих богатств породы и месторождения архейского фундамента Южно-Африканского щита. С этой точки зрения месторождения древних золотоносных конгломератов типа Витватерсранда или близкого к нему типа следует ожидать скорее всего в районах развития золотоносного архея фундамента Сибирской платформы - прежде всего Алданский щит и Енисейский кряж.

Ф. П. К р е н д е л е в (ИГ ЯФ СО АН СССР), отвечая на замечания И.Г.Магакьяна, подчеркнул, что, конечно, главный интерес в отношении золотоносности, по его мнению, могут представить древнейшие конгломераты, близкие по возрасту к южно-африканским.

В. В. Л е в и ц к и й (ИТГУ), обратил внимание на необходимость изучения планетарных закономерностей развития золотого оруденения.

В. С. А л к и н (ЧТГУ). Наряду с вопросами научного характера, которым, в основном, посвящено данное совещание, важное значение имеют вопросы прикладного и организационного порядка, так как от них, по существу, зависит, останутся ли старейшие золотодобывающие районы, такие как Забайкалье, Красноярский край и др., в ряду действующих. К ним относятся:

1. Четкое и обязательное соблюдение стадийности геологоразведочного процесса.

2. Детальные разведочные работы должно проводить эксплуатирующее Министерство, в связи с чем должны измениться требования к предварительной разведке, в результате которой по категории C_1 должны быть подсчитаны запасы, обеспечивающие предприятие на амортизационный срок по его оптимальной мощности, установленной технико-экономическими расчетами. На этой стадии месторождение передается МЦМ СССР.

3. Рудные районы Восточного Забайкалья должны изучаться комплексно по Генеральным планам, предусматривающим открытие, разведку и освоение групп золоторудных месторождений в пределах единой в географо-экономическом отношении площади, а также создание крупных ГОКов с районными (центральными) обогатительными фабриками.

4. Особое внимание должно уделяться экономической оценке рудных узлов, зон и целых рудных (золотоносных) районов, начиная со стадии поисковых работ.

Технико-экономические расчеты, проведенные по западной части Итака-Могоча-Кулинской золоторудной зоны Могочинского золотоносного района, показывают реальную возможность создания на базе многочисленных месторождений золота крупного ГОКа, производительностью до 1 млн. т руды в год с одной центральной обогатительной фабрикой.

Л. В. Т а у с о н (Институт геохимии СО АН СССР). Считаю, что с целью повышения эффективности поисков и разведки месторождений золота различных генетических типов необходимо в ближайшее время осуществить следующее.

1. Территориальным геологическим управлениям Сибири обратить особое внимание на ускорение проведения прогнозной оценки перспективных крупных золоторудных узлов и протяженных минерализованных золотоносных зон, используя при этом не только геологические, но также геофизические и геохимические методы оценки. На этапе предварительной разведки желательнее существенно увеличить объем буровых работ, обратив особое внимание на минералого-геохимическое опробование керна скважин.

2. Просить Президиум Сибирского отделения и Министерство геологии РСФСР рассмотреть вопрос о заключении на 1976-1980 годы Генерального договора о содружестве в работе по наращиванию запасов рудного золота в Сибири и совершенствованию методов его поисков.

3. Организовать в Восточной Сибири (Иркутск) и Западной Сибири (Новосибирск и Томск) два аналитических центра для массового анализа физическими и физико-химическими методами геологических проб на золото и сопутствующие ему элементы. Приступить к созданию эталонов на золото.

4. Необходимо срочно готовить специалистов по золоту. Для этого следует ввести стажировку геологов-практиков в ведущих научно-исследовательских институтах.

А. Ф. К н т а х о в (ЯГУ). В результате многолетнего изучения сотрудниками Якутского госуниверситета установлено аналогичное геологическое строение (литологический состав рудовмещающих пород, тектоно-структурные особенности, магматизм и минеральный состав руд) глубоких горизонтов Лебединого рудного поля Центрально-Алданского района и Витватерсранда. Эти

данные позволяют говорить о большой будущей перспективе открытия крупных месторождений типа Витватерсранд в пределах верхне-алданской кварцитово-свиты Иенгрской серии в глубоких горизонтах Центрально-Алданского района.

