

Б. Ф. НАЛЕТОВ, О. И. НИКОНОВ

**МАГМАТИЧЕСКИЕ
АССОЦИАЦИИ
С ЗОЛОТЫМ,
ЖЕЛЕЗНЫМ
И КОЛЧЕДАННЫМ
ОРУДЕНЕНИЕМ**

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Гранитоиды с золотым оруденением	5
Главные геологические особенности гранитоидсодержащих ассоциаций с золотым оруденением	6
Минеральный состав	17
Петрохимия	21
Глава II. Магматические ассоциации с золото-серебряным оруденением	50
Краткая геологическая характеристика	51
Минеральный состав вкрапленников лавовых, экструзивных и субвулканических образований	54
Петрохимия	55
Глава III. Магматические ассоциации с колчеданным оруденением . . .	65
Главные геологические особенности	—
Минеральный состав вкрапленников лавовых, экструзивных и субвулканических образований	79
Минеральный состав гранитоидов	80
Петрохимия ассоциаций с колчеданным, медноколчеданным и медно-цинковым оруденением	81
Петрохимия ассоциаций с колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-свинцово-цинковым оруденением	94
Глава IV. Вулкано-плутонические ассоциации с полиметаллическим оруденением	102
Петрохимия	103
Глава V. Платиновые ассоциации с полиметаллическим оруденением	106
Главные геологические особенности	—
Минеральный состав	110
Петрохимия	111
Петрохимия ассоциаций с полиметаллическим оруденением	122
Петрохимия ассоциаций с платиновым оруденением	—
Глава VI. Свинцово-цинковые ассоциации с полиметаллическим оруденением	129
Заключение	145
Приложение	148
Литература	157

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

МИНИСТЕРСТВО
ГЕОЛОГИИ РСФСР
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ЗАПСИВГЕОЛОГИЯ»

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Выпуск 531

173

Б. Ф. НАЛЕТОВ, О. И. НИКОНОВ

МАГМАТИЧЕСКИЕ
АССОЦИАЦИИ
С ЗОЛОТЫМ, ЖЕЛЕЗНЫМ
И КОЛЧЕДАННЫМ
ОРУДЕНЕНИЕМ
(минералогия, петрохимия)

Ответственный редактор чл.-кор. АН СССР Г. В. Поляков



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Новосибирск · 1982



Налетов Б. Ф., Никонов О. И. Магматические ассоциации с золотым, железным и колчеданным оруденением (минералогия, петрохимия).— Новосибирск: Наука, 1982.

В монографии на статистическом материале, включающем около 150 плутонических и вулканических серий, комплексов, представленных 7 тысячами силикатных анализов, а также многочисленными количественно-минералогическими данными, преимущественно литературными, охарактеризован вещественный состав магматических ассоциаций, сопровождающихся золотым, железным и колчеданным оруденением. Даны статистические петрохимические модели состава породных групп, типов пород от меллагаббро до лейкогранитоидов. Детально рассмотрены минералогические черты отдельных типов гранитоидов. Проведено сравнение изученных ассоциаций с оловосными, вольфрамоносными и медно-молибденоносными ассоциациями.

На основании выявленных различий в окисленности железа, специфике рудных акцессорных минералов и состава биотита делается вывод о различных окислительно-восстановительных условиях образования магматитов с разной рудоносностью.

Книга рассчитана на геологов, занимающихся вопросами магматизма, геологов-рудников, геохимиков, а также геологов-поисковиков и студентов.

Табл. 147. Ил. 23. Библ. 345.

Борис Федорович Налетов, Олег Иванович Никонов

**МАГМАТИЧЕСКИЕ
АССОЦИАЦИИ
С ЗОЛОТЫМ, ЖЕЛЕЗНЫМ
И КОЛЧЕДАНЫМ
ОРУДЕНЕНИЕМ**

(минералогия, петрохимия)

Ответственный редактор *Глеб Владимирович Поляков*

Утверждено к печати

Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редактор издательства *Н. Ф. Джигирис*

Художественный редактор *М. Ф. Глазырина*

Художник *Н. К. Белик*

Технический редактор *Ф. Ф. Орлова*

Корректоры *С. М. Погудина, К. И. Сергеева*

ИБ № 23097

Сдано в набор 15.06.81. Подписано к печати 16.06.82. МН-16735. Формат 70×108¹/₁₆. Бумага офсетная. Обыкновенная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 14,7. Усл. кр.-отт. 15,2. Уч.-изд. л. 18,1. Тираж 1000 экз. Заказ № 612. Цена 2 р. 70 к.

Издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.
4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

ВВЕДЕНИЕ

Монография в основном представляет собой разработку возглавляемой Э. П. Изохом общей проблемы «Рудоносность магматических формаций». Она является продолжением ранее начатых Б. Ф. Налётовым исследований по статистическому анализу минерального и химического состава гранитоидов с оловянным, вольфрамным и медно-молибденовым обогащением. В данной работе объединены материалы и выводы авторов, работавших в разных организациях, но выполнявших сходные по методике и конечной цели задачи. Материалом послужили преимущественно литературные данные по различным регионам СССР и зарубежных стран. Полевые исследования проводились в Алтае-Саянской, в меньшей степени — в Сихотэ-Алиньской складчатых областях. С 1965 г. Б. Ф. Налётov изучал золотоносные массивы Кузнецкого Алатау и Тувы: Центральнинский, Федотовский, Кундустуюльские, Безымянский, Дудетский, Федоровский, Каа-Хемский и другие. Из интрузивных образований колчедановосных ассоциаций был изучен Енисейский плутон маинского комплекса в Западном Саяне. О. И. Никоновым в процессе полевых работ исследовались некоторые колчедановосные и железоносные вулканиты Кузнецкого Алатау, массивы Тылинский, Кожуховский, ряд массивов Мрасского выступа. Методика работы освещена в более ранних публикациях [Белоусов и др., 1974; Налётov, Изох, 1976; Пономарева, Налётov, 1979; Белоусов и др., 1981; Налётov, 1981], что позволяет на многих вопросах, связанных с характером обработки материала, не останавливаться. Напомним лишь основные моменты методического характера, необходимые для понимания излагаемого материала. В породных группах каждой конкретной ассоциации изучалось распределение проб по петрохимическим показателям и оценивалось статистически значимое преобладание того или иного петрохимического уклона в альтернативном распределении [Большев, Смирнов, 1965] или по расчетам [Урбах, 1964]. После этого аналогичным образом устанавливалось статистическое преобладание определенного уклона в группе ассоциаций — золотоносных, железоносных и т. д.

Для типизации пород и породных групп на петрохимической основе использованы две эмпирические равноклассные формализованные шкалы: а) кремнеземистости и б) общей меланократовости [Изох, Налётov, 1974; Налётov, Изох, 1976].

Для приближенного расчленения пород в составе породных групп в соответствии со шкалой b' , подобно тому как это принято А. Ф. Белоусовым и другими [Белоусов, 1974], различаются следующие классы по меланократовости (основности): 1) в базитовой породной группе — породы мелабазитового (габброидного, $b' > 25$) и лейкобазитового (диоритоидного, $b' \leq 25$) уклонов; в той же породной группе — породы габбрового уклона ($b' > 20$), противопоставляемые диоритово-габбро-диоритовому ($b' \leq 20$) уклону; породы лейкогаббрового уклона ($b' \leq 25$), противопостав-

ставляемые мезо- и мелагаббровым ($b' > 25$); породы мелагаббрового уклона ($b' > 30$), противопоставляемые другим габброидам; 2) в гранитоидной породной группе — породы лейкогранитоидного (гранитового, $b' \leq 5$) и мелагранитоидного (гранодиоритового, $b' > 5$) уклонов. Для разделения пород в группах по щелочности использован ранее уточненный вариант шкалы. Он изложен в работе А. Ф. Белоусова с соавторами (1981). Кроме того, учитывая важность количественных оценок по n , Na_2O и K_2O , рубежи по названным показателям были взяты, исходя из середины распределений, отвечающих значениям 60; 4% и 3,5% соответственно [Налетов, 1978в]. Из других были использованы признаки состава, отражающие некоторые второстепенные особенности ассоциаций пород, такие как глиноземистость, титанистость, соотношение магния и железа, выраженные показателями: содержание Al_2O_3 (в вес. % при исключенных летучих) и наличие характеристики a' , содержание TiO_2 (в вес. %), общая железистость ($F_{общ}$), характер распределения характеристик c и \bar{c} . На основании этих показателей А. Ф. Белоусовым [Белоусов и др., 1981] выделены классы (уклоны) пород, которые приняты нами в этой работе. Петрохимические шкалы различных уклонов по названным показателям (по А. Ф. Белоусову) уже опубликованы нами [Налетов, 1981] и здесь не приводятся.

В качестве петрохимической модели составов были выбраны оценки средних петрохимических показателей по породным группам. Учитывая, что изменения состава внутри породных групп происходят закономерно, а также то, что интрузивные ассоциации нередко представлены фрагментарно, а рудопроявления чаще расположены в надинтрузивных зонах, где вскрываются лишь отдельные фрагменты магматических тел, для прогнозирования интересны характеристики отдельных типов пород. Разбивка ассоциаций на типы производилась по шкале b' . С целью сокращения большого объема работы по обсчету выборок в гранитоидной группе обсчитывались подразделения пород, включающие несколько номенклатурных типов по SiO_2 . При этом в базитовой породной группе выделены (при наличии петрохимического материала) мелагаббро, мезогаббро, лейкогаббро; в гранитоидной — мелагранитоиды и лейкогранитоиды. Кроме этого, оценки средних были получены по петрохимическим показателям лейкодиоритов (кварцевых диоритов), включающих породы как базитовой, так и гранитоидной породной групп, поскольку известно [Налетов, Изох, 1976; Изох, 1978], что граница между базитовой и гранитоидной породными группами располагается в интервале лейкодиоритов (кварцевых диоритов).

Все петрохимические пересчеты выполнены в ИГиГ на ЭВМ М-220 и частично в ВЦ СО АН СССР по программам, составленным З. Г. Поляковой, Е. Н. Эпштейн, А. Е. Телешевым.

Авторы приносят благодарность д-ру геол.-мин. наук, проф. Э. П. Изоху, содействовавшему работе на многих ее этапах, д-ру геол.-мин. наук А. Ф. Белоусову и чл.-кор. АН СССР Г. В. Полякову, консультациями которых они постоянно пользовались, генеральному директору ПГО «Засибгеология» Г. А. Селятицкому, главному геологу этого объединения П. В. Ершову, начальнику Западно-Сибирской геологической экспедиции Б. А. Снежко, поддержавшим постановку тематических исследований в порядке производственных заданий. Авторы признательны также канд. геол.-мин. наук А. П. Пономаревой и А. П. Кривенко за обсуждение некоторых вопросов, разбираемых в книге.

Большая работа проделана О. А. Карпушиной в подготовке петрохимического материала для машинных пересчетов и расшифровке результатов, И. И. Шкарбань, Т. Н. Демидовой в сборе и частичной обработке этого материала, М. Ф. Нахаевой, В. И. Фоминых в сборе материала и оформлении работы.

ГРАНИТОИДЫ С ЗОЛОТЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Взаимоотношения золотого оруденения с разновозрастным и разнотипным магматизмом достаточно сложны, многообразны и еще слабо изучены. Спектр магматических ассоциаций, с которыми проявляются повышенные концентрации золота, весьма широк, что вполне согласуется с большим диапазоном геологических условий формирования золотых месторождений [Щербаков, 1967]. В этой связи интересно отметить, что многие ассоциации из рассмотренных в настоящей работе типов, кроме собственно золотоносных, несут это оруденение. Наиболее отчетливая временная и пространственная сопряженность концентраций золота устанавливается для фанерозойских гранитоидов и мезокайнозойских вулканических, вулканоплутонических формаций [Шер, 1972, 1974]. На характеристике вещественного состава именно гранитоидов целесообразно, видимо, остановиться в первую очередь, тем более, что они послужили материалом для выявления статистических связей разнотипного оруденения с магматическими ассоциациями [Караева, 1968; Исох, 1972, 1978; Налётов, 1976, 1978].

Промышленными концентрациями золота обычно сопровождаются самые различные по составу и минеральным парагенезисам гранитоиды, но отличающиеся высоким содержанием натрия, низким или высоким содержанием калия. Концентрации последнего в лейкогранитоидах золотоносных ассоциаций могут достигать уровней содержания натрия и даже нередко превышать его. Интересно, что при этом отсутствует статистическое преобладание натриевого или, наоборот, калиевого соотношения щелочей. В данном случае мы имеем в виду ассоциации с медно-молибденовым оруденением. Остановимся на данном типе гранитоидов несколько подробнее, поскольку минеральный и химический состав их уже охарактеризован ранее [Налётов, 1981]. Гранитоиды с медно-молибденовым оруденением появляются в сложных ассоциациях в результате их эволюции по двум заметно различающимся направлениям: габбро-монцодиорит — сиенито-диорит — гранодиорит, граносиенит — гранит, лейкократовый гранит — комплекс порфировых интрузий; габбро, габбро-диорит — кварцевый диорит, тоналит — трондьемит, плагиогранит — комплекс даек, отвечающий по составу предшествующим породам. Для гранитоидов обоих типов свойственны биотит-роговообманковый, биотит-роговообманковый повышенной щелочности (для существенно молибденоносных), в меньшей степени — биотитовый минеральные парагенезисы. Причем последний характерен лишь для гранитов и лейкогранитов. Пока совершенно неизвестны для названных ассоциаций гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами. Гранитоидам обоих типов свойственно наличие (в весовых количествах) акцессорного магнетита, полное отсутствие или незначительное развитие ильменита, сопрягающегося с пониженной железистостью биотита. В лейкогранитоидах ассоциаций первого типа нет ста-

тистического преобладания ни калишпата, ни плагиоклаза. Точно такие же соотношения устанавливаются для калия и натрия. Лейкогранитоиды ассоциаций второго типа отличаются плагиоклазовым ($Pl \geq KPl$) и натриевым ($Na \geq K$) соотношением полевых шпатов и щелочей соответственно. С этими гранитоидами сопрягается существенно медное оруденение, сопровождаемое промышленными концентрациями золота. Примером таких ассоциаций могут служить многие комплексы Филиппин, Малайзии, островов Новая Гвинея, Соломоновых островов и других регионов. Для ассоциаций первого типа характерно существенно молибденовое оруденение и более слабая золотоносность, хотя известны и исключения, например ассоциация района месторождения Бингем. Последнее тесно связано с монцитонитовыми породами высокой калиевости, характеризуется как существенно медное, с большими запасами и является четвертым по величине золотым месторождением США [Шер, 1972]. Гранитоидам обоих типов свойственно проявление золото-сульфидной формации, золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая отмечаются реже. Для медно-порфировых месторождений, несущих золото, устанавливается положительная корреляция золота и меди [Sillitoe, 1979].

Гранитоиды с главным железным и колчеданным оруденением со спорадически встречающимися повышенными концентрациями золота описаны нами далее в соответствующих главах. Ниже остановимся на тех гранитоидах, для которых золотое оруденение является главным.

ГЛАВНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОИДСОДЕРЖАЩИХ АССОЦИАЦИЙ С ЗОЛОТЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

УРАЛО-МОНГОЛЬСКИЙ СКЛАДЧАТЫЙ ПОЯС

Уральская геосинклиальная складчатая область

Текельды-Тауский мегантиклинорий

Джабыгасайский комплекс (D_2-D_3). Джабыгасайский ($\approx 300 \text{ км}^2$), Акжарский (125 км^2) массивы, «слепое» тело диоритов. Первый прорывает толщу диабазов D_{1-2} и имеет абсолютный возраст 290—270 млн. лет, второй вмещают кислые эффузивы D_1 . Абсолютный возраст пород Акжарского массива 298—277 млн. лет. Батолитообразные и дайкообразные тела. Предполагаемая схема формирования: 1) диориты, кварцевые диориты; 2) кварцевые диориты, гранодиориты, плагиограниты; 3) жильные аплитовидные граниты, гранит- и гранодиорит-порфиры. Золотоносные кварцевые и турмалин-кварцевые жилы в приконтактных частях массивов [Хенкина, Сорокин, 1968].

Зауральское поднятие

Буруктальский комплекс (C_1). Коскольский и Журманкольский массивы в пределах Буруктальского синклиория, Кокпектинский и Кайрактинский массивы в зоне сопряжения Сарыобинской зоны с Кундыбаевским антиклинорием. Залегают среди отложений $O - S_1, D_{2-3}, C$.

Предполагаемая схема формирования: 1) жильная серия — габбро, габбро-диориты, диоритовые порфириты, диориты; 2) массивы, сложенные габбро, габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами, дио-

ритовыми порфиритами; 3) кварцевые диориты, биотит-роговообманковые кварцевые монциты, гранодиориты, плагиограниты; 4) жильная серия — лампрофиры, диоритовые порфиры, диориты, гранодиориты, плагиограниты. Абсолютный возраст кварцевых монцитов 330, кварцевых диоритов 340, плагиогранитов 350 млн. лет. Возраст жильной серии 303—380 млн. лет. Проявления золота кварцево-жильного типа и колчеданных руд [Дубинин, 1972].

Верхотурско-Верхисетский мегантиклинорий

Базит-гранитоидная ассоциация (C_1 ?). Массивы: Верхисетский (85×30 км²), Краснопольский, Середовинский, Пановский, Северо-Коне́вский и другие пластообразной, штокообразной формы. Прорывают вулканогенно-осадочную толщу верхнего ордовика — лландоверийского яруса силура. Абсолютный возраст пород Верхисетского массива 340—260 млн. лет (по большинству определений), других массивов — 325, 270, 260 млн. лет. Схема формирования от ранних к поздним: 1) диориты, кварцевые диориты, биотит-роговообманковые гранодиориты, плагиограниты, биотитовые и двуслюдяные граниты; 2) жильная серия — кварцевые диориты, диорит-порфиры, биотит-роговообманковые микрогранодиорит-порфиры, биотитовые граниты, гранит-порфиры, пегматиты, аплиты. Золоторудные кварцевые жилы в эндоконтактных и внутренних частях массивов, контактово-метасоматические проявления железа [Бушляков, 1971; 1972; Бушляков, Соболев, 1976].

Шартагский массив (C_1 ?). Площадь ≈ 6 км². Геофизическими данными прослеживается в длину на 20 км. Абсолютный возраст наиболее развитых биотитовых гранитоидов 375—335 млн. лет. Этапы формирования: 1) крупнозернистые биотитовые и биотит-роговообманковые граниты — адеманеллиты (преобладают), крупновкрапленниковые адеманеллит-порфиры, тоналиты, аплиты, пегматиты, кварцевые жилы; 2) среднезернистые биотитовые адеманеллиты (преобладают), адеманеллит-порфиры двух фаз внедрения, гранодиорит-порфиры, лампрофиры, малхиты, пегматиты, аплиты, кварцевые жилы; 3) мелкозернистые биотитовые адеманеллиты (преобладают) мела- и лейкократовые адеманеллиты, гранодиорит-порфиры, лампрофиры, пегматиты, аплиты, кварцевые жилы. Золоторудные жилы в приконтактных зонах и теле массива [Беллавин и др., 1970; Куруленко, 1971, 1977; Злобин, Куруленко, 1981].

Алапаевско-Брединский синклинорий

Пластовский комплекс (C_1-C_2 ?). Массивы: Пластовский (150 км²), Андреевский, Чернореченский, Коелгско-Кабанский, Кособродский, Каменский. Прорывают докембрийские, кембро-силурийские, силурон-нижнедевонские и нижнекаменноугольные отложения. Абсолютный возраст 330—310 млн. лет. Трещинные дискордантные тела. Схема формирования: 1) кварцевые диориты, биотитовые гранодиориты, биотитовые и двуслюдяные плагиограниты; 2) жильные образования, представленные: а) средне- и мелкозернистыми биотитовыми и двуслюдяными плагиогранитами, реже меланократовыми плагиогранитами, существенно плагиоклазовыми гранодиоритами и граносиенитами; б) плагиогранодиорит-порфирами, гранодиорит-порфирами; в) альбитофирами; г) лейкократовыми и мусковитовыми плагиогранитами; д) плагиоаплитами и плагиопегматитами; е) фельзитовыми плагиопорфирами; ж) диабазами. Золото-пирит-кварцевые и золото-арсенопирит-кварцевые жилы в теле Пластовского массива [Львов, 1965; Яновский, 1971; Яновский, Туголесов, 1967].

Центрально-Казахстанская складчатая область

Степнякский синклиниорий

Крыккудукский комплекс (O_3). Массивы: Крыккудукский (≈ 1000 км²), Аккудукский (250 км²), Буландино-Аккульский (≈ 1800 км²), Ащикольский, Западно-Атансорский, Яблоново-Итейменский, Черняховский и др., залегают в эффузивно-осадочных отложениях O_1 и O_2 . Межформационные лополитообразные залежи, штоки мезоабиссальные. Абсолютный возраст 480—488 млн. лет (7 определений), 455—463 млн. лет (6 определений). Ограниченно распространенные габбро, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты. Более поздние биотит-роговообманковые тоналиты, гранодиориты, плагиограниты, редко биотитовые граниты (фаза дополнительных интрузий). Дайковые аплиты, аплитовидные граниты (в том числе с гранатом) первого этапа; диорит-порфириды, спессартиты второго этапа. Золото-кварцевые проявления в экзоконтактах и внутри тел массивов, проявления железа скарного типа, гидротермальные рудопроявления меди, свинца и молибдена (в интрузиях с повышенной калиевостью и щелочностью). Повышенное содержания титана, никеля, кобальта, частично меди несут все породы — от габбро до гранитов [Геология СССР, 1972; Остафийчук, Толстой, 1972; данные Э. М. Спиридонова].

Интрузии степняцкого типа крыккудукского комплекса (O_3). Массивы: Степнякский, Бестюбинский, Западный, Кутуркульский и др., прорывают вулканогенно-осадочные отложения O_1 , O_2 . Штокообразные, реже уплощенные межформационные многофазные тела. Схема формирования приводится на примере Степняцкого интрузива. Породы первой фазы: ортоклаз-кварцевые габбро-пориты, габбро, роговообманковые габбро; кварцевые лабрадориты, габбро-лабрадориты, кварцевые андезиты и диориты. Породы второй фазы: биотит-авгит-роговообманковые тоналиты, гранодиориты главной фации с кварцевыми и кварцсодержащими диоритами эндоконтактовой фации. «В Степняцком интрузиве и вблизи него развиты в возрастной последовательности: 1) прожилки и зоны инъекций гранитов, гранодиоритов и аляскитов; 2) дайки аплитов, жильных гранитов, пегматитов; 3) гранит- и гранодиорит-порфиры; 4) кварцевые прожилки; 5) кварцевые диорит- и тоналит-порфириды; 6) полевошпат-кварцевые прожилки; 7) диорит-порфириды, спессартиты, габбро-диорит-порфириды; 8) процилитизированные породы с прожилками пренита и эпидота; 9) березитизированные породы с золоторудными жилами и прожилками кварца с карбонатами; 10) кварц-карбонатные жилы с антимонитом; 11) кальцитовые прожилки» [Спиридонов, 1968, с. 101]. Абсолютный возраст пород первой фазы главной фации по биотиту 449 млн. лет, второй фазы — 500 млн. лет, возраст даек по роговой обманке, по методу Е. А. Кузнецова, 445 млн. лет для диорит-порфиридов, 455 млн. лет для спессартитов. Абсолютный возраст тоналитов и гранодиоритов по биотиту северного участка месторождения Джеламбет 445 млн. лет (среднее из двух определений), а серицита, мусковита из околорудных измененных пород этого же участка — 440 млн. лет (среднее из двух определений) [Спиридонов, 1968, 1971; Назьмова, Шалаев, 1969; Геология СССР, 1972].

Чингиз-Тарбагатайская складчатая область

Абралинский и Шунайский синклинории

Сарькольский комплекс (S_2). Массивы в Абралинском синклинории: Северо- и Южно-Бурлюгакские, Баимбетский, Сарькольский, Четский; в Шунайском синклинории — Бакшокинский, Шунайский, Сункарский, Кызыладырский, Атейский и др. Межформационные лакколиты с пло-

щадью до сотен квадратных километров и трещинные тела. Прорывают отложения жумакской (S_{1w}) и данежалской (S_{1-2}) свит; прорываются кольцевыми дайками ниже-среднедевонского возраста. Абсолютный возраст пород 7 массивов в пределах 455—401 млн. лет (по среднестатистическим данным), Базамбайского — 505 млн. лет, Бакшокинского — 374 млн. лет. Схема формирования: 1) габбро, габбро-диориты, диориты, сиенито-диориты, монцониты; 2) кварцевые диориты, сиеногранодиориты, биотит-амфиболовые гранодиориты, адамеллиты; 3) биотит-роговообманковые граниты; 4) биотитовые и лейкократовые граниты. Дайки аплитов, аплит-пегматитов, жильных гранитов (первый этап), плагиогранит-порфиры, гранит-порфиры, граносиенит-порфиры, диоритовые и диабазовые порфириты. Гранитоиды преобладают. Оруденение скарновой железорудной, меднорудной, кварц-золоторудной, медно-молибденовой и золото-барит-полиметаллической формаций [Геология и металлогения..., 1977].

Зайсанская складчатая область

Калба-Нарымская зона

Кунушская серия (C_1). Габброидный кунбарлыкский комплекс малых тел и даек метаморфизованных габбро и габбро-диабазов, образующих прерывистый пояс. Более поздний кунушский комплекс малых тел и даек биотитовых тоналитов, плагиогранитов, плагиогранит-порфиров. Массивы: Жиландинский, Раздольненский, Кунушский, Буландинский и др. Пояса мелких тел и даек: Сорокинский, Медведкинский, Скалистый, Караозекский, Манатский и др. Прорывают отложения C_1 . Продукты размыва фиксируются в конгломератах C_2 . Абсолютный возраст плагиогранитов по биотиту от 300—309 до 369—386 млн. лет. Проявления и месторождения золота [Дьячков, 1972; Кузубный, 1975; Магматизм..., 1981].

Западно-Калбинская зона

Гранодиорит-плагиогранитовая формация (C_3). Штоки, дайки, пластовые тела. Массивы: Большевик, Остриковский, Уитасский, Загадка, Эспе, Бижан, Алайгырский и др. Вмещающие — песчано-углисто-сланцевые отложения C_1 и C_2 . Схема формирования: от ранних габбро, габбро-диоритов, диоритов к более поздним биотитовым гранодиоритам, плагиогранитам. Оруденение золото-углеродисто-сульфидной, реже золото-березит-лиственитовой и убогосульфидной (золото-кварцевой) формаций в надынтрузивных зонах массивов (по В. В. Масленникову).

Жарминская зона

Саурская серия (C_1). Массивы: Чангский, Бугазский, Терсайрыкский, Сандыктасский, Подгорненский, Каска-Булакская группа массивов, Балыктыкольский, Ащудастинский, Западно-Курайлинский, Курайлинский, Арсеньевский, Алимбетский и др. площадью до 300—500 км². Прорывают осадочные и вулканогенные отложения нижнего вize, вулканогенно-осадочные отложения верхнего вize — нижнего намура, перекрываются породами кенсайской свиты C_2 . Абсолютный возраст пород саурского комплекса 333 ± 7 млн. лет (среднее из 17 определений); бугазского комплекса 324 ± 6 млн. лет (среднее из 72 определений). Лакколитообразные многоярусные тела, штоки, дайки. Формируется по следующей схеме. Саурский комплекс: 1) габбро-нориты, оливиновые габбро; 2) габбро, амфиболовые габбро; 3) роговообманковые диориты, кварцсодержащие диориты (нередко с биотитом, калишшатом); 4) кварцевые диориты, тоналиты, биотит-роговообманковые (с реликтовыми диопсидом и гиперстеном);

5) трондjemиты, плагиограниты амфибол-биотитовые (с небольшим количеством орто- и клинопироксена). Комплекс «межгранитовых» даек диоритовых порфиритов, микродиоритов, плагиогранит-порфиров. Бугазский комплекс: 1) тоналиты, трондjemиты амфибол-биотитовые (реликтовый пироксен); 2) адаметлиты и граниты биотитовые; 3) жильные граниты и аплиты. Комплекс послегранитовых даек: 1) тоналит-порфиры, граносиенит-порфиры; 2) диоритовые порфиры, микродиориты, габбро-диабазы, спессартиты; 3) аплитовидные граниты, гранит-порфиры, кварцевые порфиры. Проявления золотого и медно-порфирового оруденения во вмещающих и интрузивных породах. Возраст оруденения не моложе C_2 [Щерба и др., 1976; Габбро-гранитные серии..., 1977].

Алтае-Саянская складчатая область

Золотокитатская зона

Ургодатско-Федотовский ареал раннепалеозойской (O_1) базит-гранитоидной ассоциации. Федотовский (≈ 200 км²) и Ургодатский (≈ 90 км²) плутоны, ряд более мелких тел. Вмещающие: вулканогенно-осадочные и вулканогенные накопления раннего ордовика. Абсолютный возраст биотитовых гранитов 499 млн. лет. Серия сближенных мезоабиссальных трещинных интрузий, вытянутых параллельно Кузнецко-Алтайскому глубинному разлому. От ранних пород к поздним: пироксеновые, пироксен-роговообманковые (иногда с биотитом) габбро, габбро-диориты, биотит-роговообманковые диориты, кварцевые диориты, роговообманковые, биотит-роговообманковые гранодиориты, пироксен-биотитовые граносиениты, биотит-роговообманковые и биотитовые граниты; дайки диоритовых порфиритов, спессартитов, гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, пегматитов. Габброиды в количественном отношении резко подчинены гранитоидам. Золотое оруденение в виде кварц-сульфидных жил с молибденитом в эндоконтактной зоне, скарново-магнетитовые рудопроявления [Алабин, 1966б, 1967а; Кортусов, 1967; Зыков и др., 1974; Кузатов, Зыков, 1971, 1976; Раннепалеозойская..., 1974; Налётов, 1978а, б].

Кожуховская зона

Кожуховский плутон ($E_1 - E_{2-3}$). По последним данным [Никонов и др., 1972], выделяются два разновозрастных тела общей площадью ≈ 260 км². Западное (Тылинский массив) сложено диоритами, кварцевыми диоритами, тоналитами, роговообманковыми бескалийшатовыми плагиогранитами. Датируется как E_1 на основании находок галек плагиогранитов в фаунистически охарактеризованной нижнекембрийской карачаровской свите. Восточное (собственно Кожуховский массив) представлено диоритами, кварцевыми и бескварцевыми сиенито-диоритами, сиенитами и более широко развитыми биотит-роговообманковыми трондjemитами, гранодиоритами, граносиенитами, гранитами. Немногочисленные дайки аплитов, аплитовидных гранитов, кварцевых жил. Возраст его определяется как E_{2-3} на основании галек калишпатсодержащих гранитоидов в базальном конгломерате фаунистически охарактеризованных нижнеордовикских отложений бухтайской свиты. Трещинные интрузии. С Тылинским массивом известна колчеданная минерализация, с Кожуховским — рудопроявления золота, меди, молибдена. Плутон изучался многими исследователями [Ананьев, 1950; Дистанова, 1965; Кортусов, 1967; Раннепалеозойская..., 1974; Никонов и др., 1972; и др.].

Кийская зона

Кундустуюльский комплекс (E_1). Серия гипабиссальных линейных тел и мелких штоков площадью не более 20 км² среди осадочно-эффузив-

ных пород Pt_3 и ϵ_1 . К первой фазе внедрения отнесены диориты, габбро-диориты, микрогаббро, ко второй — плагиограниты биотит-роговообманковые. Дайки аплитовидных гранитов и аплитов. Колчеданные и золотые рудопроявления [Алабин, 1966а; Кортусов, 1967].

Центральнинеский плутон (O_1). Площадь ≈ 290 км². Вмещающие: сланцево-карбонатные отложения Pt_3 — ϵ_1 , граувакко-порфириновые накопления ϵ_2 . Перекрывается осадками D_1 с флорой. Абсолютный возраст по биотиту: гранодиоритов — 543—549, 448—451, 430—433, гранитов — 435—438, 407—413 млн. лет. Межформационное лакколитообразное тело мезоабиссальное. Габбро, габбро-диориты, сиенито-диориты, сиениты развиты ограниченно. Преобладают более поздние кварцевые диориты, биотит-роговообманковые гранодиориты, трондьемиты, плагиограниты, граниты. Аплиты, пегматиты, более поздние лампрофиры. Оруденение кварц-сульфидно-золоторудной, реже кварц-шеелит-золоторудной формации в теле плутона, магнетитовые проявления в скарнах [Алабин, 1966а, 1971; Дистанова, 1965; Кортусов, 1967; Раннепалеозойская..., 1971; Налетов, 1978а].

Кундатский плутон (O_1). Линейно-вытянутое трещинное тело площадью около 200 км². Более мелкие массивы: Соболинский, горы Лохматой, ряд мелких штоков. Вмещающие: карбонатно-вулканогенные, сланцевые породы ϵ_1 , реже существенно карбонатные образования Pt_3 , вулканогенно-осадочные накопления ϵ_2 . Перекрывается отложениями девона с флорой псилофитов. Абсолютный возраст гранитов по биотиту 420 млн. лет. Ограниченно развиты габбро, габбро-диориты, диориты, сиенито-диориты. Особенно распространены более поздние биотит-роговообманковые гранодиориты, граносиениты, граниты. Кварцевые и кварц-карбонатные жилы с золотом и вольфрамом (шеелит) в экзоконтактовых зонах, золото и магнетит в скарнах [Алабин, 1967б; Кортусов, 1967; Раннепалеозойская..., 1971; данные Б. Ф. Налетова].

Дудетский ареал раннепалеозойской (O_1) базит-гранитоидной ассоциации. Дудетский массив ≈ 500 км², вероятно, состоит из нескольких тел. Более мелкие массивы: Комсомольский (≈ 16 км²), Новобериккульский (≈ 60 км²), Николкинско-Гавриловский (≈ 60 км²), Кайдаловский, Николаевский. Вмещающие: карбонатные отложения Pt_3 и ϵ_1 , а также вулканогенно-граувакковые образования ϵ_2 . Абсолютный возраст габбро по биотиту 454, 414, 409, 389 млн. лет. Габбро, габбро-нориты, габбро-диориты роговообманковые, диориты, калишпатовые авгит-биотитовые диориты, сиениты — образования, предшествующие гранитоидам, развиты слабо. Наиболее распространены биотит-роговообманковые гранодиориты, кварцевые диориты, плагиограниты. Дайки аплитов, пегматитов, лампрофилов. Оруденение гидротермальной кварц-сульфидно-золоторудной, кварц-кальцит-золото-шеелитовой формаций в экзоконтактах и в теле массивов [Заварицкий, 1945; Врублевский, 1965; Кортусов, 1967; Довгаль, 1968; Довгаль и др., 1972; Кляровский, 1972; данные Б. Ф. Налетова].

Мрасский выступ

Ортонский ареал раннепалеозойской (O_3 —S) базит-гранитоидной ассоциации. Ортонский и другие более мелкие массивы. Залегают в карбонатных отложениях Pt_3 , вулканогенно-осадочных отложениях ϵ_1 , перекрываются образованиями D_2 . Подчиненно развиты базиты, предшествующие гранитоидам, выделены в большереченский комплекс (Заслонский, Хомутовский массивы) [Богнибов, 1971], частично в чезимский комплекс (Чезимский, Пистекский массивы) [Соломатин, 1970]. Это габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, диориты, сиенито-диориты, реже габбро-монцониты, эссекситы, монцониты. Среди преобладающих грани-

тоидов установлены биотит-роговообманковые гранодиориты, граносиениты, лейкократовые граниты. Дайки гранитов, гранит-порфиров и более поздних диоритов, спессартитов, габбро-порфиров и др. Абсолютный возраст пород чезимского комплекса 476, 484, 457—466 млн. лет (калий-аргоновый метод). Мезоабиссальный уровень формирования. Проявления золота и магнетита в экзоконтактной зоне крупных массивов [Щербаков, 1974].

[Ташелгино-Кондомская зона смятия]

Порожинский плутон (O_3 — $S?$). Площадь ≈ 200 км². Вещающие: рассланцованные и метаморфизованные отложения E_1 , нерасчлененного E . Представлен биотит-роговообманковыми и биотитовыми гранитами, лейкократовыми гранитами, реже биотит-роговообманковыми гранодиоритами, граносиенитами, а также сиенито-диоритами и габбро, локализующимися по периферии тела гранитоидов. Дайки аплитов, пегматитов. Проявления золота в экзоконтактной части плутона [Раннепалеозойская..., 1974; Щербаков, 1974].

Горный Алтай

Кондомо-Лебедская мобильная зона

Лебедской ареал раннепалеозойской (E_3 — O_1) базит-гранитоидной ассоциации. Лебедской, Садринский массивы общей площадью около 500 км², более мелкие — Верхне-Кондомский, Чанышский, Талонский и др. Залегают среди осадочно-вулканогенных отложений венда, E_{1-2} , перекрываются осадками O_2 . Абсолютный возраст гранодиоритов Лебедского массива по валовому составу 498 млн. лет, а гранодиоритов Садринского по биотиту — 546 млн. лет.

Предшествующие гранитоидам базиты сложены габбро, габбро-норитами, роговообманковыми габбро-диоритами, диоритами, монцонитами, пироксенитами. Среди гранитоидов установлены биотит-роговообманковые гранодиориты, кварцевые монцониты, плагиограниты, трондьемиты. Дайки плагиогранитов, микрогранитов, микропегматитов, более поздних и шире развитых диабазов, микрогаббро, спессартитов, порфиров. Золотое оруденение наложено на гранат-магнетитовые скарны (скарново-золоторудная формация), отмечается также в кварцевых жилах с шеелитом [Кузнецов, 1963; Ярыгин, 1974; Вахрушев, 1972; данные В. М. Кисенко, В. П. Студеникина, А. Н. Кононова].

Бийско-Катунская зона в областях сочленения ее с Ануйско-Чуйской и Уймено-Лебедской структурно-формационными зонами

Таджилинский комплекс (E_3 — O_1) и предшествующие базиты E_{1-2} . Элекмонарский, Джагантерекский, Таджилинский массивы. Залегают среди карбонатно-сланцевых образований рифея и венд-нижнекембрийских эффузивов основного и среднего состава. Нижне-среднекембрийские базиты сложены габбро, габбро-норитами. Возраст по авгиту, калий-аргоновым методом габбро Элекмонарского массива дает 520 млн. лет, по плагиоклазам методом В. А. Кузнецова — 550 млн. лет. Позднее формируются габбро-диориты, роговообманковые диориты, кварцевые биотит-роговообманковые диориты, биотит-роговообманковые гранодиориты, плагиограниты, граптофиты, биотитовые гранодиориты. Абсолютный возраст диоритов по биотиту и амфиболу 538, 502 и 461, гранодиоритов — 479, 460, 456, 448 млн. лет. Золотое оруденение в скарнах, золото-шеелито-

вое и медное оруденение в кварцевых жилах [Скуридин, 1964; Кононов, 1979].

Саракокшинский плутон (Pz_1) находится среди кембрийских вулканогенно-терригенных, ордовикских осадочных отложений. Состав раннепалеозойских образований: габбро, габбро-диориты, пироксениты, диориты, тоналиты, плагиограниты. Дайки плагиогранитов, гранит-порфи́ров. Золотое оруденение скарново-золоторудной формации [Вахрушев, 1972; Щербаков, 1974; данные А. Н. Кононова].

Тува

Каа-Хемская зона

Каа-Хемский ареал таннуольского комплекса (ϵ). Каа-Хемский плутон, включающий Талсинский, Коптинский, Буренский и другие массивы. Вмещающие: вулканогенно-осадочные отложения ϵ_1 . Схема формирования: габбро, габбро-диориты, кварцевые диориты, монцодиориты (первая фаза); биотит-роговообманковые кварцевые диориты, гранодиориты, тоналиты, плагиограниты (вторая фаза); штоки, дайки биотит-роговообманковых гранодиоритов, гранитов; биотитовых и двуслюдяных гранитов с гранатом (третья фаза). Среди пород внутри фаз также нередки рвущие взаимоотношения. Резкие контакты с обломками кварцевых диоритов в биотит-роговообманковых гранодиоритах наблюдались одним из авторов между породами второй фазы неоднократно по правому борту р. Каа-Хем в районе пос. Сарыг-Сеп и ниже. Оруденение скарново-золоторудной формации [Пинус, 1961; Чучко, 1971; Вахрушев, 1972; Ковалев, Бухаров, 1979; данные Б. Ф. Налетова].

Таннуольский ареал таннуольского комплекса (ϵ_2). Одноименный плутон, включающий ряд более мелких массивов основного и гранитоидного состава в хр. Восточный Танну-Ола. Вмещающими являются кембрийские осадочно-вулканогенные и метаморфизованные гнейсово-карбонатные и вулканогенные образования докембрия. Продукты размыва устанавливаются в отложениях ϵ_3 . Абсолютный возраст диоритов 502,480 млн. лет, гранитов — 481, 547, 507 млн. лет. Ранние по времени формирования массивы представлены оливин-пироксен-роговообманковыми габбро, биотит-роговообманковыми диоритами, габбро-диоритами. Более поздние биотит-роговообманковые кварцевые диориты, гранодиориты, монцониты, плагиограниты, а также реже встречающиеся среди них биотит-роговообманковые, биотитовые и двуслюдяные граниты слагают главную часть площади, занимаемой породами комплекса. Редки дайковые плагиопорфиры, гранит-порфиры, аплиты, лампрофиры диоритового ряда. В экзоконтактных зонах массивов проявления золотого оруденения, магнетита в скарнах [Пинус, 1961; Иванова, 1963].