Поэтому считаю, что данное совещание может рекомендовать МГ РСФСР, МЦМ СССР и Якутскому государственному университету проводить дальнейшие детальные исследования геологического строения и золотоносности Центрально-Алданского района.

Ю. М. С т о л б о в (НИИ ЯФ при ТПИ). В связи с резким расширением в ближайшие годы химико-аналитических работ на золото в районах Сибири и Дальнего Востока, назрела необходимость ускоренного развития ядерно-физических методов анализа. Для этих целей сейчас имеется возможность использовать реактор в г. Томске. Реактор готов вести массовые анализы на золото для геологических и научно-исследовательских организаций.

Г. П. У т ю ж и к о в (комбинат "Енисейзолото"). Золотодобывающие предприятия при незначительных капитальных вложениях могут увеличить объемы обработки руды при применении новых методов обогащения.

Очень важное значение имеет оценка рудопроявлений, находящихся вблизи эксплуатирующихся месторождений. Здесь, даже при незначительных запасах золота, эти проявления будут немедленно вовлечены в эксплуатацию.

Есть возможность открытия и крупного месторождения. Научным организациям необходимо обратить особое внимание разработке методов быстрой разбраковки рудопроявлений, которых порою насчитывается до 100 штук в радиусе 20-25 км от эксплуатирующегося месторождения. Оценка локальных рудопроявлений, безусловно, более ответственная, чем нарисовать перспективу зоны или пояса, которые прослеживаются на сотни километров.

Решение вопроса быстрой разбраковки рудопроявлений вблизи эксплуатируемого месторождения, которые можно принимать за эталон, является важной проблемой настоящего времени.

В заключение отмечу, что, несмотря на высокую перспективу выявления новых месторождений в пределах Алтае-Саянской складчатой области, Енисейского края, Западного Саяна и Кузнецкого Алатау, предприятия комбината "Енисейзолото" имеют низкий уровень сырьевой баз.

Н. И. Б о р о д а е в с к и й (ЦНИГРИ). При наличии в Сибири большого количества площадей, перспективных на открытие месторождений различных типов, в том числе черносланцевого и конгломератового, до сих пор среди них в большинстве случаев не подготовлено таких, где можно было бы начинать детальные разведочные работы, а оценка рудопроявлений здесь затягивается на десятилетия. Причины такого положения мы видим в следующем.

Для территории рудных узлов - в первые тысячи квадратных километров, на которых обычно сосредотачиваются золоторудные и россыпные месторождения, существуют (причем далеко не во всех случаях) лишь карты государственной съемки 1:50000 масштаба, часто не сбитые попланшетно и устаревшие, на которых обычно не выделены специально структуры, контролирующие размещение месторождений различных минеральных типов и формаций, даек различных возрастных серий, группы полигенных и полициклических месторождений и т.п. В связи с этим поисковики составляют свои полукондиционные или некондиционные поисковые, прогнозные схематические геолого-структурные и другие аналогичные картографические материалы, исполнение которых, как пра-

вило, затягивается на годы, а содержание не регламентируется при тенденции к повышенным требованиям полноты фактического материала и кондиционности. Необходимо, по нашему мнению, ввести в практику составление объединенными силами ученых, съемщиков-поисковиков и рудничных геологов заведомо не кондиционных, но опережающих поисковые работы и во всех случаях - предварительную разведку - геолого-структурных схем и макетов рудных узлов масштаба 1:50000 - 1:25000, а в отдельных случаях 1:100000, которые имели бы дежурный характер. Такие, опережающие поиски, макеты и схемы будут помогать поисковикам, повысят эффективность поисков и освоения новых месторождений с одной стороны, и дадут возможность разбраковки рудных узлов, выделения среди них таких, в которых по комплексу характерных признаков наиболее вероятно открытие именно крупных месторождений. Мы уверены, что в этом может заключаться основной метод для открытия крупных и гигантских месторождений.

Существенным тормозом и препятствием к быстрому освоению вновь открываемых месторождений служит примитивная методика первоначальной поисковой оценки конкретных рудопоявлений, к материалам которой предъявляются опять-таки те же, чрезвычайно высокие, требования, как при подсчете запасов промышленных месторождений. Необходима коренная и смелая перестройка методики перспективной (но не геолого-промышленной!) оценки.

По нашему мнению, перспективная оценка может строиться на принципе смелого подбуривания рудопоявлений по редкой сети скважин (в том числе глубоких), первая из которых задается на некоторой довольно значительной глубине, определяемой параметрами рудной зоны или рудного тела по нескольким канавам или мелким скважинам и в соответствии с расчетными параметрами того объекта, который мы хотим найти. Другими словами, мы начинаем оценочные работы так, как если бы разведывали слепые рудные тела. В дальнейшем скважины с последовательным расширением их редкой сети должны задаваться по падению, а после того как выяснится, что масштабы рудопоявления и характер оруденения может удовлетворять групповым кондициям - по восстанию рудной зоны. При этом, конечно, нередко рудопоявления будут оставаться недоизученными или бегло изученными. К ним, возможно, придется возвращаться в некоторых случаях в дальнейшем и т.д., но полученные материалы будут достаточны для уверенной разбраковки рудопоявлений и сэкономят огромные суммы, сейчас бесполезно затрачиваемые в течение многих лет на детализацию оценки объектов непромышленного значения. Возможны и другие предложения по усовершенствованию методики перспективной оценки, но важно осознать неотложность принятия самых смелых решений на этот счет.

В. А. Бу л н н и к о в (СНИИГТИМС МГ СССР). Минерализованные зоны сматия - это новый перспективный тип золотого оруденения и поэтому закономерно то большое внимание, которое ему уделяется на данном совещании. Многие выступавшие высказывали твердое намерение начать широкие поисково-разведочные работы на месторождения этого типа, особенно в мощных терригенных (черносланцевых) отложениях.

Организация массовых специализированных работ, часто без соответствующего личного опыта и при отсутствии разработанных методов разведки и оценки перспектив золотоносности таких месторождений, таит в себе опас-

ность возможного допущения серьезных ошибок как при выборе объекта, так и при оценке его перспектив. Это усугубляется еще и тем, что зоны прожилково-вкрапленного оруденения встречаются не так уж редко, являются протяженными и мощными. Может появиться желание начать детальные разведочные работы без достаточного комплексного геологического обоснования не на действительно перспективных объектах, а на легко доступных зонах или их отдельных участках. Такой подход принесет только вред, ибо может возникнуть недоверие в возможную промышленную ценность минерализованных зон вообще или, наоборот, без особых причин будут забракованы весьма интересные месторождения. Показателен в этом отношении материал по разведке Биржсинской зоны в Восточном Саяне: искали золото на правом борту р. Хормы, а оно — на левом.

Данные по строению и золотоносности некоторых промышленных месторождений типа минерализованных зон свидетельствуют о сложном их строении и о неравномерном оруденении. На этих месторождениях накоплен ценный фактический материал, использовать который обязаны все геологи, занимающиеся этой проблемой. В некоторых случаях большую пользу может принести и ознакомление с работами, не давшими положительных результатов.

Организация массовых работ по выявлению, разбраковке и разведке золотоносных зон требует всестороннего обсуждения имеющегося опыта поисков, разведки и оценки перспектив известных месторождений и скорейшего составления соответствующего методического пособия. В этом отношении большую пользу должна принести конференция, организуемая ЦНИГРИ в г. Туле осенью этого года.

М. И. Н о в г о р о д о в а (ИГЕМ АН СССР). Необходимость расширения минерально-сырьевой базы золотодобывающей промышленности и акцентирование в связи с этим внимания геологов на месторождениях большого масштаба, разработка части которых рентабельна даже при малых содержаниях золота, определяют важность исследования преобладающего в подобных месторождениях тонкодисперсного золота. Следует иметь в виду две стороны проблемы, имеющие непосредственный практический интерес. Одна из них заключается в том, что незнание формы нахождения в сульфидах тонкодисперсного золота влечет за собой большие потери (до 30%) металла при его извлечении. Между тем, как показали работы, проводимые в ИГЕМ АН СССР, существуют различные типы тонкодисперсного золота, отличающиеся как по пробности, так и по устойчивости связей с включающими их минералами — хозяевами. Вторая сторона проблемы касается возможности использования руды с тонкодисперсным золотом в качестве комплексного сырья. Полученные нами данные показывают, что в сульфидах, наряду с золотом почти постоянно присутствуют платиноиды (месторождения колчеданного типа на Южном Урале, золоторудные месторождения Кочкарь, Дарасун и др.). Содержания платиноидов таковы, что в сумме с золотом дают возможность включать эти металлы в стоимость руды. Важность сказанного очевидна. Поскольку тонкодисперсное золото — металл будущего, внимание к его изучению, особенно в двух указанных аспектах, должно быть повышено.