Восточный Саян

Сисим-Кызырский синклинорий

Ольховская серия ($\epsilon_3 - O_1$). Габброидные массивы: Балахтисонский, Тартоякский, Верхнечинжебинские, Нижневичкинские и др.; существенно кварц-диоритоидные: Чибжекские, Хайрюзовский, Порожинский, Чебулакский и др.; гранитоидные: Ольховский, Ничкинский, Подпорожный, Канзыбинский, Кордовский. Метаморфизуют отложения Pt_2 , ϵ_1 , ϵ_{1-2} . Абсолютный возраст пород Шиндинского массива 541, 465 млн. лет для тоналитов, 561, 495 млн. лет для биотит-роговообманковых гранитов, 537, 485 млн. лет для лейкократовых биотитовых гранитов. Близкие данные абсолютного возраста и по другим массивам.

Базитовые массивы: габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, более поздние диориты, кварцевые диориты. Следующие по времени формирования гранитоидные массивы преобладают по площади над базитовыми: биотит-роговообманковые гранодиориты, граниты, биотитовые граниты, реже кварцевые диориты. Ранние дайки аляскитовых гранитов, гранит-порфиров, аплитов, более поздние — габбро-диабазов, диабазов, диабазовых порфиритов, авгитовых и лабрадоровых порфиритов, диорит-порфиритов, спессартитов. Проявления золота и железа в ореольной зоне крупных плутонов [Федосеев, 1969; Поляков, 1971].

Гарганская «глыба»

Сумсунурский комплекс (Pz₁). Гарганский, Урикский, Сумсунурский массивы. Прорывают архейские и верхнепротерозойские метаморфические образования. Схема формирования: габбро, пироксениты — диориты, кварцевые диориты, плагиограниты — дайковые плагиогранит-порфиры и диабазы. Проявления золота умеренно сульфидной формации, молибдена в скарнах и кварц-сульфидных рудах [Авдонцев, 1967].

Монголо-Охотская складчатая область

Джидинская зона

Раннепалеозойская базит-гранитоидная ассоциация. Габбро-норитовый комплекс (Pz₁), включающий Холтосонский, Енгорбойский, Малошараазаргинский, Модонкульский и другие более мелкие массивы. Габбро-нориты, пироксен-роговообманковые габбро, анортозиты. Более поздний тоналит-диоритовый комплекс (Pz₁): Модонкульский (≈200 км²), Шараазаргинский (≈150 км²), Дархинтуйский (≈70—75 км²), Барунгольский (≈25 км²) и другие массивы, состоящие из диоритов, сиенито-диоритов, кварцевых диоритов, тоналитов, биотит-роговообманковых гранодиоритов, гранитов. Залегают среди осадочно-вулканогенных пород ϵ_2 (?) [Дистанова, 1975].

Северо-Монгольская складчатая система

Цаган-Шибетинская зона

Тохтогеншилский комплекс (Pz₁). Массивы от 3—4, редко до 12—15 тыс. км². Залегают в вулканогенных, вулканогенно-осадочных отложениях венда — ϵ_1 , реже метаморфических толщах Pt₂. Абсолютный возраст от 540, 530 до 432, 314 млн. лет. Схема формирования: 1) диориты, тоналиты, габбро-диориты, габбро, редко пироксениты, горнблендиты; 2) биотит-роговообманковые гранодиориты, плагиограниты, адамеллиты, тоналиты, кварцевые диориты, граниты (≈90% общей массы пород). Дополнительные интрузии гранодиоритов, тоналитов, плагиогранитов, гранитов.

Дайковый комплекс развит слабо, представлен мелкозернистыми габбро, габбро-диоритами, диорит-порфиритами, гранодиоритами, гранодиорит-порфирами, габбро-пегматитами, гранит-пегматитами. С массивами комплекса пространственно связаны россыпи золота [Геология МНР, т. 2, 1973; Геология МНР, т. 3, 1977].

Центрально-Монгольская система

Модохудукский комплекс (Pz₁). Массивы до 150—400 км², реже более крупные. Схема формирования: 1) габбро, габбро-диориты, диориты, реже габбро-пироксениты, пироксениты, горнблендиты. Дайки пироксе-

новых габбро, микродиоритов, габбро-пегматитов; 2) биотит-роговообманковые гранодиориты, плагиограниты, адамеллиты, реже кварцевые диориты, биотитовые граниты. Дайковые микродиориты, мелкозернистые гранодиориты, диоритовые и диабазовые порфиры, реже аплиты, пегматиты, гранит-порфиры. Залегают среди осадочных и вулканогенно-осадочных отложений Pt_3 , $Pt_3-\epsilon_1$, вулканитов ϵ_1 ; перекрываются отложениями O_2-O_3 , D_2-D_3 . Слабые проявления россыпной золотоносности [Геология МНР, т. 2, 1973; Геология МНР, т. 3, 1977].

**Становая область мезозойской активизации
в пределах раннедокембрийской
Олекмо-Становой складчатой системы**

Удско-Джугджурская зона

Удский комплекс ($J_3-K_1^1$). Батолитоподобные массивы от 600 до 3700 км², общей площадью ≈ 9 тыс. км². Абсолютный возраст 160—120 млн. лет. Схема формирования: 1) диориты, кварцевые диориты; 2) биотит-роговообманковые гранодиориты, реже граниты. Преобладают гранитоиды. Гипабиссальная фация. Проявления золото-медно-полиметаллического оруденения [Сухов, 1975; Основные закономерности..., 1979].

Верхне-Приамурская зона

Сергачинский ($K_1^2-K_2$) и джалиндинский комплексы. Линейно-вытянутые трещинные тела площадью ≈ 1000 км². Диориты, кварцевые сиенито-диориты, более поздние биотит-роговообманковые гранодиориты, граниты, лейкократовые граниты, гранит-порфиры (по В. К. Путинцеву).

Сихотэ-Алиньская складчатая область

Амурская и Тумнинская зоны геосинклинальных прогибов

Нижнеамурская серия (K_2 , сенон) включает цепочку массивов Центрального структурного шва (гора Борку; часть Горбилинского, группа мелких массивов в верховьях р. Почешта, массив кварцевых диоритов в верховье р. Бамиль, Шаманский и др.), Горбили-Зимовьянскую, Тумнинскую, Дяппенскую, Агни-Афанасьевскую и другие цепочки массивов, приуроченные к системе разломов Центрального шва. Схема формирования от ранних фаз к поздним: габбро-диориты — кварцевые диориты — тоналиты — биотит-роговообманковые гранодиориты, плагиограниты — биотитовые граниты — гранит-порфиры — аплитовидные граниты — послегранитовые диорит-порфиры, спессартиты, диабазы и др. Вмещающие: песчанико-сланцевые флишеидные отложения преимущественно мелового возраста. Проявления формации кварц-серицитовых золотоносных метасоматитов, редкометалльно-кварцевой, золото-кварцевой, кварц-антимонитовой рудных формаций [Интузивные серии..., 1967].

Курилы

Урупский комплекс (средний миоцен). Центральный интрузивный массив хр. Вернадского (о. Парамушир), интрузивы рек Галинки, Утесной, Нигори (о. Уруп), Докучаевский, Прасоловский, Валентиновский, Мечниковский и др. (о. Кунашир). Для Центрального интрузивного массива установлена следующая схема формирования: 1) оливиновые габбро, габбро, нориты, габбро-нориты, габбро-диабазы, долериты (первая суб-

фаза), лейкократовые габбро-нориты (вторая субфаза); 2) мангериты, кварцевые мангериты (третья субфаза), диориты, кварцевые диориты (четвертая субфаза); плагиогранодиориты, плагиограниты (пятая субфаза), гранодиориты и граниты (шестая субфаза), аплитовидные граниты и аплиты (седьмая субфаза). Проявления золота [Сергеев, 1976].

США. Штат Айдахо

Батолит Айдахо (К). Наиболее ранние — породы кварц-диоритовой серии, более поздние — породы кварц-монцонитовой серии. Габбро, горн-блендиты, тоналиты кварц-диоритовой серии представлены небольшими sillolopodobными массивами, кварцевые диориты дают плутоны до ≈ 600 км². Биотит-роговообманковые кварцевые монцониты, гранодиориты и граниты, биотитовые граниты поздней серии образуют тела до 100—250 км². Проявлена дайковая серия сходных по составу пород. Абсолютный возраст 70—80 млн. лет. Месторождения и рудопроявления золота [Larsen, Schmidt, 1958; Heitanen, 1963; Taubeneck, 1971; Bennett, 1980].

Кроме описанных в табл. 1 ассоциаций использованы данные по минералогии и химизму бокалинской серии [Формационный анализ..., 1975; Налетов, Изох, 1976], по раннепалеозойским гранитоидам Тыдынского ареала Кузнецкого Алатау, габбро-гранодиоритовой формации Камчатки [Оптические..., 1967], использованы данные и приведены петрохимические статистики по дуганджинскому комплексу (по В. Н. Мусину), басугуньянскому [Загузина, 1977], меловым гранитоидам батолита Сьерра-Невада [Bateman, Lockwood, 1970; 1976; Lanphere, Reed, 1973;

Таблица 1

Схема формирования и частота встречаемости интрузивных пород в ассоциациях с золотым оруденением

Породные группы	Последовательность внедрения от габбро к лейкогранитам	Частота встречаемости с 95%-ными доверительными пределами, % (Всего по 55 ассоциациям)
Базитовая плутоническая	Габбро от меланократового до лейкократового (редко габбро-перидотиты, габбро-пироксениты, габбро-лабрадориты), габбро-диориты	35(57,6—80,5)
	Диориты, реже монцодиориты	50(81,8—96)
Гранитоидная плутоническая	Лейкодиориты (кварцевые диориты), сиенито-диориты, тоналиты	51(84—97)
	Гранодиориты, трондьемиты, реже граносиениты, кварцевые монцониты	55(100)
	Граниты, плагиограниты от меланократовых до лейкократовых	49(79—95)
Гранитоидная дайковая	Гранодиорит-порфиры, тоналит- и трондьемит-порфиры, граносиенит-порфиры, фельзитовые плагиопорфиры, кварцевые порфиры, аплиты (реже сиенит-порфиры)	38(57—79)
Базитовая дайковая	Габбро, габбро-диориты, диорит-порфириты, сиенитодиорит-порфириты, спессартиты, керсантиты, диабазы и т. п.	31(51—76)

Примечание. При построении таблицы помимо указанных в тексте использованы также данные по комплексам: усскому, джугджурскому Лимнусской зоны, верхнеамурскому Верхне-Приамурской, Октябрьской зон [Сухов, 1975].

Lockwood, 1975]; мел-раннетретичной и познетретичной гранитоидным ассоциациям Аляскинско-Алеутского батолита [Reed, Lanphere, 1969; 1974; Lanphere, Reed, 1973], олигоцен-эоценовой субвулканической гранитоидной ассоциации в штате Нью-Мексико [Seegerstrom, Ryberg, 1974]; базит-гранитоидной серии Дьен-Бьен-Фу, Вьетнам [Изох и др., 1965]; золотоносным гранитоидам зоны Китаками в Японии [Ishihara e. a., 1974]; девонской базит-гранитоидной ассоциации месторождения Маунт-Морган [Cornelius, 1969; Шер, 1972; Фретс, Болд, 1980]. Таким образом, всего изучено 48 золотоносных ассоциаций.

В табл. 1 суммированы литературные данные по частоте встречаемости различных пород ассоциаций и общей последовательности их формирования. Судя по таблице, а также данным Э. П. Изоха (1978), в подавляющем числе ассоциаций встречаются все главные разновидности пород: от габбро до лейкократовых гранитов. В базитовой группе габбро в количественном отношении подчинены диоритоидам, а в гранитоидной лейкогранитоиды — мелагранитоидам. Дайки нередко представлены слабо, хотя в некоторых ассоциациях они бывают развиты исключительно широко и многообразно: бокалинская серия в Западном Узбекистане [Формационный анализ..., 1975], саурская — в Казахстане [Габбро-гранитные..., 1977]. Э. П. Изохом (1978) дан геолого-статистический анализ гранитоидов с золотым оруденением. Подчеркивается заверченный характер золотоносных базит-гранитоидных ассоциаций, широкий диапазон тектонических и геологических условий их проявления; указывается на формирование их на ранних стадиях магматических мегаритмов, не совпадающих с обычно выделяемыми стадиями развития складчатых областей. Более поздние ассоциации оказываются, как правило, более калиевыми и обладают другой спецификой рудоносности, с уклоном в сторону развития редкометалльных рудных формаций.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ

ГРАНИТОИДНАЯ ГРУППА

Бiotит-роговообманковый парагенезис является наиболее характерным в золотоносных ассоциациях не только для мелагранитоидов, но также и для большей части лейкогранитоидов. На заключительных этапах формирования гранитоидов появляются биотитовые лейкогранитоиды. В этом они близки существенно меденосным гранитоидам из группы ассоциаций с медно-молибденовым оруденением. В единичных случаях фиксируются ассоциации, сложенные полностью биотитовыми (кунушский комплекс) и совсем редко двуслюдяными (возможно, пластовский комплекс) гранитоидами. В целом же обычна эволюция парагенезисов от биотит-роговообманкового или биотит-роговообманкового повышенной щелочности к биотитовому минеральному классу (табл. 2). В редких случаях на заключительных этапах такой эволюции в незначительном объеме могут появляться гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами (крыккудукский, таннуольский комплексы, см. табл. 2). Описание минерального состава различных групп пород приводится ниже.

Мелагранитоиды (гранодиориты, тоналиты, трондьемиты, редко граносениты) обладают следующим количественно-минеральным составом (рис. 1). Плагноклаз встречается от 15 до 80%, но обычно для него характерны содержания 30—65%. Диапазон встречаемости калишпата 0—45%, с наибольшей частотой встречаемости 10—30%. Соотношение полевых шпатов плагноклазовое ($Pl \geq KPl$) во всех изученных разновидностях. Роговой обманки может присутствовать до 25%, обычно до 15%. Примерно такие же содержания характерны для биотита (см. рис. 1). Клиноп-

Схема эволюции парагенезисов гранитоидов с золотым оруденением

№ п/п	Ассоциации (серии, комплексы, ареалы, плутоны, массивы)	Минералогические классы гранитоидов		
		SiO ₂ =57-63%	SiO ₂ =63-69%	SiO ₂ =69-75%
1	Кожуховский плутон [Дистанова, 1965]	III, IV	III	III, II
2	Центральнинский плутон [Алабин, 1971; данные Б. Ф. Налетова]	III, IV	III	III, II
3	Ольховская серия [Поляков, 1971]	III	III	III, II
4	Каахемский плутон тангуольского комплекса [Пинус, 1961; Ковалев, Бухаров; 1979; данные Б. Ф. Налетова]	III, IV	III	III, II, I,
5	Саурская серия [Габбро-гранитные..., 1977]	III	III	III, II
6	Бокалинская серия [Формационный..., 1975]	III	III	III
7	Крыккудукский комплекс (по Э. М. Спиридонову)	III	III	III, I
8	Кунушский комплекс Калба-Нарымской зоны [Магматизм и рудоносность, 1982 (в печати)]	II	II	II
9	Пластовский комплекс [Львов, 1965]	—	I	I
10	Буруктальский комплекс [Дубинин, 1972]	—	IV	IV

Примечание. I — гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами; II — биотитовые гранитоиды; III — биотит-роговообманковые гранитоиды; IV — биотит-роговообманковые гранитоиды повышенной щелочности; V — гранитоиды с щелочными темноцветными минералами [Пономарева, Налетов, 1979].

роксен иногда с ортопироксеном может присутствовать до 10—12%.

Лейкогранитоиды (граниты, плагииграниты, лейкократовые граниты) характеризуются наличием плагиоклаза в количестве до 70% с максималь-

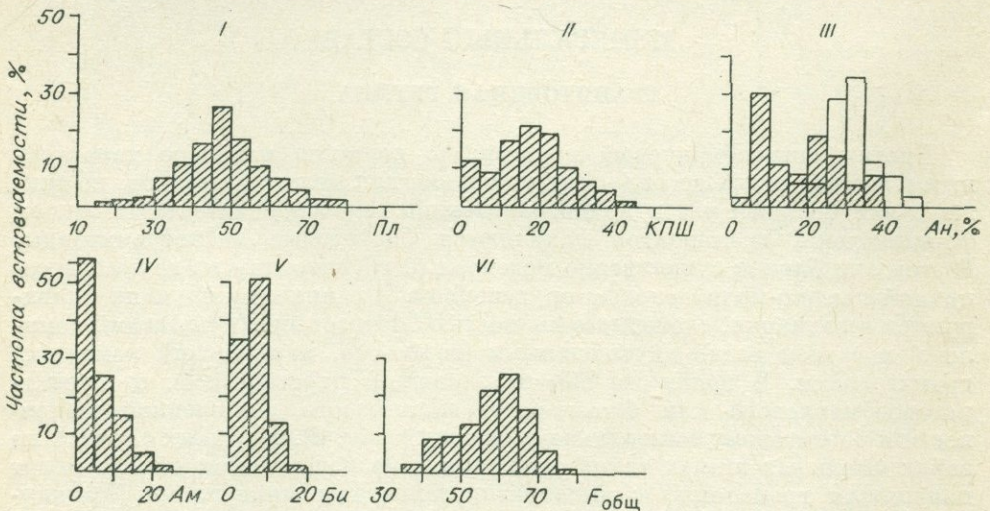


Рис. 1. Распределение мелагранитоидов из ассоциаций с золотым оруденением по количеству плагиоклаза (I, $n = 362$), калишпата (II, $n = 329$), содержанию анортита центральных частей зерен (III, $n = 185$) и периферических зон (III, $n = 36$, штриховка) плагиоклаза, количеству амфибола (IV, $n = 275$), биотита (V, $n = 262$), величине железистости биотита (VI, $n = 222$). При построении гистограмм здесь и на других рисунках этой главы использованы литературные данные [Щерба, 1951, 1957; Корель, Кузнецова, 1961; Пинус, 1961; Русс и др., 1964; Львов, 1965; Петрова, 1965; Алабин, 1967, 1971; Итрузинские серии..., 1967; Коргузов, 1967; Оптические..., 1967; Довгаль, 1968; Хенкина, Сорокин, 1968; Федосеев, 1969; Баженов, Кучеренко, 1970; Богнибов, 1971; Поляков, 1971; Раннепалеозойская..., 1971; Дьячков, 1972; Остафийчук, Толстой, 1972; Бухаров, 1974; Кривенко, 1973; Бушляков, Соболев, 1976; Сергеев, 1976; Габбро-гранитные..., 1977; Минин, 1977; Лисцын и др., 1979; Ishihara e. a., 1974; Larsen, Schmidt, 1958; Taubeneck, 1971].

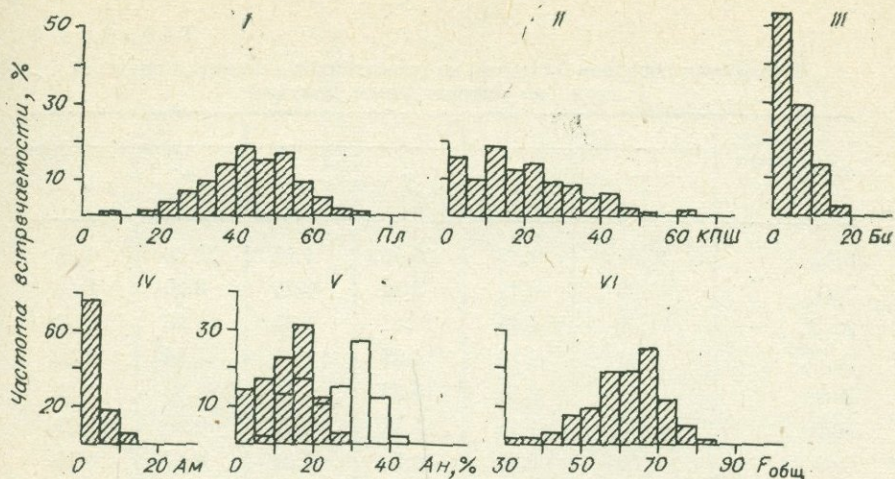


Рис. 2. Распределение лейкогранитоидов из ассоциаций с золотым оруденением по количеству плагиоклаза (I, $n = 271$), калишпата (II, $n = 246$), биотита (III, $n = 237$), амфибола (IV, $n = 111$), содержанию анортита центральных частей зерен (V, $n = 99$) и периферических зон (VI, $n = 35$, штриховка) плагиоклаза, величине железистости биотита (VI, $n = 96$).

ной частотой встречаемости 30–60%, калишпата может присутствовать до 65%, обычно до 45%. Как и для мелагранитоидов, устойчивым является преобладающее плагиоклазовое соотношение полевых шпатов. Роговой обманки и биотита содержится обычно до 10–15% (рис. 2). К гранитоидной группе относится часть лейкодиоритов (кварцевых диоритов). Статистические данные об их составе приведены на рис. 3. Кроме того отметим, что клинопироксен в них был встречен в 42 образцах (от 1 до 12%), ортопироксен — в 13 случаях (от 2–3 до 25%). Железистость биотита понижена и варьирует в пределах 42–54% (11 определений).

Приводим краткую характеристику минералов гранитоидов.

Плагиоклаз нередко зональный. По статистическим данным (см. рис. 1, 2), как в мелагранитоидах, так и в лейкогранитоидах имеет состав олигоклаза — андезина (№ 10–50) с максимальной частотой встречаемости № 20–40 в первых и № 10–40 — во вторых. Промежуточные и периферические зоны представлены обычно альбитом — олигоклазом, реже (в мелагранитоидах) встречается кислый андезин.

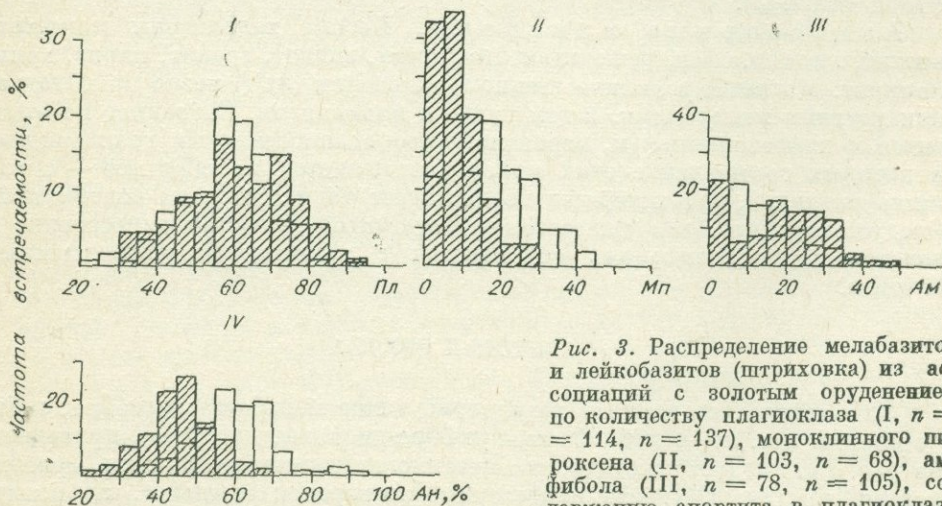


Рис. 3. Распределение мелабазитов и лейкобазитов (штриховка) из ассоциаций с золотым оруденением по количеству плагиоклаза (I, $n = 114$, $n = 137$), моноклинового пироксена (II, $n = 103$, $n = 68$), амфибола (III, $n = 78$, $n = 105$), содержанию анортита в плагиоклазе (IV, $n = 292$, $n = 181$).

Статистики составов биотитов из гранитоидов с золотым оруденением (по литературным данным)

Компонент	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	36,54	1,07	36,46	1,14	36,26	1,04
TiO ₂	3,09	0,71	3,56	0,80	3,20	0,79
Al ₂ O ₃	15,29	1,18	14,37	1,35	15,23	2,17
Fe ₂ O ₃	4,34	6,45	4,68	1,71	4,04	1,80
FeO	15,68	2,36	15,39	2,75	15,48	3,83
MgO	12,04	1,74	11,44	1,62	10,00	2,39
CaO	0,60	0,52	0,72	0,58	0,44	0,36
Na ₂ O	0,45	0,31	0,30	0,22	0,23	0,26
K ₂ O	8,39	1,09	8,22	1,03	8,40	1,01
F	0,35	—	0,34	0,21	0,34	0,27
F _{общ}	61,1	6,0	63,5	5,6	67,4	7,5
f	14,9	8,3	16,5	11,3	14,9	14,2

Примечание. 1 — биотит из кварцевых диоритов, $n=35$; 2 — биотит из мелагранитоидов, $n=113$ (для Fe₂O₃, FeO, F $n=42$); 3 — биотит из лейкогранитоидов, $n=40$ (для Fe₂O₃ и FeO $n=26$, для F $n=18$).

К а л и ш п а т (ортотлаз, микроклин) часто пертитовый. Статистических данных для его характеристики оказалось недостаточно. В гранодиоритах Верхисетского плутона микроклин имеет следующий состав: Or₈₈Ab₁₂An₀ и Or_{83,5}Ab₁₂An_{1,5}, в амфибол-биотитовых гранитах того же массива Or₈₄₋₈₆Ab₉₋₁₄An₂₋₅ (по трем определениям); в биотитовых гранитах: Or_{77,5-88,5}Ab₈₋₉An_{2,5-13,5} (четыре определения) [Бушляков, Соболев, 1976].

Б и о т и т зеленый, оливково-зеленый, буро-зеленый, наряду с роговой обманкой типичный темноцветный минерал. Железистость варьирует в пределах F_{общ} = 30—85%, с наибольшей частотой встречаемости F_{общ} = 50—70% (см. рис. 1, 2). Характерно также низкое содержание фтора (табл. 3).

А к ц е с с о р н ы е м и н е р а л ы. Весьма характерны магнетит, апатит, циркон, сфен, реже ильменит, ортит, эпидот, гранат, пирит, халькопирит. Магнетит в количественном отношении (кг/т) резко преобладает над другими минералами, в том числе и ильменитом. Сказанное не относится к глиноземистым и, вероятно, высокоглиноземистым гранитоидам, в которых соотношение этих минералов меняется на обратное — с той лишь разницей, что ильменит не достигает таких высоких содержаний. Следует отметить, что существенно магнетитовый состав аксессуариев в золотоносных ассоциациях сопрягается с пониженной железистостью биотита.

БАЗИТОВАЯ ГРУППА

Статистические данные, характеризующие мелабазиты (габбро, габбро-нориты и т. п.) и лейкобазиты (габбро-диориты, диориты), приведены на рис. 3, 4. Следует отметить, что нередко присутствуют оливин, ортопироксен, биотит. Обычные акцессорные минералы: магнетит, ильменит, апатит, реже сфен.

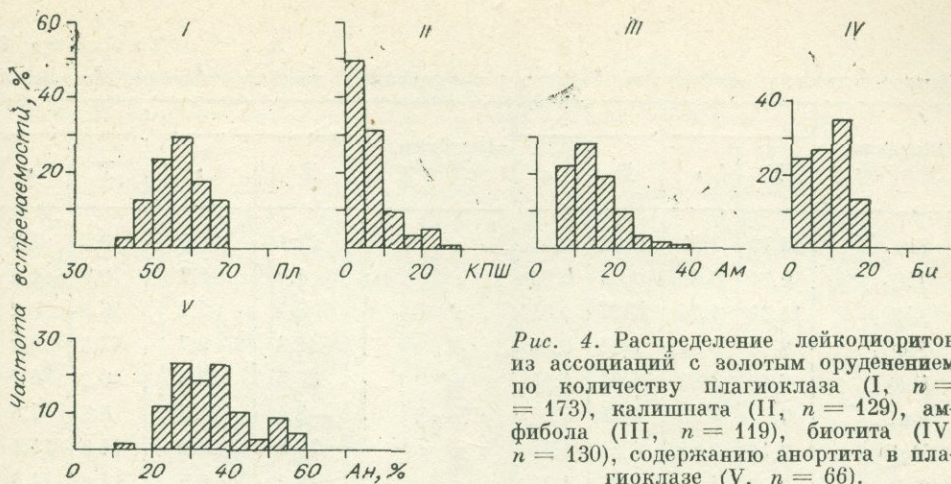


Рис. 4. Распределение лейкодиоритов из ассоциаций с золотым оруденением по количеству плагиоклаза (I, $n = 173$), калишпата (II, $n = 129$), амфибола (III, $n = 119$), биотита (IV, $n = 130$), содержанию анортита в плагиоклазе (V, $n = 66$).

ПЕТРОХИМИЯ

Петрохимические статистики гранитоидов с золотым оруденением приведены в табл. 4—52. Первичные, ранее не публиковавшиеся силикатные анализы по некоторым ассоциациям даны в табл. 1 Приложения. Помимо табличных данных изучено распределение каждого петрохимического показателя в соответствующей породной группе и дана статистическая оценка его распространенности относительно выбранных петрохимических уклонов. Далее оценивалась частота встречаемости этого показателя в целом по 48 ассоциациям.

ГРАНИТОИДНАЯ ГРУППА

Характерным и давно известным отличительным признаком золотоносных гранитоидов является прежде всего их повышенная натриевость: преобладание Na_2O над K_2O . Нашей задачей было выяснить устойчивость этого соотношения относительно различных типов пород, а также нахождение характерных количественных рубежей для этого соотношения в разных его выражениях. Как показала статистическая обработка собранного материала, преобладание натрия над калием ($\text{Na}_2\text{O} \geq \text{K}_2\text{O}$) присуще не только мелагранитоидам, но и лейкогранитоидам большинства золотоносных ассоциаций. Отметим, что в изученных гранитоидах преобладают разности с $\text{Na}_2\text{O} > 4$ и $\text{K}_2\text{O} \leq 3,5$. Следствием этого являются достаточно высокие значения показателя n А. Н. Заварицкого. Так, показатель $n > 60$ фиксируется в подавляющем большинстве ассоциаций — 39 из 48, или 70—90% случаев. Также в большинстве ассоциаций (35 из 48, или 58—81%) установлены значения $n > 65$. Все это согласуется с существенно плагиоклазовым ($\text{Пл} \geq \text{КПШ}$) соотношением полевых шпатов золотоносных гранитоидов. Нередки и такие ассоциации, где в гранитоидах преобладают разности с $n > 75$. К ним, в частности, относятся ассоциации Центрального, Кундатского плутонов, кундустуюльского комплекса в Кузнецком Алатау, кунушского комплекса в Западно-Калбинской зоне. Обычны же, с одной стороны, умеренно натриевые [по А. Ф. Белоусову и др., 1981] гранитоиды с наиболее часто встречающимися значениями $50 < n \leq 75$, с другой — ассоциации, где умеренно натриевые и высоконатриевые ($75 < n \leq 100$) гранитоиды развиты без заметного преобладания. Первые отмечены в 24 из 48 ассоциаций, что может составить от 37 до 63% на совокупность, вторые — в 17

Таблица 4

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов джабыгасайского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,79	3,53	58,04	2,39	a	12,1	1,7	9,5	2,2
TiO ₂	0,54	0,41	0,84	0,28	c	4,0	1,7	6,9	1,4
Al ₂ O ₃	16,53	1,75	17,21	1,81	b'	8,4	2,7	16,1	3,2
Fe ₂ O ₃	2,14	0,84	2,68	0,85	f'	42,3	9,7	45,3	9,0
FeO	2,46	0,93	4,94	1,16	m'	35,5	13,0	46,2	6,7
MnO	0,07	0,05	0,11	0,04	c'(-a')	-8,4	28,0	8,5	7,6
MgO	2,11	0,84	4,34	1,10	n	75,2	12,2	74,3	14,1
CaO	3,93	1,39	6,85	1,38	φ	18,3	6,5	14,6	4,7
Na ₂ O	4,21	0,92	3,14	0,79	t	0,6	0,4	1,1	0,4
K ₂ O	2,11	1,03	1,71	1,11	Q	+19,5	7,0	+9,0	6,3
P ₂ O ₅	0,10	0,16	0,14	0,17	d	0,6	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	4,37	1,23	7,35	1,32	F	55,4	10,6	49,0	7,7

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=45; 2 — базитовая группа, n=10 [Хенкина, Сорокин, 1968] (35 анализов — выборка Е. И. Якобса).

Таблица 5

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов буруктаьского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,56	1,30	68,31	4,75	51,23	1,57	54,77	2,48	53,77	3,11
TiO ₂	0,35	0,09	0,31	0,18	0,88	0,20	0,74	0,26	0,85	0,27
Al ₂ O ₃	16,23	0,93	15,99	1,50	17,20	0,83	16,98	0,51	17,51	1,20
Fe ₂ O ₃	2,22	1,18	2,25	1,16	3,92	0,82	3,35	0,90	4,08	1,16
FeO	2,44	0,84	2,23	1,04	5,05	0,88	4,78	0,59	4,97	0,90
MnO	0,14	0,29	0,10	0,21	0,06	0,02	0,06	0,01	0,07	0,04
MgO	1,47	0,37	1,43	0,90	5,68	0,90	4,38	1,09	6,08	2,29
CaO	3,22	1,12	3,10	1,85	9,09	1,05	6,76	1,21	7,94	2,41
Na ₂ O	4,14	0,57	4,20	0,46	3,44	0,53	3,41	0,59	3,54	1,13
K ₂ O	2,19	0,50	2,05	0,48	1,14	0,31	1,03	0,30	1,16	0,38
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
П.п.п. (ΣFeO)	1,80	0,70	(4,26)	1,40	2,14	0,86	2,84	0,67	(8,65)	1,11
a	12,3	1,5	11,9	1,2	8,8	3,0	9,4	1,2	9,1	2,8
c	3,7	1,2	13,4	1,8	5,7	4,4	6,9	0,6	6,1	3,3
b'	7,1	1,2	6,8	3,2	22,5	1,3	17,3	1,0	21,4	4,3
f'	49,6	13,0	44,9	12,3	31,5	20,9	43,8	5,7	35,8	15,4
m'	28,3	7,7	25,3	12,3	43,4	6,1	42,8	8,1	45,3	8,5
c'(-a')	-16,6	22,0	-23,1	28,3	19,8	6,8	7,1	12,9	11,4	13,7
n	74,2	4,6	75,7	4,4	59,7	74,5	83,2	5,8	71,01	50,4
φ	21,0	9,0	20,7	8,4	14,3	5,9	16,6	3,2	15,6	5,5
t	0,4	0,1	0,4	0,2	1,3	0,3	1,0	0,4	1,2	0,4
Q	+21,5	4,9	+24,3	8,2	-1,3	11,8	+5,8	4,6	-0,6	9,8
d	0,6	0,1	0,6	0,1	1,6	3,9	0,4	0,1	1,0	2,6
F	62,8	8,2	65,0	11,0	46,0	5,8	50,5	8,1	45,8	8,5

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=7; 2 — гранитоидная группа, n=18; 3 — лейкогабро, n=10; 4 — диориты, n=7; 5 — базитовая группа, n=22 [Дубинин, 1972].

Петрохимические статистики гранитоидов Верхотурско-Верхисетского мегантиклинория

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	60,11	2,73	65,69	1,80	69,91	1,66	68,43	2,95
TiO ₂	0,71	0,14	0,47	0,14	0,27	0,14	0,39	0,20
Al ₂ O ₃	17,34	1,33	16,42	0,93	15,70	0,91	16,18	1,03
Fe ₂ O ₃	1,94	0,79	1,40	0,64	0,71	0,49	1,06	0,67
FeO	3,95	0,50	2,65 ₄	0,91	1,83	0,54	2,32	0,95
MnO	0,10	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
MgO	2,99	0,61	1,68	0,40	0,65	0,27	1,22	0,74
CaO	5,61	1,02	3,89	1,04	2,41	0,76	3,21	1,29
Na ₂ O	3,96	0,73	4,17	0,78	4,41 ₂	0,64	4,33	0,72
K ₂ O	1,79	0,58	2,19	0,70	3,10	0,96	2,74	1,07
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	0,14	—
П.п.п.(ΣFeO)	0,95	0,58	0,86	0,58	0,56	0,57	(3,27)	1,12
<i>a</i>	11,5	2,0	12,4	2,1	14,0	1,8	13,2	2,1
<i>c</i>	6,0	1,8	4,3	1,3	2,7	1,0	3,5	1,4
<i>b'</i>	11,8	1,4	7,1	1,2	3,6	0,7	5,6	2,5
<i>f'</i>	46,6	6,1	47,5	8,9	51,0	14,5	49,6	12,5
<i>m'</i>	43,1	8,6	35,1	7,3	22,2	7,9	28,8	10,8
<i>c'(-a')</i>	6,2	12,4	-5,1	20,9	-16,8	27,7	-10,1	24,6
<i>n</i>	77,3	5,2	74,4	6,7	68,6	7,6	71,1	8,3
Φ	13,8	4,9	14,8	6,5	12,5	8,2	13,4	7,1
<i>t</i>	0,9	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2
<i>Q</i>	+11,7	5,7	+21,3	5,0	+26,1	3,9	+23,3	5,5
<i>d</i>	0,5	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
<i>F</i>	51,8	6,9	56,9	6,0	68,9	9,5	62,9	11,1

Примечание. 1 — лейкодиориты, *n*=14; 2 — мелагранитоиды, *n*=36; 3 — лейкогранитоиды, *n*=38; 4 — гранитоидная группа, *n*=84 [Бушляков, Соболев, 1976; Знаменский, 1966].

Таблица 7

Петрохимические статистики базитов из ассоциации Верхотурско-Верхисетского мегантиклинория

Петрохим. показат.	1		2		3		Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	52,85	2,90	55,41	2,13	56,80	2,81	<i>a</i>	9,2	3,2	13,4	1,9	11,2	2,8
TiO ₂	0,86	0,29	0,92	0,35	0,83	0,27	<i>c</i>	5,7	2,9	5,0	1,2	6,0	2,1
Al ₂ O ₃	16,81	1,27	17,27	1,09	17,84	1,09	<i>b'</i>	21,7	2,6	17,1	1,2	16,7	4,2
Fe ₂ O ₃	2,39	0,72	2,45	0,68	2,40	0,73	<i>f'</i>	34,6	8,2	43,4	2,8	42,4	8,6
FeO	5,87	1,51	5,33	0,49	5,08	1,39	<i>m'</i>	48,1	4,1	39,1	6,2	44,2	6,7
MnO	0,25	0,32	0,17	0,07	0,16	0,18	<i>c'(-a')</i>	6,7	19,2	17,4	6,0	8,8	13,2
MgO	6,67	1,83	3,89	0,64	4,60	2,06	<i>n</i>	77,1	4,5	75,2	5,8	76,9	5,1
CaO	6,66	2,87	6,50	0,88	6,49	1,65	Φ	9,4	3,9	12,3	3,1	12,8	5,0
Na ₂ O	3,21	1,16	4,49	0,48	3,88	0,88	<i>t</i>	1,2	0,4	1,2	0,5	1,1	0,4
K ₂ O	1,46	0,66	2,32	0,78	1,83	0,76	<i>Q</i>	-1,6	5,5	-2,7	7,5	+2,3	8,1
P ₂ O ₅	—	—	—	—	0,19	—	<i>d</i>	0,4	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1
П.п.п.(ΣFeO)	0,88	0,93	1,59	0,56	(7,24)	1,51	<i>F</i>	40,7	6,5	52,2	4,5	48,2	7,8

Примечание. 1 — лейкоаббро, *n*=6; 2 — диориты, *n*=6; 3 — базитовая группа, *n*=20 [Бушляков, Соболев, 1976; Овчинников, 1960].

Таблица 8

Петрохимические статистики гранитоидов Шарташского интрузива

Петрохим. показат.	\bar{X}	s	Петрохим. показат.	\bar{X}	s
SiO ₂	70,22	1,51	<i>a</i>	15,2	1,2
TiO ₂	0,34	0,18	<i>c</i>	2,1	0,8
Al ₂ O ₃	15,61	0,83	<i>b'</i>	4,1	1,0
Fe ₂ O ₃	0,69	0,45	<i>f'</i>	50,1	11,1
FeO	1,95	0,63	<i>m'</i>	31,4	7,0
MnO	0,02	0,02	<i>c'(-a')</i>	-10,1	22,4
MgO	0,92	0,23	<i>n</i>	69,0	3,9
CaO	1,93	0,76	Φ	12,1	7,7
Na ₂ O	4,93	0,38	<i>t</i>	0,4	0,2
K ₂ O	3,38	0,48	<i>Q</i>	+23,0	2,8
P ₂ O ₅	—	—	<i>d</i>	0,7	0,1
Σ FeO	2,57	0,57	<i>F</i>	61,0	5,3

Примечание. Число анализов $n=39$ (неопубликованная выборка Р. С. Куруленко).

Таблица 9

Петрохимические статистики гранитоидов пластового комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	67,80	1,66	70,50	1,38	72,09	1,83	71,05	2,13
TiO ₂	0,36	0,18	0,19	0,09	0,17	0,05	0,23	0,14
Al ₂ O ₃	15,60	1,10	15,89	1,10	15,51	1,08	15,96	1,11
Fe ₂ O ₃	1,48	0,41	0,90	0,47	0,69	0,19	1,03	0,51
FeO	1,64	0,65	1,19	0,45	0,87	0,38	1,26	0,56
MnO	0,07	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,03
MgO	2,12	0,52	0,84	0,44	0,49	0,13	1,13	0,75
CaO	2,73	1,01	2,11	0,75	1,92	0,38	2,27	0,82
Na ₂ O	3,89	0,40	4,44	0,68	4,32	0,72	4,33	0,67
K ₂ O	2,85	0,37	2,44	0,66	2,77	0,84	2,64	0,66
P ₂ O ₅	0,06	0,11	0,06	0,08	0,03	0,03	0,05	0,08
П.п.п. (Σ FeO)	1,22	0,65	1,00	0,42	1,00	0,64	(2,19)	0,75
<i>a</i>	12,5	1,1	13,0	1,3	13,2	1,7	12,9	1,3
<i>c</i>	3,1	1,0	2,4	0,9	2,3	0,5	2,6	0,9
<i>b'</i>	6,5	1,2	3,4	0,8	2,2	0,4	4,0	1,8
<i>f'</i>	34,3	7,3	32,6	10,8	35,0	18,0	33,5	11,6
<i>m'</i>	43,1	11,9	25,0	14,2	18,6	6,3	28,6	15,3
<i>c'(-a')</i>	-18,3	20,0	-36,8	30,4	-46,0	23,6	-33,6	28,1
<i>n</i>	67,5	3,2	73,3	7,3	70,4	8,3	71,2	7,1
Φ	15,1	4,3	12,8	6,9	14,3	7,6	13,7	6,4
<i>t</i>	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
<i>Q</i>	+24,0	4,3	+28,2	3,8	+31,0	5,2	+27,6	4,8
<i>d</i>	0,6	0,04	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
<i>F</i>	44,3	8,1	58,9	12,1	62,0	12,1	55,6	3,0

Примечание. 1 — мелгранитоиды, $n=14$; 2, 3 — лейкогранитоиды, $n=29,10$; 4 — гранитоидная группа, $n=53$ [Львов, 1965; Яновский, Туголесов, 1976] (17 химанализов из неопубликованной выборки Н. С. Бородиной).