В. А. Б у р я к (ИЗК СО АН СССР). Остановлюсь на некоторых теоретических выводах по Сухоложскому (метаморфогенно-гидротермальному) типу золотого оруденения, имеющих прикладное значение.

1. Вертикальная зональность — преимущественное развитие золотоносных жил на более верхних горизонтах по сравнению с прожилково-вкрапленным золотосульфидной минерализацией, имеющей основное практическое значение — действительно хорошо выражена. Знание ее явилось одним из основных факторов, позволившем нам еще в 1961–1962 годах обосновать целесообразность бурения первых скважин на Сухоложском месторождении. В результате в то время и была впервые вскрыта невыходящая на поверхность (на глубине 40–50 м) золотосульфидная зона, явившаяся впоследствии объектом более детальной разведки.

2. Рудообразующие растворы если и были первоначально щелочными, то только на самых верхних горизонтах. В нижних и средних продуктивных горизонтах они были кислыми и приводили к кислотному выщелачиванию и очень слабо выраженному окварцеванию.

3. Промышленное оруденение может развиваться не только в "углистых" (черносланцевых) толщах, но и среди основных эффузивов, особенно содержащих вулканогенно-осадочные и сингенетичные сульфиды.

4. Золото и сульфиды (серо и железо) в черносланцевых толщах имеют первично вулканогенно-осадочную природу. При последующих метаморфических процессах они могут многократно перетлагаться, приводя к образованию полигенных месторождений. Вулканогенно-осадочные полиметаллические, колчеданные и метаморфогенно-гидротермальные золоторудные месторождения — фациальные разновидности единого генетического ряда, имеющие лишь различную первичную концентрацию полезных компонентов и в различной мере перетлаженные и перекристаллизованные при последующих процессах регионального и гидротермального метаморфизма.

А. Д. Н о ж к и н (ИГиГ СО АН СССР). Сейчас, видимо, никто не сомневается в необходимости и важности региональных геохимических исследований, которые открывают перспективы выявления месторождений золота и редких металлов до сих пор неизвестных промышленных типов. В ближайшее время предстоит проводить геохимическое районирование территорий на золото, как это сейчас делается по некоторым другим элементам, поскольку содержание этого элемента во вмещающих и подстилающих породах часто определяет последующую рудоносность комплексов. Особенно это относится к регионам с миегосинклинальным характером развития типа Енисейского кряжа, где процессы перераспределения и концентрации элементов осуществлялись в основном в пределах коры, а поступление подкорового мантийного вещества было ограничено. В пределах золотоносных провинций далеко не все формации характеризуются повышенным кларком золота. Например, в Енисейском кряже повышенные (от 4 до 10 мг/т) концентрации золота устанавливаются в четырех типах пород: конгломератах и гравелитах, черных углеродистых сланцах, метабазитах и туфогенных гематитсодержащих отложениях, реже в известняках с примесью терригенного материала. Характерно, что все золоторудные месторождения и многочисленные проявления находятся именно в этих породах. В создании эндогенных рудных концентраций, наряду с сингенетическими, большое значение имели эпигенетические процессы — региональный, регионально-контактный и гидротермальный метаморфизм, способствовавшие перераспределению золота, переходу его в подвижное состояние и концентрации. С этой точки зрения представляются перспективными на золото не только области докембрийского плутоно- и гидротермального метаморфизма золотосодержащих формаций, но и участ-

ки пересечения их зонами послепротерозойской тектоно-магматической активизации.