Петрохимические статистики гранитоидов крыккудукского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	60,56	2,88	67,54	2,42	72,41	1,37	75,86	1,27	68,80	4,48
TiO ₂	0,65	0,22	0,37	0,12	0,25	0,09	0,15	0,13	0,39	0,20
Al ₂ O ₃	16,80	1,53	15,20	1,20	14,07	1,09	13,27	0,78	15,14	1,38
Fe ₂ O ₃	2,32	1,07	1,69	0,87	1,20	0,58	0,70	0,32	1,67	1,02
FeO	3,74	0,89	2,43	0,95	1,51	0,59	0,58	0,44	2,35	1,18
MnO	0,09	0,04	0,07	0,08	0,05	0,03	0,03	0,02	0,07	0,06
MgO	2,93	0,83	1,52	0,62	0,74	0,22	0,31	0,12	1,54	0,94
CaO	5,71	1,15	3,65	0,92	2,28	1,03	1,45	0,87	3,60	1,55
Na ₂ O	3,74	0,59	3,98	0,66	4,09	0,60	4,03	0,46	3,98	0,64
K ₂ O	2,06	0,61	2,32	1,03	2,22	1,10	3,06	1,27	2,31	1,01
P ₂ O ₅	0,23	0,14	0,16	0,13	0,09	0,11	0,06	0,04	0,16	0,14
П.п.п. (ΣFeO)	1,16	0,48	0,94	0,43	0,70	0,34	0,35	0,12	(3,85)	1,49
a	11,4	1,7	12,1	1,5	11,9	1,1	12,8	1,4	11,9	1,5
c	5,7	1,7	3,9	1,1	2,7	1,2	1,6	1,0	3,7	1,6
b'	12,2	1,4	6,9	1,5	3,7	0,7	1,7	0,5	6,8	3,2
f'	47,3	8,6	53,3	11,1	52,2	10,2	41,4	8,1	50,9	10,7
m'	41,0	9,2	35,1	11,1	26,8	9,7	21,4	13,0	33,3	11,7
c' (-a')	10,6	9,4	2,9	15,2	-18,3	19,4	-24,5	33,1	-2,4	21,0
n	73,6	5,7	72,6	10,6	74,3	12,1	67,5	11,5	72,8	10,2
φ	16,6	7,7	20,3	10,5	21,5	10,7	23,2	10,1	20,1	10,3
t	0,8	0,3	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2
Q	+12,7	5,7	+25,4	5,5	+34,6	3,2	+38,5	3,8	+26,5	8,4
d	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
F	53,2	9,2	60,1	11,4	66,4	8,0	68,0	13,4	60,7	11,1

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=65; 2 — мелагранитоиды, n=61; 3, 4 — лейкогранитоиды, n=38, n=8; 5 — гранитоидная группа, n=141 (16 анализов [Остафийчук, Толстой, 1972]; 125 — выборка Э. М. Спиридонова).

Таблица 11

Петрохимические статистики базитов крыккудукского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	46,19	3,21	47,78	1,99	51,54	1,76	56,08	2,61	55,99	4,43
TiO ₂	1,32	0,98	1,25	0,56	0,77	0,27	0,70	0,15	0,80	0,39
Al ₂ O ₃	12,42	5,22	16,59	1,63	17,32	1,11	17,08	1,45	17,39	1,73
Fe ₂ O ₃	3,76	1,40	4,08	1,99	2,86	1,55	2,60	1,21	2,78	1,32
FeO	6,84	1,03	6,40	0,61	5,84	1,39	5,08	1,21	5,11	1,40
MnO	0,17	0,05	0,12	0,06	0,14	0,03	0,14	0,06	0,13	0,05
MgO	11,58	2,28	6,61	1,80	6,06	0,59	4,00	0,87	4,63	2,17
CaO	13,72	3,72	11,12	1,88	8,37	1,04	7,40	1,26	7,76	2,16
Na ₂ O	1,83	0,71	2,69	0,76	3,47	1,11	3,62	0,67	3,56	0,83
K ₂ O	0,52	0,25	0,92	0,52	1,16	0,52	1,55	0,61	1,57	0,68
P ₂ O ₅	0,33	0,24	0,37	0,39	0,32	0,15	0,26	0,15	0,27	0,18
П.п.п. (ΣFeO)	1,14	0,73	2,02	1,23	2,11	0,73	1,39	0,83	(7,61)	1,76
a	4,7	1,9	7,4	1,9	9,6	3,0	10,5	1,6	10,1	2,6
c	5,8	2,9	7,8	2,4	7,2	1,9	6,5	1,6	6,6	1,9
b'	38,2	6,0	27,7	1,8	22,3	1,3	17,0	1,2	18,5	6,9
f'	25,5	6,9	36,3	7,6	37,5	5,2	43,4	6,5	42,2	9,0
m'	49,0	3,6	41,3	10,2	47,6	4,8	40,7	8,2	42,5	8,6
c' (-a')	25,4	9,3	22,3	8,4	14,9	4,8	15,9	7,0	18,8	8,3
n	83,7	5,6	82,4	8,1	81,8	5,9	78,2	7,5	78,0	7,1
φ	8,4	3,4	13,1	7,2	11,1	5,5	13,4	6,3	13,6	6,1
t	2,1	1,6	1,9	0,8	1,1	0,4	0,9	0,2	1,1	0,6
Q	-12,5	5,7	-8,5	3,6	-4,3	7,0	+4,5	5,6	+2,7	8,3
d	0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
F	33,3	6,3	46,7	10,4	43,7	5,2	51,3	8,4	49,3	9,8

Примечание. 1 — мелагаббро, n=6; 2 — мезогаббро, n=7; 3 — лейкогаббро, n=11; 4 — диориты, n=39; 5 — базитовая группа, n=93 (9 анализов [Остафийчук; Толстой, 1972]; 74 анализа — выборка Э. М. Спиридонова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов степнякского типа крыккудукского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5		6		7	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	64,99	1,51	64,87	4,18	50,02	1,30	50,53	1,67	54,31	1,94	58,71	3,71	54,96	3,32
TiO ₂	0,28	0,12	0,36	0,14	0,68	0,26	0,57	0,20	0,74	0,30	0,57	0,18	0,69	0,26
Al ₂ O ₃	15,66	0,75	16,78	2,22	15,37	2,33	18,06	1,66	18,13	1,39	17,58	2,19	18,13	1,80
Fe ₂ O ₃	0,78	1,13	1,24	1,29	3,50	1,49	2,39	1,17	1,92	1,17	1,67	1,22	2,16	1,34
FeO	4,30	1,20	4,25	1,22	6,57	1,59	7,00	1,58	6,18	1,10	4,47	1,17	6,24	1,46
MnO	0,09	0,05	0,09	0,04	0,16	0,05	0,16	0,04	0,15	0,03	0,10	0,03	0,14	0,04
MgO	1,96	0,48	2,42	0,67	8,01	1,95	5,46	1,04	4,36	0,74	3,07	0,74	4,82	1,69
CaO	3,86	1,06	4,70	1,86	10,85	1,41	9,13	1,29	7,51	1,25	6,03	1,89	8,10	1,94
Na ₂ O	3,54	0,70	3,57	0,63	2,10	0,23	2,52	0,37	3,22	0,63	3,51	0,57	3,10	0,73
K ₂ O	1,39	0,55	1,55	0,57	0,95	0,67	1,17	0,39	1,42	0,52	1,62	0,47	1,38	0,53
P ₂ O ₅	0,15	0,09	0,17	0,08	0,26	0,23	0,19	0,13	0,27	0,12	0,29	0,46	0,27	0,28
П. п. п. (ΣFeO)	2,77	1,34	(5,37)	0,65	1,94	0,53	2,54	0,49	1,85	0,60	2,30	1,01	(8,18)	1,49
<i>a</i>	9,9	1,1	10,1	1,2	6,0	1,2	7,7	0,7	9,5	1,4	10,5	1,1	9,0	1,8
<i>c</i>	4,8	1,4	5,0	1,2	7,4	1,8	9,0	1,4	7,9	1,7	6,9	2,4	8,0	1,9
<i>b'</i>	8,3	1,2	9,2	1,6	28,9	3,6	22,0	1,6	17,4	1,4	12,3	1,3	18,5	4,8
<i>f'</i>	50,0	10,1	49,0	8,6	33,0	9,4	42,6	4,7	46,1	4,5	47,7	5,6	44,4	6,8
<i>m'</i>	34,4	9,4	37,6	9,0	46,9	8,0	44,4	7,1	44,1	5,6	42,4	7,8	44,0	6,8
<i>c'(-a')</i>	-15,2	16,5	-9,7	16,4	20,1	5,7	12,4	10,4	9,2	6,1	3,9	11,0	10,2	8,7
<i>n</i>	79,1	8,8	77,4	7,9	78,7	11,9	76,6	7,5	77,4	8,3	76,7	6,2	77,4	8,1
φ	5,7	7,2	9,7	8,8	10,3	4,3	9,7	4,6	10,0	6,2	12,1	8,8	10,0	6,4
<i>t</i>	0,3	0,1	0,4	0,2	1,0	0,4	0,8	0,3	1,0	0,4	0,7	0,2	0,9	0,4
<i>Q</i>	+25,8	4,6	+23,1	5,2	-4,0	3,3	-1,6	4,0	+3,3	3,9	+12,1	6,1	+2,8	5,8
<i>d</i>	0,5	0,05	0,5	0,1	0,3	0,1	0,3	0,04	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
<i>F</i>	59,1	6,8	56,5	7,0	40,7	10,9	48,7	4,3	50,7	5,1	52,7	7,3	49,8	7,2

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=10$; 2 — гранитоидная группа, $n=17$ (2 анализа, коллекция А. П. Пономаревой; 15 — выборка Э. М. Спиридонова); 3 — мела- и мезогаббро, $n=7$; 4 — лейкогаббро, $n=13$; 5 — диориты, $n=34$; 6 — лейкодиориты, $n=20$; 7 — базитовая группа, $n=67$ (14 анализов из коллекции А. П. Пономаревой; 53 — выборка Э. М. Спиридонова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов сарыкольского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	63,33	2,68	66,02	2,97	72,91	2,48	69,64	4,83	59,02	4,40
TiO ₂	0,50	0,33	0,47	0,12	0,28	0,17	0,39	0,19	0,77	0,26
Al ₂ O ₃	15,00	1,60	15,26	1,56	13,59	1,03	14,68	1,64	16,56	1,67
Fe ₂ O ₃	2,88	0,90	1,95	0,81	1,22	0,71	1,86	0,94	3,81	1,24
FeO	3,01	0,85	2,59	0,86	1,09	0,62	2,00	1,21	4,15	1,49
MnO	0,06	0,05	0,08	0,04	0,03	0,02	0,05	0,04	0,08	0,08
MgO	2,64	0,77	2,13	0,55	0,86	0,29	1,66	0,96	3,91	1,21
CaO	4,13	0,65	3,22	1,10	1,28	0,57	2,52	1,54	5,58	1,70
Na ₂ O	3,99	0,86	3,65	0,46	3,94	0,71	3,88	0,66	3,60	0,69
K ₂ O	2,77	0,42	2,93	0,65	3,66	0,78	3,22	0,75	2,37	1,11
P ₂ O ₅	0,10	0,11	0,12	0,12	0,05	0,05	0,09	0,10	0,16	0,20
П.п.п. (ΣFeO)	0,82	0,86	1,03	0,72	0,48	0,56	(3,86)	1,58	(7,58)	1,89
a	12,7	1,8	12,2	0,7	13,5	1,5	12,8	1,3	11,3	1,5
c	3,5	1,3	3,7	1,4	1,4	0,6	2,6	1,7	5,2	1,8
b'	11,3	0,5	8,1	1,3	3,5	0,6	6,6	3,2	15,5	4,3
f'	46,6	8,4	47,4	9,9	45,4	13,2	45,3	11,1	46,0	8,0
m'	38,1	9,5	40,3	9,4	30,5	11,4	34,3	13,8	41,0	5,8
c'(-a')	11,2	11,8	-5,9	14,8	-19,7	22,6	-12,0	24,7	6,9	13,6
n	68,2	5,6	65,4	7,2	61,9	7,8	64,6	7,7	70,1	11,5
φ	21,3	6,9	19,0	9,2	23,8	17,0	21,6	11,9	20,9	6,8
t	0,6	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	1,0	0,4
Q	+15,3	5,5	+22,2	4,8	+32,2	5,3	+25,7	8,6	+7,2	8,7
d	0,6	0,1	0,6	0,1	0,77	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1
F	54,9	10,4	53,6	10,1	59,4	10,4	58,2	13,6	13,6	6,6

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=8; 2 — мелагранитоиды, n=21; 3 — лейкогранитоиды, n=15; 4 — гранитоидная группа, n=49 (выборка Н. В. Полянского); 5 — базитовая группа, n=12 (выборка Н. В. Полянского).

Таблица 14

Петрохимические статистики гранитоидов кунушского комплекса Калба-Нарымской зоны

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,94	1,89	70,09	1,25	72,50	1,01	70,59	2,69
TiO ₂	0,48	0,18	0,25	0,07	0,15	0,07	0,27	0,13
Al ₂ O ₃	16,78	1,64	16,01	2,08	15,37	0,40	16,22	1,92
Fe ₂ O ₃	0,51	0,30	0,36	0,32	0,18	0,22	0,37	0,32
FeO	3,34	1,40	2,04	0,53	1,30	0,57	2,18	0,89
MnO	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,02
MgO	2,01	0,73	0,89	0,28	0,29	0,11	1,01	0,58
CaO	3,07	0,58	2,58	0,60	1,68	0,63	2,60	0,68
Na ₂ O	4,09	0,80	4,77	0,56	4,42	0,40	4,70	0,65
K ₂ O	2,56	0,72	1,66	0,66	2,66	0,67	1,91	0,78
P ₂ O ₅	0,15	0,06	0,10	0,09	0,08	0,05	0,11	0,09
П. п. п. (ΣFeO)	0,85	1,09	0,76	0,62	0,32	0,23	(2,51)	0,90
a	12,5	1,6	12,4	1,6	13,2	0,3	12,5	1,5
c	3,5	0,6	3,0	1,0	2,0	0,8	3,0	1,0
b'	7,1	1,2	3,9	1,4	1,9	0,3	4,2	1,9
f'	36,1	9,4	35,1	15,6	30,9	14,3	34,8	14,7
m'	35,6	16,1	25,0	10,8	10,4	4,4	25,2	12,7
c'(-a')	-22,8	21,3	-36,3	18,0	-58,7	12,8	-36,4	19,9
n	70,6	8,7	80,5	8,9	71,7	7,0	78,2	9,5
φ	4,6	3,1	4,7	3,7	4,1	6,1	4,6	3,8
t	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
Q	+19,9	6,1	+28,3	4,8	+31,9	1,3	+27,4	5,8
d	0,6	0,1	0,7	0,6	0,7	0,02	0,7	0,6
F	51,5	15,3	59,9	9,3	71,2	20,1	59,7	12,3

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=11; 2-3 — лейкогранитоиды, n=58, n=7; 4 — гранитоидная группа, n=76 (выборка В. В. Лопатникова).

Таблица 15

Петрохимические статистики базитов кунушского комплекса
Калба-Нарымской зоны

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	58,96	4,37	<i>a</i>	11,6	2,9
TiO ₂	0,90	0,50	<i>c</i>	5,4	1,8
Al ₂ O ₃	17,13	1,50	<i>b'</i>	13,9	6,2
Fe ₂ O ₃	1,10	0,61	<i>f'</i>	45,3	10,5
FeO	5,25	1,06	<i>m'</i>	42,4	12,6
MnO	0,11	0,03	<i>c'(-a')</i>	0,1	16,8
MgO	3,77	2,02	<i>n</i>	73,0	8,8
CaO	5,54	3,50	Φ	7,0	3,7
Na ₂ O	3,82	1,16	<i>t</i>	1,2	0,7
K ₂ O	2,15	0,80	<i>Q</i>	+8,0	5,9
P ₂ O ₅	0,21	—	<i>d</i>	0,5	0,1
Σ FeO	6,24	1,17	<i>F</i>	51,6	11,9

Примечание. Число анализов $n=32$ (выборка В. В. Лопатникова).

Таблица 16

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов кунушской ассоциации Западно-Калбинской зоны

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	70,30	3,46	53,72	3,60	<i>a</i>	13,9	2,3	9,9	3,4
TiO ₂	0,29	0,15	0,91	0,42	<i>c</i>	2,1	1,4	5,6	1,6
Al ₂ O ₃	16,25	1,63	16,02	2,41	<i>b'</i>	4,0	1,6	23,7	6,6
Fe ₂ O ₃	1,62	1,27	2,98	2,01	<i>f'</i>	43,8	14,1	32,4	12,7
FeO	1,56	0,97	4,90	2,39	<i>m'</i>	16,7	9,1	49,6	12,7
MnO	0,05	0,05	0,14	0,04	<i>c'(-a')</i>	-34,5	26,7	17,4	11,0
MgO	0,66	0,42	7,30	3,07	<i>n</i>	79,4	15,0	84,0	12,0
CaO	1,94	1,30	8,48	2,45	Φ	20,5	15,4	12,0	11,7
Na ₂ O	5,27	1,25	3,92	1,58	<i>t</i>	0,3	0,2	1,3	0,6
K ₂ O	1,94	1,16	1,00	0,67	<i>Q</i>	+24,3	8,0	-4,0	7,0
P ₂ O ₅	0,11	0,06	0,64	1,66	<i>d</i>	0,7	0,1	0,5	0,1
Σ FeO	3,02	1,22	7,58	2,29	<i>F</i>	72,6	11,6	38,9	14,0

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=52$; 2 — базитовая группа, $n=30$ (по В. В. Масленникову).

Таблица 17

Петрохимические статистики гранитоидов Саурской серии

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	64,95	2,33	69,97	2,10	66,79	3,21
TiO ₂	0,45	0,15	0,31	0,09	0,42	0,15
Al ₂ O ₃	16,66	1,02	15,53	0,82	16,58	1,13
Fe ₂ O ₃	1,69	0,50	1,00	0,37	1,54	0,57
FeO	2,86	0,74	1,89	0,51	2,66	0,82
MnO	0,07	0,04	0,03	0,02	0,06	0,04
MgO	1,77	0,49	0,77	0,31	1,55	0,65
CaO	3,94	1,07	1,93	0,80	3,47	1,35
Na ₂ O	4,16	0,40	4,33	0,46	4,26	0,42
K ₂ O	2,18	0,85	3,27	0,54	2,51	0,90
P ₂ O ₅	0,17	0,17	0,10	0,06	0,16	0,15
П. п. п. (ΣFeO)	0,79	0,59	0,66	0,35	(4,04)	1,09
<i>a</i>	12,4	1,6	13,9	0,6	12,9	1,5
<i>c</i>	4,7	1,4	2,3	0,9	4,0	1,7
<i>b'</i>	7,5	1,6	3,9	0,9	6,5	2,2
<i>f'</i>	52,5	8,1	45,9	10,9	50,5	9,3
<i>m'</i>	36,7	7,1	22,0	7,5	32,5	10,1
<i>c'(-a')</i>	-6,6	14,0	-30,9	15,3	-13,4	18,6
<i>n</i>	75,1	8,1	66,7	5,6	72,5	8,3
<i>φ</i>	17,9	4,9	14,5	5,2	16,8	5,2
<i>t</i>	0,5	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2
<i>Q</i>	+19,9	3,7	+25,8	3,7	+21,4	5,2
<i>d</i>	0,6	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
<i>F</i>	58,5	5,7	67,3	9,3	61,1	8,1

Примечание. 1 — мелагранитоиды, *n*=60; 2 — лейкогранитоиды, *n*=23; 3 — гранитоидная группа, *n*=87 [Габбро-гранитные серии..., 1977].

Таблица 18

Петрохимические статистики базитов Саурской серии

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	49,06	3,21	51,17	4,01	59,04	2,36	51,05	5,91
TiO ₂	0,71	0,28	0,66	0,24	0,55	0,14	0,74	0,34
Al ₂ O ₃	19,65	2,36	21,43	2,73	18,34	1,80	20,03	2,36
Fe ₂ O ₃	3,65	1,29	2,99	1,18	1,96	0,62	3,28	1,53
FeO	5,77	0,55	5,33	0,79	3,76	0,81	5,66	1,54
MnO	0,13	0,05	0,12	0,03	0,10	0,05	0,13	0,05
MgO	5,77	1,38	4,37	0,96	2,93	0,59	5,31	1,92
CaO	10,40	1,80	9,33	2,02	6,01	1,21	9,95	2,77
Na ₂ O	2,69	0,52	3,35	0,53	4,13	0,36	3,00	0,92
K ₂ O	0,56	0,45	0,57	0,53	1,54	0,76	0,67	0,54
P ₂ O ₅	0,11	0,11	0,29	0,44	0,21	0,08	0,17	0,22
П. п. п. (ΣFeO)	1,23	0,73	0,91	0,48	1,02	0,65	(8,61)	2,40
<i>a</i>	7,1	1,5	8,7	1,5	11,70	1,4	7,9	2,5
<i>c</i>	10,5	2,7	10,9	3,2	6,8	1,7	10,1	2,9
<i>b'</i>	22,6	1,5	17,5	1,8	11,5	1,7	20,8	6,3
<i>f'</i>	41,2	7,4	46,4	7,4	47,9	7,6	42,6	8,0
<i>m'</i>	45,5	8,8	44,0	7,3	43,8	4,9	44,9	7,5
<i>c'(-a')</i>	13,4	3,9	5,5	8,9	5,1	8,8	10,8	8,2
<i>n</i>	88,8	6,2	90,8	6,5	81,1	7,7	88,3	6,4
<i>φ</i>	14,8	5,4	15,3	5,9	15,1	4,6	14,2	5,3
<i>t</i>	1,1	0,5	0,9	0,3	0,7	0,2	1,11	0,6
<i>Q</i>	-5,2	4,9	-3,2	5,7	+9,5	3,4	-3,5	9,1
<i>d</i>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1
<i>F</i>	47,3	9,0	50,9	7,8	51,5	6,6	48,3	8,3

Примечание. 1 — лейкогаббро, *n*=16; 2 — диориты, *n*=10; 3 — лейкодiorиты, *n*=15; 4 — базитовая группа, *n*=49 [Габбро-гранитные серии..., 1977].

Таблица 19

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Ургодатско-Федотовского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	70,95	4,61	55,87	3,34	<i>a</i>	13,78	1,43	9,50	2,24
TiO ₂	0,35	0,26	0,94	0,26	<i>c</i>	1,83	1,13	6,38	2,08
Al ₂ O ₃	13,92	1,77	16,51	2,00	<i>b'</i>	5,81	2,88	19,56	4,12
Fe ₂ O ₃	1,54	1,62	3,29	2,20	<i>f'</i>	55,49	11,79	45,56	10,04
FeO	2,33	1,35	6,06	1,51	<i>m'</i>	26,94	9,68	37,84	8,44
MnO	0,06	0,07	0,16	0,05	<i>c'(-a')</i>	3,15	21,83	16,31	6,18
MgO	1,00	0,55	4,44	1,51	<i>n</i>	65,33	13,04	78,95	6,73
CaO	2,14	1,05	7,87	1,84	φ	19,17	14,10	15,04	10,87
Na ₂ O	4,26	1,07	3,40	0,86	<i>t</i>	0,38	0,31	1,26	0,34
K ₂ O	3,39	1,32	1,38	0,57	<i>Q</i>	+26,63	9,38	+3,69	5,40
P ₂ O ₅	0,05	0,08	0,08	0,17	<i>d</i>	0,78	0,13	0,44	0,13
Σ FeO	3,72	1,82	9,02	2,23	<i>F</i>	67,12	9,54	53,99	10,47

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=21$ ([Дистанова, 1965; Раннепалеозойская..., 1971]; 14 химанализов из коллекции Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 1—20, 22); 2 — базитовая группа, $n=30$ (Врублевский, 1965; Раннепалеозойская..., 1971); 21 анализ из коллекции Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 21, 23—35).

Таблица 20

Петрохимические статистики гранитоидов Кундустуюльского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	68,17	5,91	50,01	1,87	<i>a</i>	12,80	1,78	8,22	2,00
TiO ₂	0,48	0,41	1,09	0,67	<i>c</i>	3,46	1,37	6,97	1,79
Al ₂ O ₃	15,72	1,38	16,78	3,03	<i>b'</i>	5,61	3,06	26,82	6,20
Fe ₂ O ₃	0,95	0,78	1,70	0,45	<i>f'</i>	58,93	18,26	35,69	10,0
FeO	3,50	2,22	7,86	2,32	<i>m'</i>	21,16	13,91	47,5	12,7
MnO	0,07	0,06	0,20	0,09	<i>c'(-a')</i>	-4,76	28,01	16,8	6,4
MgO	1,23	1,18	8,24	2,77	<i>n</i>	86,40	6,65	87,7	5,1
CaO	3,46	1,56	10,01	1,14	φ	12,97	10,35	6,3	2,9
Na ₂ O	5,07	0,67	3,12	0,59	<i>t</i>	0,42	0,22	1,7	1,0
K ₂ O	1,19	0,71	0,77	0,37	<i>Q</i>	+25,36	8,86	-7,4	5,8
P ₂ O ₅	0,15	0,09	0,21	0,11	<i>d</i>	4,65	2,93	0,4	0,1
Σ FeO	4,36	2,76	9,39	2,64	<i>F</i>	18,89	40,88	42,8	13,0

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=14$ ([Кортусов, 1967]; 7 анализов из коллекции Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 75—81); 2 — базитовая группа, $n=8$ (коллекция Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 67—74).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Центрального плутона

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	66,60	1,86	68,97	1,67	67,63	2,65	55,98	3,58
TiO ₂	0,41	0,10	0,32	0,12	0,41	0,13	1,28	0,33
Al ₂ O ₃	16,33	0,94	16,06	0,69	16,62	1,30	17,34	1,04
Fe ₂ O ₃	1,62	0,52	1,12	0,43	1,55	0,54	2,80	1,14
FeO	2,86	0,75	1,83	0,55	2,69	0,82	5,93	1,03
MnO	0,07	0,03	0,06	0,03	0,07	0,03	0,10	0,03
MgO	1,10	0,35	0,63	0,28	1,03	0,39	3,57	1,08
CaO	3,59	0,73	3,55	0,79	3,68	0,80	6,86	1,92
Na ₂ O	4,45	0,38	4,24	0,35	4,44	0,38	4,01	0,60
K ₂ O	1,88	0,61	1,39	0,70	1,78	0,64	1,80	0,66
P ₂ O ₅	0,10	0,08	0,09	0,05	0,10	0,08	0,33	0,17
П. п. п. (Σ FeO)	0,73	0,36	1,05	0,78	(4,09)	0,93	(8,45)	1,05
<i>a</i>	12,54	1,33	11,34	0,87	12,29	1,33	11,54	2,01
<i>c</i>	4,21	0,85	4,24	0,86	4,22	0,84	6,09	1,57
<i>b'</i>	6,21	1,03	3,94	0,72	5,73	1,35	16,30	4,27
<i>f'</i>	59,53	11,39	51,65	13,22	57,85	12,03	49,82	6,96
<i>m'</i>	26,33	8,42	19,70	9,11	24,92	8,86	34,39	7,91
<i>c'(-a')</i>	-9,33	17,33	-23,75	23,40	-12,39	19,31	10,80	4,55
<i>n</i>	78,62	5,34	82,60	7,75	79,46	6,02	77,35	5,07
φ	20,15	7,83	17,21	4,78	19,53	7,33	14,27	4,67
<i>t</i>	0,46	0,12	0,35	0,13	0,44	0,13	1,71	0,55
<i>Q</i>	+22,90	4,84	+30,59	1,04	+24,53	5,36	+2,27	5,81
<i>d</i>	0,57	0,07	0,53	0,06	0,57	0,07	2,08	0,95
<i>F</i>	69,03	7,92	71,82	9,40	69,62	8,18	1,55	0,50

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=26$; 2 — лейкогранитоиды, $n=7$; 3 — гранитоидная группа, $n=33$ [Кортусов, 1967; Баженов, Кучеренко, 1970; Алабин, 1971; Раннепалеозойская..., 1971]; 5 химанализов — Приложение, табл. 1, № 37—41); 4 — базитовая группа, $n=17$ [Кортусов, 1967; Алабин, 1971; Раннепалеозойская..., 1971].

Таблица 22

Петрохимические статистики гранитоидов Кундатского плутона

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,31	1,59	69,25	3,29	67,99	3,74
TiO ₂	0,53	0,10	0,28	0,07	0,43	0,18
Al ₂ O ₃	16,39	0,80	16,49	2,04	16,08	1,61
Fe ₂ O ₃	1,77	0,36	0,97	0,58	1,43	0,81
FeO	2,07	0,56	1,95	1,04	2,06	0,72
MnO	0,07	0,03	0,07	0,02	0,07	0,03
MgO	1,54	0,28	0,60	0,19	1,25	0,72
CaO	3,54	0,67	2,48	0,68	3,12	1,19
Na ₂ O	4,75	0,50	5,00	1,13	4,72	0,80
K ₂ O	2,80	0,30	2,29	1,33	2,77	0,94
P ₂ O ₅	0,07	0,10	1,12	0,03	0,08	0,08
П. п. п. (Σ FeO)	0,77	0,76	0,65	0,24	(3,35)	1,02
<i>a</i>	14,51	1,12	14,09	1,86	14,11	1,29
<i>c</i>	3,53	0,57	2,97	0,87	3,16	0,96
<i>b'</i>	6,93	1,26	3,69	0,77	6,07	2,92
<i>f'</i>	48,76	6,49	53,14	15,89	49,29	10,16
<i>m'</i>	35,79	4,94	19,01	4,23	29,07	10,32
<i>c'(-a')</i>	4,39	17,73	-27,64	18,02	-8,02	24,47
<i>n</i>	71,97	2,85	76,72	13,46	71,90	9,26
φ	20,82	4,16	15,17	8,40	16,92	8,09
<i>t</i>	0,61	0,12	0,30	0,09	0,50	0,23
<i>Q</i>	+16,76	5,31	+23,92	8,34	+20,27	8,40
<i>d</i>	0,66	0,05	0,65	0,08	0,67	0,07
<i>F</i>	57,21	4,67	72,45	6,09	62,77	8,99

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=9$; 2 — лейкогранитоиды, $n=6$; 3 — гранитоидная группа, $n=20$ [Раннепалеозойская..., 1971]; 11 анализов из неопубликованных коллекций: 6 — И. П. Ивонина, 3 — А. Д. Минина, 2 — Л. В. Алабина).

Петрохимические статистики базитов Кундатского плутона

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	47,99	1,76	52,57	2,11	52,86	4,39
TiO ₂	1,30	0,23	1,12	0,24	1,16	0,27
Al ₂ O ₃	18,46	0,33	19,33	1,44	19,17	1,02
Fe ₂ O ₃	4,92	1,17	2,98	1,42	3,81	1,57
FeO	5,45	0,75	5,89	2,04	5,26	1,66
MnO	0,11	0,04	0,13	0,04	0,12	0,04
MgO	5,48	0,89	3,46	0,59	4,14	1,58
CaO	9,61	1,11	6,71	1,60	7,78	2,28
Na ₂ O	3,14	0,33	4,40	0,63	3,92	0,76
K ₂ O	0,70	0,36	1,57	0,69	1,42	0,86
P ₂ O ₅	0,55	0,20	0,26	0,23	0,35	0,28
П. п. п. (ΣFeO)	1,88	0,69	1,26	0,99	(8,69)	1,92
a	8,43	0,79	12,57	1,67	11,05	2,62
c	8,93	0,56	7,38	1,84	7,72	1,67
b'	23,47	1,45	16,13	1,03	18,04	5,46
f'	43,07	4,17	54,21	7,31	49,26	8,69
m'	42,00	6,14	38,04	3,98	39,42	6,91
c'(-a')	14,93	3,94	7,75	4,63	9,79	7,67
n	87,39	6,32	81,36	7,23	82,03	8,15
φ	19,09	4,58	16,64	7,79	18,74	5,69
t	2,00	0,36	1,58	0,36	1,65	0,48
Q	-7,45	3,31	-4,66	3,05	-3,60	6,13
d	0,32	0,03	0,47	0,09	0,42	0,11
F	50,47	5,67	58,24	5,42	55,05	8,14

Примечание. 1 — лейкогаббро, n=6; 2 — диориты, n=5; 3 — базитовая группа, n=14 (Гранпалеозойская..., 1971; Кортусов, 1967, по данным Л. В. Алабина); 7 анализов из неопубликованной коллекции А. Д. Минина.

Таблица 24

Петрохимические статистики гранитоидов Дудетского ареала

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	67,05	2,88	69,86	2,16	68,75	2,73
TiO ₂	0,37	0,23	0,24	0,12	0,32	0,21
Al ₂ O ₃	15,33	1,39	15,73	0,84	15,63	1,23
Fe ₂ O ₃	1,33	0,35	0,93	0,61	1,19	0,49
FeO	2,36	0,92	2,05	0,59	2,26	0,82
MnO	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05	0,01
MgO	1,23	0,39	0,66	0,39	1,03	0,48
CaO	2,98	0,79	2,18	0,42	2,71	0,80
Na ₂ O	5,33	0,74	4,53	0,55	5,08	0,78
K ₂ O	2,69	0,64	3,21	0,47	2,91	0,61
P ₂ O ₅	0,07	0,08	0,05	0,03	0,06	0,07
П. п. п. (ΣFeO)	1,03	1,02	0,47	0,32	(3,34)	1,00
a	15,40	1,57	14,30	1,05	14,99	1,47
c	2,45	1,68	2,41	0,58	2,43	1,34
b'	6,61	1,18	4,02	1,23	5,64	1,74
f'	50,91	9,49	50,05	14,30	50,59	11,07
m'	30,61	5,94	20,13	11,27	26,68	9,53
c'(-a')	18,04	12,66	-22,31	29,46	2,91	28,15
n	75,04	5,00	68,13	5,12	72,45	5,97
φ	17,25	5,00	14,21	9,26	16,11	6,77
t	0,42	0,29	0,25	0,13	0,36	0,25
Q	+17,79	4,13	+24,59	4,90	+20,34	5,46
d	0,77	0,14	0,70	0,06	0,74	0,12
F	61,98	6,09	72,20	11,55	65,82	9,63

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=12; 2 — лейкогранитоиды, n=6; 3 — гранитоидная группа, n=16 (Врублевский, 1965; Кортусов, 1967; Щербань, 1972); 9 хим-анализов из коллекции Б. Ф. Палетова, Приложение, табл. 1, № 44-52, 1 анализ из неопубликованной коллекции Г. М. Купсика).

Петрохимические статистики базитов Дудетского ареала

Петрохим. покат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	46,18	1,51	50,79	3,29	51,13	3,15	50,88	4,64
TiO ₂	0,61	0,21	0,92	0,28	0,72	0,30	0,78	0,37
Al ₂ O ₃	16,32	2,56	18,58	1,92	20,44	2,01	18,74	2,49
Fe ₂ O ₃	2,53	1,28	2,77	0,81	4,11	2,02	3,43	1,83
FeO	6,52	1,99	6,01	1,09	4,53	1,85	5,57	2,14
MnO	0,15	0,14	0,14	0,07	0,38	0,47	0,24	0,30
MgO	10,99	1,70	5,01	0,77	3,54	0,67	5,82	3,44
CaO	13,89	2,05	10,12	2,43	8,74	1,69	9,92	3,43
Na ₂ O	1,50	0,27	3,36	0,88	3,61	0,39	3,22	1,21
K ₂ O	0,44	0,29	1,06	0,68	1,51	0,61	1,30	0,99
P ₂ O ₅	0,04	0,05	0,12	0,14	0,13	0,16	0,10	0,13
П. п. п. (ΣFeO)	0,37	0,29	1,02	0,56	0,85	0,75	(8,66)	1,91
a	3,90	0,97	9,22	2,40	11,0	1,4	9,21	3,92
c	8,94	1,99	8,33	2,65	8,7	2,0	8,16	2,53
b'	34,63	3,62	21,82	2,00	17,5	2,3	22,71	8,17
f'	24,56	4,57	39,09	6,89	49,5	6,7	41,08	13,33
m'	53,09	3,18	40,29	5,08	35,5	4,7	40,60	10,30
c'(-a')	22,35	6,59	20,62	6,01	10,7	12,6	15,47	12,09
n	85,17	6,59	84,08	9,84	79,0	6,7	81,13	8,13
φ	6,41	3,69	11,29	3,24	21,8	10,7	15,58	11,45
t	0,98	0,34	1,34	0,39	1,1	0,4	1,14	0,54
Q	-11,65	2,26	-5,50	5,42	-5,7	7,6	-7,17	7,76
d	0,18	0,04	0,37	0,12	0,4	0,1	0,36	0,16
F	31,08	3,20	48,68	6,87	57,0	5,5	49,11	13,77

Примечание. 1 — мелагаббро, n=9; 2 — лейкогаббро, n=9; 3 — диориты, n=11, 4 — базитовая группа, n=39 ([Магматические формации..., 1965; Врублевский, 1965; Кортусов, 1967; Довгаль, 1968; Раннепалеозойская..., 1971]; 2 химанализа из коллекции Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 42—43).

Таблица 26

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Оргонского ареала

Петрохим. покат.	1		2		Петрохим. покат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	70,54	4,04	50,98	4,80	a	12,72	2,03	8,64	3,31
TiO ₂	0,34	0,23	1,07	0,37	c	2,72	1,47	8,59	2,60
Al ₂ O ₃	15,40	1,50	18,73	2,47	b'	4,83	2,61	22,45	7,36
Fe ₂ O ₃	1,46	1,23	3,23	1,37	f'	51,54	12,97	41,58	8,41
FeO	2,06	1,06	6,16	1,68	m'	19,22	11,75	42,32	8,49
MnO	0,09	0,06	0,14	0,11	c'(-a')	-28,35	21,31	16,03	10,03
MgO	0,76	0,58	5,55	2,48	n	69,20	9,96	86,67	6,29
CaO	2,40	1,23	9,99	3,17	φ	17,31	11,54	12,95	4,22
Na ₂ O	4,09	0,71	3,29	1,21	t	0,36	0,26	1,58	0,65
K ₂ O	2,81	1,05	0,84	0,63	Q	+28,11	7,70	-5,26	6,21
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,02	0,05	d	7,90	7,60	0,34	0,15
ΣFeO	3,38	1,42	9,07	2,49	F	5,06	5,83	49,23	8,17

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=34 ([Раннепалеозойская..., 1971]; 32 анализа из неопубликованной коллекции А. Н. Криворотенко; П. Е. Танского и др., ЗСГУ); 2 — базитовая группа, n=49 ([Раннепалеозойская..., 1971]; 48 анализов из неопубликованных коллекций: 8 — А. Н. Криворотенко; 19 — О. И. Никонова, 18 — П. Е. Танского, 1 — В. К. Моница, 1 — А. В. Печерского).

Таблица 27

Петрохимические статистики гранитоидов Порожинского плутона

Петрохим. показат.	\bar{X}		Петрохим. показат.	\bar{X}	
	\bar{X}	s		\bar{X}	s
SiO ₂	72,66	2,57	<i>a</i>	13,8	2,0
TiO ₂	0,35	0,29	<i>c</i>	1,6	1,2
Al ₂ O ₃	14,13	1,03	<i>b'</i>	3,5	1,7
Fe ₂ O ₃	0,89	0,60	<i>f'</i>	51,4	18,9
FeO	1,77	1,09	<i>m'</i>	20,1	11,5
MnO	0,06	0,03	<i>c'(-a')</i>	-15,5	33,0
MgO	0,57	0,40	<i>n</i>	61,5	9,6
CaO	1,64	0,82	ϕ	16,0	10,3
Na ₂ O	4,00	0,71	<i>t</i>	0,4	0,3
K ₂ O	3,87	1,05	<i>Q</i>	+30,3	6,1
P ₂ O ₅	0,07	0,07	<i>d</i>	0,8	0,1
Σ FeO	2,57	1,29	<i>F</i>	72,8	12,9

Примечание. Число анализов $n=49$ (Раннепалеозойская..., 1971); 44 анализа из неопубликованных коллекций: 3 — В. К. Монича, 2 — И. П. Иволина, 12 — А. И. Летувинюса; 12 — Н. М. Кужельного, 8 — В. С. Мурина, 6 — П. Е. Танского, 1 — В. И. Вогнибова, 1 — С. С. Долгушина).