Сейчас быстрыми темпами идет накопление геохимической информации по содержанию и распределению золота в породах и минералах. Однако качество не всегда отвечает современным требованиям. Выше было показано, что разница в содержаниях 3-4 мг/т золота в исходных породах сказывается весьма существенно на концентрациях в их метаморфизованных аналогах. Для получения сопоставимых результатов предлагается публиковать данные по содержанию золота в минеральном веществе только совместно с результатами контрольных его определений в общепринятых эталонах, проанализированных одновременно с пробами тем же методом.

Б. Р. Ш п у н т (ИГ ЯФ СО АН СССР), обратил внимание на необходимость выявления природы и источников тонкого россыпного золота в центральных частях Сибирской платформы. По мнению Б.Р.Шпунта, не исключено, что отдаленными источниками золота могут быть месторождения в древнейших комплексах складчатого метаморфического основания платформы.

В. А. З л о б и н (ИГиГ СО АН СССР). Проблема рудоносности терригенных пород является наиболее актуальной в настоящее время и ей уделяется большое внимание. Тем не менее нам представляется важным подчеркнуть следующие обстоятельства.

1. Золотоносные толщи в ряде районов оказываются продуктивными на целый ряд других месторождений (свинца, цинка, меди, сурьмы, урана и т.д.), что при использовании комплексных поисков может дать значительный экономический эффект.

2. В связи с огромным распространением благоприятных для локализации оруденения пород на территории страны необходимы надежные критерии для локализации поисковых и разведочных работ в наиболее перспективных районах, а при проведении опробования - четкие руководства для оценки возможной рудоносности отдельных участков и систематизации собранной информации.

Наши исследования показывают, что рудоносные толщи характеризуются в целом повышенной радиоактивностью за счет накопления урана (углеродистые сланцы) и тория (высокоглиноземистые отложения), а золоторудные месторождения среди них - повышенными содержаниями калия. Эти признаки можно использовать как критерии для выбора перспективных районов и участков по данным аэрогамма-съемки и различных видов радиогеохимических исследований.

Руководством для проведения опробования и систематизации его данных могли бы служить минералого-геохимические атласы продуктивных ассоциаций, отражающих на уровне межрегиональных обобщений главные закономерности формирования руд золота и других металлов в терригенных толщах. По нашим наблюдениям и литературным данным, наблюдается последовательная смена диагенетических, метаморфических, гидротермально-метаморфических и гидротермальных рудных ассоциаций с последовательным накоплением в них золота.

Г. В. Н е с т е р е н к о (ИГиГ СО АН СССР). На важность и перспективность таких "новых" типов золотого оруденения как минерализованные зоны дробления, сульфидизированные черные сланцы и др. отдельные исследователи обращали внимание и раньше (В.А.Обручев, Ф.Н.Шахов). Но лишь в последнее десятилетие эта проблема в полной мере привлекла внимание широкой геологической общественности, что нашло отражение на настоящем совещании.

в серии интересных докладов и сообщений, и что, безусловно, является надежной предпосылкой существенных практических достижений в расширении сырьевой базы золоторудной промышленности.

Особенностью отмеченных "новых" типов золоторудной сульфидной минерализации является слабая сопротивляемость процессам выветривания, эрозии и денудации. Вследствие этого: 1 - рыхлые отложения и золотоносные россыпи, развитые на таких породах, часто не содержат обломков этих пород; 2 - выветрелые разности золотоносных пород этого типа очень трудно диагностируются и 3 - речные долины, древние депрессии и другие отрицательные формы рельефа, характеризующиеся повышенной мощностью наносов, нередко приурочиваются к таким зонам. Из сказанного вытекает необходимость: а) обращать первоочередное внимание при поисках коренного оруденения на закрытые площади, особенно в пределах золотоносных долин; б) шире использовать при поисках геохимическое опробование с чувствительностью не ниже $1 \cdot 10^{-6}\%$ (из расчета выявления эндогенных ореолов месторождений); в) усиление работ на поисковой стадии.

В. М. Т о к а р е в (ЦНИГРИ), призвал геологов - участников совещания всячески способствовать организации для Всесоюзного геологического музея коллекции золотых руд и связанных с ними типоморфных пород из разных месторождений и провинций страны. Музей создается при Министерстве геологии СССР.