Таблица 28

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Тыдынского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	72,58	2,34	48,53	2,98	<i>a</i>	13,5	1,8	6,9	3,2
TiO ₂	0,16	0,14	1,12	0,58	<i>c</i>	2,4	0,9	8,1	2,3
Al ₂ O ₃	15,32	1,22	17,09	3,36	<i>b'</i>	2,5	1,1	28,8	8,3
Fe ₂ O ₃	0,86	0,82	2,56	1,34	<i>f'</i>	56,8	22,7	34,0	10,8
FeO	1,24	0,87	7,35	2,13	<i>m'</i>	10,1	8,9	46,0	7,9
MnO	0,07	0,03	0,15	0,06	<i>c'(-a')</i>	-23,8	32,4	19,7	7,8
MgO	0,29	0,36	8,09	3,38	<i>n</i>	70,3	6,2	87,1	7,6
CaO	2,12	0,81	11,61	2,85	ϕ	19,9	20,5	8,1	4,4
Na ₂ O	4,47	0,74	2,66	1,11	<i>t</i>	0,2	0,1	1,7	0,9
K ₂ O	2,84	0,62	0,68	0,60	<i>Q</i>	+30,5	5,2	-9,5	4,1
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,15	0,18	<i>d</i>	0,7	0,1	0,3	0,1
Σ FeO	2,02	0,77	9,66	2,87	<i>F</i>	83,3	12,7	41,6	11,3

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=28$ (7 химанализов из коллекции Б. Ф. Налетова, Приложение, табл. 1, № 60—66; 21 анализ из неопубликованных коллекций С. С. Долгушина, А. И. Гончаренко, А. Д. Мянгина); 2 — базитовая группа, $n=93$ (Мяннин, 1977), 7 анализов из неопубликованной коллекции О. И. Никонова).

Таблица 29

Петрохимические статистики гранитоидов Лебедской серии

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,19	1,90	70,26	2,49	74,68	1,41	68,19	3,78
TiO ₂	0,51	0,11	0,29	0,10	0,12	0,03	0,42	0,18
Al ₂ O ₃	16,06	0,87	15,28	1,43	13,82	1,19	15,80	1,28
Fe ₂ O ₃	2,02	1,17	1,34	0,79	0,85	0,67	1,81	1,14
FeO	2,42	0,94	1,60	0,75	0,83	0,52	2,11	1,02
MnO	0,07	0,03	0,07	0,06	0,03	0,02	0,07	0,04
MgO	1,63	0,57	0,72	0,29	0,13	0,12	1,27	0,71
CaO	3,71	0,94	2,52	0,97	1,17	0,60	3,24	1,30
Na ₂ O	4,30	0,86	4,71	0,78	3,93	0,67	4,40	0,85
K ₂ O	2,52	0,79	2,22	0,81	3,45	1,63	2,25	0,94
P ₂ O ₅	0,16	0,16	0,11	0,14	0,12	0,22	0,15	0,16
П. п. п. (ΣFeO)	0,83	0,54	0,62	0,35	0,73	0,52	(3,73)	1,34
a	13,2	1,9	13,4	1,5	13,1	1,5	13,2	1,8
a'	4,1	1,1	2,8	1,0	1,4	0,7	3,5	1,3
b'	7,4	1,6	4,1	1,4	1,7	0,4	6,1	2,7
f'	53,5	8,3	52,8	12,3	46,9	19,5	52,8	10,7
m'	35,5	7,8	22,8	7,1	6,7	5,3	29,1	11,5
c'(-a')	1,9	13,8	-15,9	24,1	-42,8	28,9	-6,8	23,2
n	72,2	8,0	76,3	8,7	64,4	15,5	72,5	9,6
φ	22,3	11,0	22,8	14,7	24,7	22,8	22,8	13,0
t	0,6	0,1	0,3	0,1	0,1	0,04	0,5	0,2
Q	+19,6	5,1	+27,7	6,8	+36,0	2,0	+23,3	7,7
d	0,6	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
F	59,7	8,3	69,0	8,0	87,0	11,3	65,0	11,4

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=45; 2, 3 — лейкогранитоиды, n=25; n=7; 4 — гранитоидная группа, n=82 (выборки по В. И. Ярыгину и Н. Н. Амшинскому из коллекций разных авторов).

Таблица 30

Петрохимические статистики базитов Лебедской серии

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	47,70	2,70	49,63	3,82	55,61	5,98	59,41	2,80	54,21	6,16
TiO ₂	1,71	0,43	1,68	0,55	0,98	0,37	0,81	0,39	1,33	0,68
Al ₂ O ₃	16,60	1,69	17,42	3,57	17,57	1,83	17,09	1,58	17,10	2,62
Fe ₂ O ₃	6,42	2,02	4,71	1,53	6,00	5,18	3,03	1,05	4,69	2,66
FeO	5,34	1,48	5,83	0,87	4,32	0,80	3,46	1,03	4,71	1,61
MnO	0,14	0,09	0,17	0,04	0,09	0,03	0,09	0,04	0,12	0,06
MgO	7,00	0,93	5,71	0,47	3,22	1,66	2,73	0,73	4,69	2,42
CaO	11,07	2,28	7,96	0,53	6,77	1,15	5,39	1,06	7,72	2,72
Na ₂ O	2,24	0,61	2,73	0,72	3,93	0,55	3,96	0,84	3,57	1,13
K ₂ O	1,00	0,47	1,24	0,77	1,64	0,77	2,05	0,88	1,51	0,79
P ₂ O ₅	0,36	0,21	0,56	0,42	0,16	0,19	0,29	0,36	0,34	0,36
П. п. п. (ΣFeO)	1,48	1,02	1,61	0,41	1,59	0,61	1,25	0,56	8,93	2,99
a	6,5	1,8	8,1	2,3	11,4	2,5	12,0	2,0	10,1	3,1
c	8,2	2,1	7,6	2,8	6,4	1,3	5,5	1,7	6,3	2,3
b'	28,6	2,3	22,8	1,8	17,1	1,8	12,1	1,6	19,8	8,7
f'	38,9	2,5	42,4	4,0	55,1	20,5	49,3	7,2	45,2	11,2
m'	42,5	6,4	42,1	1,8	32,9	15,5	37,4	6,9	38,7	8,6
c'(-a')	19,3	6,6	5,8	16,2	12,0	5,9	6,7	13,6	10,9	14,3
n	77,8	6,4	78,4	9,3	79,5	7,9	74,9	9,5	78,7	7,9
φ	19,3	4,3	17,7	6,1	30,1	22,9	21,9	9,5	21,1	12,0
t	2,6	0,6	2,5	0,9	1,3	0,5	1,0	0,6	1,9	1,2
Q	-7,7	4,1	-3,3	6,6	+1,2	10,7	+10,4	5,5	+0,1	11,1
d	0,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,2
F	47,2	3,9	49,7	3,0	61,5	18,4	56,6	6,8	53,2	9,9

Примечание. 1 — мезогаббро, n=6; 2 — лейкогаббро, n=6; 3 — диориты, n=6; 4 — лейкодиориты, n=22; 5 — базитовая группа, n=39 (те же, что в табл. 29).

Таблица 31

Петрохимические статистики гранитоидов таджикского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	66,24	2,65	72,12	3,49	69,38	4,24
TiO ₂	0,62	0,27	0,39	0,21	0,51	0,27
Al ₂ O ₃	15,08	1,77	13,76	1,75	14,70	1,83
Fe ₂ O ₃	1,90	0,76	1,32	0,84	1,67	0,84
FeO	3,38	0,95	1,95	0,90	2,86	1,21
MnO	0,10	0,04	0,06	0,03	0,09	0,04
MgO	1,18	0,40	0,56	0,23	0,99	0,56
CaO	3,51	0,83	1,86	1,04	2,99	1,48
Na ₂ O	3,97	0,56	4,36	1,02	4,15	0,81
K ₂ O	2,53	0,98	2,61	1,41	2,49	1,23
P ₂ O ₅	0,16	0,25	0,15	0,18	0,17	0,25
П. п. п. (ΣFeO)	1,07	0,80	0,70	0,56	(4,36)	1,53
a	12,40	2,27	13,03	3,38	12,47	2,90
c	3,67	1,06	2,04	1,18	3,10	1,51
b'	7,56	1,20	4,06	1,46	6,28	2,45
f'	61,88	10,18	60,36	13,70	60,63	11,94
m'	24,69	6,61	19,27	6,64	22,91	7,52
c'(-a')	2,86	16,62	-12,71	22,51	-3,05	20,70
n	71,56	8,51	73,32	11,77	73,21	10,68
φ	20,02	6,67	23,16	15,33	21,01	11,17
t	0,70	0,32	0,41	0,23	0,56	0,32
Q	+23,28	8,07	+31,96	10,93	+27,00	10,06
d	0,61	0,10	0,72	0,15	0,65	0,14
F	70,83	8,38	75,23	7,32	72,04	8,81

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=26; 2 — лейогранитоиды, n=20; 3 — гранитоидная группа, n=48 (8 анализов из коллекции В. А. Скуридина; 28 — Ю. С. Носкова, 2 — Н. В. Гавриловой).

Таблица 32

Петрохимические статистики базитов таджикского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	48,85	0,49	51,87	1,64	55,82	2,66	60,06	3,10	55,03	4,32
TiO ₂	0,80	0,41	1,01	0,35	1,16	0,47	0,91	0,49	1,09	0,44
Al ₂ O ₃	15,46	1,22	16,64	1,55	15,27	1,93	16,21	1,57	16,47	1,55
Fe ₂ O ₃	2,71	0,57	3,14	1,35	2,62	2,52	2,85	1,07	3,06	1,59
FeO	6,71	0,94	6,98	2,30	5,49	2,08	4,77	1,12	6,50	2,21
MnO	0,17	0,05	0,24	0,16	0,19	0,13	0,11	0,04	0,20	0,13
MgO	8,03	1,74	5,30	0,96	3,79	0,79	2,44	0,39	5,07	2,18
CaO	10,39	1,72	8,14	1,50	7,29	1,50	5,49	0,99	8,00	2,23
Na ₂ O	1,73	0,62	2,91	0,93	3,00	0,73	3,94	1,13	3,04	1,13
K ₂ O	0,77	0,18	1,07	0,62	1,40	0,98	1,39	1,06	1,25	0,80
P ₂ O ₅	0,30	0,20	0,32	0,36	0,31	0,39	0,31	0,30	0,30	0,31
П. п. п. (ΣFeO)	2,53	0,74	1,33	1,07	2,50	1,73	1,03	0,64	(9,25)	2,20
a	5,1	1,6	8,2	1,8	9,0	1,3	10,9	5,2	8,5	2,8
c	8,2	0,7	7,0	1,6	6,1	1,6	5,6	1,3	6,6	1,6
b'	28,3	1,4	22,3	1,2	17,8	1,3	12,7	1,3	20,7	5,4
f'	32,6	5,0	42,7	7,9	44,3	9,7	56,3	9,0	44,5	11,0
m'	49,7	8,5	40,4	7,4	37,1	6,0	32,9	3,5	40,0	8,4
c'(-a')	17,7	6,3	12,2	13,6	17,0	14,1	9,2	8,6	13,5	11,9
n	76,5	5,2	79,8	11,2	76,8	15,2	82,6	11,8	78,3	11,1
φ	8,6	2,1	12,1	5,3	13,4	12,8	19,6	7,9	13,6	8,8
t	1,2	0,6	1,4	0,5	1,5	0,6	1,1	0,6	1,5	0,6
Q	-1,6	5,0	+0,04	5,0	+10,0	6,3	+13,8	9,7	+3,7	8,2
d	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1
F	39,4	7,0	50,7	8,2	53,5	6,5	62,4	6,5	52,1	10,1

Примечание. 1 — мезогаббро, n=6; 2 — лейогаббро, n=12; 3 — диориты, n=9; 4 — лейоидориты, n=8; 5 — базитовая группа, n=34 (14 анализов из коллекции В. А. Скуридина; 14 — Ю. С. Носкова, 5 — Н. В. Гавриловой, 1 — Н. Н. Амшинского).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Саракокшинского массива

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	68,41	5,35	55,25	2,52	a	9,09	2,11	8,37	1,78
TiO ₂	0,34	0,15	0,89	0,46	c	4,91	2,11	7,89	1,52
Al ₂ O ₃	15,29	2,04	17,64	1,59	b'	7,88	3,21	18,90	2,50
Fe ₂ O ₃	1,98	0,85	2,72	1,07	f'	54,34	11,00	48,45	9,52
FeO	3,46	1,41	6,79	1,28	m'	27,05	9,96	43,62	7,18
MnO	0,09	0,05	0,15	0,05	c'(-a')	15,26	18,8	7,93	4,36
MgO	1,59	0,83	4,80	1,16	n	83,72	12,48	79,79	14,28
CaO	4,19	1,78	7,57	1,05	φ	18,57	6,08	12,49	4,77
Na ₂ O	3,47	0,84	2,96	0,86	t	0,38	0,18	1,20	0,66
K ₂ O	1,11	0,94	1,14	0,81	Q	+30,49	8,96	+5,03	5,47
P ₂ O ₅	0,06	0,07	0,06	0,08	d	0,46	0,14	0,35	0,08
ΣFeO	5,25	1,89	9,24	1,88	F	66,93	9,67	52,04	8,72

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=11; 2 — базитовая группа, n=12 (выборки А. Н. Кононова по данным разных авторов).

Т а б л и ц а 34

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Каахемского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	69,76	4,77	52,74	5,83	a	11,1	2,5	7,8	3,6
TiO ₂	0,39	0,20	0,87	0,42	c	3,7	2,0	7,6	3,1
Al ₂ O ₃	14,76	1,99	16,87	2,60	b'	6,4	3,5	23,2	7,5
Fe ₂ O ₃	2,03	1,13	3,94	1,95	f'	58,5	17,1	41,1	10,6
FeO	2,48	1,43	5,93	1,90	m'	24,7	12,5	42,4	10,5
MnO	0,08	0,06	0,17	0,08	c'(-a')	-9,1	22,3	15,5	9,9
MgO	1,24	1,06	5,99	2,71	n	77,9	14,2	80,1	13,6
CaO	3,31	1,78	9,37	3,36	φ	25,5	12,0	15,0	6,2
Na ₂ O	3,86	0,94	2,67	1,09	t	0,4	0,2	1,3	0,7
K ₂ O	1,97	1,50	1,27	1,28	Q	+30,2	9,1	-0,4	9,0
P ₂ O ₅	0,12	0,11	0,19	0,16	d	0,6	0,2	0,4	0,2
ΣFeO	4,31	2,01	9,48	3,15	F	69,6	16,3	48,7	11,4

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=44 (Петров, Журавель, 1977; Ковалев, Бухаров, 1979); 15 анализов из неопубликованных коллекций: 4 — А. Ф. Коробейникова, 4 — А. Д. Шенкмана, 2 — В. А. Габеева, 2 — Г. Н. Лукашева, 3 — В. П. Еремеева, И. В. Марича, А. П. Лебедева и др.); 2 — базитовая группа, n=67 (Шинус, 1961; Петров, Журавель, 1977; Ковалев, Бухаров, 1979); 16 химанализов из неопубликованных коллекций: 6 — В. А. Габеева; 4 — Н. С. Бухарова; 2 — Я. Д. Шенкмана, 2 — Г. Н. Лукашева, 2 — П. А. Петрова; 1 химанализ по данным В. П. Еремеева).

Т а б л и ц а 35

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Таннуольского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	70,75	3,67	54,16	5,35	a	12,3	1,5	8,4	3,6
TiO ₂	0,38	0,21	0,83	0,37	c	2,7	1,3	6,8	2,0
Al ₂ O ₃	14,34	1,37	16,70	2,43	b'	5,7	2,8	22,6	9,9
Fe ₂ O ₃	1,65	0,72	3,13	1,83	f'	54,5	14,5	41,0	10,8
FeO	2,30	1,16	6,07	1,83	m'	25,2	13,5	42,9	8,1
MnO	0,08	0,04	0,15	0,08	c'(-a')	-9,8	24,8	12,9	11,6
MgO	1,06	0,80	6,04	3,83	n	67,5	12,2	81,9	10,3
CaO	2,64	1,30	8,55	2,88	φ	21,2	7,6	13,3	7,8
Na ₂ O	3,85	0,70	3,12	1,36	t	0,4	0,2	1,2	0,6
K ₂ O	2,88	1,19	1,08	0,70	Q	+29,4	7,4	+0,3	9,2
P ₂ O ₅	0,07	0,11	0,17	0,17	d	0,7	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	3,78	1,56	8,88	2,65	F	68,6	13,9	48,1	10,8

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=46 (Шинус, 1961; Морковкина, 1964; Петров, Журавель, 1977); 13 анализов из неопубликованных коллекций: 5 — Н. Н. Амшинского, 6 — Э. Ф. Дорофеевой, 2 — Н. М. Родионовой; 2 — базитовая группа, n=41 (Шинус, 1961; Петров, Журавель, 1977); 16 анализов из неопубликованных коллекций: 11 — Н. Н. Амшинского, 5 — Э. Ф. Дорофеевой).

Петрохимические статистики гранитоидов Шиндинского ареала

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	60,55	2,89	65,72	2,72	73,78	1,50	70,65	4,77
TiO ₂	0,81	0,39	0,46	0,17	0,22	0,12	0,34	0,21
Al ₂ O ₃	16,09	1,28	15,94	1,61	12,96	0,79	14,32	1,88
Fe ₂ O ₃	2,42	0,69	1,39	0,63	0,77	0,40	1,09	0,70
FeO	5,46	1,48	3,80	1,06	2,41	0,81	3,09	1,26
MnO	0,17	0,09	0,13	0,14	0,06	0,03	0,09	0,09
MgO	2,41	0,99	1,69	0,66	0,67	0,46	1,15	0,84
CaO	5,32	1,07	4,11	1,48	1,46	0,61	2,67	1,79
Na ₂ O	4,01	0,74	3,78	0,67	4,13	0,58	4,03	0,64
K ₂ O	1,46	0,76	1,85	1,23	2,98	1,16	2,49	1,29
P ₂ O ₅	0,17	0,15	0,09	0,08	0,05	0,04	0,07	0,07
П. п. п. (Σ FeO)	0,85	0,79	0,74	0,64	0,49	0,33	(4,07)	1,54
a	11,1	1,7	11,0	2,3	12,8	1,5	11,5	1,4
c	5,4	1,2	4,8	2,0	1,4	0,9	3,1	1,9
b'	12,9	1,8	8,1	1,6	4,1	1,1	6,2	3,1
f'	58,2	12,1	57,4	10,8	59,2	14,5	59,8	13,3
m'	32,1	12,4	32,0	8,2	21,4	11,7	23,7	12,2
c'(-a')	8,9	8,0	-4,8	14,3	-11,0	21,2	-10,1	19,5
n	81,0	9,0	76,8	10,8	68,2	9,9	72,9	10,1
ϕ	16,3	4,3	14,3	7,9	11,8	6,7	11,7	5,9
t	1,0	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,4	0,3
Q	+13,5	6,7	+23,7	4,9	+34,2	4,6	+30,5	7,7
d	0,5	0,1	0,5	0,1	0,8	0,1	0,6	0,1
F	64,1	13,0	63,4	9,7	74,0	13,2	71,7	13,4

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=15; 2 — мелагранитоиды, n=25; 3 — лейкогранитоиды, n=40; 4 — гранитоидная группа, n=75 (ШШубин, 1961; Шелковников, 1964; Шохина и др., 1967; Федосеев, 1969); 10 анализов из неопубликованных выборок А. Д. Шелковникова, Г. А. Гревцова, Ю. Н. Шеломова).

Петрохимические статистики базитов Шиндинского ареала

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	51,68	11,60	46,67	2,96	50,85	1,32	56,27	4,43	53,08	5,67
TiO ₂	0,65	0,28	1,69	0,76	1,31	0,53	0,89	0,35	1,17	0,65
Al ₂ O ₃	16,29	2,49	17,16	1,10	17,63	0,86	17,01	1,86	17,17	1,66
Fe ₂ O ₃	2,41	1,08	4,75	2,18	4,18	1,55	2,90	1,59	3,55	1,84
FeO	8,34	0,93	6,87	0,93	6,35	0,68	5,72	1,82	6,61	1,45
MnO	0,20	0,04	0,13	0,05	0,10	0,03	0,12	0,07	0,14	0,07
MgO	10,17	2,00	6,36	0,88	4,75	0,87	3,57	1,21	5,24	2,67
CaO	11,22	1,46	10,19	1,48	8,14	1,09	6,97	1,09	8,42	2,28
Na ₂ O	1,48	0,42	2,73	0,41	3,92	0,54	3,37	1,04	3,20	1,05
K ₂ O	0,33	0,06	1,03	0,55	1,25	0,34	1,40	0,98	1,16	0,74
P ₂ O ₅	0,02	0,01	0,32	0,42	0,36	0,16	0,25	0,19	0,26	0,27
П. п. п. (Σ FeO)	0,48	0,75	1,82	1,22	1,53	0,94	0,97	0,77	(9,80)	2,22
a	3,6	1,1	7,8	1,2	10,7	1,5	9,7	2,1	8,9	2,8
c	8,8	2,1	8,1	1,2	6,8	1,0	6,9	2,1	7,2	1,8
b'	31,1	4,4	27,3	1,4	21,7	1,2	16,5	2,9	21,7	6,5
f'	32,0	5,3	40,9	7,9	46,2	7,0	50,3	9,5	46,3	11,7
m'	53,6	7,2	41,2	5,7	38,1	6,2	37,9	10,1	39,6	10,5
c'(-a')	14,3	2,8	17,9	5,9	15,7	3,3	11,8	7,2	13,8	7,1
n	86,8	1,6	80,6	8,4	82,9	3,9	78,6	15,2	81,4	9,6
ϕ	6,6	3,1	15,5	7,0	17,0	6,3	16,2	8,8	15,0	7,2
t	0,9	0,3	2,7	1,3	1,9	0,8	1,2	0,5	1,7	1,1
Q	-3,1	11,6	-10,1	4,4	-6,8	3,4	+7,3	9,0	-0,6	10,8
d	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
F	37,1	7,2	49,3	7,5	54,5	7,6	56,7	10,8	53,4	12,3

Примечание. 1 — мелагаббро, n=16; 2 — мезогаббро, n=13; 3 — лейкогаббро, n=8; 4 — диориты, n=13; 5 — базитовая группа, n=48 (ШШубин, 1961; Шелковников, 1964; Шохина и др., 1967; Федосеев, 1969); 5 анализов из неопубликованной выборки А. Д. Шелковникова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов сумсунурского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	68,98	3,43	55,15	5,39	a	9,7	2,0	8,0	2,4
TiO ₂	0,42	0,13	0,77	0,24	c	4,6	0,9	7,1	1,1
Al ₂ O ₃	15,27	1,39	16,65	1,06	b'	6,9	1,7	21,0	8,3
Fe ₂ O ₃	1,83	0,92	2,67	0,95	f'	52,9	11,3	45,0	8,5
FeO	2,86	0,95	6,96	2,00	m'	30,9	6,5	41,4	2,5
MnO	0,05	0,02	0,09	0,05	c'(-a')	-11,9	19,4	11,3	10,8
MgO	1,50	0,39	5,23	2,26	n	75,5	8,8	76,4	8,7
CaO	3,95	0,72	8,39	3,10	φ	19,5	9,2	12,0	4,4
Na ₂ O	3,35	0,60	2,76	0,94	t	0,5	0,2	1,0	0,3
K ₂ O	1,74	0,72	1,29	0,56	Q	+31,0	8,1	+4,2	9,3
P ₂ O ₅	0,07	0,07	0,04	0,06	d	0,5	0,1	0,3	0,1
ΣFeO	4,51	1,08	9,36	2,39	F	62,7	4,5	51,4	6,3

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=20; 2 — базитовая группа, n=8 [Авдонцев, 1967].

Таблица 39

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов тохтогеншильского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	62,15	2,26	64,69	2,16	72,13	2,28	68,14	4,49	54,93	3,74
TiO ₂	0,71	0,16	0,57	0,16	0,33	0,12	0,50	0,21	1,21	0,31
Al ₂ O ₃	15,98	1,54	17,05	1,35	13,97	1,26	15,55	1,84	17,99	1,10
Fe ₂ O ₃	2,01	0,67	1,74	0,85	1,27	0,39	1,64	0,72	3,80	1,57
FeO	4,09	0,55	2,67	0,67	1,50	0,44	2,53	1,14	4,92	1,13
MnO	0,46	1,11	0,10	0,12	0,07	0,04	0,20	0,61	0,13	0,03
MgO	2,83	1,19	1,74	0,34	0,83	0,29	1,64	1,05	3,96	1,13
CaO	4,73	0,87	3,89	0,75	2,02	0,67	3,33	1,34	7,10	1,62
Na ₂ O	3,30	0,73	3,74	0,65	3,75	0,73	3,65	0,71	3,69	0,68
K ₂ O	2,27	0,90	2,55	0,71	3,02	0,86	2,69	0,89	1,90	0,89
P ₂ O ₅	0,20	0,09	0,18	0,07	0,09	0,06	0,14	0,08	0,36	0,27
П. п. п. (ΣFeO)	1,24	0,60	0,79	0,55	0,55	0,39	(4,00)	1,41	(8,34)	1,81
a	10,7	1,6	12,0	1,3	12,3	1,5	11,7	1,6	11,1	2,1
c	5,1	0,7	4,7	1,0	2,3	0,8	3,8	1,5	6,6	1,5
b'	11,6	1,2	7,2	1,1	4,0	0,6	6,9	3,1	17,3	4,7
f'	50,8	14,4	50,3	12,5	50,0	10,2	50,5	12,2	46,9	3,8
m'	38,4	14,6	35,2	6,8	26,1	6,8	32,2	10,9	38,7	4,6
c'(-a')	0,8	12,9	-13,6	17,7	-20,3	17,4	-12,7	18,2	9,8	11,7
n	69,0	11,4	68,9	7,9	65,3	8,6	67,5	9,3	75,5	10,2
φ	14,2	5,0	17,4	7,3	21,6	8,8	18,5	7,9	18,7	6,9
t	0,8	0,2	0,7	0,2	0,3	0,1	0,6	0,3	1,6	0,5
Q	+17,3	6,8	+20,4	3,5	+33,3	6,0	+25,6	7,9	+0,6	7,0
d	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1
F	56,5	15,5	57,6	6,8	64,7	8,3	60,4	11,0	54,4	4,5

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=10; 2 — мелгранитоиды, n=12; 3 — лейкогранитоиды, n=14; 4 — гранитоидная группа, n=34; 5 — базитовая группа, n=8 [Геология МНР, т. 2, 1973].

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов модоходукского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	69,41	4,92	50,86	4,01	<i>a</i>	13,1	1,7	7,6	2,9
TiO ₂	0,39	0,24	0,98	0,63	<i>c</i>	3,2	2,0	8,6	1,6
Al ₂ O ₃	15,23	1,79	18,22	2,26	<i>b'</i>	5,7	3,1	24,1	5,5
Fe ₂ O ₃	1,94	1,00	3,18	1,74	<i>f'</i>	52,6	12,3	35,9	7,9
FeO	1,49	0,90	5,85	2,50	<i>m'</i>	29,4	10,5	50,1	6,1
MnO	0,08	0,06	0,15	0,05	<i>c'(-a')</i>	-0,3	21,8	14,0	4,1
MgO	1,19	0,91	7,05	2,00	<i>n</i>	72,5	12,4	75,9	10,5
CaO	3,17	1,75	9,74	2,08	φ	28,6	13,0	12,5	9,8
Na ₂ O	4,38	0,88	2,59	0,92	<i>t</i>	0,4	0,3	1,4	0,9
K ₂ O	2,57	1,21	1,23	0,76	<i>Q</i>	+25,7	6,8	-4,6	8,5
P ₂ O ₅	0,16	0,09	0,15	0,17	<i>d</i>	0,7	0,2	0,3	0,1
ΣFeO	3,23	1,42	8,71	2,42	<i>F</i>	63,4	13,6	41,1	7,9

Примечание. 1 — гранитоидная группа, *n*=10; 2 — базитовая группа, *n*=9 [Геология МНР, т. 2, 1973].

Таблица 41

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов джалиндинского и сергачинского комплексов

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	66,74	2,03	60,01	1,29	<i>a</i>	14,3	1,5	13,0	1,0
TiO ₂	0,54	0,13	0,76	0,12	<i>c</i>	3,3	1,1	4,9	0,8
Al ₂ O ₃	15,82	0,94	17,08	0,92	<i>b'</i>	7,1	1,8	13,8	1,2
Fe ₂ O ₃	1,25	0,48	1,75	0,44	<i>f'</i>	50,1	7,8	35,6	5,0
Fe ₂ O	2,59	0,59	3,61	0,86	<i>m'</i>	39,1	10,8	48,7	7,1
MnO	0,05	0,02	0,08	0,03	<i>c'(-a')</i>	6,4	11,1	15,7	4,6
MgO	1,75	0,76	3,97	0,33	<i>n</i>	62,7	5,1	70,0	4,6
CaO	3,25	0,86	5,84	0,34	φ	15,0	6,0	10,7	2,5
Na ₂ O	4,40	0,37	4,44	0,27	<i>t</i>	0,6	0,1	0,9	0,2
K ₂ O	3,79	0,87	2,71	0,55	<i>Q</i>	+18,8	4,4	+5,9	3,4
P ₂ O ₅	0,12	0,09	0,05	0,12	<i>d</i>	0,7	0,1	0,6	0,1
ΣFeO	3,71	0,59	5,18	1,01	<i>F</i>	56,2	10,3	42,02	6,2

Примечание. 1 — гранитоидная группа, *n*=18; 2 — базитовая группа, *n*=8 (выборки В. К. Путинцева).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов дуганджинского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5		6	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	61,17	1,57	66,80	2,35	71,28	1,86	75,16	1,82	69,48	3,89	57,41	3,95
TiO ₂	0,77	0,27	0,51	0,15	0,30	0,20	0,18	0,12	0,42	0,22	1,02	0,32
Al ₂ O ₃	16,19	0,71	15,47	1,13	14,63	1,29	13,08	1,21	15,21	1,44	16,46	1,67
Fe ₂ O ₃	1,25	0,80	1,06	0,57	0,69	0,44	0,58	0,20	0,91	0,58	1,46	1,19
FeO	4,57	1,41	2,90	0,70	1,71	0,63	1,11	0,54	2,43	1,09	6,25	1,45
MnO	0,12	0,04	0,08	0,02	0,06	0,02	0,03	0,02	0,07	0,03	0,15	0,04
MgO	2,96	0,40	1,87	0,57	0,94	0,25	0,48	0,27	1,54	0,86	4,64	1,94
CaO	5,50	0,71	3,54	0,70	2,27	0,47	1,19	0,63	3,09	1,28	7,42	1,63
Na ₂ O	3,44	0,37	3,62	0,66	3,79	0,58	3,37	0,71	3,70	0,61	3,09	0,58
K ₂ O	2,06	0,92	2,88	0,57	3,27	0,59	4,20	0,66	3,07	0,83	1,91	0,82
P ₂ O ₅	0,13	0,08	0,12	0,07	0,06	0,06	0,31	0,26	0,09	0,07	0,20	0,15
П. п. п. (Σ FeO)	1,47	0,75	0,84	0,47	0,74	0,62	0,05	0,06	(3,25)	1,22	(7,56)	1,28
a	10,8	1,3	12,1	1,3	12,8	1,1	13,0	1,4	12,3	1,4	9,6	1,6
c	5,6	0,8	3,9	0,8	2,6	0,6	1,4	0,7	3,4	1,3	6,3	1,6
b'	11,9	1,2	7,2	1,4	3,8	0,7	2,3	0,1	5,9	2,8	17,9	5,3
f'	46,7	6,1	48,4	7,8	46,8	11,9	49,4	20,2	47,4	0,6	42,7	8,6
m'	42,9	6,2	40,0	6,8	32,6	8,9	22,1	6,0	36,3	9,6	42,7	6,1
c'(-a')	9,3	6,9	-1,8	14,7	-16,9	19,6	-28,5	15,2	-8,9	19,2	14,6	4,7
n	72,7	10,6	65,4	7,2	63,6	6,7	54,6	8,4	64,8	8,9	71,7	10,7
φ	9,2	5,9	11,7	6,4	12,3	8,2	15,1	6,8	12,0	7,1	7,2	5,8
t	0,9	0,3	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,5	0,2	1,3	0,5
Q	+16,0	3,9	+23,9	4,8	+30,9	4,2	+37,1	4,4	+27,0	6,9	+7,0	7,7
d	0,5	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,8	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1
F	51,6	6,3	54,2	6,6	58,2	9,0	65,9	18,0	56,1	9,5	49,3	8,3

Примечание: 1 — лейкодиориты, n=15; 2 — мелагранитоиды, n=32; 3, 4 — лейкогранитоиды, n=32, n=6; 5 — гранитоидная группа, n=79; 6 — базитовая группа, n=17 (выборки В. Н. Мусина).

Петрохимические статистики гранитоидов удского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,50	1,73	68,92	1,40	66,87	3,04
TiO ₂	0,51	0,12	0,26	0,17	0,45	0,22
Al ₂ O ₃	16,51	0,98	16,31	1,00	16,37	1,06
Fe ₂ O ₃	1,72	0,50	1,00	0,41	1,57	0,64
FeO	2,14	0,24	1,40	0,41	2,21	0,99
MnO	0,07	0,03	0,04	0,02	0,07	0,03
MgO	2,15	0,43	0,82	0,29	1,83	0,82
CaO	4,45	0,54	2,46	0,56	3,93	1,22
Na ₂ O	3,50	0,85	4,83	1,28	3,92	1,05
K ₂ O	2,46	0,62	3,08	0,35	2,68	0,61
P ₂ O ₅	0,12	0,05	0,08	0,07	0,11	0,07
П. п. п. (ΣFeO)	0,65	0,41	0,78	0,55	(3,63)	1,35
a	11,3	1,7	14,9	2,7	12,4	2,4
c	5,1	0,9	2,8	0,8	4,3	1,4
b'	7,6	1,0	3,7	1,0	7,0	2,9
f'	44,2	6,9	49,0	6,9	46,0	7,1
m'	44,6	6,1	30,2	4,4	39,0	8,6
c'(-a')	-3,4	13,8	-11,5	21,6	-4,7	18,1
n	67,8	9,3	69,6	6,6	68,3	7,6
φ	18,2	5,5	18,2	3,0	17,7	4,8
t	0,6	0,1	0,3	0,2	0,5	0,3
Q	+22,8	5,0	+22,5	6,3	+22,2	6,0
d	0,5	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
F	49,2	5,6	61,4	2,6	53,9	6,9

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=12; 2 — лейкогранитоиды, n=6; 3 — гранитоидная группа, n=23 (данные В. И. Сухова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов нижнеамурской серии

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	71,08	4,74	59,25	4,07	a	12,5	1,5	9,82	2,17
TiO ₂	0,30	0,22	0,78	0,32	c	2,6	1,8	6,59	1,90

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
Al ₂ O ₃	15,06	1,71	16,97	1,33	<i>b'</i>	4,8	3,2	14,93	3,29
Fe ₂ O ₃	0,96	0,98	2,14	1,04	<i>f'</i>	43,10	10,8	46,48	7,20
FeO	2,02	1,18	5,13	1,99	<i>m'</i>	26,2	14,6	41,10	7,53
MnO	0,06	0,03	0,14	0,07	<i>c'(-a')</i>	-28,4	23,0	12,43	3,77
MgO	1,19	1,06	3,61	1,02	<i>n</i>	65,6	11,4	73,25	5,54
CaO	2,27	1,59	6,80	1,51	φ	12,8	9,7	12,96	7,39
Na ₂ O	3,84	0,72	3,23	0,80	<i>t</i>	0,3	0,2	1,00	0,48
K ₂ O	3,12	1,21	1,81	0,54	<i>Q</i>	+28,9	7,7	+11,09	5,91
P ₂ O ₅	0,10	0,10	0,13	0,11	<i>d</i>	0,7	0,1	0,43	0,11
Σ FeO	2,88	1,44	7,06	1,85	<i>F</i>	63,9	12,8	52,62	8,23

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=47$; 2 — базитовая группа, $n=10$ [Интрузивные серни..., 1967].

Таблица 45

Петрохимические статистики гранитоидов басугуньинского комплекса

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	69,77	2,66	<i>a</i>	12,2	1,2
TiO ₂	0,45	0,25	<i>c</i>	3,1	0,9
Al ₂ O ₃	15,53	1,00	<i>b'</i>	5,0	1,6
Fe ₂ O ₃	1,18	1,05	<i>f'</i>	50,0	12,6
FeO	2,48	1,27	<i>m'</i>	23,8	8,3
MnO	0,06	0,03	<i>c'(-a')</i>	-25,2	19,6
MgO	0,99	0,42	<i>n</i>	61,6	8,8
CaO	2,64	0,81	φ	13,9	11,0
Na ₂ O	3,50	0,59	<i>t</i>	0,5	0,3
K ₂ O	3,32	0,81	<i>Q</i>	+27,9	4,9
P ₂ O ₅	0,09	0,06	<i>d</i>	0,6	0,1
Σ FeO	3,54	1,09	<i>F</i>	67,6	10,2

Примечание. Число анализов $n=41$ (выборка И. А. Загрузиной по данным разных авторов).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов урупского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5		6	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	60,38	2,16	67,60	2,64	70,19	3,22	48,20	3,15	56,36	1,94	57,39	5,28
TiO ₂	0,59	0,13	0,54	0,14	0,52	0,15	0,72	0,17	0,76	0,20	0,70	0,18
Al ₂ O ₃	16,26	1,40	14,52	1,18	14,61	1,21	17,48	1,08	16,51	1,40	17,11	1,45
Fe ₂ O ₃	3,46	0,63	2,14	0,56	1,95	0,68	4,21	1,08	4,41	0,59	4,06	0,86
FeO	4,02	0,63	2,50	0,67	2,45	0,75	6,55	1,84	4,77	1,24	5,01	1,61
MnO	0,12	0,07	0,08	0,05	0,11	0,13	0,15	0,07	0,13	0,08	0,13	0,08
MgO	3,34	0,81	1,73	0,68	1,64	0,76	6,20	0,60	4,00	0,66	4,40	1,44
CaO	5,59	1,94	3,40	0,91	3,06	1,28	9,96	2,07	7,60	0,91	7,51	2,52
Na ₂ O	3,01	0,73	3,95	1,08	4,05	0,96	2,38	0,72	2,54	0,32	2,76	0,79
K ₂ O	0,81	0,43	1,40	1,04	1,28	1,02	0,46	0,22	0,91	0,44	0,78	0,43
P ₂ O ₅	1,53	1,09	0,16	0,07	0,15	0,08	0,16	0,09	0,19	0,10	0,16	0,09
П. п. п. (ΣFeO)	0,13	0,08	1,23	0,74	4,21	1,03	2,28	1,55	1,62	1,28	8,66	1,68
<i>a</i>	8,0	1,5	10,7	1,8	9,8	1,2	6,3	2,0	7,1	1,2	7,29	1,6
<i>c</i>	6,4	2,4	3,7	1,0	1,8	1,4	9,3	1,0	7,7	1,3	7,5	2,2
<i>b'</i>	13,4	1,2	7,6	1,4	4,4	1,0	25,4	2,9	17,7	1,4	17,8	5,1
<i>f'</i>	49,1	10,8	50,6	12,0	34,6	10,1	41,9	3,7	48,4	6,4	46,9	8,7
<i>m'</i>	38,6	3,9	32,6	6,6	19,4	9,0	44,5	6,1	38,7	4,9	40,0	5,4
<i>c'(-a')</i>	-3,2	17,0	-6,9	19,2	-46,0	14,6	13,6	6,0	8,9	12,0	4,7	15,4
<i>n</i>	84,7	8,6	80,7	15,0	88,1	8,8	88,6	4,6	81,7	7,2	84,6	7,7
φ	21,3	6,3	22,1	8,2	11,0	2,6	15,4	4,6	21,7	3,4	20,0	5,7
<i>t</i>	0,7	0,2	0,6	0,2	0,5	0,1	1,1	0,3	1,0	0,3	0,9	0,3
<i>Q</i>	+19,0	4,7	+28,6	6,2	+38,4	4,0	-4,1	6,8	+12,1	2,5	+10,9	10,3
<i>d</i>	0,4	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
<i>F</i>	55,0	6,5	59,8	9,0	63,7	15,8	48,3	4,7	55,1	5,0	53,3	6,3

Примечание. 1 — лейкодиориты, $n=17$; 2 — мелагранитоиды, $n=22$; 3 — гранитоидная группа, $n=32$; 4 — габбро различной меланократовости, $n=9$; 5 — диориты, $n=14$; 6 — базитовая группа, $n=37$ [Сергеев, 1976].

Таблица 47

Петрохимические статистики гранитоидов батолита Айдахо

Петрохим. показат.	\bar{X}	s	Петрохим. показат.	\bar{X}	s
SiO ₂	70,86	3,80	<i>a</i>	13,3	1,2
TiO ₂	0,40	0,27	<i>c</i>	2,9	1,6
Al ₂ O ₃	15,14	1,67	<i>b'</i>	4,0	2,2
Fe ₂ O ₃	0,79	0,41	<i>f'</i>	55,8	9,7
FeO	1,99	0,92	<i>m'</i>	24,8	10,7
MnO	0,09	0,10	<i>c'(-a')</i>	-17,6	15,2
MgO	0,80	0,59	<i>n</i>	65,8	9,4
CaO	2,49	1,36	φ	14,2	6,5
Na ₂ O	4,06	0,64	<i>t</i>	0,4	0,3
K ₂ O	3,24	1,03	<i>Q</i>	+28,5	5,9
P ₂ O ₅	0,14	0,10	<i>d</i>	0,7	0,1
Σ FeO	2,71	1,09	<i>F</i>	69,1	11,3

Примечание. Число анализов $n=11$ [Larsen, Schmidt, 1958; Heitanen, 1963].