И. С. Б р е д и х и н (МГ РСФСР). В проблеме сырьевой базы золоторудной промышленности есть две задачи - обеспечение и расширение сырьевой базы действующих предприятий и создание новой современной сырьевой базы за счет выявления новых крупных месторождений и районов. Как ни странно, на данном совещании большинство представителей науки проявили свой энтузиазм в основном по первой задаче.

По второй задаче большинство выступлений сводилось к проблеме "черных сланцев". На наш взгляд, при всей важности последней проблемы, некоторые товарищи явно переоценивают ее. Золоторудные месторождения в черносланцевых толщах (типа Сухого Лога) представляют интерес лишь при значительных их масштабах и благоприятных географо-экономических условиях.

Для успешного решения второй задачи, наряду с основным направлением поисков месторождений золота в восточных районах страны в связи с поясами мезо-кайнозойских вулканитов и толщами черных сланцев, необходимо научно обосновать и реализовать в предстоящей десятой пятилетке (1976-1980 гг.) новое направление - поиски золоторудных месторождений древнего (архейского и нижнепротерозойского) возраста, на которых обеспечивалась и обеспечивается подавляющая часть общемировой добычи золота. Масштабность золоторудных месторождений древнего возраста, по-видимому, обуславливалась слабой в то время деформацией земной коры и рудных процессов, и там, где последние проявлялись, они имели обычно значительные масштабы.

Следует с удовлетворением отметить, что на совещании довольно четко прозвучали вопросы повышения экономической эффективности геологоразведочных работ на золото. Эта очень важная задача поставлена перед нами в Директивах XXIV съезда КПСС и она особенно важна применительно к работам на золото. В текущей пятилетке (1971-1975 гг.) эффективность этих работ по целому ряду районов и месторождений остается низкой. В десятой пятилетке

на геологоразведочные работы по золоту предстоит израсходовать около 1100 млн. рублей или около 25% всех ассигнований на геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые. Отмеченные выше задачи и проблемы геологоразведочных работ на золото требуют коренного улучшения научного геологического прогнозирования, методического и технического их перевооружения.

Существующие методики поисковых и разведочных работ значительно устарели и не отвечают качественно новым задачам, которые сейчас встали перед геологами по коренному улучшению сырьевой базы золотодобывающей промышленности.

Надо повысить роль научного геологического прогноза и ответственность за них геологов и ученых. Полезное ископаемое — категория геолого-экономическая, а научный прогноз и поиски, которые проводятся на его основе, нередко являются чисто геологической категорией. И мы часто прогнозируем и ищем золото как химический элемент. Мы нуждаемся в целевом прогнозировании, в основу прогнозирования нужно положить наиболее эффективные промышленно-генетические типы золоторудных месторождений и для каждого из них с учетом конкретных геологических обстановок и экономических районов определить модели прогнозируемых месторождений (генетический тип, масштабы, содержание золота в рудах и т.п.).

В целях дальнейшего повышения экономической эффективности геологоразведочных работ на рудное золото следует более рационально и в меньших объемах применять при их разведке подземные горные выработки тяжелого типа и шире использовать при разведке и поисках колонковое механическое бурение, геохимические и геофизические методы.

В заключении хотелось бы отметить, что совещание прошло успешно и в этом заслуга Оргкомитета и его председателя, всеми уважаемого Валерия Алексеевича Кузнецова.

РЕШЕНИЕ

совещания по проблеме "Геология и геохимия золоторудных месторождений и перспективы золотоносности Сибири", Новосибирск, 9-11 апреля 1975 г.

Совещание было организовано Институтом геологии и геофизики и Научным советом по проблемам рудообразования и металлогении Сибири при СО АН СССР совместно с Министерствами геологии СССР и РСФСР и Министерством цветной металлургии СССР.

Совещание развивает традиции активных творческих контактов научных и производственных организаций, заложенные на предшествующих сибирских конференциях и совещаниях по геологии и геохимии золота (Новосибирск, 1960; Томск, 1968; Новосибирск, 1969; Чита, 1973; Владивосток, 1974).