Таблица 48

Петрохимические статистики гранитоидов батолита Сьерра-Невада

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	69,47	4,09	68,55	3,09	<i>a</i>	12,0	1,1	12,8	1,0
TiO ₂	0,43	0,22	0,45	0,16	<i>c</i>	3,8	1,7	3,8	1,2
Al ₂ O ₃	15,59	1,10	15,74	0,63	<i>b'</i>	5,2	2,9	5,4	2,4
Fe ₂ O ₃	1,42	0,47	1,45	0,58	<i>f'</i>	48,0	6,6	54,3	5,3
FeO	1,90	1,04	1,96	0,86	<i>m'</i>	29,4	11,2	33,0	9,4
MnO	0,04	0,03	0,16	0,28	<i>c'(-a')</i>	-19,6	20,1	-9,2	15,7
MgO	1,19	0,78	1,23	0,66	<i>n</i>	63,4	8,9	61,0	4,1
CaO	3,25	1,43	3,22	1,04	φ	20,1	4,0	21,1	8,6
Na ₂ O	3,49	0,36	3,59	0,29	<i>t</i>	0,5	0,3	0,5	0,2
K ₂ O	3,14	1,01	3,51	0,55	<i>Q</i>	+28,2	6,2	+25,4	4,3
P ₂ O ₅	0,09	0,05	0,14	0,05	<i>d</i>	0,6	0,1	0,6	0,1
Σ FeO	3,18	1,36	3,26	1,15	<i>F</i>	63,0	7,3	61,8	6,7

Примечание. 1 — нижнемеловые гранитоиды, $n=20$; 2 — верхнемеловые гранитоиды, $n=14$ [Lockwood, 1975; Batman, Lockwood, 1976].

Петрохимические статистики верхнемеловой — третичной (1,2) и третичной (3) гранитоидсодержащих ассоциаций Аляскинско-Алеутского батолита

Петрохим. показат.	1		2		3		Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	67,61	3,99	56,59	1,52	73,52	3,88	<i>a</i>	12,5	1,2	10,6	0,4	12,9	1,2
TiO ₂	0,47	0,19	1,04	0,29	0,27	0,16	<i>c</i>	4,4	1,5	7,4	0,6	2,2	1,6
Al ₂ O ₃	16,46	1,35	18,49	0,50	14,06	1,14	<i>b'</i>	5,7	3,0	15,0	1,3	3,2	2,7
Fe ₂ O ₃	1,47	0,67	2,30	0,73	1,00	0,58	<i>f'</i>	52,4	10,8	49,3	8,2	48,6	8,6
FeO	2,06	1,06	5,31	1,78	1,22	0,85	<i>m'</i>	30,8	13,0	42,1	6,8	20,2	13,5
MnO	0,13	0,24	0,15	0,05	0,09	0,05	<i>c'(-a')</i>	-13,4	18,4	8,6	3,2	-28,6	22,1
MgO	1,32	1,03	3,62	0,66	0,66	0,86	<i>n</i>	71,1	10,9	80,6	4,9	63,3	6,1
CaO	3,70	1,35	6,99	0,46	1,87	1,39	φ	20,8	8,8	13,5	3,8	20,4	9,3
Na ₂ O	4,07	0,75	3,77	0,33	3,82	0,31	<i>t</i>	0,5	0,2	1,4	0,4	0,3	0,2
K ₂ O	2,52	1,01	1,37	0,34	3,43	0,82	<i>Q</i>	+24,0	6,5	+5,4	3,3	+33,6	5,3
P ₂ O ₅	0,19	0,09	0,36	0,16	0,06	0,05	<i>d</i>	0,6	0,1	0,4	0,03	0,7	0,1
Σ FeO	3,38	1,29	7,38	1,26	2,12	1,17	<i>F</i>	63,1	11,1	53,3	7,7	72,3	12,4

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=37; 2 — базитовая группа, n=6; 3 — гранитоидная группа, n=23 [Reed, Lanphere, 1969, 1974],

Петрохимические статистики золотоносной базит-гранитоидной ассоциации Китаками

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	60,67	1,53	65,07	1,12	63,85	2,39	55,12	4,43
TiO ₂	0,64	0,10	0,50	0,14	0,57	0,14	0,93	0,20
Al ₂ O ₃	16,70	0,63	15,99	0,52	16,55	0,76	17,76	1,44
Fe ₂ O ₃	1,62	0,69	1,55	0,57	1,60	0,62	2,56	0,81
FeO	4,05	0,48	2,53	0,59	3,30	0,97	5,45	1,12
MnO	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,14	0,04
MgO	2,68	0,38	1,89	0,25	2,30	0,53	4,15	1,03
CaO	5,74	0,64	4,86	1,00	5,35	0,96	7,86	1,85
Na ₂ O	3,45	0,33	3,30	0,53	3,42	0,44	3,28	0,40
K ₂ O	2,59	0,81	3,07	0,46	2,88	0,68	2,43	1,10
P ₂ O ₅	0,11	0,09	0,12	0,07	0,12	0,08	0,32	0,17
П. п. п. (ΣFeO)	1,43	0,55	0,82	0,37	(4,74)	(0,98)	7,76	1,59
a	11,6	1,6	11,8	1,2	11,7	1,4	10,9	2,0
c	5,7	1,4	4,9	1,0	5,3	1,2	6,7	2,1
b'	11,6	1,1	8,1	1,4	9,8	2,1	17,9	4,2
f'	47,1	5,6	47,8	6,9	47,4	6,2	42,9	3,3
m'	40,2	4,6	40,1	3,9	40,2	4,1	39,9	2,4
c'(-a')	12,7	8,6	12,0	10,7	12,3	9,5	17,2	5,0
n	67,7	6,2	61,8	5,4	64,6	6,4	69,0	11,1
φ	12,3	5,2	17,2	7,9	14,9	7,0	12,4	3,0
t	0,8	0,1	0,6	0,2	0,7	0,2	1,3	0,3
Q	+13,5	3,0	+21,7	3,3	+17,8	5,2	+0,5	7,5
d	0,5	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1
F	53,6	3,2	53,8	1,9	53,7	2,6	51,3	1,7

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=9; 2 — мелагранитоиды, n=10; 3 — гранитоидная группа, n=19; 4 — базитовая группа, n=22 [Ichihara, 1971].

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов комплекса Дьен-Бьен-Фу

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	69,95	4,61	55,44	4,58	a	13,1	1,7	10,5	2,3
TiO ₂	0,39	0,23	0,96	0,33	c	2,9	1,8	6,9	1,6

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
Al ₂ O ₃	15,41	1,53	17,83	1,79	<i>b'</i>	4,9	3,1	18,0	6,6
Fe ₂ O ₃	1,07	0,57	2,22	0,93	<i>f'</i>	49,6	13,6	47,1	12,5
FeO	2,41	1,07	6,15	1,65	<i>m'</i>	26,7	13,8	42,8	10,3
MnO	0,04	0,03	0,08	0,05	<i>c'(-a')</i>	-20,9	22,4	10,1	4,8
MgO	1,16	0,96	4,83	3,08	<i>n</i>	63,9	10,4	77,1	7,2
CaO	2,52	1,54	7,14	1,55	<i>φ</i>	15,3	6,0	11,2	5,8
Na ₂ O	3,89	0,70	3,63	0,86	<i>t</i>	0,4	0,3	1,3	0,5
K ₂ O	3,41	1,22	1,63	0,67	<i>Q</i>	+26,4	7,4	+1,3	9,3
P ₂ O ₅	0,06	0,05	0,10	0,06	<i>d</i>	0,7	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	3,07	1,44	8,15	1,50	<i>F</i>	66,0	13,4	51,9	12,6

Примечание. 1 — гранитоидная группа, *n*=30; 2 — базитовая группа, *n*=6 [Геология..., 1965].

Таблица 52

Петрохимические статистики гранитоидов с золотым оруденением (по литературным данным)

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	59,75	1,26	66,01	1,30	70,78	1,57	69,15	1,95
TiO ₂	0,73	0,18	0,46	0,09	0,27	0,05	0,38	0,09
Al ₂ O ₃	16,89	0,86	15,77	0,69	14,95	1,18	15,16	1,77
Fe ₂ O ₃	2,39	0,65	1,61	0,49	1,12	0,28	1,41	0,43
FeO	4,26	0,59	2,76	0,61	1,71	0,33	2,41	0,59
MnO	0,11	0,02	0,08	0,02	0,05	0,01	0,07	0,02
MgO	2,83	0,28	1,68	0,32	0,70	0,10	1,28	0,45
CaO	5,56	0,28	3,57	0,51	2,21	0,48	3,02	0,77
Na ₂ O	3,75	0,34	3,98	0,47	4,30	0,41	4,11	0,44
K ₂ O	1,85	0,71	2,41	0,63	2,66	0,63	2,60	0,76
P ₂ O ₅	0,24	0,10	0,11	0,04	0,08	0,03	0,09	0,04
П. п. п. (ΣFeO)	1,32	0,44	1,08	0,51	0,76	0,21	(3,60)	(0,88)

Примечание. Статистики подсчитаны по средним: 1 — лейкодиориты (10 выборок); 2 — мелгранитоиды (20 выборок); 3 — лейкогранитоиды (15 выборок); 4 — гранитоидная группа (38 выборок).

(24—49%) ассоциациях. По общей щелочности золотоносные гранитоиды варьируют от умеренно низкощелочных до умеренно щелочных. Первые встречены в 13 (19—40%), вторые — в 17 (24—49%) случаях на совокупность. Примерно так же часто встречаются ассоциации, где выше отмеченные градации щелочности наблюдаются без заметного преобладания одной из них. Щелочные гранитоиды развиты ограниченно лишь в составе некоторых редко встречающихся щелочных в основе своей ассоциаций, в том числе и повышено калиевых. Примером могут служить калиевые щелочные золотоносные ассоциации Алданского щита (по данным Е. П. Максимова). Щелочной золотоносной является ассоциация района месторождения Крип-Крик [Шер, 1972]. В целом эти ассоциации не являются гранитоидными. Они достаточно специфичны, редки и поэтому здесь детально не рассматриваются.

Остановимся далее на некоторых других особенностях химизма гранитоидов с золотым оруденением. Для них обычна пониженная титанистость (весьма низкотитанистый уклон), фиксируемая в 34 из 48 (58—81%) случаев, т. е. в явном большинстве. При этом крайне низкотитанистые разности устанавливаются в 13 (19—40%) случаях на совокупность. Характерен в целом высокоглиноземистый уклон, отмеченный в 42 (77—94%) случаях, причем в 6 (6—26%) ассоциациях зафиксирован весьма высокоглиноземистый уклон. Последнее относится к ассоциациям, где повышенная глиноземистость отражена и в составе минеральных парагенезисов: кунушский комплекс Западно-Калбинской и Калба-Нарымской зон, золотоносные гранитоиды Китаками (Япония), удский комплекс и некоторые другие, среди которых повышенной частотой встречаемости обладают биотитовые гранитоиды. В какой-то мере повышенная глиноземистость золотоносных гранитоидов может объясняться и тем, что среди них, как правило, преобладают меланократовые разности гранитоидов — меллагранитоиды (гранодиориты, тоналиты, трондjemиты, граносиениты). По показателю s преобладающий уклон определяется как низкоанортитовый, встреченный в 43 (83—98%) ассоциациях. Во всех изученных ассоциациях отмечен ведущий железистый уклон, при этом умеренно железистый зафиксирован в 26 (41—67%) случаях на совокупность. Специально рассмотрена окисленность железа в гранитоидах золотоносных ассоциаций. По оценкам средних показателя f были построены гистограммы распределения этого показателя (рис. 22). Оказалось, что гранитоиды с золотым оруденением обладают повышенной окисленностью железа. Показатель f варьирует от 7—10 до 30—35 с максимальной частотой встречаемости в интервале $f = 15—25$. Эти значения выше таковых оловоносных и вольфрамносных гранитоидов (см. рис. 22).

Повышенная окисленность железа, фиксируемая по показателю f в золотоносных гранитоидах, находится в соответствии с существенно магнетитовым составом рудных акцессорных минералов в них и пониженной железистостью биотита (см. табл. 3). Наиболее низкими значениями показателя $f = 7—9$ обладают ассоциации с повышенной глиноземистостью — биотитовые и двуслюдяные гранитоиды кунушского и пластовского комплексов, имеющие ильменитовый состав акцессорных рудных минералов. Но такие ассоциации среди золотоносных находятся в явном меньшинстве и развиты ограниченно. В случае кунушского комплекса эту черту можно объяснить особенностями региона, поскольку более поздние калбинские гранитоиды (в Калба-Нырымской зоне) также характеризуются широким развитием биотитовых гранитоидов и гранитоидов с высокоглиноземистыми минералами и с акцессорным ильменитом. Интересно отметить здесь, что биотиты кунушского комплекса, против ожидания, оказались достаточно низкожелезистыми. Последнее можно истолковать, вероятно, просто общим дефицитом железа, отражающимся, в частности, на пониженном в данном случае количестве акцессориев.

БАЗИТОВАЯ ГРУППА

Петрохимия пород базитовой группы рассмотрена на основании 25 ассоциаций, где они достаточно развиты и охарактеризованы аналитическим материалом. Во всех базитовых породах фиксируется натриевое соотношение щелочей, причем со значительным превышением натрия над калием. Превалирующими оказываются ассоциации, в которых преобладают разности с $n > 75$, отмеченные в 18 из 25 (54—86%) ассоциаций. По показателю a в 13 (34—70%) случаях установлен низкощелочной уклон, в 1 (0,2—17,6%) — умеренно щелочной, а в 11 (27—62%) случаях вышеназванные градации по щелочности встречаются без заметного преобладания одной над другой. В 24 из 25 ассоциаций (82—99,8%) установлен низкотитанистый уклон, в чем базиты близки к гранитоидам, характеризующимся также низким содержанием титана. Высокоглиноземистый уклон встречен в 13 из 25 (34—70%) случаев на совокупность. В 11 ассоциациях разности с низкоглиноземистым и умеренно глиноземистым уклоном развиты без заметного преобладания одних над другими. Характерна известковистость в рамках общего высокоанортитового уклона, отмеченного в 22 (72—97%) случаях на совокупность. Лишь в 5 (1,6—26%) случаях зафиксирован весьма высокоанортитовый уклон. По соотношению железа и магния общая тенденция определяется как магнезиально-железистая, встреченная в 17 (49,6—83%) ассоциациях. В 2 (1,5—23%) случаях установлен магнезиальный и в 6 (11—42%) случаях на совокупность — железистый уклоны. Как и в гранитоидах, была изучена окисленность железа. Значения показателя φ распределены в тех же пределах, что и в гранитоидах, с повышенной частотой встречаемости в интервале значений $\varphi = 15—25$, что указывает на сходный окислительный режим формирования базитов и гранитоидов в сложных ассоциациях с золотым оруденением.

Г Л А В А II

МАГМАТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ С ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Магматические ассоциации, сопровождающиеся золото-серебряным оруденением, относятся в основном к сложным вулканоплутоническим ассоциациям, распространены в мезозое — кайнозое, реже — в палеозое, приурочиваясь к различным вулканическим поясам и зонам этапа тектоно-магматической активизации [Шер, 1972, 1974; Шило и др., 1972; Рудные формации..., 1976]. В пределах этих зон золото-серебряные проявления развиваются во всякого рода кольцевых структурах, куполах, вулканотектонических кальдерах, вулканических аппаратах центрального типа и т. п. [Хомич, 1979; и др.]. В последнее время установлен разнотемпературный режим образования золото-серебряных месторождений [Гончаров, Сидоров, 1979; Рудные формации..., 1976] в отличие от бытовавшего ранее представления об их эпitherмальном, низкотемпературном характере. Золото-серебряное оруденение нередко ассоциирует с молибдено-полиметаллическими, олово-полиметаллическими, колчеданными и другими рудными проявлениями [Сидоров, Югай, 1972; Шило и др., 1972]. Как будет показано в главе V, эти особенности оруденения вполне увязываются с главными чертами состава вулканоплутонических ассоциаций, прежде всего с изменчивостью по содержанию калия.

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Джунгаро-Балхашская складчатая система

Горы Архарлы

Вулканическая ассоциация (P_2 — T). Верхнепермские вулканиты, представленные в низах разреза в основном породами липарито-дацитового ряда, сменяются в верхних его частях породами существенно андезито-базальтового состава. Лавы, экструзивы, субвулканические образования. Более поздние пермо-триасовые вулканиты в аналогичных фациях имеют существенно дацито-липаритовый состав при незначительном участии андезитов. К жерловым фациям вулканов приурочены зоны измененных пород и золото-серебряная минерализация [Ткаченко, 1966; данные А. П. Пономаревой].

Верхояно-Чукотская складчатая область

Омолонский массив

Коркодонская зона (Рассошинский, Кедонский блоки)

Вулканическая ассоциация кедонской серии (D_2 — C_1). Андезиты, андезито-базальты, дациты, липарито-дациты, трахилипариты, игнимбриты, туфы и туфобрекчии с прослоями вулканомиктовых конгломератов, гравелитов, песчаников. Поля и зоны пропилитов с сериями рудоносных жил. Штокверки и штокверкоподобные минерализованные зоны, приуроченные к экструзиям липаритов. Оруденение золото-серебряной (малоглубинной) формации [Симаков, Шевченко, 1974; Шило, Лычагин и др., 1975].

Нижнемеловая вулканическая ассоциация. В пределах Верхнекедонской, Карбасчанской, Хуличанской и других впадин — вулканиты конгинской, чагачанской свит, проточнинской, малоэльгахчанской толщ. В конгинской свите — андезиты, андезито-базальты, трахиандезито-базальты и трахиандезиты, реже трахиты. В верхах свиты — липариты, липарито-дациты. Среди пород чагачанской свиты преобладают лавы, туфы и игнимбриты липаритов и липаритов-дацитов, реже дацитов. Близки по составу породы других нижнемеловых толщ. С пропилитизированными эффузивами северной части массива ассоциируют рудопроявления золота и серебра с медью, молибденом и вольфрамом, а с вулканитами центральной части — золото-серебряное и свинцово-цинковое оруденение в зонах вторичных кварцитов [Дылевский, 1977].

Горный хребет Сарычева

Средне-верхнеюрская вулканическая ассоциация. Поля липаритов, фельзолипаритов, их туфов, реже андезитов, андезито-дацитов. Спорадически отмечаются туфолавы липаритового и трахилипаритового состава. Субвулканические массивы представлены преимущественно гиперстеновыми, реже биотитовыми дацитами. Позднее сформировались штоки и дайки микропегматитовых гранодиорит-порфиров. Низкотемпературные рудопроявления серебра, золота, цинка, свинца приурочены к телам гранодиорит-порфиров [Рудич, 1959].

Верхнетуромчинская вулканоструктура

Туромчинский комплекс (K_2). Включает два подкомплекса: центральный и кольцевой. Первый представлен интрузивными, субвулканическими и эффузивными образованиями. Доктомычанский и Джольский массивы адамеллитов обрамляются выходами субвулканических липарито-да-

дацитов, граптофиров и адамеллит-порфиров. Кольцевой подкомплекс сложен многочисленными субвулканическими и экструзивными телами липаритов, трахитов, трахиандезитов и автомагматическими брекчиями. Изометричные штоки, дайки, силлы, лакколитоподобные залежи. Проявления золото-серебряного и молибденового оруденения [Вашилов и др., 1980].

Охотско-Чукотский вулканический пояс

Ульинский прогиб

Андезито-базальт-липаритовая формация (магейский комплекс) альбеноманского возраста. Распространена в пределах осевой зоны прогиба, включает вулканы магейской, амкинской, хетанинской и уракской свит, а также их субвулканические аналоги. Амкинская свита (лавы и туфы липаритов, дацитов, реже туфогенно-осадочные породы) развита почти на всей территории прогиба. Базальты, андезито-базальты, трахибазальты, трахиандезиты хетанинской свиты согласно перекрывают амкинскую. Липариты, трахилипариты, дациты, их агломератовые лавы, туфы, игнимбриты уракской свиты развиты лишь в центральных частях вулканотектонических впадин, с несогласием залегают на вулканитах амкинской и хетанинской свит. Встречающиеся в районе золото-серебряные рудопроявления отвечают малоглубинной формации, приурочены к зонам нарушений, вулканоструктурам, контактовым зонам экструзивов [Агентов, Рейтлингер, 1976; Бахарев, 1976; Минц, 1974; Минц, Самозванцева, 1976; Ярмолюк, 1973].

Уемминская кальдера

Вулканическая ассоциация хаканджинской толщи. Стратифицированные игнимбриты липаритов, дацитов, развитые на площади 120 км², штоки трещинные интрузии, дайки, силлы, лакколитообразные залежи липаритов. Зоны гидротермально измененных пород типа вторичных кварцитов [Ярмолюк, 1973]. По последним данным, все магматиты района объединяются в амкинский магматический комплекс в составе эффузивной, экструзивно-субвулканической и интрузивной фаций [Шишкин, 1980].

Центрально-Охотский район

Позднемеловая липаритовая формация (сенон — дат). Вулканическая толща мощностью 1000—1300 м существенно кислого состава с потоками лав среднего состава в основании. Преобладающие типы пород: липариты, игнимбриты, перлиты, реже туфы липарита, а также гиперстеновые и двушпроксеновые андезиты и андезито-базальты. Поля вторичных кварцитов и проявления золото-серебряной минерализации [Сперанская, 1963].

Вулканическая ассоциация Арманской кальдеры (сеноман). Представлена отложениями ольской свиты (игнимбриты, витрофиры, тонкослоистые туфы, межпластовые тела андезитов), а также субвулканическими и гипабиссальными интрузиями соответственно липаритов и гранитов. Интрузии развиты по разломам, ограничивающим кальдеру, прорывают вулканы вплоть до верхов ольской свиты. Зоны пропиллитов и проявлений золото-серебряного типа. Абсолютный возраст покровного игнимбрита от 58—61 до 73—77 (три определения), интрузивного липарита 69—74, гранитов, гранодиоритов — от 61—65 до 76—80 (три определения) млн. лет. Абсолютный возраст метасоматитов от 65—68 до 70—74 (три определения) млн. лет [Белый, 1978; Еремин, 1974; Ярмолюк, 1973].

Центрально-Чукотский сектор

Липарит-андезито-базальтовая формация (альб — сеноман). Включает вулканы козвуньской и куветской свит, относимых к игнимбрит-андезитовой субформации, различные субвулканические аналоги лав. Сложена преимущественно пироксеновыми, двупироксеновыми, пироксенороговообманковыми андезитами, реже андезито-базальтами, базальтами, андезито-дацитами, дацитами, пирокластами различного состава. Характерно присутствие в разрезах горизонтов игнимбритов кислого, дацитового и среднего состава. Субвулканы (дайки, штоки, силлы) представлены андезито-базальтами, диоритами, сиенито-диоритами, их порфировыми разновидностями, липаритами, монцонитами, гранодиорит-порфирами, гранит-порфирами. Оруденение золото-серебряного типа ассоциирует с различного рода субвулканическими образованиями. Абсолютный возраст субвулканических липаритов, гранит-порфиров 75 млн. лет, околорудных метасоматитов — 61—63 млн. лет [Белый, 1969; 1978; Сидоров, 1966].

Средне-Анадырский район

(Пеледоно-Мечкеревская вулканотектоническая структура)

Липарит-андезитовая (контрастная) формация альб-сеноманского возраста. Включает вулканы еропольской толщи и их субвулканические аналоги. Нижняя часть еропольской толщи сложена туфами и игнимбритами кислого состава, верхняя — лавами и туфами андезито-базальтов, базальтов, андезито-дацитов. Субвулканы представлены андезитами, диоритовыми порфиритами, липаритами, гранит-порфирами. Золото-серебряные проявления среди зон пропиллитов тяготеют к приконтактовым частям субвулканических интрузий, реже — к экструзивам [Котляр, 1975].

Камчатка

Вулканическая ассоциация анавгайской серии ($P_3 - N_1^2$). Лавы, туфы и туфобрекчии авгитовых и двупироксеновых андезитов, базальтов, андезито-базальтов, сменяющиеся в верхах разреза серии андезито-дацитами, дацитами, липаритами, их туфобрекчиями и игнимбритами. Экструзии, субвулканические интрузивы, дайки, силлы аналогичного состава. Схема формирования гомодромная. Зоны пропиллитов с кварцевыми и кварц-карбонатными жилами с золотом, медью, полиметаллами [Бондаренко, Хотин, 1963; Ротман, 1963].

Закарпатье

Неогеновая вулканическая ассоциация. Четыре фазы вулканизма. Первая фаза представлена андезитами и более поздними дацитами; вторая — андезитами, андезито-дацитами, туфами и экструзивными липаритами; третья — андезито-базальтами, андезитами, дацитами (экструзивы, купола и потоки, реже интрузивы); четвертая — базальтами, андезито-базальтами, туфами и лавами андезитов, дацитами, липаритами, в том числе интрузивными. Схема формирования каждой фазы гомодромная. С каждой из фаз связаны месторождения или рудопроявления свинца, цинка, меди, золота, серебра, ртути и др. [Малеев, 1960; 1964; Скаржинский и др., 1974].

Позднемиоценово(?) -плиоценовая низкощелочная риолитоидно-андезитоидная ассоциация советской части Выгорлат-Гутинской зоны. Ртутное оруденение и проявления свинца, цинка в Дубринич-Оленево-Выш-

жовской (внешней) подзоне, ртутно-теллури-висмутовое оруденение и проявления золота, свинца, цинка в Синяковской (внутренней) подзоне Выгорлат-Гутинской металлогенической зоны [Белюсов и др., 1981; Малеев, 1960; и др.].

Миоценовая риолито-андезитовая ассоциация Центральной и Восточной Словакии. Свинцовые месторождения полиметаллической формации (Банска-Штявница и др.), месторождения и рудопроявления золото-серебряной формации [Белюсов и др., 1981; Лазаренко и др., 1968].

Неогеновая лейкоандезитоидно-риолитовая ассоциация гор Токай, Венгрия. Месторождения полиметаллической (Телькибана, Шаторалья-Ухей, золото-серебро-кварцево-сульфидной (Телькибана) формаций [Белюсов и др., 1981; Лазаренко, 1966; Лазаренко и др., 1968].

США. Штат Колорадо

Базит-гранитоидная ассоциация (третичный возраст) гор Сан-Мигель. Небольшие гипабиссальные штоки, представленные микрограногаббро, биотит-пироксен-роговообманковыми гранодиоритами, порфирированными адамеллитами. Штоки и дайки латитов, лампрофиров. Вмещающие породы — вулканогенно-осадочные отложения мела, олигоцена. Золото-серебряные жильные месторождения [Bromfield, 1967].

Из этого описания видно, что ассоциации, сопровождающиеся золото-серебряным оруденением, могут быть как существенно базальтоидными, так и существенно кислыми с гомодромной, антидромной и сложной последовательностью формирования. Золото-серебряное оруденение формируется на заключительных этапах образования ассоциаций, тяготея к экструзивам, дайкам, субвулканическим интрузивам и накладываясь на них.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ВКРАПЛЕННИКОВ ЛАВОВЫХ, ЭКСТРУЗИВНЫХ И СУБВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

КИСЛАЯ ГРУППА

Дациты, липариты, липарито-дациты, трахидациты. Охарактеризованы на примере туромчинского комплекса [Вацилов и др., 1980], ассоциаций Охотско-Чукотского вулканического пояса [Белый и др., 1972; Еремин, 1974], меловых вулканитов Омолонского массива [Дылевский, 1977], неогенового вулканизма Закарпатья [Малеев, 1964], пермо-триасовой ассоциации гор Архарлы (всего 21 ассоциация).

Вкрапленники в породах кислой группы в количественном отношении могут варьировать в широких пределах: от 10—15 до 35—40%, редко более. Набор их достаточно широк — это практически всегда преобладающий плагиоклаз, уступающий ему калинатровый полевой шпат (в одной ассоциации из 21 зафиксировано в отдельных лавовых потоках преобладание калинатрового полевого шпата над плагиоклазом), кварц, моноклинный, ромбический (гиперстен) пироксены, роговая обманка, биотит. Темноцветные минералы в целом резко уступают в объеме светлым. В разных комплексах может преобладать биотит или роговая обманка. Аксессуары представлены апатитом, цирконом, ортитом, магнетитом, сфеном. Состав плагиоклаза в породах дацитового состава варьирует от наиболее часто встречающегося андезина до кислого лабрадора. Нередок и олигоклаз-андезин. В породах липаритового состава обычен альбит, альбит-олигоклаз, хотя есть указания и на андезин и даже на кислый лабрадор (II, III фазы неогенового вулканизма Закарпатья) [Малеев, 1964]. Калиевый полевой шпат описывается как аноктоклаз, санидин, калинатровый полевой шпат.

ПЕТРОХИМИЯ

Петрохимия рассмотрена на примере 18 ассоциаций кислой группы и 13 ассоциаций базальтоидной группы. Петрохимические статистики даны в табл. 53—69.

КИСЛАЯ ГРУППА

Кислая группа изученных ассоциаций с золото-серебряным оруденением имеет существенно риолитоидный (9 случаев из 18, или 29—71% на совокупность), реже дацитовый (3 случая из 18, или 5—38%) и риолитоидно-дацитовый (6 ассоциаций из 18, или 15—53% на совокупность) состав. В отличие от золотоносных гранитоидов здесь нет устойчивой натриевой тенденции, и ассоциации с ведущим калиевым соотношением щелочей ($K_2O > Na_2O$) встречаются не менее часто, если не более, чем ассоциации с преобладающим натриевым ($Na_2O \leq K_2O$) уклоном. По имеющейся выборке калиевое соотношение встречено в 10 (34—75,6%) ассоциациях, тогда как натриевое всего лишь в 2 (2—31%). В 6 (15,6—55%) ассоциациях разности с указанными соотношениями развиты без существенного преобладания одного над другим. В половине ассоциаций устанавливается преобладание значений $K_2O > 3,5$ и $Na_2O \leq 4$. В 2 случаях зафиксировано ведущее значение $Na_2O > 4$. Выявленные вариации в содержаниях натрия и калия отражаются и в оценках средних (см. табл. 53—69). Относительно медиан распределений Na_2O и K_2O [Налетов, 1978; Пономарева, Налетов, 1979] кислая группа ассоциаций с золото-серебряным оруденением может классифицироваться как преимущественно умеренно натриевая и преимущественно умеренно калиевая. По шкале n [Белоусов и др., 1981] она отвечает в значительной мере умеренно натриевому уклону (11 из 18 ассоциаций, или 39—80% случаев на совокупность). В 13 (50—88%) случаях фиксируется преобладание значений показателя $n \leq 65$, в 7 (20—61%) ассоциациях преобладает $n \leq 60$. Общая щелочность варьирует от низкощелочного до умеренно щелочного уклона. Последний встречен в 7, а первый в 3 ассоциациях, что может составить соответственно 20—61% и 5—38% случаев на совокупность. Передки и такие ассоциации, где низкощелочные и умеренно щелочные разности встречаются одинаково часто. Характерен общий весьма низкотитанистый уклон. В половине ассоциаций установлен преобладающий крайне низкотитанистый уклон. В значительном числе ассоциаций (12 из 18, или 44—84%) установлен ведущий высокоглиноземистый уклон (в одном случае весьма высокоглиноземистый). Реже отмечен среднеглиноземистый (5 из 18, или 12—50%) и еще реже (один случай) — низкоглиноземистый. Плюмажитовой тенденции отвечает 9 ассоциаций. Во всех ассоциациях обнаруживается общий железистый уклон с вариациями от умеренно железистого (3 случая) до высокожелезистого (3 случая) и весьма высокожелезистого (2 случая). Чаще же отмеченные градации развиты без заметного превалирования одной над другой. Окисленность железа (показатель f) сопоставима с таковой гранитоидов с золотым оруденением и согласуется с широким развитием среди рудных аксессуаров магнетита.

БАЗАЛЬТОИДНАЯ ГРУППА

Химизм группы описан на основе изучения 13 ассоциаций. В целом базальтоиды отвечают лейкобазальтоидному уклону, причем в 4 (11—57%) ассоциациях устанавливаются преобладающие андезитовидные разности. В полном соответствии с повышенной калиевостью пород кислой группы находится относительно повышенная калиевость пород базальтоидной группы. Лишь в одной ассоциации (анавгайская серия Камчатки) фикси-

Петрохимические статистики вулканической ассоциации гор Архарлы

Петрохим. показат.	1		2				Петрохим. показат.	1		2			
	\bar{X}	<i>s</i>	а		б			\bar{X}	<i>s</i>	а		б	
			\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>				\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	57,93	3,48	72,68	4,10	72,77	4,15	<i>a</i>	11,7	2,8	14,6	2,4	14,1	1,9
TiO ₂	0,75	0,14	0,29	0,20	0,24	0,20	<i>e</i>	5,8	2,1	1,1	1,1	1,1	1,7
Al ₂ O ₃	17,21	1,22	13,71	1,69	13,27	1,69	<i>b'</i>	15,4	4,7	3,6	1,6	4,1	2,2
Fe ₂ O ₃	5,58	0,99	2,03	0,81	2,03	1,29	<i>f'</i>	46,3	9,7	53,9	15,9	44,8	33,9
FeO	1,99	1,50	0,56	0,45	0,87	0,59	<i>m'</i>	40,8	7,1	19,3	14,2	23,9	13,2
MnO	0,10	0,04	0,06	0,07	0,06	0,04	<i>c'(-a')</i>	12,3	6,7	-1,5	32,7	9,7	29,0
MgO	3,82	1,69	0,58	0,56	0,74	0,66	<i>n</i>	73,9	11,5	53,0	19,7	54,8	18,4
CaO	6,40	2,27	1,37	0,89	1,57	0,99	<i>φ</i>	34,0	12,4	40,6	15,3	30,2	17,2
Na ₂ O	3,83	1,02	3,71	1,45	3,88	1,53	<i>t</i>	1,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
K ₂ O	2,19	1,40	4,87	2,04	4,47	1,50	<i>Q</i>	+5,0	4,8	+29,1	10,2	+29,8	9,0
P ₂ O ₅	0,21	0,08	0,13	0,23	0,10	0,12	<i>d</i>	0,5	0,1	0,8	0,1	0,9	0,2
ΣFeO	7,02	1,32	2,39	0,78	2,69	1,52	<i>F</i>	52,6	9,2	74,6	17,3	70,7	17,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, лавы и субвулканыты, $n=12$; 2 — кислая группа (а — вулканыты, $n=30$; б — субвулканыты, $n=21$). (Из неопубликованной выборки К. Н. Ткаченко.)

Таблица 54

Петрохимические статистики вулканитов кедонской серии Коркодонской зоны

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	57,03	3,38	69,40	3,30	<i>a</i>	13,1	2,9	14,0	1,3
TiO ₂	1,00	0,33	0,35	0,14	<i>c</i>	5,3	1,4	2,0	1,5
Al ₂ O ₃	17,53	0,96	15,58	1,12	<i>b'</i>	14,7	2,9	5,0	1,7
Fe ₂ O ₃	5,64	1,46	2,02	0,89	<i>f'</i>	54,5	5,2	47,1	9,8
FeO	3,02	1,54	1,74	0,29	<i>m'</i>	34,5	8,0	19,6	10,0
MnO	0,20	0,06	0,18	0,33	<i>c'(-a')</i>	8,9	8,6	-28,9	24,9
MgO	3,04	1,07	0,88	0,51	<i>n</i>	72,4	10,8	58,1	2,8
CaO	5,45	1,12	1,76	1,37	φ	33,9	10,2	22,6	8,5
Na ₂ O	4,22	1,05	3,80	0,40	<i>t</i>	1,3	0,5	0,4	0,2
K ₂ O	2,50	1,29	4,18	0,53	<i>Q</i>	+1,9	8,6	+23,5	6,3
P ₂ O ₅	0,38	0,26	0,12	0,04	<i>d</i>	0,5	0,1	0,7	0,1
Σ FeO	8,10	1,24	3,56	0,83	<i>F</i>	60,9	7,5	71,1	8,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, *n*=8; 2 — кислая группа, *n*=12 (по усредненным анализам [Симаков, Шевченко, 1974]).

Таблица 55

Петрохимические статистики вулканитов нижнемеловой ассоциации Омолонского массива

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	53,51	3,86	68,97	6,32	<i>a</i>	11,8	2,8	13,8	1,7
TiO ₂	1,25	0,47	0,48	0,33	<i>c</i>	6,6	1,3	2,7	2,0
Al ₂ O ₃	18,26	0,64	15,29	2,51	<i>b'</i>	17,8	5,2	5,3	2,7
Fe ₂ O ₃	5,17	1,39	2,32	1,46	<i>f'</i>	51,0	7,8	59,0	12,2
FeO	4,12	1,70	1,87	1,13	<i>m'</i>	35,6	5,0	20,9	10,0
MnO	0,20	0,06	0,10	0,06	<i>c'(-a')</i>	11,7	8,7	-19,0	20,1
MgO	3,74	1,48	0,85	0,56	<i>n</i>	75,5	4,9	60,7	11,6
CaO	7,24	1,99	2,26	1,64	φ	27,1	8,8	30,9	14,7
Na ₂ O	3,92	0,89	3,90	0,91	<i>t</i>	1,8	0,8	0,5	0,4
K ₂ O	1,97	0,67	3,76	0,93	<i>Q</i>	-2,9	7,0	+24,1	12,3
P ₂ O ₅	0,60	0,67	0,20	0,13	<i>d</i>	0,5	0,1	0,7	0,1
Σ FeO	8,77	1,47	3,95	1,86	<i>F</i>	58,2	6,3	74,6	9,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, *n*=13; 2 — кислая группа, *n*=10 [Дылевский, 1977].

Таблица 56

Петрохимические статистики ацидитов вулканической ассоциации хр. Сарычева

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	66,90	3,69	<i>a</i>	12,4	0,6
TiO ₂	0,61	0,22	<i>c</i>	3,2	1,1
Al ₂ O ₃	15,88	1,40	<i>b'</i>	7,2	2,0
Fe ₂ O ₃	1,16	0,98	<i>f'</i>	53,3	12,1
FeO	4,13	1,10	<i>m'</i>	23,6	6,5
MnO	0,06	0,03	<i>c'(-a')</i>	-22,1	17,3
MgO	1,36	0,61	<i>n</i>	58,5	4,5
CaO	2,71	0,96	φ	10,7	9,0
Na ₂ O	3,35	0,29	<i>t</i>	0,7	0,2
K ₂ O	3,62	0,41	<i>Q</i>	+22,2	6,7
P ₂ O ₅	0,22	0,07	<i>d</i>	0,6	0,1
Σ FeO	5,17	1,30	<i>F</i>	69,3	6,7

Примечание. Число анализов *n*=11 [Рудич, 1959].

Петрохимические статистики вулcano-плутонического комплекса Верхнетуромчинской структуры

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5		6		7	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	68,50	0,86	69,08	0,94	67,60	1,21	68,40	1,28	73,44	3,32	69,29	1,39	66,21	1,20
TiO ₂	0,30	0,04	0,32	0,05	0,39	0,08	0,38	0,09	0,20	0,11	0,37	0,09	0,43	0,11
Al ₂ O ₃	14,87	0,42	15,24	0,45	15,46	0,33	15,33	0,47	13,84	1,06	15,35	0,77	15,48	1,14
Fe ₂ O ₃	1,72	0,21	1,58	0,53	1,69	0,54	2,06	0,78	1,13	0,76	2,07	0,56	1,69	0,70
FeO	1,36	0,20	1,54	0,50	2,02	0,54	1,40	0,65	0,89	0,77	0,73	0,51	0,25	0,77
MnO	0,06	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	0,09	0,02	0,05	0,03	0,05	0,05	0,09	0,03
MgO	0,79	0,13	0,83	0,31	1,03	0,35	0,96	0,30	0,35	0,23	0,43	0,23	0,14	0,44
CaO	2,20	0,6	2,17	0,51	2,30	0,94	2,17	0,49	1,01	1,1	1,21	0,61	0,96	0,91
Na ₂ O	4,09	0,31	3,85	0,29	3,97	0,37	4,18	0,51	3,18	0,70	2,99	0,78	3,44	0,86
K ₂ O	4,08	0,42	3,85	0,28	3,83	0,43	3,98	0,42	3,96	0,92	4,51	1,18	4,48	1,12
P ₂ O ₅	0,03		0,04						0,05		0,06			
П. п. п.	2,10		1,5		1,6		2,1		1,95		3,00		6,8	

Окончание табл. 57

Петрохим. показат.	1	2	3	4	5	6	7
<i>a</i>	14,9	13,9	14,3	15,0	12,3	12,9	14,5
<i>c</i>	2,6	2,6	2,8	2,6	1,2	1,5	1,2
<i>b'</i>	4,3	4,2	5,2	4,8	2,4	3,2	2,1
<i>f'</i>	65,8	53,8	57,3	62,6	32,1	32,8	27,9
<i>m'</i>	31,2	26,2	29,1	32,0	10,2	9,5	3,7
<i>c'(-a')</i>	2,9	-20,0	-13,6	-5,4	-57,6	-57,7	-68,3
<i>n</i>	60,1	60,3	61,2	61,5	55,0	50,2	53,8
φ	34,3	25,2	24,1	34,7	16,7	23,1	22,8
<i>t</i>	0,33	0,3	0,4	0,4	0,2	0,4	0,5
<i>Q</i>	+24,3	+25,8	+25,8	+21,7	+35,9	+28,6	+25,5
<i>d</i>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7
<i>F</i>	67,4	66,7	66,7	65,5	75,3	77,2	87,6

Примечание. Центральный комплекс: 1 — адамеллиты, $n=12$; 2 — субвулканические липарито-дациты, адамеллит-порфиры; 3 — экструзивные липарит-дациты; 4 — эффузивные липарито-дациты. Кольцевой комплекс: 5 — липариты, 6 — липарито-дациты, 7 — дациты (по усредненным данным [Ващилев и др., 1980]).