Тематику совещания определила возрастающая потребность народного хозяйства страны в благородных металлах и стремление геологов способствовать быстрейшему и значительному расширению сырьевой базы рудного золота. Вытекающие отсюда основные задачи совещания таковы:

- 1) определить пути дальнейшего развития теории прогноза, оценки и методов поисков золотых руд;
- 2) обсудить общие перспективы отдельных золоторудных провинций Сибири и выявить в них важнейшие промышленные типы и первоочередные поисково-разведочные объекты.

В работе совещания приняли участие 214 человек от 65 геологических организаций. Был представлен разнообразный и ценный материал по геологии и геохимии золоторудных месторождений Восточной и Западной Сибири, Дальнего Востока, Казахстана, а также Средней Азии и Кавказа. В докладах и выступлениях основное внимание было уделено проблеме типизации золоторудных месторождений, перспективной оценке их типов, условиям их образования и путям дальнейшего совершенствования прогноза и поиска. Было показано, что в ряде районов Сибири имеются предпосылки к обнаружению крупных по масштабу месторождений золота, в том числе: вкрапленно-прожилковых и золото-сульфидных зон в черносланцевых и вулканогенных толщах. В ряде районов появляются новые данные о перспективности месторождений золото-сульфидно-скарновой формации. Не исчерпаны перспективы увеличения запасов руд на действующих рудных полях.

Вместе с тем, совещание констатирует, что эффективность поисков новых золоторудных месторождений пока невысока, критерии выбора первоочередных площадей для поисково-разведочных работ недостаточно конкретны, в большинстве золоторудных районов отстают крупномасштабные прогнозы на золото; не разработаны критерии предварительной прогнозной и геолого-экономической оценки рудных районов и рудных полей, а также месторождений важ-

нейших промышленно-генетических типов. Еще не в полной мере для прогнозных целей и выбора первоочередных объектов поисково-разведочных работ используются геолого-геохимические и геофизические методы, методы структурного анализа, объемного моделирования, морфоструктурной типизации рудных полей.

Исследовательские работы по геологии и геохимии золота и золоторудных месторождений академическими и отраслевыми институтами ведутся в недостаточном объеме, что не позволило улучшить научно-методический уровень регионального и особенно локального прогнозирования.

Для дальнейшего повышения эффективности исследований необходимо объединение усилий академических и отраслевых научных организаций с производственными и укрепление их лабораторной базы.

Совещание постановляет:

1. Рекомендовать территориальным геологическим управлениям Министерства геологии РСФСР, геологоразведочным и эксплуатационным предприятиям Министерства цветной металлургии СССР сосредоточить основные усилия на поисках и разведке золоторудных месторождений главных промышленных и формационных типов: вкрапленно-прожилкового и золото-кварцево-сульфидного в черных углеродистых сланцах, золото-серебряного субвулканического, вкрапленно-метасоматического в карбонатных и вулканогенно-карбонатных толщах и др.

В районах с благоприятными геологическими предпосылками обратить особое внимание на выявление и оценку оруденения типа древних золотоносных конгломератов и золоторудных скарнов.

Усилить исследования на рудное золото в районах влияния БАМа.

2. Продолжить изучение эксплуатируемых и ранее разведывавшихся перспективных золоторудных месторождений и полей, в первую очередь в экономически освоенных районах.

3. Разработать для главных промышленно-генетических типов золоторудных месторождений рациональные комплексы геолого-геохимических и геофизических методов их поисков и оценки; осуществить их широкое применение на всех стадиях изучения и эксплуатации объектов.

Шире применять математические методы при обработке исходных фактических материалов и при прогнозировании перспективных объектов.

4. Усилить изучение вещественного состава перспективных разведываемых месторождений золота, в особенности новых типов, как с целью совершенствования теоретических основ и методик поисков, так и для технологических целей с учетом комплексного характера сырья.

5. Усилить морфоструктурные, геофизические и геолого-геохимические исследования на рудных полях важнейших промышленно-генетических и формационных типов с целью выявления и уточнения критериев протяженности промышленного оруденения на глубину и совершенствование методов локального прогноза оруденения.

6. В целях повышения эффективности поисково-разведочных работ на золото в стране считать необходимым условием методических исследований, специализации крупномасштабных геологических съемок и поисков в золоторудных районах, а также создание специализированных экспедиций и партий для оперативного опознания и оценки особо перспективных районов на золото.