Петрохимические статистики альб-сеноманских вулканитов Ульинского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	55,68	4,30	70,98	4,33	<i>a</i>	12,0	2,6	13,8	3,6
TiO ₂	0,79	0,26	0,26	0,25	<i>c</i>	5,5	1,8	2,2	2,4
Al ₂ O ₃	16,94	1,06	15,59	1,78	<i>b'</i>	17,7	5,2	4,4	1,9
Fe ₂ O ₃	5,25	2,07	2,07	1,01	<i>f'</i>	49,3	8,4	56,0	15,9
FeO	4,11	4,26	1,07	0,60	<i>m'</i>	33,0	6,8	22,0	11,4
MnO	0,17	0,04	0,07	0,03	<i>c'(-a')</i>	17,8	5,8	-3,5	27,1
MgO	3,35	1,15	0,73	0,54	<i>n</i>	69,0	3,1	57,5	11,4
CaO	7,04	2,20	2,24	1,89	ϕ	27,3	10,3	32,9	14,0
Na ₂ O	3,71	0,82	3,79	1,30	<i>t</i>	1,1	0,4	0,3	0,3
K ₂ O	2,55	0,74	4,11	1,47	<i>Q</i>	+0,2	5,7	+27,5	10,2
P ₂ O ₅	0,41	0,18	0,09	0,07	<i>d</i>	0,5	0,1	0,7	0,2
Σ FeO	8,84	3,50	2,93	1,13	<i>F</i>	59,3	8,0	71,4	14,4

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=14$; 2 — кислая группа, $n=25$ [Бахарев, 1976].

Таблица 59

Петрохимические статистики кислых вулканитов Арманской (1) и Уенминской (2) кальдер

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	74,29	1,66	70,26	2,23	<i>a</i>	12,6	1,3	15,9	1,1
TiO ₂	0,20	0,07	0,25	0,07	<i>c</i>	11,8	0,8	1,3	0,5
Al ₂ O ₃	14,40	0,98	15,92	1,00	<i>b'</i>	2,3	0,7	3,3	1,2
Fe ₂ O ₃	1,36	0,57	1,30	0,42	<i>f'</i>	40,1	13,5	48,2	16,4
FeO	0,61	0,42	1,41	0,55	<i>m'</i>	13,7	9,4	13,3	8,5
MnO	0,03	0,03	0,10	0,05	<i>c'(-a')</i>	-43,6	23,9	-36,7	23,2
MgO	0,37	0,23	0,48	0,47	<i>n</i>	63,1	13,0	55,3	5,4
CaO	1,60	0,67	1,09	0,43	ϕ	27,0	13,0	20,8	8,0
Na ₂ O	3,81	0,96	4,14	0,58	<i>t</i>	0,2	0,1	0,3	0,1
K ₂ O	3,31	1,08	5,03	0,44	<i>Q</i>	+35,0	4,4	+21,8	5,6
P ₂ O ₅	—	—	—	—	<i>d</i>	0,7	0,1	0,8	0,1
Σ FeO	1,83	0,50	2,59	0,63	<i>F</i>	74,6	11,9	78,9	13,1

Примечание. 1 — $n=24$; 2 — $n=40$ [Ярмолюк, 1973].

Петрохимические статистики позднемеловой липаритовой ассоциации Центрально-Охотского района

Петрохим. показат.	1		2				Петрохим. показат.	1		2			
	\bar{X}	<i>s</i>	а		б			\bar{X}	<i>s</i>	а		б	
			\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>				\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	57,68	2,27	74,25	3,90	67,94	3,92	<i>a</i>	10,3	1,9	12,5	1,6	13,1	1,0
TiO ₂	0,90	0,39	0,20	0,15	0,50	0,18	<i>c</i>	7,7	1,8	1,6	1,1	3,2	1,3
Al ₂ O ₃	19,31	1,93	13,83	1,30	15,45	1,32	<i>b'</i>	12,3	3,7	2,6	1,8	6,4	2,8
Fe ₂ O ₃	2,91	1,85	1,49	1,71	1,76	1,56	<i>f'</i>	51,4	9,3	41,1	20,0	59,7	9,4
FeO	4,26	1,73	0,91	0,79	3,09	1,11	<i>m'</i>	34,4	10,3	10,2	5,3	23,0	8,4
MnO	0,11	0,06	0,03	0,03	0,06	0,04	<i>c'(-a')</i>	-4,7	19,2	-42,2	31,3	-11,7	18,8
MgO	2,75	1,16	0,29	0,18	0,96	0,37	<i>n</i>	74,1	14,4	53,2	11,4	63,7	6,2
CaO	6,61	1,40	1,53	1,06	2,93	0,88	<i>φ</i>	20,1	12,5	24,0	20,2	18,4	13,5
Na ₂ O	3,39	0,91	3,21	0,89	3,87	0,60	<i>t</i>	1,2	0,5	0,2	0,2	0,5	0,2
K ₂ O	1,76	0,81	4,13	0,88	3,32	0,44	<i>Q</i>	+8,7	4,8	+36,1	8,2	+23,4	7,8
P ₂ O ₅	0,32	0,30	0,13	0,36	0,13	0,07	<i>d</i>	0,4	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
ΣFeO	6,88	1,73	2,25	1,59	4,67	2,01	<i>F</i>	59,9	9,5	77,2	12,5	72,3	8,0

Примечание. 1 — базальтоидная группа, *n*=12; 2 — кислая группа (а — вулканиты, *n*=22; б — субвулканиты, *n*=8) [Сперанская, 1963].

Петрохимические статистики липарит-андезито-базальтовой формации Центрально-Чукотского сектора вулканического пояса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	57,32	3,75	66,53	4,88	<i>a</i>	10,2	2,0	12,4	1,9
TiO ₂	0,93	0,24	0,58	0,25	<i>c</i>	6,9	1,3	3,9	2,2
Al ₂ O ₃	17,61	0,89	16,10	1,45	<i>b'</i>	15,6	4,7	6,9	3,0
Fe ₂ O ₃	2,99	1,02	2,83	1,22	<i>f'</i>	46,1	8,2	52,8	14,5
FeO	4,35	1,14	1,85	1,18	<i>m'</i>	42,6	7,4	25,7	12,0
MnO	0,12	0,04	0,08	0,04	<i>c'(-a')</i>	9,9	8,5	-14,5	24,5
MgO	3,96	1,60	1,38	0,78	<i>n</i>	63,5	8,8	57,4	6,7
CaO	7,02	1,89	3,47	1,91	Φ	17,3	5,7	31,2	12,2
Na ₂ O	2,84	0,48	3,23	0,46	<i>t</i>	1,2	0,4	0,7	0,3
K ₂ O	2,57	0,96	3,72	1,06	<i>Q</i>	+7,2	6,8	+22,3	7,3
P ₂ O ₅	0,28	0,20	0,23	0,14	<i>d</i>	0,4	0,1	0,6	0,1
Σ FeO	7,05	1,29	4,40	1,70	<i>F</i>	51,5	8,0	67,1	15,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=20; 2 — кислая группа, n=12 (Белый, 1969) (17 анализов из неопубликованной выборки И. Н. Котляра).

Таблица 62

Петрохимические статистики альб-сеноманской контрастной формации Пеледоно-Мечкеревской структуры

Петрохим. показат.	1				2			
	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>b</i>	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s'</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	59,36	5,70	57,62	3,10	72,14	3,52	70,92	2,61
TiO ₂	0,88	0,28	0,84	0,29	0,27	0,14	0,32	0,20
Al ₂ O ₃	18,20	1,83	18,58	2,14	14,87	1,47	15,24	0,96
Fe ₂ O ₃	1,93	1,09	3,28	1,28	1,68	1,91	1,44	0,67
FeO	4,85	1,28	3,79	0,97	1,34	1,03	1,63	0,57
MnO	0,13	0,05	0,14	0,04	0,06	0,04	0,07	0,03
MgO	2,85	1,16	3,30	1,75	0,52	0,67	0,46	0,32
CaO	6,07	2,37	6,57	1,90	0,91	1,42	1,10	0,74
Na ₂ O	3,65	0,41	3,25	0,97	4,21	1,07	4,83	1,25
K ₂ O	1,86	0,99	2,33	0,85	3,79	1,25	3,89	1,27
P ₂ O ₅	0,22	0,08	0,30	0,11	0,23	0,82	0,08	0,05
Σ FeO	6,59	1,59	6,74	1,18	2,84	2,02	2,93	0,76
<i>a</i>	10,9	1,2	10,8	1,7	14,0	2,5	15,7	1,2
<i>c</i>	6,6	2,6	7,5	2,6	1,0	1,8	1,3	0,8
<i>b'</i>	13,6	4,0	13,3	1,7	3,5	2,6	3,6	1,2
<i>f'</i>	48,8	8,4	52,0	12,1	41,5	12,0	55,8	11,6
<i>m'</i>	35,6	13,4	41,4	14,5	11,6	10,0	14,3	7,4
<i>c'(-a')</i>	-2,3	25,4	6,6	5,9	-44,1	22,3	-28,8	16,1
<i>n</i>	75,7	10,1	67,3	14,0	62,7	10,8	64,8	12,1
Φ	12,5	8,0	22,9	10,6	21,3	13,7	23,7	8,8
<i>t</i>	1,1	0,4	1,1	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2
<i>Q</i>	+10,1	8,5	+7,5	3,0	27,8	5,9	23,3	5,6
<i>d</i>	0,4	0,1	0,4	0,1	0,7	0,2	0,8	0,1
<i>F</i>	59,6	12,5	55,6	13,8	79,4	13,5	79,6	10,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа (*a* — вулканыты, n=9; *b* — субвулканыты, n=9); 2 — кислая группа (*a* — вулканыты, n=22, *b* — субвулканыты, n=10). (Из неопубликованной выборки И. Н. Котляра).

Петрохимические статистики вулканитов анавгайской серии

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	54,99	4,37	66,84	5,01	<i>a</i>	9,3	2,4	11,6	3,3
TiO ₂	0,81	0,25	0,54	0,22	<i>c</i>	7,2	2,6	4,3	2,3
Al ₂ O ₃	17,64	2,27	16,28	1,71	<i>b'</i>	19,0	5,4	7,3	3,6
Fe ₂ O ₃	4,47	2,59	2,36	1,44	<i>f'</i>	42,4	10,0	50,2	13,6
FeO	3,98	2,33	2,13	1,52	<i>m'</i>	38,8	10,5	30,8	10,7
MnO	0,16	0,09	0,10	0,05	<i>c'(-a')</i>	15,6	19,3	-9,9	24,0
MgO	4,29	1,71	1,66	1,01	<i>n</i>	75,8	12,5	71,5	10,0
CaO	8,80	4,27	3,84	2,09	φ	21,4	11,2	24,6	11,3
Na ₂ O	3,13	0,83	3,77	1,14	<i>t</i>	1,1	0,4	0,6	0,3
K ₂ O	1,62	1,11	2,35	1,14	<i>Q</i>	+2,4	7,0	+23,4	8,8
P ₂ O ₅	0,12	0,19	0,15	0,23	<i>d</i>	0,4	0,1	0,5	0,2
Σ FeO	8,0	2,35	4,25	2,01	<i>F</i>	51,8	7,8	61,1	12,4

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=37$; 2 — кислая группа, $n=23$ [Бондаренко, Хотин, 1963; Ротман, 1963].

Таблица 64

Петрохимические статистики ассоциации третьей фазы вулканизма Закарпатья

Петрохим. показат.	1				2			
	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>b</i>	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	55,50	2,89	56,42	2,38	65,28	3,22	63,69	2,83
TiO ₂	1,18	0,48	0,87	0,14	0,76	0,44	0,66	0,29
Al ₂ O ₃	18,56	1,95	17,13	1,60	17,58	1,64	16,90	1,36
Fe ₂ O ₃	5,91	3,33	2,80	1,01	3,12	1,71	3,04	1,47
FeO	3,44	2,31	6,29	1,70	2,08	1,77	3,24	1,43
MnO	0,11	0,07	0,21	0,16	0,09	0,12	0,21	0,47
MgO	3,10	1,21	4,37	1,29	1,15	0,71	2,22	0,99
CaO	8,50	1,67	7,97	1,24	4,69	1,26	5,73	1,08
Na ₂ O	2,12	0,48	2,15	0,53	2,63	0,57	2,37	0,77
K ₂ O	1,53	0,38	1,61	0,59	2,54	0,79	1,86	0,57
P ₂ O ₅	0,05	0,06	0,17	0,07	0,09	0,27	0,08	0,06
Σ FeO	8,76	1,79	8,81	1,44	4,88	1,96	5,98	1,61
<i>a</i>	7,2	1,3	7,2	1,9	9,5	1,9	8,0	2,0
<i>c</i>	9,1	1,4	7,9	1,7	5,7	1,6	6,8	1,4
<i>b'</i>	16,0	3,0	18,3	2,8	6,8	2,5	10,1	3,4
<i>f'</i>	53,1	10,1	47,3	9,1	50,6	19,8	53,7	12,0
<i>m'</i>	32,1	10,6	39,6	6,9	20,4	10,7	31,8	10,7
<i>c'(-a')</i>	6,5	15,2	8,0	12,3	-28,1	24,5	-9,6	20,2
<i>n</i>	67,4	8,1	67,3	5,8	61,4	6,7	65,1	8,5
φ	31,9	18,4	13,3	5,4	28,8	15,9	23,0	11,1
<i>t</i>	1,6	0,6	1,2	0,2	0,9	0,5	0,8	0,3
<i>Q</i>	+10,5	7,2	+10,0	5,0	+25,8	4,6	+24,8	5,6
<i>d</i>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1
<i>F</i>	62,2	11,6	53,6	8,6	70,3	12,6	62,2	9,6

Примечание. 1 — базальтоидная группа (*a* — вулканиты, $n=18$; *b* — субвулканиты, $n=10$); 2 — кислая группа (*a* — вулканиты, $n=20$; *b* — субвулканиты, $n=17$) [Малеев, 1964].

Петрохимические статистики вулканитов четвертой фазы вулканизма Закарпатья

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	56,83	2,19	69,08	4,41	a	7,0	1,6	10,3*	3,4
TiO ₂	0,80	0,34	0,36	0,26	c	8,9	1,4	4,0	2,6
Al ₂ O ₃	17,94	1,28	16,39	1,80	b'	16,5	3,1	5,2	2,7
Fe ₂ O ₃	3,16	1,85	1,75	1,42	f'	49,3	9,9	45,7	23,0
FeO	5,01	1,70	2,07	1,81	m'	41,8	8,5	17,3	12,2
MnO	0,38	1,54	0,09	0,18	c'(-a')	7,0	7,0	-28,7	36,1
MgO	4,03	1,18	0,84	0,69	n	65,7	9,9	56,7	14,6
CaO	8,15	1,32	3,51	1,87	φ	17,5	11,2	19,6	18,4
Na ₂ O	2,00	0,49	2,77	1,29	t	1,0	0,4	0,4	0,3
K ₂ O	1,63	0,65	3,08	1,32	Q	+12,1	4,7	+29,8	8,2
P ₂ O ₅	0,08	0,06	0,06	0,03	d	0,3	0,1	0,5	0,2
ΣFeO	7,85	1,26	3,65	1,97	F	52,9	9,9	71,6	16,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=29; 2 — кислая группа, n=31 [Малеев, 1964].

Таблица 66

Петрохимические статистики неогеновой лейкоандезитоидно-риолитовой ассоциации гор Токай, Венгрия [Белусов и др., 1981; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	74,70	2,41	61,69	3,03
TiO ₂	0,17	0,18	0,62	0,29
Al ₂ O ₃	13,87	1,31	17,59	1,48
Fe ₂ O ₃	1,04	0,68	2,61	1,21
FeO	0,91	0,59	3,24	1,51
MgO	0,29	0,32	3,26	1,26
CaO	1,42	0,92	6,24	1,52
Na ₂ O	3,05	0,76	2,54	0,44
K ₂ O	4,47	1,35	2,02	0,79
P ₂ O ₅	0,04	—	0,12	—
ΣFeO	1,85	0,73	5,59	0,99
a	12,7	1,6	8,6	1,5
c(c̄)	1,6	1,1	7,1	1,7
b'	2,2	1,2	11,6	3,0
n	51,1	11,1	66,2	9,0
Q	+36,2	5,1	+18,7	5,3
F	82,9	13,8	50,9	11,5

Примечание. 1 — кислая группа, n=36 (P₂O₅—15); 2 — базальтоидная группа, n=27 (P₂O₅—22).

Таблица 67

Петрохимические статистики миоценовой риолито-андезитоидной ассоциации Центральной и Восточной Словакии [Белусов и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2
	\bar{X}	s	
SiO ₂	57,39	7,93	74,99
TiO ₂	0,57	0,27	0,16
Al ₂ O ₃	18,48	1,74	14,08
Fe ₂ O ₃	3,50	1,48	1,76
FeO	4,13	1,36	0,88
MgO	3,14	1,42	0,36
CaO	7,35	1,14	1,46
Na ₂ O	2,51	0,39	2,65
K ₂ O	1,70	0,43	3,63
P ₂ O ₅	0,20	0,14	—
ΣFeO	7,28	1,45	2,46
a	8,2	1,3	10,7
c(c̄)	8,3	1,5	1,7
b'	13,7	3,9	3,2
n	69,5	4,9	53,5
Q	+13,2	6,2	+38,3
F	58,2	10,0	70,6

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=63; 2 — кислая группа, n=25.

Петрохимические статистики базит-гранитоидной ассоциации гор Сан-Мигель

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	63,21	3,25	58,01	1,49	<i>a</i>	13,0	1,3	12,4	1,3
TiO ₂	0,61	0,11	0,83	0,08	<i>c</i>	4,4	1,5	5,1	1,1
Al ₂ O ₃	16,31	1,09	16,74	0,73	<i>b'</i>	9,9	2,5	15,2	2,2
Fe ₂ O ₃	2,80	0,52	3,10	0,55	<i>f'</i>	55,2	5,2	49,6	3,7
FeO	3,01	0,90	4,87	0,48	<i>m'</i>	33,9	2,6	36,6	2,2
MnO	0,13	0,05	0,17	0,03	<i>c'(-a')</i>	10,9	5,0	13,9	5,4
MgO	2,00	0,58	3,26	0,48	<i>n</i>	62,5	6,4	63,8	5,7
CaO	4,54	1,39	5,93	0,71	φ	25,2	6,0	17,5	1,2
Na ₂ O	3,66	0,25	3,54	0,19	<i>t</i>	0,7	0,2	1,1	0,1
K ₂ O	3,41	0,89	3,12	0,83	<i>Q</i>	+14,6	4,3	+4,5	3,3
P ₂ O ₅	0,30	0,04	0,43	0,13	<i>d</i>	0,6	0,1	0,6	0,1
Σ FeO	5,54	1,09	7,66	0,83	<i>F</i>	61,3	3,3	57,0	1,4

Примечание. 1 — гранитоидная группа, *n*=8; 2 — базитовая группа, *n*=8 [Bromfield, 1967].

Петрохимические статистики базальтоидных и кислых пород ассоциаций с золото-серебряным оруденением

Петрохим. показат.	1				2			
	<i>a</i>		<i>б</i>		<i>a</i>		<i>б</i>	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	68,74	4,00	68,27	5,31	56,35	3,82	57,29	2,45
TiO ₂	0,35	0,21	0,44	0,28	0,91	0,36	0,85	0,19
Al ₂ O ₃	14,92	1,46	15,20	2,01	17,86	1,67	17,50	1,75
Fe ₂ O ₃	1,91	0,94	2,27	1,34	4,25	2,36	3,05	0,99
FeO	1,36	0,87	2,16	1,42	4,01	2,22	5,04	1,58
MnO	0,07	0,05	0,11	0,25	0,18	0,64	0,17	0,10
MgO	0,75	0,54	1,28	0,99	3,67	1,47	3,68	1,37
CaO	2,25	1,44	3,14	2,13	7,53	2,68	6,90	1,59
Na ₂ O	3,48	0,91	3,60	1,36	3,06	1,01	2,93	0,88
K ₂ O	3,66	1,16	3,41	1,48	1,95	0,97	2,30	0,96
P ₂ O ₅	0,11	0,11	0,12	0,11	0,22	0,29	0,29	0,15
П. п. п. (Σ FeO)	2,18	1,30	(4,20)	2,04	(7,83)	2,00	(7,78)	1,45
<i>a</i>	12,9	3,00	12,5	3,3	9,7	2,8	10,0	2,8
<i>c</i>	2,6	2,3	3,3	2,8	7,3	2,2	6,9	2,2
<i>b'</i>	4,5	2,7	6,6	3,8	16,4	4,7	15,7	3,1
<i>f'</i>	48,4	17,2	52,1	21,5	48,1	9,7	49,5	9,0
<i>m'</i>	18,4	12,0	25,6	11,9	37,8	9,6	39,3	9,3
<i>c'(-a')</i>	-24,9	31,1	-4,0	25,6	9,5	14,9	9,3	9,0
<i>n</i>	59,0	12,8	61,2	13,3	70,8	10,9	66,3	9,1
φ	27,0	15,5	25,2	13,3	23,2	12,9	17,8	7,8
<i>t</i>	0,4	0,3	0,5	0,3	1,2	0,5	1,1	0,3
<i>Q</i>	+27,8	8,9	+24,8	8,3	+5,9	7,9	+7,6	4,4
<i>d</i>	0,7	0,2	0,7	0,2	0,4	0,1	0,4	0,1
<i>F</i>	72,8	14,3	68,8	13,5	55,6	9,7	55,3	9,3

Примечание. 1 — кислая группа (*a* — вулканыты, *n*=259; *б* — субвулканыты, *n*=64); 2 — базальтоидная группа (*a* — вулканыты, *n*=170; *б* — субвулканыты, *n*=27).

руются базальтоиды с ведущим показателем $n > 75$. В 8 (35—83%) ассоциациях установлен ведущий умеренно натриевый ($50 < n \leq 75$) уклон. В 4 ассоциациях высоконатриевые и умеренно натриевые разности встречаются без заметного превалирования одних над другими. Общая щелочность — в рамках низкощелочного и умеренно щелочного уклонов. Титанистость отвечает низкотитанистому уклону. В 2 (3—41%) случаях отмечен весьма низкотитанистый уклон. По содержанию Al_2O_3 ассоциации с высокоглиноземистым уклоном встречаются не чаще, чем ассоциации со среднеглиноземистым уклоном. В 6 случаях (22—71%) зафиксирован умеренно железистый, в 5 (17—64%) — магниево-железистый уклон. Окисленность железа базальтоидов ассоциаций с золото-серебряным оруденением в рамках таковой базитов из золотоносных базит-гранитоидных ассоциаций. Известковистость отвечает высокоанортитовому уклону (по показателю c).

ГЛАВА III

МАГМАТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ С КОЛЧЕДАННЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

ГЛАВНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИЕ РЯДЫ МАГМАТИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ С КОЛЧЕДАННЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ РЕГИОНОВ С ПОЛНЫМ МАГМАТИЧЕСКИМ МЕГАРИТМОМ

Вопросы типизации провинций с колчеданным оруденением решались во многих работах [Типы..., 1973; Колчеданные месторождения..., 1979; Кривцов, 1979]. При этом типам складчатых зон с разными особенностями их развития присваивались географические названия: Кипрский, Уральский, Рудноалтайский и др. [Колчеданные месторождения..., 1979]. Нами при описании геологии ассоциаций выделены отдельно типы зон с полным и неполным магматическими мегаритмами в представлении Э. П. Изоха (1978), поскольку они резко различаются как по набору магматических комплексов, так и по проявившемуся в них колчеданному и следующему за ним железному оруденению. Ниже рассмотрены складчатые зоны с полным магматическим мегаритмом.

Уральская складчатая область

Западно-Магнитогорская эвгеосинклиналь

Приводимая ниже краткая характеристика рудоносных вулканитов различных зон дается по работе А. И. Кривцова (1979).

Вулканогенные образования эвгеосинклинали входят в состав сакмарской (лландовери — нижний венлок); баймак-бурибайской (венлок — лудлов — нижний девон?), ирендыкской (позднелудловско-жединский на севере мегасинклинория, раннедевонско-раннеэйфельский — на юге), карамалыташской (лландовери — эйфель) свит. Базальтовая формация по времени близка к сакмарской свите и отвечает ее нижней вулканогенной части. Липарит-базальтовая (контрастная) формация составляет часть разреза низов баймак-бурибайской свиты, базальт-андезит-дацит-липаритовая (непрерывная) формация отвечает верхам этой же свиты, базальт-андезито-базальтовая формация — ирендыкской свите [Кривцов, 1979].

Важно отметить, что все перечисленные формации относятся к так называемой натриевой серии базальтоидного магматизма, верхний предел становления которой ограничивается верхами лудловского яруса — низами D_1 (Присакмарская зона), серединой живетского яруса (Тубинская, Ирендыкская зоны). Более поздний вулканизм, проявившийся в некоторых зонах, имеет повышенный щелочной, трахибазальтоидный состав.

Присакмарская зона

Вулканы базальтовой формации ($S_1ln - w$) с прослоями кремнисто-глинистых пород. В отдельных блоках фиксируются проявления липарито-базальтовой формации (S_2ld). Интрузивные образования представлены гипербазитами и гипабиссальными габбро, габбро-норитами, пироксенитами. Последние относятся к аккермановскому комплексу и рассматриваются как комагматы базальтовой формации. Более поздние трахибазальты в составе вулканогенно-терригенной толщи датируются D_1 . Медное оруденение с примесью кобальта и никеля жильного и прожилково-вкрапленного типов находится в пространственной и временной связи с базитовыми интрузиями, завершающими становление базальтовой формации [Кривцов, 1979; и др.].

Ирендыкская зона

Базальтовая (S_1w), базальт-андезито-базальтовая ($S_2ld - De$) формации с подчиненно развитой в отдельных блоках послелудловской базальт-андезит-дацит-липаритовой формацией. Месторождение прожилково-вкрапленных медных руд ассоциирует с интрузиями кварцевых габбро, габбро-диоритов, формирующихся на последних этапах становления базальт-андезито-базальтовой формации. В Южно-Ирендыкской подзоне на базальтоиды этой формации с размывом ложатся вулканогенные молассоиды [Кривцов, 1979; и др.].

Тубинско-Гайская зона

Продуктивные вулканогенные формации этой зоны формируются после вулкаников базальтовой формации ($S_1ln - w$).

А к ъ я р - Б у р и б а й с к а я п о д з о н а

Липарит-базальтовая формация. Диабазовая нижняя (S_1w_2) и вариолитовая верхняя (S_2ld) толщи. Подчиненно развитые лавы и туфы андезито-дацитов, дацитов и липарито-дацитов фиксируются внутри разреза вариолитов, тяготея к реликтам палеовулканических сооружений. Дайки, силлы базальтоидов и кислых пород распространены среди полей вулкаников соответствующего состава. Колчеданное оруденение наложено на верхнюю половину разреза контрастной формации. В районе месторождения Юбилейного спилито-вариолитовая толща погребена под пирокластическими образованиями базальт-андезито-базальтовой формации ($D_1 - D_2e$) [Кривцов, 1979; и др.].

М а к а н - Г а й с к а я п о д з о н а

В Маканском рудном районе вулканы непрерывной формации перекрыты пирокластами базальт-андезито-базальтовой формации и более поздними накоплениями улутауской свиты (D_2gv). Поздние стадии колчеданной минерализации наложены на позднюю липарито-дацитовую тол-

щу непрерывной формации. Возраст заключительной барит-полиметаллической минерализации на основании геологических соотношений определяется как раннеживетский [Кривцов, 1979; и др.].

Тубинско-Баймакская подзона

В районе Тубинской группы месторождений развита непрерывная формация (базальтовая и более поздняя дацитовая толщи). Последняя перекрывается вулканитами обломочных фаций прендыкской свиты. Наиболее поздние стратиграфические подразделения здесь представлены мукасовским горизонтом (D_3fr) и зилаирской свитой ($D_3fm - C_{1t}$). Оруденение накладывается на разные горизонты непрерывной формации, а также на субвулканитские тела кислого состава. Для оруденения этой зоны в отличие от других характерно широкое развитие барит-полиметаллической минерализации, наличие молибденовых проявлений [Бородаевская и др., 1973; Кривцов, 1979; и др.].

Восточно-Магнитогорская эвгеосинклиналь

Верхнеуральская подзона

Формации натровой базальтоидной серии: базальтовая ($S_2ld - D_1$), липарит-базальтовая (D_2e), базальт-андезит-дацит-липаритовая (D_2gv), базальт-андезито-базальтовая (D_3fr). Колчеданное оруденение проявлено преимущественно в связи с вулканитами контрастной формации. Позднее (конец франского века) формируется трахилипарит-базальтовая формация, в связи с которой колчеданное оруденение не обнаружено [Ширай, Агеева, 1970; Бородаевская и др., 1973; Кривцов, 1979].

Колчеданные месторождения, приуроченные к девонским контрастной или непрерывной формациям, есть и в других зонах Восточно-Магнитогорской эвгеосинклинали: Домбаровской, Ащебутацкой, Джусинской и др. [Кривцов, 1979]. Здесь также, за исключением случаев выпадения отдельных частей разреза, сохраняется общая последовательность базальтоидов натривой серии. Начиная с франского времени в Магнитогорском мегасинклинории формируются колтубанская (D_3fr), зилаирская ($D_3fm - C_{1t}$), березовская ($C_{t_2} - v_1$) и другие свиты [Прокин, 1977]. Вулканиты березовской свиты относятся к трахилипарит-базальтовой формации и распространены в восточных частях мегасинклинория. Близкие к ним по возрасту (C_1) и по составу интрузии магнитогорского комплекса несут промышленное железное оруденение скарного типа [Ферштатер, 1966].

В тектоническом плане верхнедевонско-нижнекарбовые образования Магнитогорского прогиба классифицируются либо как позднегеосинклинальные [Сергиевский, 1971], либо как орогенные [Червяковский, 1972].

Таким образом, в пределах Магнитогорского мегасинклинория, исходя из соотношений вулканизма и оруденения, а также с общих геологических позиций можно выделить в целом два этапа (рис. 5). Первый этап — этап формирования натривой серии базальтоидного вулканизма с идеальной последовательностью формаций: базальтовая → контрастная → непрерывная → базальт-андезито-базальтовая [Кривцов, 1979], причем колчеданоносными являются контрастная и непрерывная. Второй этап соответствует образованию безрудной андезито-базальтовой (с подчиненным развитием трахитовых и трахидацитовых порфиров) формации (D_3fr) [Прокин, 1977], а также более поздней трахилипарит-базальтовой формации и по последним данным $C_{1t_1} - v_1$ [Червяковский, 1978] железноносному магнитогорскому комплексу (C_1). Ни вулканиты верхнего девона, ни тем более

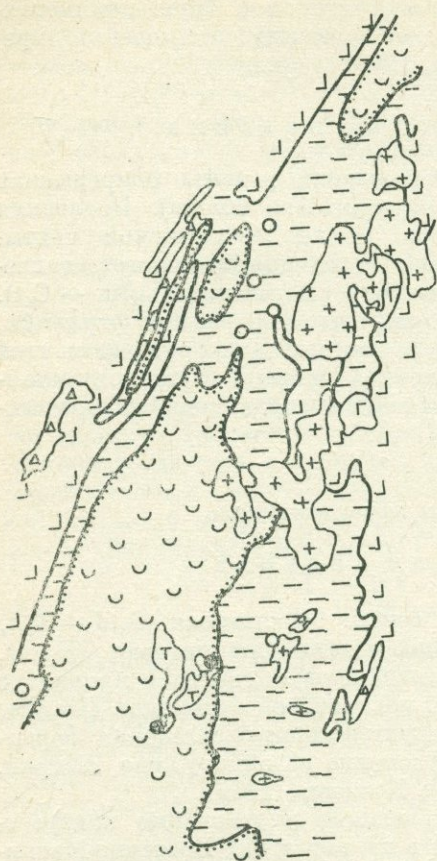


Рис. 5. Структурная схема Магнитогорского прогиба Урала (геологическая основа по геологической карте Урала м-ба 1 : 1 000 000 [Геология СССР, т. XII, 1969]. Усл. обозн. см. к рис. 6.

Базальтоидные вулканы геосинклинального этапа по возрасту — ордовикские, низщелочные базальтоидно-кислые — силурийско-среднедевонские; базальтоидно-салические вулканы повышенной щелочности орогенного этапа — верхнедевонско-нижнекарбонные.

образования трахилипарит-базальтовой формации не несут колчеданного оруденения.

Тагильский мегасинклинорий

В период с ордовика по ландоверийский ярус нижнего силура происходило накопление песчано-сланцевых и вулканогенных толщ базальтоидного состава (тельпосская, польнская, выйская, билимбаевская и другие свиты). Формируется безрудная базальтовая формация. В венлоке — нижнем лудлове, а в Красноуральской зоне с верхней половины

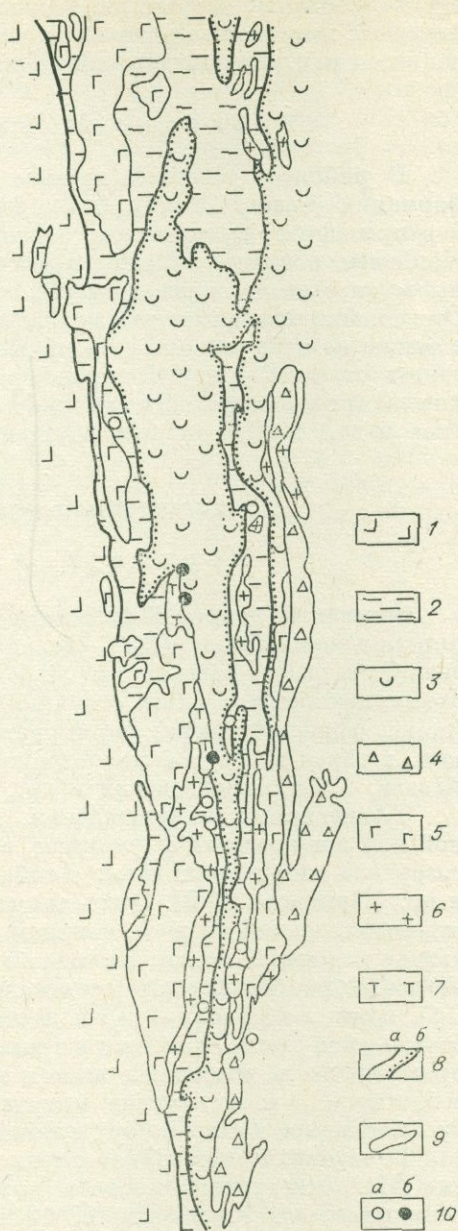


Рис. 6. Структурная схема Тагильского прогиба Урала (геологическая основа по геологической карте Урала [Геология СССР, т. XII, 1969].

1—2 — отложения геосинклинального этапа: 1 — ордовикские с вулканитами базальтоидного состава, 2 — ордовик-силурийские с низщелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 3 — отложения орогенного этапа с верхнесилурийско-девонскими базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 4 — гипербазиты; 5 — габброиды; 6 — гранитоиды; 7 — сиениты; 8, а — граница между отложениями с геосинклинальными вулканитами базальтоидного и базальтоидно-кислого состава, 8, б — то же, геосинклинального и орогенного этапов; 9 — прочие геологические границы; 10 — месторождения колчеданных (а) и магнетитовых (б) руд.

ландовери отложилась мощная толща осадочных и вулканогенно-осадочных пород (красноуральская, кабанская, голянская, именовская свиты). Вулканиды отвечают вначале колчеданоносной непрерывной ($S_1ln_2 - S_2ld$), а затем безрудной базальт-андезит-базальтовой формации ($S_1w_2 - S_2ld_1$). В связи с непрерывной формацией известен целый ряд колчеданных и колчедано-полиметаллических месторождений (Кабанские, Красноуральские, им. III Интернационала, Валентроское, Волковское, Меднорудянского и др.).

Наконец, с верхнего лудлова по нижний девон включительно (а в Краснотурьинском районе — до эйфеля) накапливались осадочно-вулканогенные толщи, эффузивные породы в которых представлены базальтоидами повышенной щелочности (ряда трахибазальт — трахиандезит) и трахитами (турьинская, краснотурьинская, взвозная, бандейская, лайская свиты). Последние образования рассматриваются как орогенные или позднегеосинклинальные. С плутоническими породами этого этапа, имеющими возраст $S_2 - D_1$ или D_2 , связаны скарново-железорудные месторождения Тагило-Кушвинской группы. Колчеданные месторождения неизвестны [Соболев, 1963; Геология СССР, т. XII, 1969; Червяковский, 1972; Каретина, 1978; Кривцов, 1979; Магматические формации..., 1979]. Таким образом, и в данной структуре выделяются два соответствующих этапа с разнотипным оруденением и также в раннем этапе сложным колчеданоносным формациям предшествуют простые базальтоидные безрудные (рис. 6).

Мугоджары

В Мугоджарах наблюдается такая же последовательность магматической деятельности. Наиболее древними из каледонских здесь являются силурийские толщи спилитов и диабазов (актогайская, мугоджарская и куркудукская свиты). Общая мощность этих свит достигает 7 км, они практически нацело сложены лавами базальтоидов; значительно меньше развиты пирокластолиты указанных пород. Выше по разрезу выделяется силуру-нижнедевонская толща порфиритов, диабазов, туфов и кварцевых альбитофиров (мильгашьинская свита) и среднедевонская андезит-дацитовая толща (мийская свита). Состав указанных свит более пестрый, чем предыдущих: в них, кроме лавовых образований, картируются в значительных объемах пирокластолиты, вулканогенно-осадочные породы, кремнистые и другие сланцы. Мощность описанных отложений достигает 2000 м. В связи с силуро-девонскими вулканидами известны месторождения медно-колчеданного типа, а также небольшие скарновые магнетитоколчеданные месторождения, сходные по особенностям сульфидной минерализации с медноколчеданными.

Следующий этап магматической деятельности в Мугоджарах отвечает по времени нижнему карбону (турне — намюр). В это время формировались диабаз-альбитофировая и диабаз-порфиритовая вулканогенные ассоциации, толщи терригенно-обломочных пород, известняков, угленосных отложений. Рудоносность магматических пород этого времени, с которыми в Магнитогорском прогибе известны богатейшие концентрации железа, в Мугоджарах понижена. Как и в предыдущих структурах, накопления второго этапа почти повсеместно отделены от раннего крупным стратиграфическим несогласием [Билибина, 1963; Грешнер, 1963; Абдулин, 1969].

Тургайский прогиб

Каледонский вулканизм начался здесь в поздневенлокско-лудловское время, когда происходили излияния спилито-диабазовых лав и частично кератофиров. Мощность вулканогенных образований указанного

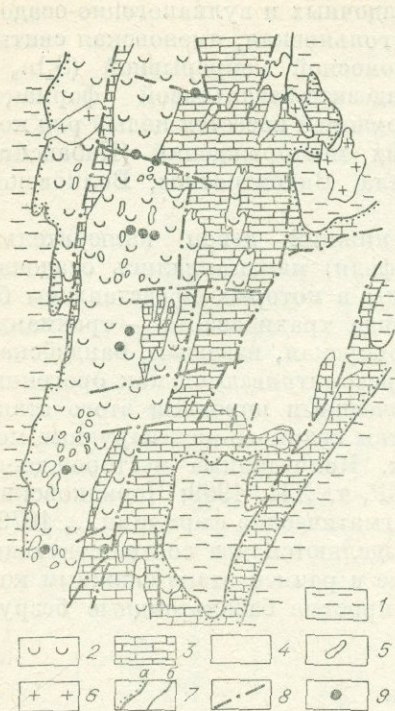


Рис. 7. Структурная схема Тургайско-го прогиба (геологическая основа по геологической карте Тургайского прогиба [Геология СССР, т. 34, 1971]).

1 — силурийско-среднедевонские отложения с вулканитами геосинклинального этапа (базальтоидными и низщелочными базальтоидно-кислыми); 2 — верхнедевонско-нижнекарбовые отложения орогенного этапа с базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 3 — нижнекарбовые карбонатные породы; 4 — мезозойские вулканиты; 5 — габброиды; 6 — гранитоиды; 7, а — граница между отложениями геосинклинального и орогенного этапов, 7, б — прочие границы; 8 — разрывные нарушения; 9 — месторождения магнетитовых руд.

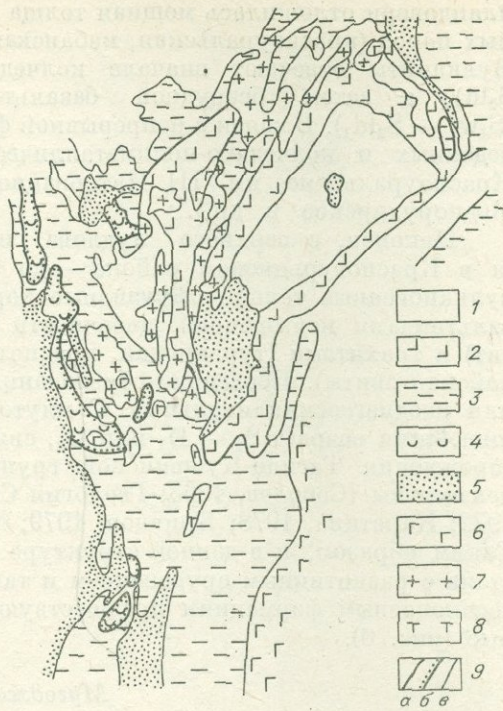


Рис. 8. Структурная схема Севера Урала (по Б. А. Голдину и др. [Вулканические комплексы..., 1973]).

1 — протерозойско-нижне-среднерифейский метаморфический комплекс; 2—3 — отложения геосинклинального этапа; 2 — верхнерифейские с вулканитами базальтоидного состава, 3 — верхнерифейско-нижнекембрийские с низщелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 4 — отложения орогенного этапа с венд-кембрийскими базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 5 — отложения ордовика; 6 — габброиды; 7 — гранитоиды; 8 — сдвиги; 9, а — граница между отложениями с геосинклинальными вулканитами базальтоидного и базальтоидно-кислого состава, 9, б — то же, геосинклинального и орогенного этапов, 9, в — прочие границы.

времени 900—1200 м. Вулканиты относятся к «диабазо-спилитовой формации».