7. Рекомендовать институтам Министерства геологии и Академии наук СССР совместно с территориальными геологическими управлениями Сибири в кратчайшие сроки обобщить опыт работ и разработать методические руководства по поисково-оценочным критериям месторождений важнейших типов с учетом провинциальных особенностей их проявления. Рекомендовать ЦНИГРИ организовать и скоординировать эти работы.

8. Усилить контакты научных и производственных геологических организаций, изучающих золоторудные районы Сибири с переходом на комплексные единые программы работ по крупным перспективным рудным районам и объектам, с составлением общих отчетов и планов внедрения, оформлением совместных итоговых трудов. В первую очередь организовать совместные работы в районах влияния БАМа, включая Ленский район и Южную Якутию, в Енисейском крае, Восточном Забайкалье и других.

9. Учитывая исключительно важное значение развития сырьевой базы золота в Восточной и Западной Сибири, считать целесообразным объединить усилия геологических институтов Сибирского отделения АН СССР, Министерства геологии СССР, Минцветмет СССР и Министерство высшего образования СССР для разработки проблемы "Научное обоснование перспектив и основных направлений поисково-разведочных работ на золото в Сибири". Просить Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике включить эту проблему в число важнейших народнохозяйственных проблем на X пятилетие.

10. Рекомендовать институтам Сибирского отделения АН СССР продолжить исследования по совершенствованию существующих и созданию новых методов поисков золотых руд на основе изучения закономерностей поведения рудных элементов и эндогенных и экзогенных процессах, по разработке теоретических основ разбраковки золоторудопроявлений и геохимических аномалий; быстрее опубликовать результаты этих исследований в виде методических рекомендаций для внедрения.

11. Просить Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике рассмотреть вопрос об организации в Восточной Сибири (Иркутск) и Западной Сибири (Томск, Новосибирск) аналитических центров для массового анализа физическими, ядерно-физическими и физико-химическими методами геологических проб на золото и сопутствующие ему элементы.

12. Форсировать разработку полевых экспресс-методов анализа проб на золото.

13. Учитывая особую важность проблемы, просить Научный совет по проблемам рудообразования и металлогении Сибири осуществить контроль и координацию работ по исполнению настоящего решения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Вступительное слово председателя Оргкомитета совещания академика В.А.Кузнецова	4
Н. А. Ш и л о . К проблеме систематики золоторудных месторождений . . .	7
Б. М. З у б а р е в , И. С. Б р е д и х и н , В. В. Ф р о л о в .	
О состоянии и направлении поисковых работ на рудное золото в Сибири ..	16
Выступления в прениях	25
Решение совещания	36
Оглавление	39

Мп. 233 с.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- ЗабКНИИ МГ СССР - Забайкальский комплексный научно-исследовательский институт Министерства геологии СССР.
- ИГ БФ СО АН СССР - Институт геологии Бурятского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР.
- ИГ ЯФ СО АН СССР - Институт геологии Якутского филиала Сибирского отделения Академии наук СССР.
- ИГЕМ АН СССР - Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР.
- ИГиГ СО АН СССР - Институт геологии и геофизики Сибирского отделения Академии наук СССР.
- ИЗК СО АН СССР - Институт земной коры Сибирского отделения Академии наук СССР.
- ИГ СО АН СССР - Институт геохимии Сибирского отделения Академии наук СССР.
- ИТГУ - Иркутское территориальное геологическое управление.
- МГ РСФСР - Министерство геологии РСФСР.
- НИИ ЯФ - Научно-исследовательский институт ядерной физики.
- СВТГУ - Северо-Восточное территориальное геологическое управление.
- СВКНИИ ДВНЦ - Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного научного центра.
- СНИИГиМС - Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья.
- ТПИ - Томский политехнический институт.
- ЧТГУ - Читинское территориальное геологическое управление.
- ЦНИГРИ - Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт.
- ЯГУ - Якутский государственный университет.

Мп. 233 с.

Технический редактор Л.А. Панина

Подписано к печати 11. IX. 1975 г
Бумага 70x108/16. Физ.п.л. 2,5. Усл.п.л. 3,5
Тираж 160. Заказ 10. Инв. № 10с.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90, Ротапринт.

5481