Далее, в лудлове и раннем — среднем девоне ведущая роль в осадконакоплении принадлежит осадочному литогенезу; происходит отложение известняков, терригенных, вулканотерригенных пород. В это же время шло накопление эффузивов: в позднем лудлове — базальтоидов, в раннем девоне — пород кислого состава, в эйфеле — вновь базальтоидов. Мощность вулканогенных толщ достигает 2000 м. С силурийскими вулканитами связаны небольшие колчеданные месторождения.

Следующий этап вулканической деятельности в регионе начинается в конце позднего девона (фаменский ярус) и продолжается до конца раннего карбона (намюр). К этому времени приурочено формирование так называемой валериановской серии, в составе которой, кроме вулканитов, значительные мощности приходятся на долю карбонатных и вулканогенно-осадочных пород. Эффузивы здесь представлены лавами и пирокластитами лейкократовых базальтоидов и реже — альбитофиров и кварцевых порфиров. Мощность валериановской серии 2500 м. С вулканоплутоническим комплексом раннекарбового возраста (II этап) связаны крупнейшие из

геосинклинальных скарново-магнетитовые месторождения Валериановской зоны (Соколовское, Сарбайское, Давыдовское, Алешинское и др., рис. 7) [Геология СССР, 1971; Дымкин, 1962, 1966, 1970; Мазина, Ксенофонов, 1963].

Приполярный Урал

Начальная стадия развития эвгеосинклинального прогиба датируется ранним — средним рифеем. В это время был сформирован верхнекожимский метадиабазовый комплекс. Эффузивы комплекса участвуют в сложении пуйвинской и шокурьинской свит, где они ассоциируют с метаморфизованными аргиллитами, карбонатными породами, конгломератами. Мощность свит составляет 1200 м, на долю вулканитов приходится менее половины мощности (рис. 8).

На следующем этапе, в позднерифейско-раннекембрийское время произошло накопление вулканитов манарагского метадиабазового и талдинского липаритового комплексов. Эффузивы картируются в составе маньпшской свиты, которая содержит кроме эффузивов и их туфов также доломиты, кварц-карбонатные породы, метаморфические сланцы. Мощность свиты 800—1500 м, вулканиты в ней преобладают. С вулканогенными образованиями рифея связаны проявления барит-галенитовой, сфалерит-галенитовой, галенит-сфалерит-флюоритовой и пирит-пирротин-сфалеритовой и других минеральных ассоциаций (истоки р. Манараги, руч. Канкан-Вож; Ханды-Шорское, Лапча-Вожское и другие рудопроявления).

На заключительном, орогенном, этапе после значительного перерыва (венд — ранний кембрий) магматической деятельности был образован лорцемпейский трахиандезит-базальтовый комплекс (рис. 8). Время его формирования раннекембрийское либо ранне-среднекембрийское. Толщи, включающие вулканиты, представляют сложную ассоциацию лаво- и пирокластических пород, различных сланцев, песчаников конгломератов. Вулканиты в составе толщи мощностью 1000 м резко преобладают. С магматическими породами кембрия связаны гидротермально-метасоматические проявления гематит-магнетитовых руд [Вулканические комплексы..., 1973].

Складчатая область Малого Кавказа

Сомхето-Карабахская зона

Начало вулканической деятельности альпийского цикла относится к нижней юре (тоар, лейас). На фоне общего погружения региона и накопления толщ песчаников, конгломератов и алевролитов происходят излияния базальтоидов.

Мощная вулканическая деятельность фиксируется в среднеюрское время, когда сформировались базальт-андезит-дацитовая (аален-раннебайосского возраста в Алавердском районе и раннебайосская в других районах), позднебайосская андезит-базальт-липаритовая, а также батская андезит-базальтовая формации (рис. 9). С позднебайосской формацией связывается основное колчеданное и колчеданно-полиметаллическое оруденение (Алавердское, Шамлугское, Ахталское, Кафанское месторождения и др.). Вулканиты участвуют в сложении дебечайской, кошабертской рудоносной и шихтахской свит. Кроме лав, пирокластолитов и вулканогенно-осадочных пород в составе свит картируются аркозы, полимиктовые терригенные породы, глинистые сланцы, известняки. Однако они составляют незначительную долю почти в трехкилометровой толще отложений (см. рис. 9).

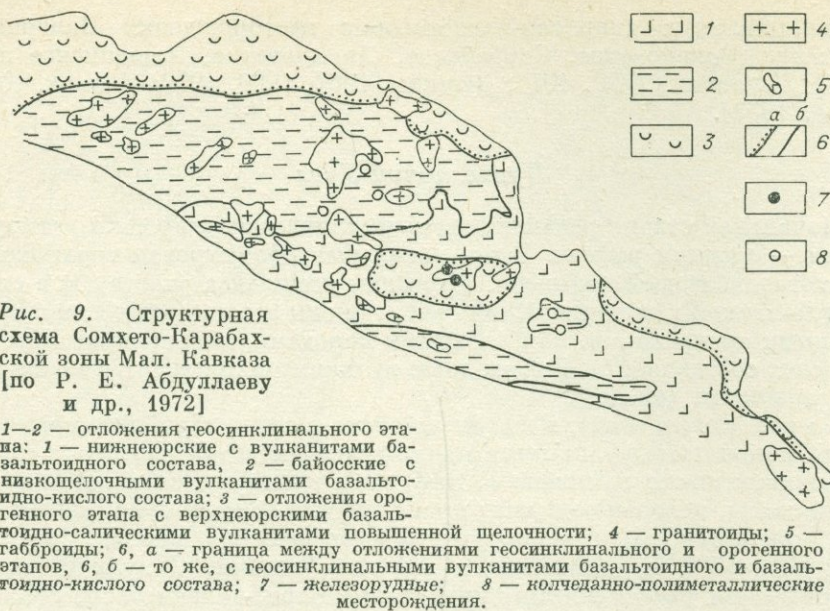


Рис. 9. Структурная схема Сомхето-Карабахской зоны Мал. Кавказа [по Р. Е. Абдуллаеву и др., 1972]

1—2 — отложения геосинклинального этапа: 1 — нижнеюрские с вулканитами базальтоидного состава, 2 — байосские с низкощелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 3 — отложения орогенного этапа с верхнеюрскими базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 4 — гранитоиды; 5 — габброиды; 6, а — граница между отложениями геосинклинального и орогенного этапов, б — то же, с геосинклинальными вулканитами базальтоидного и базальтоидно-кислого состава; 7 — железорудные; 8 — колчеданно-полиметаллические месторождения.

Следующий этап вулканической деятельности приходится на верхнюю юру, когда в районе произошло накопление полукилометровой толщи пород, представленных аркозовыми и полимиктовыми песчаниками, конгломератами, порфиритами, их туфами и брекчиями, дацитовыми порфиритами и их производными. Вулканы относятся к базальт-андезит-дацитово-формации. Отмечается повышенная щелочность базальтоидов. Позднее, в нижнем мелу формируются интрузивы дашкесанского комплекса с одноименным скарново-магнетитовым месторождением [Кашкай, 1965, 1976; Мкртчян и др., 1968; Шинулин, 1968; Сопко, 1971; Абдуллаев и др., 1972, 1977; Багдасарян, 1972, 1976; Колчеданные месторождения..., 1979]. Следовательно, и здесь устанавливается четкое двухэтапное развитие процессов магматизма определенного состава и соответствующего оруденения (см. рис. 9).

Севано-Акеринская зона

Собственно геосинклинальная стадия развития в Ширако-Севано-Акеринской зоне Мал. Кавказа начинается в верхнем мелу (сантон) формированием спилито-диабазовой формации. В это время произошло накопление 1,2—1,3-километровой мощности базальтоидов (в том числе и повышенно щелочных), а также их туфобрекчий и туфоконгломератов. В палеоцене, а также в нижнем и среднем эоцене накапливались мощные толщи (до 3 км) андезитов, андезито-дацитов, липаритов преимущественно в виде пирокластолитов с подчиненными лавами и экструзиями. В нижне-среднеэоценовых вулканитах сосредоточены колчеданно-полиметаллические месторождения Тандзут, Анкодзор, Антониевское, Сисмиаданское и др.

В верхнем эоцене, олигоцене и миоцене («в раннеорогенную стадию») в Лорийском и Тамбакском прогибах зоны формируются различные по составу толщи вулканитов: в первом случае — базальт-андезит-дацит-липаритового ряда, во втором — вулканиты щелочной серии (трахиандезит-фонолитовые эффузивы). Мощность вулканогенных толщ (они сложены лавами и пирокластолитами) достигает 1,5 км. С верхнеэоценово-миоценовыми магматическими породами связаны Разданское, Ахавнадзорское скарново-магнетитовые месторождения [Мкртчян, 1958; Багдасарян и др., 1972, 1976; Абдуллаев и др., 1972].

Алтае-Саянская складчатая область

Кондомский прогиб Кузнецкого Алатау

Формирование вулканогенных толщ в Кондомском прогибе Кузнецкого Алатау началось в верхнерифейско-вендское время. В этот период образовалась мощная толща базальтоидов повышенной щелочности, участвующих в сложении спасской и мунжинской свит. В обеих свитах базальты ассоциируют с кремнисто-карбонатными осадками. Однако если в спасской резко преобладают осадочные породы, то в мунжинской — наоборот, вулканогенные. Мощность эффузивных отложений в свитах достигает 2000 м, среди них лавы резко преобладают над пирокластами и вулканогенно-осадочными породами. В венде — начале нижнего кембрия в районе накапливались вулканиты липарит-базальтоидного комплекса, участвующие в сложении усть-анзасской свиты. Кроме эффузивных образований, картируются маломощные тела карбонатных пород и сланцев. Мощность свиты достигает 3 км. Среди венд-нижнекембрийских вулканитов известны незначительные медные рудопроявления.

В ранне-среднекембрийское время формируется трахит-трахибазальтоидный комплекс таштагольской и шалымской свит. Состав последних весьма пестрый: в них картируются разнообразные осадочные породы (в том числе карбонатные и терригенные), вулканогенно-осадочные (туфоалевролиты, туфоконгломераты, туфопесчаники), пирокластолиты и лавы. Часты пачки переотложенных вулканитов (граувакки, аркозы). Мощность свит достигает 3 км, причем на долю вулканитов и их производных приходится не менее 75%. С ниже-среднекембрийскими магматическими образованиями связаны скарново-железорудные месторождения (Шалым, Шерегеш, Таштагол и др., рис. 10) [Белюсов и др., 1969].

Восточный Салаир

В венд-раннекембрийское время сформировалась мощная толща базальтов, известная под названием «аламбайской свиты». Мощность свиты достигает 3200—3500 м. На долю базальтоидов и их обломочных производных (граувакк, туфов) приходится 50—60% мощности разреза; остальная его часть сложена известняками, различными сланцами, микрокварцитами, изредка — доломитами. Далее проявления вулканизма приходятся на раннекембрийское время, когда произошло накопление терригенно-эффузивного комплекса пород печеркинской свиты. Почти половина 2-километрового разреза этой свиты сложена вулканитами, остальная часть — преимущественно терригенными породами. Эффузивные образования представлены основными и кислыми разностями. Доля участия тех и других в сложении печеркинской свиты примерно одинакова. При этом в нижних частях разрезов картируются преимущественно базальтоиды, а в верхних — эффузивы кислого состава. Обычной формой нахождения базальтоидов является лавовая, а кислых пород — пирокластическая и в виде аркозов. С нижекембрийской печеркинской свитой связаны колчеданные месторождения и рудопроявления Северо-Восточного рудного поля (рис. 11).

Следующий этап эффузивной деятельности в регионе охватывал средне-верхнекембрийское время. В этот период накапливался мощный (3000 м) и сложный комплекс морских отложений, представленных в основном молассовыми и флишоидными отложениями, среди которых встречаются пачки вулканитов (бачатская, орлиногорская свиты). Насыщенность разрезов вулканитами в общем невелика, хотя встречаются пачки, на 40% сложенные лавами базальтоидов. Широ развиты граувакки, туфобрекчии и туфы

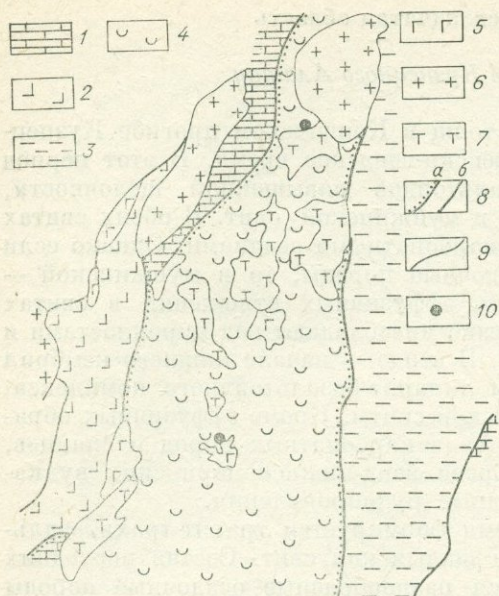


Рис. 10. Структурная схема Кондомского прогиба Кузнецкого Алатау (составил О. И. Никонов по материалам ЗСГУ).

1 — рифейские карбонатные образования; 2—3 — отложения геосинклинального этапа: 2 — верхнерифейско-вендские с вулканитами базальтоидного состава, 3 — венд-нижнекембрийские с низкощелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 4 — отложения орогенного этапа с ниже-среднекембрийскими базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 5 — габброиды; 6 — гранитоиды; 7 — сиезиты; 8, а — граница между отложениями геосинклинального и орогенного этапов; 8, б — то же, с геосинклинальными вулканитами базальтоидного и базальтоидно-кислого состава; 9 — прочие границы; 10 — железорудные месторождения.

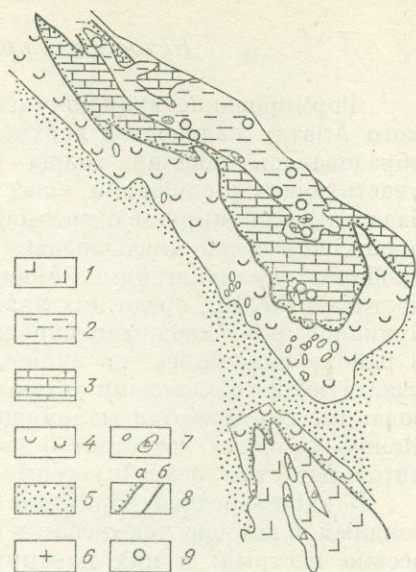


Рис. 11. Структурная схема северо-востока Салаира (по Н. И. Овсяникову).

1—2 — отложения геосинклинального этапа: 1 — верхнерифейско-вендские с вулканитами базальтоидного состава, 2 — нижнекембрийские с низкощелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 3 — нижнекембрийские известняки; 4 — отложения орогенного этапа с базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 5 — средне-верхнекембрийские вулканогенно-осадочные породы; 6 — гранитоиды; 7, а — габброиды; 7, б — гипербазиты; 8, а — граница между отложениями орогенного и геосинклинального этапов, 8, б — прочие границы; 9 — месторождения и проявления колчеданно-полиметаллических руд.

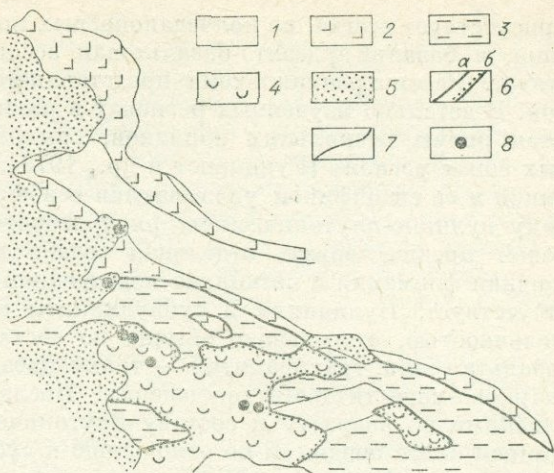
тех же пород. Кислые вулканиты встречаются в виде внутриформационных обломков. С подстилающей нижекембрийской серией фиксируется стратиграфическое несогласие. Скарново-магнетитовое оруденение здесь не известно, хотя с вулканитами последнего этапа установлены многочисленные магнитные аномалии [Белоев и др., 1969; данные В. В. Бессоненко, Н. И. Овсянникова].

Сисим-Казырский синклиорий Восточного Саяна

Как и во всех предыдущих случаях, в Сисим-Казырском, или Кизир-Казырском, синклиории Восточного Саяна выделяются два крупных этапа вулканической деятельности, когда сформировались различные по составу вулканогенные комплексы. На первом этапе, в верхнем рифее, произошло становление диабазовой формации, образования которой представлены исключительно эффузивами основного состава. Рассматриваемые породы включаются обычно в состав кувайской свиты. В этом стратиграфическом подразделении, мощность которого достигает 3 км, вулканиты чередуются с метаморфическими (хлорит-эпидот-актинолитовыми и другими) сланцами. В нижнем кембрии накапливались эффузивы спилито-альбитофировой формации (спилиты, кварцевые, бескварцевые альбитофиры, диабазовые порфириды). Эти породы залегают среди очень пестрых по составу отложений (колчинская, тарбатская свиты). Они ассоциируют с различными сланцами, а также с алевролитами, песчаниками, конгломе-

Рис. 12. Структурная схема Сисим-Казырского прогиба Вост. Саяна [по А. Д. Шелковникову, 1965].

1 — метаморфические образования протерозоя; 2—3 — отложения геосинклинального этапа: 2 — рифейские с вулканитами базальтоидного состава, 3 — венд-нижнекембрийские с низкощелочными вулканитами базальтоидно-кислого состава; 4 — отложения орогенного этапа со средне-верхнекембрийскими базальтоидно-салическими вулканитами повышенной щелочности; 5 — девонские вулканиты; 6, а — граница между отложениями с геосинклинальными вулканитами базальтоидного и базальтоидно-кислого состава, б, б — то же, геосинклинального и орогенного этапов; 7 — прочие границы; 8 — железорудные месторождения.



ратами, карбонатными породами. Мощность осадочно-вулканогенных накоплений достигает 5 км. Колчеданосных проявлений в указанных вулканитах не отмечено.

В нижнем — среднем кембрии (а по некоторым данным и в верхнем) в регионе сформировалась андезит-дацитовая формация. Эффузивы этой формации входят в состав осиповской, казырской, витебковской свит. Кроме вулканитов, в свитах картируются молассовые и флишеподобные отложения, известняки. С plutonic образованиями, близкими по составу и возрасту к вулканитам этого этапа, связаны магнетитовые месторождения (рис. 12) Таят-Табратской, Ирбинской и Краснокаменской групп [Шелковников, 1965; Зубкус, Шнейдер, 1964; Дымкин, Мазуров, 1975; Мазуров, 1979].

Достаточно подробную характеристику отдельных типовых районов колчеданного и железного оруденения мы приводим с целью показать определенную закономерность в локализации магматических образований в процессе развития эвгеосинклинальных зон. Отчетливо фиксируются прежде всего два крупных этапа проявления магматизма и сопряженного оруденения, грубо соответствующих, вероятно, раннегеосинклинальной и более поздней — раннеорогенной, орогенной стадиям становления эвгеосинклиналей. В первый этап формируются существенно натриевые и низкощелочные формации, во второй — формации повышенной калиевоности (хотя в основе своей также натриевые) и щелочности. С первыми связано мощное колчеданное оруденение, со вторыми — железное, преимущественно скарново-магнетитовое. При этом в распределении оруденения имеются свои особенности. Как следует из описания конкретных районов, первый этап начинается всегда простой базальтовой ассоциацией. Проявления колчеданного оруденения отсутствуют. Позднее без существенного перерыва формируются сложные липарит-базальтовая («контрастная») и липарит-дацит-андезит-базальтовая («непрерывная») вулканические ассоциации, с которыми и связывается основная масса колчеданного оруденения. Оруденение накладывается на вулканогенные напластования, тяготея к зонам максимального развития субвулканических образований. Важно подчеркнуть, что в отдельных регионах устанавливаются отчетливые петрохимические различия (по TiO_2 , K_2O) базальтоидов простой базальтовой ассоциации и базальтоидов более поздних сложных ассоциаций [Язева и др., 1978]. С проявлениями собственно plutonic фаций ассоциирует слабая жильная или вкрапленная сульфидная минерализация. Заканчивает первый этап базальт-андезитобазальтовая формация без колчеданного оруденения в некоторых зонах. В описанных регионах только наиболее ранняя базальтовая ассоциация

присутствует всегда, из колчеданосных может проявиться какая-нибудь одна, а базальт-андезито-базальтовая ассоциация также нередко отсутствует. Рассмотренная схема представляется достаточно генерализованной. В детально изученных регионах в рамках этой общей схемы выделяются ритмы нескольких порядков, синхронные и несинхронные в разных зонах региона [Рундквист и др., 1978]. При этом с выявленной ритмикой и ее спецификой увязываются особенности металлогении. Рудоносному вулканоплутоническому ряду второго этапа в некоторых случаях может предшествовать отдельная «слабо дифференцированная» базальтоидная формация с несколько повышенной щелочностью, обычно же она отсутствует. Вулканиды и субвулканиды с повышенной калиево-щелочностью, отвечающие обычно по составу трахилипаритам — трахибазальтам или трахидацитам — трахиандезитам, сами по себе не несут скарново-магнетитового оруденения. Последнее формируется в связи с близкими по возрасту и составу плутоническими ассоциациями, являющимися более поздними по отношению к субщелочным вулканидам и субвулканидам. Более детально железозносные плутонические ассоциации рассмотрены в следующей главе, а пока остановимся на некоторых иных случаях локализации колчеданного оруденения.

ДРУГИЕ ПРИМЕРЫ АССОЦИАЦИЙ И ЛОКАЛИЗАЦИИ КОЛЧЕДАННОГО И КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Выше шла речь о структурно-формационных зонах с определенной последовательностью развития магматизма и о связи колчеданно-полиметаллического и скарново-магнетитового оруденения с определенными по времени проявления и составу магматическими образованиями. Однако далеко не все известные месторождения указанных генетических типов располагаются в пределах структурно-формационных зон с полным магматическим мегаритмом; многие из них приурочены к структурным единицам, в пределах которых проявлены не все из выделенных ранее этапов магматической деятельности. Ниже рассматриваются примеры месторождений в зонах с неполным магматическим мегаритмом.

Вулканическая ассоциация (e_1) Еравнинского рудного поля (Саяно-Байкальская горная область, Удино-Витимская геосинклинальная подзона салаирской консолидации). В период салаирского цикла тектогенеза в пределах подзоны проявился обычный средний и кислый вулканизм, сформировалась андезит-дацитовая формация в составе олдындинской свиты нижнего кембрия. Предшествующих этой формации и следующих за ней вулканидов салаирского времени в пределах рассматриваемой структуры не известно. Полиметаллические месторождения рудного поля (Озерное и др.) приурочены к так называемому Еравнинскому ксенолиту вулканогенно-осадочных пород олдындинской свиты, залегающему среди гранитоидов среднепалеозойского интрузивного комплекса. Рудоносными являются вулканиды олдындинской свиты, имеющей мощность 1500—1700 м и состоящей на 70% из вулканидов, 10% вулканогенно-осадочных пород и 20% осадочных образований — преимущественно карбонатных [Васильев, 1977; Гордиенко и др., 1978].

Риолит-дацит-базальтовый комплекс (e_1) северо-востока Тувы (Улугойский, Ондумский прогибы) включает вулканиды туматтайгинской и согласно залегающей на ней тапсинской свит нижнего кембрия. Туматтайгинская свита на 85—95% сложена вулканогенными породами. На значительной части Улугойской зоны она имеет трехчленное строение. Нижняя толща (1500—2000 м) повсеместно представлена базальтовыми порфиритами с подчиненным количеством вулканидов кислого состава (7—15%). Средняя и верхняя толщи (1000—1500 м) характеризуются ши-

роким по основности — кремнекислотности набором вулканогенных пород. В тапсинской свите, имеющей мощность 1500—3000 м, вулканиты занимают около 50% объема. Среди осадочных и вулканогенно-осадочных пород в этих свитах присутствуют известняки, известковистые туффиты, агломератовые и псефитовые туфы, яшмоиды, кремнистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники. Широко развиты различные по составу субвулканиты. Колчеданно-полиметаллическое оруденение (месторождения Дальнее, Казыл-Таш, Кызыл-Таштыг) парагенетически связано с нижнекембрийскими вулканитами Улугойского прогиба [Агентов, Кудрявцев, 1964; Лапин, 1968, 1970; Волков, Лапин, 1970; Бухаров, 1974; Зайков, 1976].

Вулкано-плутоническая ассоциация (O₃) Акбастау-Кусмурунского района (Центр. Казахстан). Колчеданные месторождения (Акбастау и Кусмурун) локализованы среди верхнеордовикских пород, собранных в антиклинальную складку, на крыльях которой выходят силурийские осадочные образования. Промышленное оруденение приурочено к нижним двум третям разреза вулканогенно-осадочных отложений (к нижней порфиритовой и средней эффузивно-пирокластической толщам). Первая из этих толщ представлена частым переслаиванием лав кислого состава и базальтоидов; в верхних частях ее преобладают пирокластолиты и вулканогенно-осадочные породы. Средняя толща сложена преимущественно пирокластолитами и маломощными горизонтами базальтоидов. Рудные тела локализованы по всему разрезу толщ и приурочены к пачкам пирокластолитов и вулканогенно-осадочных пород. Рудоносными магматическими породами Акбастау-Кусмурунского рудного поля считаются отмеченные выше вулканиты и образования Кусмурунского массива кварцевых диоритов [Каипов, Каюпов, 1971; Царев, 1978].

Базальт-липаритовая (эйфельско-нижнеживетская), базальт-трахилипаритовая (верхнеживетско-франская), андезит-дацитовая (фаменская) формации Рудно-Алтайской структурно-формационной зоны. Рудно-Алтайская структурно-формационная зона в среднем палеозое (во время образования руд и рудоносных толщ) представляла собой вторичную геосинклинальную систему, заложенную на допалеозойском и раннепалеозойском складчатом основании. Главные рудоносные магматические породы в районе датируются эйфельско-франским временем и относились обычно к кварц-кератофировой формации. По последним данным разделяются на базальт-липаритовую и базальт-трахилипаритовую формации. С этими формациями связано колчеданно-полиметаллическое оруденение рудных узлов: Зыряновского, Лениногорского, Змеиногорского, Рубцовско-Таловского и др. Оруденение разнообразно по типам минерализации. Так, в Змеиногорском районе выделяются барит-полиметаллическая, полиметаллическая и колчеданно-полиметаллическая подформации колчеданно-полиметаллической рудной формации (рис. 13).

Эффузивные образования расчленяются на ряд свит, причем для каждого рудного узла существует, как правило, своя стратиграфическая схема. В Алейском антиклинории выделяются (снизу вверх) березовская, шишуновская (таловская), давидовская (локтевская), каменевская и снежиревская свиты. В сводных стратиграфических колонках они укладываются во временной интервал от эйфеля до франа. Суммарная мощность их достигает 3—4 км. Главная роль в кварц-кератофировой формации принадлежит лавам и пирокластолитам кислого состава, достигающим 70—80% объема вулканических пород. Подчиненное значение имеют базальтоиды и их туфы. По всему разрезу наблюдаются прослои вулканогенно-осадочных пород, известковистых и углистых алевролитов. Широко развиты различные субвулканические образования.

Андезит-дацитовая формация фамена (пихтовская свита) сформирова-

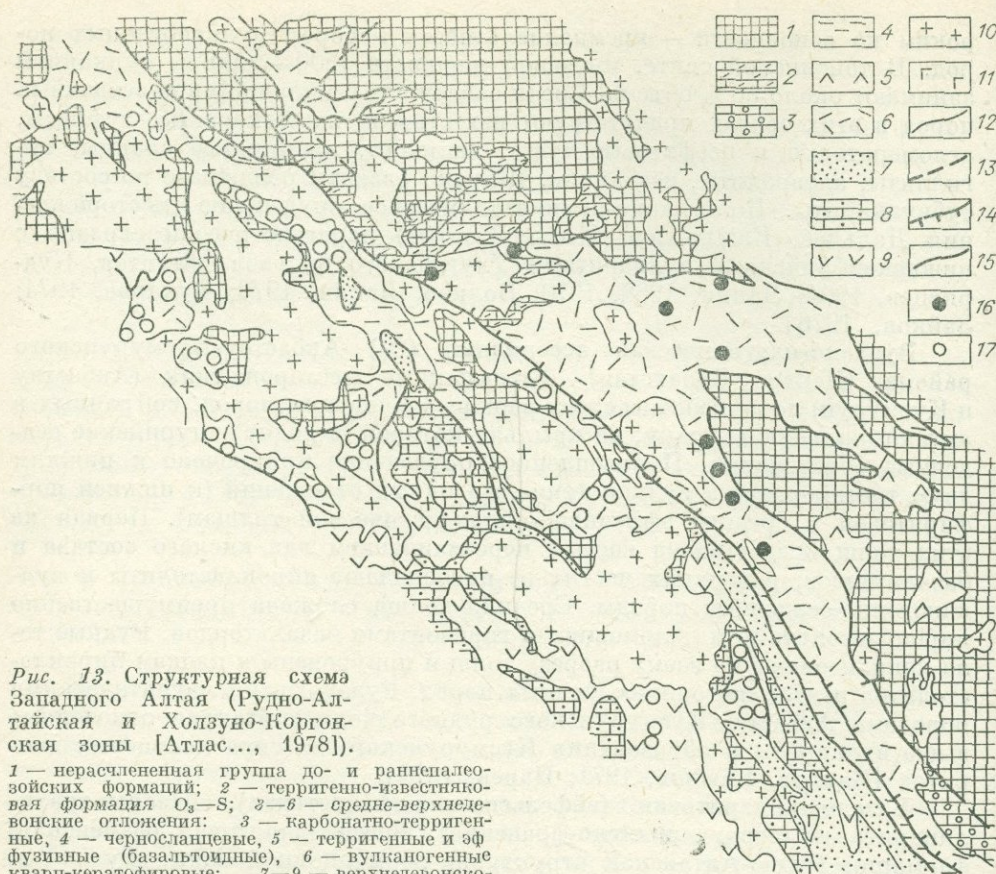


Рис. 13. Структурная схема Западного Алтая (Рудно-Алтайская и Холзуно-Коргонская зоны [Атлас..., 1978]).

1 — нерасчлененная группа до- и раннепалеозойских формаций; 2 — терригенно-известняковая формация O_3-S ; 3—6 — средне-верхнедевонские отложения: 3 — карбонатно-терригенные, 4 — черносланцевые, 5 — терригенные и эффузивные (базальтоидные), 6 — вулканогенные кварц-кератофировые; 7—9 — верхнедевонско-нижнекарбоновые отложения: 7 — флишoidные, 8 — карбонатно-терригенные, 9 — вулканогенные (андезито-дацитовые и базальтоидные); 10 — гранитоиды; 11 — габброиды; 12 — геологические границы; 13 — разрывные нарушения; 14 — граница Рудно-Алтайской и Коргоно-Холзунонской зон; 15 — граница между средне-верхнедевонскими и верхнедевонско-нижнекарбоновыми отложениями; 16 — железорудные; 17 — колчеданно-полиметаллические месторождения.

лась в позднегеосинклиналиную стадию и от никележащих отделена размывом, т. е. в рассматриваемом регионе фиксируются образования первого и второго этапов. Однако, как будет показано ниже, эта формация оказалась низкощелочной, что соответствует и типу ассоциированного оруденения, которое является колчеданно-полиметаллическим, хотя и не очень мощным. Кроме нее в это же время в регионе накапливались известняково-терригенные и флишoidные формации (бухтарминская, ульбинская, тургусунская и другие свиты) [Атлас..., 1978; Вулканогенные..., 1978; Кузнецов, 1964; Чернов, 1974; Кузубный, 1975; Филатов и др., 1979].

Вулканическая ассоциация (D_{2-3}) Северного Кавказа в составе колчеданоносных смирновской, кизилкольской (месторождения Худес, Бескесс, Быковское) и картджюрской (Депутатское, Урупское, Скалистое и другие месторождения) свит. Вулканы кислого и основного состава, с пирокластами, а также сланцами и филлитами [Демин и др., 1965; Скрипченко, 1966; Жамгоцев, 1969; Резников, 1980].

Вулканическая ассоциация (нижний — средний эоцен) Базумского хребта (Севано-Ширакская зона Кавказа) включает вулканический, субвулканический и интрузивный комплексы. Переслаивание основных, средних и кислых пород. Субвулканы в виде даек, штоков, силлов, куполов представлены преимущественно лшаритами, дацитами и их переходными разновидностями. Медноколчеданное, серноколчеданное, реже колчеданно-полиметаллическое оруденение (Тандзут, Анкадзор) наклады-

вается на вулканыты и субвулканыты. На основании данных калий-аргоновых датировок (42—49 млн. лет) устанавливается близость по возрасту, жерловых, субвулканических пород и колчеданного оруденения [Мурадян, 1969, 1971; Джрбашян, 1966].

Кроме перечисленных вулканических ассоциаций при характеристике химизма были использованы данные по другим регионам СССР, а также зарубежным объектам. А именно — колчеданоносные ассоциации вулканических поясов Канадского щита: архейская низкощелочная риолитоидно-субмелалапикритоидно-мелалапикрито-мелабазальтоидная метавулканическая ассоциация пояса Абитибид [Колчеданные месторождения..., 1979; Белоусов и др., 1981; Spence, Rosen-Spence, 1975; Riverin, Hodgson, 1980]; архейская низкощелочная риолитоидно-лейкобазальтоидная метавулканическая ассоциация группы Блэк-Ривер пояса Абитибид [Белоусов и др., 1981; Колчеданные месторождения..., 1979]; архейская низкощелочная риолитоидно-базальтовая (мезолейкобазальтоидная) метавулканическая ассоциация района Матагами, Квебек [Roberts, 1975; Белоусов и др., 1981]; архейская низкощелочная риолитоидно-базальтовая (мезолейкобазальтоидная) метавулканическая ассоциация поясов Йеллоунайф и Камерок, Канада [Белоусов и др., 1981]; архейско-раннепротерозойская риолитоидно-базальтовая метавулканическая ассоциация группы Каминак, район Спи-Лейк, Киватин [Белоусов и др., 1981]. Используются также данные по архейской риолитоидно-мелалапикрито-субмелалапикритоидно-мезобазальтовой метавулканической ассоциации района Барбертон, ЮАР [Колчеданные месторождения..., 1979; Белоусов и др., 1981]; по раннемезозойской низкощелочной риолитоидно-субмелалапикритоидно-базальтовой (мезолейкобазальтоидной) метавулканической ассоциации комплекса Троодос, Кипр [Колчеданные месторождения..., 1979; Белоусов и др., 1981]; эоцен-миоценовой риолитоидно-лейкобазальтоидной ассоциации островов Вити-Леву, Фиджи [Colley, Greenbaum, 1980; Белоусов и др., 1981]; раннепротерозойской дацит-лейкоандезитоидной метавулканической ассоциации хаутаваарской серии, Южная Карелия [Робонен, Светова, 1975; Серноколчеданные месторождения..., 1978; Белоусов и др., 1981]; миоценовому парамуширскому, миоцен-плиоценовому кунаширскому комплексам Курил [Сергеев, 1976].

При характеристике минералогии и химизма плутонических ассоциаций, сходных по составу и близких по времени формирования вулканическим колчеданоносным ассоциациям, использовались данные по нижнекембрийскому маинскому комплексу Западного Саяна [Смышляев, 1963; Поляков и др., 1978; данные Б. Ф. Налетова], ниже-среднедевонской габбро-плагиогранитной ассоциации Западных Мугоджар [Тельгузиев, 1969], нижнекембрийскому Тылинскому массиву Кузнецкого Алатау [Никонов и др., 1972], среднекембрийскому габбро-плагиогранитному канчингизскому и верхнеордовикскому диорит-плагиогранитному комплексам Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория, иртышской габбро-диорит-плагиогранит-гранитовой интрузивной серии намюрского возраста [Кузубный, 1975; Конников и др., 1977], орогенным тоналитам, плагиогранитам о-ва Фиджи [Colley, Greenbaum, 1980], плагиогранитам офiolитового комплекса Троодос на Кипре [Колман, 1979].

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ВКРАПЛЕННИКОВ ЛАВОВЫХ, ЭКСТРУЗИВНЫХ И СУБВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Характеристика минерального состава вкрапленников дается по данным их изучения в карамалыташской свите [Белянина, 1975; Фролова, Бурикова, 1977] баймак-бурибаевской, улутауской формаций [Фро-

лова, Бурикова, 1977], кремнекислых вулканитах спилито-кератофировой формации северной части Тагильского погружения [Каретина, 1978], субвулканических образованиях района месторождения им. III Интернационала [Гордеева, 1975], субвулканических образованиях района месторождений Анкадзор, Тандзут в Базумском хребте Кавказа [Мурадян, 1971, 1972], ордовикских колчеданосных вулканитах Казахстана [Каипов, Каюпов, 1971], улугойском риолит-дацит-базальтовом комплексе Тувы [Зайков, 1976], кембрийской спилит-кератофировой формации Западного Саяна [Велинский, 1968], кварц-кератофировой формации Рудного Алтая [Кузубный, 1975].

БАЗАЛЬТОИДНАЯ ГРУППА

Наиболее распространенными вкрапленниками являются плагиоклаз, клинопироксен, реже оливин, ромбический пироксен. В андезитах обычны выделения роговой обманки, реже биотита. Общее количество выделений в эффузивной фации до 30%, чаще 10—15%. Плагиоклаз в целом преобладает над пироксенами и другими выделениями. По составу отвечает № 40—60, реже № 65—80 в базальтах, № 32—55 — в андезито-базальтах, № 28—30, 34—36 — в андезитах. Выделяется несколько поколений вкрапленников, есть и зональные. Обычна альбитизация плагиоклаза. Клинопироксен: диопсид, авгит, геденберgit, пижонит. Акцессорные минералы представлены магнетитом (нередко в выделениях), сфеном, апатитом, реже титаномагнетитом. Субвулканические образования сходны с вулканитами по набору и составу выделений с тенденцией их увеличения в количественном отношении.

КИСЛАЯ ГРУППА

Характерны преобладающий плагиоклаз и уступающий ему по количеству кварц. Последний может и отсутствовать. Незначительно присутствуют пироксены, роговая обманка, биотит. Следует подчеркнуть практически полное отсутствие выделений калишпата. Последний иногда может появляться в субвулканитах, реже в лавах ассоциаций, сопровождающихся наряду с колчеданным и цинковым оруденением. Общее количество выделений до 30%, обычно до 15%, с тенденцией к увеличению в субвулканитах, где оно может достигать 45—50%, реже более. Плагиоклаз-альбит, олигоклаз-альбит, олигоклаз и андезин. Пироксен моноклинный и ромбический. По составу выделений между лавами и субвулканитами отмечается сходство. Акцессорные минералы: магнетит (нередко в выделениях) вместе с титаномагнетитом (достигающий концентраций кг/т — субвулканиты Базумского хребта), апатит, сфен, реже ильменит, рутил, анатаз.

Статистических данных по петрографии ассоциаций с полиметаллическим жильным и другим оруденением недостаточно, поэтому характеристика их вкрапленников не приводится.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ГРАНИТОИДОВ

Минеральный состав гранитоидов, сходных с колчеданосными вулканитами и завершающих сложные вулкано-плутонические ряды, рассмотрен на примере ассоциаций, уже ранее отмеченных (майский комплекс, иртышская серия и др.). За основу принята характеристика минерального состава гранитоидов Енисейского плутона и даны минералогические отличия от указанных выше комплексов. В гранитоидах плутона [Поляков и др., 1978] плагиоклаза присутствует до 20—70%, с по-

вышенной частотой встречаемости в интервале 40—60%, содержание кварца отмечено до 65%, с максимальной встречаемостью в пределах 25—50%. Для роговой обманки и биотита обычны содержания до 20% и 15% соответственно. По составу плагиоклаза гранитоиды делятся на три группы: 1) до № 15—20, 2) от № 15—20 до № 35—40, 3) с содержанием анортита от 35—40 до 60%. По описанию В. Н. Смышляева (1963), в наиболее распространенных плагиогранитах кварца содержится до 45—60%, плагиоклаза (№ 33—36 в выделениях, № 8—22 — в основной массе) — 47—48%, зеленой роговой обманки — 4%, биотита — 1%. В гранодиоритах в незначительном количестве появляется ортоклаз-пертит. Кроме биотит-роговообманковых разностей в заключительных фазах известны ограниченно развитые биотитовые плагиограниты. Акцессорные минералы представлены сфеном. Из двух образцов биотит-роговообманковых плагиогранитов нами были выделены биотиты на силикатный анализ (см. Приложение, табл. 2). Характерны средний уровень железистости биотита, устанавливающийся в пределах $F_{\text{общ}} = 75—76\%$, низкое содержание глинозема (12,5—13%), фтора (0,34%), сравнительно высокое содержание титана (3,54—3,58%). Практическим отсутствием биотита отличаются гранитоиды Тылинского массива [Никонов и др., 1972], а также гранитоиды нижне-среднедевонской плагиогранит-габбровой ассоциации Западных Мугоджар [Тельгузиев, 1969] от описанных выше гранитоидов Енисейского плутона. Особенностью мугоджарской ассоциации является рутил-гранат-ильменитовая (со сфеном, турмалином, лейкоксеном) ассоциация акцессорных минералов в амфиболовых плагиогранитоидах, а также наличие ортопироксен-амфиболовых плагиогранитоидов с акцессорным магнетитом (до 8%), апатитом, цирконом, сфеном. Гранитоиды иртышской серии [Конников и др., 1977; Марьин, 1979] отличаются от описанных биотитовым составом темноцветных минералов, присутствием незначительного количества калишпата, разнообразным составом акцессорных минералов, среди которых встречены: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, рутил, флюорит, турмалин, реже — ксенотим, анатаз, шеелит, касситерит, ортит, торит. Биотит гранодиоритов отличается низкой железистостью ($F_{\text{общ}} = 12\%$).

ПЕТРОХИМИЯ АССОЦИАЦИЙ С КОЛЧЕДАННЫМ, МЕДНО-КОЛЧЕДАННЫМ И МЕДНО-ЦИНКОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Петрохимические статистики приведены в табл. 70—94. Общей характерной особенностью этих образований является пониженная щелочность при наиболее резко пониженном содержании калия во всем ряду пород сложных ассоциаций.

БАЗАЛЬТОИДНАЯ ГРУППА

В преобладающих по сравнению с кислыми породами базальтоидах часто встречается низкощелочной уклон, зафиксированный в 15 из 24 ассоциаций, или 44—79% на совокупность, причем в 9 (21—56%) случаях отмечен умеренно низкощелочной уклон. В 3 (3,5—29%) ассоциациях проявился умеренно щелочной и в 1 (0,2—18%) — субщелочной. Последний относится к ассоциации района Барбертон. Базальтоиды всех ассоциаций принадлежат высоконатриевому (преобладают разности с $n > 75$) уклону, причем в 6 из них, или 11—43% на совокупность, ведущий уклон оказывается весьма высоконатриевым (преобладают разности с $n > 87,5$). По оценкам средних (см. таблицы) фиксируются весьма низкие (не более 1%) содержания калия. Характерен низкоглиноземистый уклон (18 случаев

Средний химический состав вулканогенных пород Западно-Магнитогорской эвгеосин-клинали [по А. И. Кривцову, 1979; и др.]

Породообразующие окислы	I		IIA		IIB				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	50,83	55,64	71,27	57,61	65,20	69,77	70,00	72,50	51,60
TiO ₂	1,56	0,57	0,36	0,57	0,58	0,39	0,40	0,40	0,73
Al ₂ O ₃	14,24	14,85	12,61	15,13	14,66	13,41	13,75	13,30	15,50
Fe ₂ O ₃	5,70	2,75	1,50	1,37	1,48	1,23	1,00	2,00	2,50
FeO	5,95	6,24	3,06	5,26	4,66	2,06	2,50	6,99	7,04
MgO	6,13	7,67	1,79	7,94	3,64	2,36	2,50	1,00	6,86
CaO	6,80	4,64	1,49	2,95	1,81	1,84	1,50	1,50	4,76
Na ₂ O	3,45	4,08	4,79	3,10	4,20	4,23	4,50	4,00	3,49
K ₂ O	0,70	0,41	0,61	0,71	0,76	1,10	1,00	1,50	0,87

Окончание табл. 70

Породообразующие окислы	IIB						III				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	52,79	58,75	64,52	68,10	70,81	70,44	55,93	55,07	63,09	70,03	61,50
TiO ₂	0,46	0,50	0,37	0,31	0,26	0,25	0,67	0,55	0,45	0,33	0,35
Al ₂ O ₃	13,38	14,58	14,57	13,09	12,78	13,04	15,38	15,19	14,98	13,86	14,38
Fe ₂ O ₃	2,03	3,25	1,72	1,79	1,49	1,42	2,12	2,28	2,35	1,27	2,02
FeO	5,62	6,26	5,06	7,79	3,92	6,54	3,79	6,54	3,00	2,16	6,77
MgO	8,90	5,10	2,77	1,17	1,39	1,36	5,46	7,14	3,08	0,73	3,83
CaO	6,21	3,41	1,99	2,02	1,46	1,50	4,37	6,17	3,36	1,34	4,88
Na ₂ O	3,52	3,96	4,49	6,30	5,39	4,92	4,65	3,66	4,02	3,40	3,00
K ₂ O	0,52	0,21	0,93	0,58	0,90	1,52	0,49	0,55	1,83	5,88	0,59

Примечание. I — Присагмарская зона: 1 — базальтовая формация, $n=10$; II — Тубинско-Гайская зона; IIA — Акъяр-Бурибайская подзона, контрастная формация: 2 — базальты, $n=95$; 3 — липариты, $n=33$; IIB — Макан-Гайская подзона, непрерывная формация, эффузивные фации: 4 — андезито-базальты, $n=20$; 5 — андезито-дациты, $n=39$; 6 — дациты и липарито-дациты, $n=219$; интрузивные фации: 7 — дацитовых порфиритов, $n=22$; 8 — липаритовых порфиритов, $n=26$; 9 — базальтовых порфиритов, $n=22$; IIB — Тубинско-Баймакская подзона, непрерывная формация, эффузивные фации: 10 — базальты, $n=19$; 11 — андезито-базальты, $n=38$; 12 — андезито-дациты, $n=45$; 13 — дациты и липарито-дациты, $n=42$; интрузивные фации: 14 — липарито-дацитовых и липаритовых порфиритов, $n=32$; 15 — липаритовых порфиритов, $n=41$; 16 — базальтовых порфиритов, $n=12$; III — Ирэндыкская зона: 17 — базальт-андезито-базальтовая формация, эффузивные и пирокластические фации, $n=62$; 18 — субвулканические тела, $n=22$; 19 — субщелочные субвулканические тела, $n=6$; 20 — субвулканические тела кварц-пироксеновых порфиритов, $n=13$.

Таблица 71

Петрохимический состав базальт-липаритовых ассоциаций Верхнеуральского района (I) и Блявинского рудного поля (II) [по А. И. Кривцову, 1975]

Петрохим. показат.	I		II		Петрохим. показат.	I		II	
	Б	Д+Л	Б	Д+Л		Б	Д+Л	Б	Д+Л
SiO ₂	47,0	75,0	49,0	73,0	<i>a</i>	8,6	11,0	9,6	11,4
TiO ₂	0,75	0,3	1,5	0,25	<i>c</i>	8,1	0,9	5,7	1,2
Al ₂ O ₃	16,5	12,5	15,0	12,0	<i>b'</i>	22,4	5,6	25,7	5,2
Fe ₂ O ₃	3,5	1,5	4,0	1,0	<i>f'</i>	43,6	16,8	36,6	50,5
FeO	6,0	2,45	6,0	2,0	<i>m'</i>	46,7	17,0	41,0	23,4
MgO	5,5	0,8	6,0	1,0	<i>c'(-a)</i>	9,6	-39,0	22,35	-26,2
CaO	7,5	0,8	9,0	1,0	<i>n</i>	85,7	94,2	96,3	94,2
Na ₂ O	3,0	5,0	4,0	5,0	<i>t</i>	1,3	0,3	2,3	0,2
K ₂ O	0,3	0,5	0,25	0,5	<i>Q</i>	-3,4	38,1	-5,5	+36,9

Примечание. Б — базальты, $n=55,73$; Д+Л — дациты и липариты, $n=32$, 83.

Таблица 72

Петрохимические статистики вулканической ассоциации бурибаевской свиты

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	56,91	3,55	73,85	2,97	a	7,8	2,1	10,3	2,7
TiO ₂	0,55	0,29	0,30	0,14	c	4,3	2,5	2,0	1,3
Al ₂ O ₃	16,47	1,68	12,71	1,36	b'	21,8	3,9	6,3	2,6
Fe ₂ O ₃	2,89	1,80	1,78	1,45	f'	35,4	10,3	49,1	14,1
FeO	7,19	1,43	2,49	1,06	m'	47,4	12,5	26,4	11,9
MnO	0,17	0,11	0,07	0,05	c'(-a')	-12,0	19,1	-12,9	26,8
MgO	7,66	2,35	1,32	0,73	n	88,3	13,2	86,3	10,7
CaO	4,20	2,55	2,14	1,80	φ	9,7	6,8	17,9	12,8
Na ₂ O	3,32	1,04	4,33	1,30	t	0,7	0,4	0,3	0,1
K ₂ O	0,61	0,61	0,92	0,62	Q	+3,3	7,1	+36,6	7,0
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,09	0,11	d	0,4	0,1	0,6	0,2
ΣFeO	9,78	1,99	4,09	1,46	F	42,6	9,8	64,7	12,1

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=19; 2 — кислая группа, n=22 [Нестоянова, 1963; Морковкина, 1964; Аржавитин, 1969; Фролова, 1973].

Таблица 73

Петрохимические статистики вулканитов карамалыташской свиты

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	54,06	3,86	72,81	3,25	a	8,4	2,6	11,0	2,5
TiO ₂	0,78	0,34	0,46	0,31	c	6,1	2,1	1,8	1,2
Al ₂ O ₃	16,52	1,66	13,28	1,38	b'	22,7	4,2	5,9	2,5
Fe ₂ O ₃	4,49	1,65	2,08	0,72	f'	45,4	8,6	54,1	17,1
FeO	7,07	1,53	2,68	1,29	m'	41,7	9,2	19,6	11,0
MnO	0,16	0,07	0,07	0,05	c'(-a')	4,0	15,2	-21,0	18,0
MgO	6,09	2,28	1,11	0,79	n	90,6	7,7	88,4	17,6
CaO	6,67	2,66	1,59	1,02	φ	16,4	6,4	23,6	12,2
Na ₂ O	3,54	1,22	4,99	0,89	t	1,1	0,5	0,5	0,3
K ₂ O	0,52	0,44	0,69	0,60	Q	-0,1	9,0	+32,4	9,1
P ₂ O ₅	0,10	0,11	0,24	0,40	d	0,4	0,1	0,7	0,2
ΣFeO	11,11	1,89	4,55	1,31	F	51,8	9,7	71,1	17,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=61; 2 — кислая группа, n=33 [Нестоянова, 1963; Аржавитин, 1969; Штейнберг, 1969; Фролова, 1973; Белянина, 1975; Хворова, Ильинская, 1963; Немеухин, 1963].

Таблица 74

Петрохимические статистики субвулканитов района месторождений им. III Интернационала (1) и субвулканитов района Валенторского месторождения (2)

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	69,93	3,15	73,20	1,86	a	12,3	1,9	12,8	1,6
TiO ₂	0,43	0,07	0,43	0,08	c	2,4	1,3	1,3	0,8
Al ₂ O ₃	14,34	0,93	13,89	1,04	b'	7,6	2,5	4,8	1,3
Fe ₂ O ₃	1,66	0,47	1,47	0,75	f'	47,6	9,5	49,3	15,3
FeO	2,90	1,03	2,07	0,91	m'	35,5	13,2	22,2	6,4
MnO	0,05	0,02	0,06	0,04	c'(-a')	-10,2	18,9	-23,6	24,0
MgO	2,01	1,10	0,99	0,57	n	82,7	8,2	87,0	11,4
CaO	2,25	1,15	1,18	0,74	φ	17,0	7,6	19,2	11,3
Na ₂ O	4,86	0,98	5,33	0,75	t	0,5	0,1	0,4	0,1
K ₂ O	1,51	0,69	1,27	1,17	Q	+25,8	7,6	+30,9	4,4
P ₂ O ₅	0,06	0,02	0,11	0,15	d	0,7	0,1	0,7	0,1
ΣFeO	4,40	1,12	3,39	0,74	F	57,7	11,8	67,7	9,6

Примечание. 1 — кислая группа, n=11; 2 — кислая группа, n=20 [Гордеева, 1975; Каретина, 1978].

Таблица 75

Петрохимические статистики вулканической ассоциации Акбастау-Кусмурунского района

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	60,30	4,23	69,37	3,86	a	10,2	3,1	11,2	2,3
TiO ₂	1,08	0,84	0,70	0,41	c	4,1	2,3	2,7	1,2
Al ₂ O ₃	14,57	2,07	14,09	2,03	b'	17,6	5,0	8,1	3,0
Fe ₂ O ₃	3,51	1,35	2,04	1,16	f'	45,5	9,6	54,4	14,4
FeO	5,46	1,39	3,55	1,64	m'	39,6	10,5	26,9	9,8
MnO	0,07	0,04	0,05	0,03	c'(-a')	6,9	16,6	-9,4	21,0
MgO	4,51	1,79	1,67	1,01	n	89,3	8,7	86,4	9,6
CaO	5,24	2,33	2,71	1,29	φ	16,9	7,1	18,5	11,5
Na ₂ O	4,26	1,38	4,59	1,16	t	1,3	1,0	0,8	0,5
K ₂ O	0,80	0,74	1,06	0,77	Q	+10,5	9,8	+27,7	9,4
P ₂ O ₅	0,21	0,10	0,17	0,10	d	0,6	0,2	0,6	0,1
ΣFeO	8,62	1,95	5,39	1,84	F	53,4	10,6	66,0	11,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=30; 2 — кислая группа, n=28 [Ким, Каюпов, 1966; Раишов, Каюпов, 1971].

Таблица 76

Петрохимические статистики вулканитов района месторождений Уруп, Худес, Бескес

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	55,13	4,70	71,16	3,58	a	9,6	3,2	9,7	4,4
TiO ₂	0,57	0,38	0,40	0,18	c	2,9	2,1	1,9	1,5
Al ₂ O ₃	12,99	3,55	12,71	1,28	b'	26,1	8,8	8,6	2,3
Fe ₂ O ₃	8,07	3,74	3,50	2,00	f'	47,4	16,1	57,9	21,5
FeO	5,89	2,35	3,60	1,92	m'	35,6	18,4	17,5	9,4
MnO	0,09	0,23	0,11	0,23	c'(-a')	9,7	18,0	-14,7	28,3
MgO	6,69	4,94	1,30	0,94	n	95,0	3,7	79,0	17,8
CaO	5,77	3,14	2,07	1,17	φ	25,3	11,4	26,2	17,1
Na ₂ O	4,40	1,41	3,83	2,16	t	0,8	0,5	0,4	0,2
K ₂ O	0,33	0,28	1,26	1,06	Q	-2,0	10,1	+32,7	11,5
P ₂ O ₅	0,07	0,04	0,07	0,02	d	0,6	0,2	0,6	0,3
ΣFeO	13,15	3,24	6,75	2,61	F	57,9	20,0	75,0	15,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=25; 2 — кислая группа, n=16 [Скрипченко, 1966].

Таблица 77

Петрохимические статистики юрской вулканической ассоциации района месторождения Кафан

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	54,94	4,11	66,67	4,05	a	8,2	2,5	8,4	2,0
TiO ₂	1,09	0,82	0,51	0,35	c	6,1	3,1	5,0	2,7
Al ₂ O ₃	18,44	3,94	16,35	2,68	b'	18,9	5,6	8,8	2,3
Fe ₂ O ₃	5,41	3,04	3,79	1,70	f'	40,0	13,3	48,3	16,3
FeO	4,23	2,56	1,89	1,20	m'	35,3	13,8	28,3	13,0
MnO	0,21	0,19	0,12	0,10	c'(-a')	-4,7	29,4	-11,2	32,0
MgO	4,86	2,32	1,83	0,81	n	85,9	7,1	88,0	8,6
CaO	6,74	3,14	4,63	2,39	φ	22,0	13,3	30,1	14,1
Na ₂ O	3,26	1,10	3,47	0,99	t	1,5	1,1	0,6	0,4
K ₂ O	0,75	0,39	0,66	0,33	Q	+2,8	10,2	+27,6	7,1
P ₂ O ₅	0,06	0,03	0,07	0,02	d	0,3	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	9,10	3,20	5,30	1,17	F	52,7	15,0	63,0	11,0

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=38; 2 — кислая группа, n=11 [Химические составы..., 1962].

Петрохимические статистики юрской вулканической ассоциации Алавердского района

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	55,88	3,12	71,79	3,89	a	9,4	2,2	8,0	3,2
TiO ₂	0,64	0,21	0,28	0,11	c	6,2	1,9	2,6	1,5
Al ₂ O ₃	18,03	1,74	14,50	2,08	b'	18,3	2,4	6,9	3,3
Fe ₂ O ₃	5,56	2,40	3,22	1,56	f'	44,4	8,0	41,9	18,6
FeO	4,30	2,53	1,83	1,32	m'	42,0	6,8	20,6	8,6
MnO	0,13	0,15	0,09	0,11	c'(-a')	-5,0	16,5	-36,5	21,0
MgO	5,06	1,07	1,59	1,25	n	83,6	14,1	69,9	21,9
CaO	5,76	1,91	2,29	1,27	φ	23,2	0,9	26,5	16,9
Na ₂ O	3,64	1,14	2,85	1,64	t	0,9	0,3	0,3	0,1
K ₂ O	0,94	0,57	1,49	1,00	Q	+2,7	8,0	+36,1	10,3
P ₂ O ₅	0,05	0,02	0,06	0,02	d	0,4	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	9,30	1,51	4,73	1,97	F	51,0	6,4	65,3	12,6

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=15; 2 — кислая группа, n=24 [Сошко, 1971; Абдуллаев и др., 1977; Химические составы..., 1962; Дзюценидзе, 1976].

Таблица 79

Петрохимические статистики раннепротерозойской дацито-лейкоадезитовой метавулканической ассоциации хаугаваарской серии, Южная Карелия [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1	2	Петрохим. показат.	1	2
SiO ₂	63,25	69,17	P ₂ O ₅	—	—
TiO ₂	0,70	0,56	ΣFeO	5,36	3,51
Al ₂ O ₃	16,47	16,06	a	11,1	10,6
Fe ₂ O ₃	1,81	1,28	c(\bar{c})	5,4	3,6
FeO	3,73	2,36	b'	11,6	6,3
MgO	3,66	1,86	n	79,9	75,7
CaO	4,70	3,05	Q	+16,4	+28,1
Na ₂ O	4,05	3,76	F	45,1	51,4
K ₂ O	1,55	1,84			

Примечание. 1 — базальтоидная группа; n=79; 2 — кислая группа, n=26.

Средний химический состав пород игнольского (1—4), чалкинского (5—6) комплексов и Койкарского участка (7—8) Хаутаваарской зоны Карелии

Петрохим. показат.	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	63,34	61,62	64,47	70,38	59,36	65,01	64,30	67,10
TiO ₂	0,56	0,69	0,52	0,43	0,86	0,77	0,49	0,59
Al ₂ O ₃	16,27	15,99	15,73	15,16	16,69	16,59	15,87	15,37
Fe ₂ O ₃	2,04	1,72	1,45	1,14	1,67	1,30	0,66	1,16
FeO	2,57	3,03	3,05	1,38	5,35	3,07	3,38	2,78
MnO	0,06	0,06	0,06	0,06	0,15	0,09	0,06	0,05
MgO	3,10	3,96	3,55	1,13	2,83	1,59	2,88	2,69
CaO	3,92	4,50	3,01	3,87	6,52	4,41	2,90	2,10
Na ₂ O	4,41	4,25	4,61	4,24	3,31	3,62	5,75	4,33
K ₂ O	1,55	1,82	1,25	1,38	1,15	1,13	0,20	0,79
H ₂ O	0,10	0,42	0,09	0,08	0,21	0,25	0,07	0,13
П. п. п.	1,77	2,12	1,75	1,04	1,75	1,60	3,42	2,74
a	10,73	11,99	10,51	11,16	9,22	8,87	11,51	10,22
c	4,32	4,76	3,26	4,49	7,02	5,01	3,15	2,52
b'	19,49	11,99	9,00	4,35	12,98	6,30	7,63	8,00
S	65,45	71,26	65,16	80,00	70,78	69,26	65,23	74,65
f'	19,30	37,36	17,48	53,13	52,46	22,18	16,67	28,42
m'	24,37	56,32	25,01	42,19	38,25	14,66	21,39	34,74
c'	—	6,32	—	4,68	9,29	—	—	—
a'	56,33	—	57,31	—	—	63,16	62,04	36,84
n	81,61	78,16	85,06	82,93	81,54	82,86	97,89	89,61
φ	7,60	12,64	5,16	21,86	10,93	6,01	2,41	7,37
t	0,66	0,8	0,43	1,01	0,82	0,8	0,56	0,7
Q	+5,13	+13,78	+6,04	+33,19	+6,04	+15,77	+4,29	+28,01

Примечание. 1 — лавы андезитов и андезито-дацитов, n=14; 2 — агломеративные туфы андезито-дацитовых порфиритов, n=24; 3 — субвулканические андезито-дацитовые порфириты, n=14; 4 — субвулканические дацитовые и липарито-дацитовые порфириты, n=7; 5 — лавы подушечных и массивных андезитов, n=21; 6 — лавы дацитовых порфиритов, n=8; 7 — андезито-дациты, n=1; 8 — субвулканические дацитовые порфириты, n=3 [Серноколчеданные месторождения..., 1978].

Таблица 81

Петрохимические статистики архейской низкощелочной риолитоидно-базальтовой (-мезолейкобазальтоидной) метавулканической ассоциации поясов Йеллоунайф и Камерок, Канада [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1	2
SiO ₂	53,91	69,73
TiO ₂	1,07	0,50
Al ₂ O ₃	14,99	15,89
Fe ₂ O ₃	2,54	1,20
FeO	9,45	2,84
MgO	5,32	0,82
CaO	3,90	2,96
Na ₂ O	3,26	3,71
K ₂ O	0,33	2,14
P ₂ O ₅	—	—
ΣFeO	11,74	3,92
a	7,6	11,0
c(c)	6,1	3,5
b'	24,7	5,2
n	92,9	72,5
Q	+1,7	+29,7
F	55,3	72,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=99; 2 — кислая группа, n=10.

Таблица 82

Петрохимические статистики архейской низкощелочной риолитоидно-базальтовой (-мезолейкобазальтоидной) метавулканической ассоциации района Матагами, Квебек, Канада [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1	2
SiO ₂	53,26	74,81
TiO ₂	1,82	0,52
Al ₂ O ₃	14,08	11,47
Fe ₂ O ₃	3,57	1,33
FeO	11,24	3,98
MgO	4,56	1,00
CaO	7,79	1,78
Na ₂ O	3,02	3,58
K ₂ O	0,33	1,46
P ₂ O ₅	0,34	0,06
ΣFeO	14,45	5,18
a	7,1	9,5
c(c)	5,8	2,1
b'	25,0	6,3
n	93,0	78,5
Q	+3,9	+41,3
F	63,7	74,6

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=34; 2 — кислая группа, n=8.

Петрохимические статистики архейской низкощелочной риолитоидно-сумбеланикри-
тоидно-меланикри-мелабазальтоидной метавулканической ассоциации пояса Абити-
би, Канада [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1	2		3		4	
		\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	49,26	45,29	1,29	48,70	2,26	74,88	2,80
TiO ₂	0,93	0,28	0,13	0,54	0,12	0,34	0,17
Al ₂ O ₃	13,30	5,56	2,15	9,16	1,99	12,16	1,06
Fe ₂ O ₃	—	4,61	1,85	—	—	4,14	1,47
FeO	—	4,87	1,98	—	—	—	—
MgO	10,89	32,48	6,30	-17,73	3,30	0,96	0,64
CaO	10,60	5,15	2,57	-11,14	1,94	1,37	1,02
Na ₂ O	1,46	0,29	0,26	-1,06	0,72	4,74	1,04
K ₂ O	0,09	0,07	0,05	-0,05	—	1,41	0,88
P ₂ O ₅	0,09	—	—	—	—	0,06	0,04
ΣFeO	13,15	10,11	1,71	11,01	2,1		
a	3,2	0,6	0,5	2,1	1,5	12,1	
c(c̄)	6,9	2,8	1,3	4,4	1,2		
b'	35,3	54,6	4,0	43,8	4,1		
n	96,1	79,2	15,8	98,2	2,2		
Q	-4,3	-19,6	4,0	-9,3	4,2		
F	40,4	15,4	4,2	26,3	4,7		

Таблица 84

Петрохимические статистики архейской риолитоидно-меланикри-субмеланикри-
тоидно-мелабазальтовой метавулканической ассоциации района Барбертон, ЮАР [по А. Ф. Бе-
лоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	52,84	1,84	52,53	2,14	46,60	1,49	72,23	2,87
TiO ₂	1,01	0,36	0,71	0,26	0,35	0,36	0,31	0,15
Al ₂ O ₃	14,16	0,93	8,14	2,28	3,11	0,96	14,86	1,44
Fe ₂ O ₃	2,57	1,09	1,99	2,13	3,76	—	0,57	0,30
FeO	9,05	1,74	9,31	2,27	5,68	—	1,93	0,68
MgO	6,92	1,26	14,45	4,37	33,33	3,50	1,57	0,73
CaO	9,84	1,38	10,48	1,89	4,81	1,08	1,18	1,25
Na ₂ O	2,84	0,78	1,73	1,06	0,20	0,26	6,02	1,58
K ₂ O	0,35	0,30	0,24	0,34	0,05	0,05	1,16	0,83
P ₂ O ₅	0,11	0,04	0,08	0,03	0,06	0,02	0,12	0,06
ΣFeO	11,33	2,04	11,03	1,60	10,32	1,51	2,45	0,7
a	6,6	1,6	3,7	2,2	0,4	0,5	14,1	3,4
c(c̄)	6,0	1,0	3,0	1,2	1,4	0,4	1,3	1,4
b'	27,9	2,1	39,5	5,1	55,9	2,3	4,8	1,5
n	92,7	7,1	91,0	9,6	59,5	37,5	88,5	7,1
Q	-0,1	4,9	-3,0	4,4	-17,7	3,3	+25,7	7,5
F	47,9	7,9	31,2	7,7	15,0	2,9	47,3	7,7

Петрохимические статистики раннемезозойской низкощелочной риолитоидно-базальтовой (мезолейкобазальтоидной) метавулканической ассоциации комплекса Троодос, Кипр [по А. Ф. Белоусову и др. 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	54,39	3,08	46,62	1,13	50,46	3,37	74,06	5,69
TiO ₂	0,68	0,39	0,25	0,09	0,54	0,43	0,35	0,16
Al ₂ O ₃	15,03	1,47	6,28	2,08	11,86	1,32	12,40	1,22
Fe ₂ O ₃	5,06	4,66	3,03	0,74	3,04	1,42	2,01	0,71
FeO	2,52	1,95	6,34	0,67	5,73	1,39	2,40	2,30
MgO	8,18	3,12	31,26	3,06	16,15	3,26	0,68	0,08
CaO	8,80	2,55	5,41	1,15	10,47	1,99	2,49	1,35
Na ₂ O	2,44	1,11	0,40	0,22	0,97	0,38	4,64	0,23
K ₂ O	0,87	1,16	0,09	0,05	0,27	0,23	0,76	0,66
P ₂ O ₅	0,09	0,03	0,07	—	0,06	0,03	0,10	0,07
ΣFeO	8,73	1,42	8,98	0,56	8,52	0,68	4,22	2,69
a	6,5	2,5	0,8	0,4	2,3	1,0	10,8	0,7
c(\bar{c})	6,5	1,3	3,0	1,1	6,2	1,0	2,3	1,0
b'	25,7	5,3	52,6	3,1	38,3	4,5	5,7	3,4
n	81,9	18,8	79,1	25,8	84,8	8,9	90,5	7,8
Q	+2,6	9,2	-17,7	2,8	-4,3	7,6	+37,4	10,5
F	39,9	12,7	13,9	1,0	84,8	8,9	73,1	12,1

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=33 (P₂O₅, Fe₂O₃, FeO — n=20); 2 — меланокриктоидная группа, n=12 (Fe₂O₃, FeO — n=8); 3 — субмеланокриктоидная группа, n=8 (P₂O₅, Fe₂O₃, FeO — n=5); 4 — кислая группа, n=4.

Таблица 86

Петрохимические статистики эоцен-миоценовой риолитоидно-лейкобазальтоидной ассоциации островов Вити-Леву, Фиджи [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.].

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	53,99	4,05	72,05	4,74	K ₂ O	1,60	1,28	0,93	0,51
TiO ₂	0,87	0,37	0,44	0,14	P ₂ O ₅	0,29	0,17	0,13	0,09
Al ₂ O ₃	17,41	2,07	13,87	1,82	ΣFeO	8,34	1,73	3,11	1,03
Fe ₂ O ₃	4,94	1,85	2,30	1,34	a	10,2	2,8	11,8	0,6
FeO	3,90	1,66	1,05	1,04	c(\bar{c})	6,8	1,9	3,2	1,3
MgO	4,75	2,25	0,87	0,50	b'	20,1	6,3	5,3	2,2
CaO	8,58	1,86	3,39	1,36	n	78,4	13,6	88,8	6,2
Na ₂ O	3,49	0,95	4,89	0,54	Q	-1,1	10,2	+32,9	8,6
					F	51,5	7,9	67,7	7,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=25; 2 — кислая группа, n=4.

Состав доорогенной (1,2) и посторогенной (3,4) вулканических ассоциаций островов Фиджи

Петрохим. показат.					Петрохим. показат.				
	1	2	3	4		1	2	3	4
SiO ₂	53,50	72,34	52,50	72,71	<i>a</i>	9,7	14,6	7,5	11,4
TiO ₂	1,09	0,42	0,83	0,50	<i>c</i>	7,3	1,7	8,6	3,3
Al ₂ O ₃	17,18	13,88	17,78	14,09	<i>b'</i>	18,0	3,9	21,3	4,2
Fe ₂ O ₃	3,82	1,38	3,51	2,43	<i>f'</i>	48,1	69,3	40,0	67,8
FeO	4,95	1,59	5,29	1,11	<i>m'</i>	40,2	29,3	42,4	21,9
MnO	0,25	0,08	0,18	0,06	<i>c'(-a')</i>	11,7	1,3	17,6	-10,4
MgO	4,05	0,69	5,14	0,61	<i>n</i>	90,5	91,6	87,8	90,8
CaO	7,33	1,49	9,78	2,75	φ	19,1	29,6	14,6	44,1
Na ₂ O	3,77	6,27	2,88	4,82	<i>t</i>	1,5	0,4	1,2	0,5
K ₂ O	0,60	0,87	0,61	0,74	<i>Q</i>	+3,5	+28,9	+1,6	+35,4
P ₂ O ₅	0,24	0,40	0,16	0,11	<i>d</i>	0,4	0,8	0,3	0,6
П. п. п.	2,85	1,02	1,41	0,86	<i>F</i>	53,7	69,7	48,0	75,2

Примечание. По усредненным данным: 1 — андезит; 2 — дацит; 3 — андезит; 4 — дацит [Colley, Greenbaum, 1980].

Таблица 88

Петрохимические статистики плагиогранит-габбровой ассоциации Западных Мугоджар

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	71,57	3,06	75,59	1,26	70,42	5,32	50,32	4,28
TiO ₂	0,36	0,11	0,27	0,10	0,45	0,30	0,78	0,55
Al ₂ O ₃	12,70	1,17	12,24	0,75	13,38	1,63	16,90	2,85
Fe ₂ O ₃	2,71	1,33	1,58	0,75	2,90	1,73	3,40	2,34
FeO	3,09	1,20	1,66	0,64	3,36	1,85	5,77	3,05
MnO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,06	0,01	0,08
MgO	0,86	0,53	0,62	0,35	1,09	0,81	7,81	3,07
CaO	4,32	1,14	3,29	1,08	4,49	1,55	12,76	3,99
Na ₂ O	3,26	1,13	3,57	0,83	3,32	1,25	1,82	1,27
K ₂ O	0,35	0,31	0,25	0,23	0,35	0,29	0,24	0,26
P ₂ O ₅	0,18	0,21	0,14	0,12	0,19	0,19	0,10	0,12
П. п. п. (Σ FeO)	0,70	0,49	0,53	0,44	5,98	2,61	8,83	3,60
<i>a</i>	7,5	2,4	8,0	1,6	7,6	2,6	4,3	2,9
<i>c</i>	4,3	1,3	3,6	1,1	4,6	1,8	9,2	3,3
<i>b'</i>	7,5	1,5	4,1	0,9	8,3	3,5	28,2	6,1
<i>f'</i>	64,8	12,4	61,3	16,9	62,9	13,0	31,9	16,2
<i>m'</i>	17,4	9,9	20,7	9,2	19,6	10,3	45,4	12,2
<i>c'(-a')</i>	5,1	20,2	-6,0	21,9	0,8	20,2	21,6	11,3
<i>n</i>	92,4	9,8	95,3	5,6	92,7	7,8	91,2	6,7
φ	28,6	12,7	28,7	14,5	27,8	12,7	11,5	9,5
<i>t</i>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,5	0,4	1,1	0,8
<i>Q</i>	+40,8	7,5	+47,6	3,6	+37,6	11,2	-1,6	7,9
<i>d</i>	0,4	0,1	0,5	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2
<i>F</i>	78,7	12,4	73,5	13,7	75,9	13,1	39,9	17,4

Примечание. 1 — мелагранитоиды, *n*=21; 2 — лейогранитоиды, *n*=13; 3 — грани-тоидная группа, *n*=50; 4 — базитовая группа, *n*=61 (по А. Т. Тельгузиеву).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов приуртышской серии

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	53,41	3,88	70,94	4,09	a	7,2	2,2	11,4	1,6
TiO ₂	1,04	0,54	0,42	0,30	c	7,3	2,5	3,0	1,3
Al ₂ O ₃	16,47	2,88	14,06	1,15	b'	23,9	5,6	6,7	3,4
Fe ₂ O ₃	2,79	2,07	1,02	0,72	f'	35,2	10,4	41,8	8,8
FeO	6,08	2,00	2,43	1,17	m'	46,7	9,7	36,1	11,8
MnO	0,09	0,07	0,05	0,03	c'(-a')	17,1	11,2	-0,9	26,1
MgO	6,78	2,49	1,63	0,84	n	83,0	9,4	76,2	12,4
CaO	9,62	2,55	3,30	1,53	φ	10,1	6,8	11,0	5,1
Na ₂ O	2,71	0,79	4,04	0,70	t	1,4	0,8	0,5	0,4
K ₂ O	0,91	0,60	2,01	1,18	Q	+0,8	7,4	+30,5	7,4
P ₂ O ₅	0,11	0,10	0,09	0,08	d	0,3	0,1	0,6	0,1
ΣFeO	8,58	2,34	3,35	1,69	F	42,6	10,7	53,9	10,6

Примечание. 1 — базитовая группа, n=117; 2 — гранитоидная группа, n=63 (выборка А. М. Марбина).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов кан-чигизского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	68,03	3,32	73,73	1,22	71,97	3,88	54,95	4,42
TiO ₂	0,38	0,15	0,25	0,08	0,31	0,14	0,69	0,12
Al ₂ O ₃	14,63	0,81	13,09	1,35	14,00	1,33	19,43	1,49
Fe ₂ O ₃	1,74	0,69	1,68	0,65	1,67	0,68	3,83	0,85
FeO	2,96	0,67	1,51	0,47	2,24	1,00	3,96	0,82
MnO	0,07	0,03	0,05	0,03	0,06	0,03	0,19	0,03
MgO	1,98	0,57	0,63	0,23	1,61	1,54	3,17	0,71
CaO	3,23	1,16	1,58	0,76	2,43	1,25	7,49	1,65
Na ₂ O	3,82	0,54	4,35	0,50	4,13	0,56	3,81	0,59
K ₂ O	1,45	0,99	1,72	1,10	1,53	1,04	2,21	0,14
P ₂ O ₅	0,09	0,05	0,04	0,02	0,07	0,05	0,27	0,06
П. п. п. (ΣFeO)	1,42	0,59	0,99	0,27	(3,74)	1,14	(2,41)	0,96
a	10,4	1,1	11,6	1,5	10,8	1,4	12,0	1,9
c	3,7	1,3	1,7	0,8	2,7	1,4	7,5	1,5
b'	7,8	1,6	4,0	0,9	6,2	3,0	15,1	2,8
f'	46,8	11,3	49,4	8,4	46,2	11,7	50,3	5,7
m'	36,0	11,4	16,0	9,8	27,9	16,6	37,1	5,4
c'(-a')	-13,0	20,2	-27,4	23,6	-20,9	21,7	12,3	9,4
n	80,4	11,9	80,2	11,3	81,0	11,5	73,3	11,0
φ	16,1	6,4	24,8	10,8	20,0	10,5	22,7	4,0
t	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,9	0,2
Q	+28,6	5,8	+36,8	4,3	+32,7	7,4	-0,8	10,5
d	0,5	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1
F	56,3	9,5	73,4	6,4	62,8	15,5	57,0	4,1

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=9; 2 — дейкогранитоиды, n=8; 3 — гранитоидная группа, n=19; 4 — базитовая группа, n=6 (выборка Н. В. Полянского).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов кусмурунского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	66,37	2,60	58,64	3,22	<i>a</i>	11,9	1,8	11,3	2,8
TiO ₂	0,57	0,09	0,70	0,60	<i>c</i>	3,2	1,4	4,3	3,0
Al ₂ O ₃	15,51	1,20	15,52	2,85	<i>b'</i>	9,6	1,5	16,9	3,8
Fe ₂ O ₃	2,41	0,83	5,62	4,36	<i>f'</i>	46,0	10,2	50,0	7,3
FeO	3,27	0,91	4,24	1,51	<i>m'</i>	34,7	9,7	36,5	12,0
MnO	0,09	0,02	0,13	0,17	<i>c'(-a')</i>	-7,3	23,3	10,1	13,6
MgO	2,37	0,67	3,66	1,42	<i>n</i>	84,3	10,5	82,9	10,8
CaO	3,21	1,22	5,47	1,22	ϕ	18,4	6,7	25,3	11,6
Na ₂ O	4,68	0,88	4,37	1,04	<i>t</i>	0,6	0,1	0,9	0,9
K ₂ O	1,35	0,92	1,43	0,98	<i>Q</i>	+20,0	6,2	+6,0	5,4
P ₂ O ₅	0,17	0,05	0,21	0,09	<i>d</i>	0,6	0,1	0,6	0,3
Σ FeO	5,44	0,95	9,30	3,66	<i>F</i>	56,8	8,9	58,3	12,0

Примечание. 1 — гранитоидная группа, $n=19$; 2 — базитовая группа, $n=22$ (данные Н. В. Полянского).

Таблица 92

Петрохимические статистики гранитоидов Тылинского массива

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	67,72	5,20	<i>a</i>	9,09	2,41
TiO ₂	0,42	0,11	<i>c</i>	4,53	1,3
Al ₂ O ₃	15,56	2,09	<i>b'</i>	8,1	3,0
Fe ₂ O ₃	1,81	1,00	<i>f'</i>	57,7	17,0
FeO	4,30	1,05	<i>m'</i>	22,0	10,7
MnO	0,10	0,04	<i>c'(-a')</i>	-17,3	19,2
MgO	1,60	0,92	<i>n</i>	87,3	5,2
CaO	3,97	1,09	ϕ	14,8	8,7
Na ₂ O	3,62	0,87	<i>t</i>	0,4	0,1
K ₂ O	0,86	0,58	<i>Q</i>	+29,5	12,0
П. п. п. (Σ FeO)	5,93	1,25			

Примечание. Число анализов $n=20$ (выборка О. И. Никонова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов майнского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	68,85	3,44	73,77	2,50	73,40	3,39	50,59	3,93
TiO ₂	0,41	0,09	0,30	0,11	0,33	0,12	0,55	0,19
Al ₂ O ₃	13,92	2,01	13,11	1,36	13,48	1,58	17,75	1,29
Fe ₂ O ₃	1,84	0,64	1,38	0,45	1,51	0,54	3,16	1,33
FeO	3,67	1,31	2,04	0,61	2,49	1,11	6,69	1,20
MnO	0,10	0,04	0,08	0,03	0,09	0,03	0,27	0,07
MgO	1,16	0,70	0,44	0,26	0,63	0,53	6,88	2,26
CaO	3,85	1,87	2,68	1,21	3,02	1,49	12,59	2,38
Na ₂ O	3,97	1,16	4,01	0,66	4,05	0,81	1,32	0,52
K ₂ O	0,78	0,79	0,94	0,61	0,91	0,66	0,13	0,15
P ₂ O ₅	0,10	0,10	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07
П. п. п. (ΣFeO)	1,53	0,52	1,11	0,45	3,86	1,27	9,53	2,06
<i>a</i>	9,8	3,1	9,9	15,5	9,9	2,0	3,5	1,4
<i>c</i>	4,2	2,2	3,1	1,5	3,3	1,8	10,5	1,3
<i>b'</i>	7,6	2,4	4,0	0,8	4,8	2,2	26,5	5,5
<i>f'</i>	64,9	4,3	65,2	15,4	63,5	14,7	38,0	11,4
<i>m'</i>	23,0	9,5	14,6	8,4	16,4	9,2	43,4	7,0
<i>c'(-a')</i>	2,3	15,2	-14,5	21,3	-10,0	23,9	18,6	6,2
<i>n</i>	89,3	7,3	86,9	7,8	87,6	7,7	94,9	5,8
Φ	20,5	7,4	24,0	8,6	22,3	9,3	11,1	4,9
<i>t</i>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,8	0,3
<i>Q</i>	+32,3	7,5	+41,0	4,8	+38,5	7,1	+1,6	8,6
<i>d</i>	0,5	0,2	0,6	0,1	79,5	79,9	45,4	11,6
<i>F</i>	74,1	9,6	81,2	10,5	—	—	—	—

Примечание. 1 — мелагранитоиды, *n*=9; 2 — лейкогранитоиды, *n*=26; 3 — гранитоидная группа, *n*=35; 4 — базитовая группа, *n*=30 [Смышляев, 1963; данные П. С. Антонова, А. П. Кривенко; коллекция В. Ф. Налегова, Приложение, табл. 1, № 110—125].

Таблица 94

Состав орогенной базит-гранитоидной ассоциации островов Фиджи

Петрохим. показат.	1		Петрохим. показат.	2	
	1	2		1	2
SiO ₂	47,09	71,68	<i>a</i>	3,5	11,5
TiO ₂	0,72	0,35	<i>c</i>	11,6	3,4
Al ₂ O ₃	18,97	13,90	<i>b'</i>	27,8	4,7
Fe ₂ O ₃	3,44	1,25	<i>f'</i>	33,7	59,6
FeO	6,09	1,83	<i>m'</i>	48,1	35,0
MnO	0,19	0,08	<i>c'</i>	18,2	5,4
MgO	7,51	1,00	<i>n</i>	93,4	90,1
CaO	13,02	3,07	Φ	11,1	22,1
Na ₂ O	1,40	4,77	<i>t</i>	1,1	0,4
K ₂ O	0,15	0,80	<i>Q</i>	-4,5	+34,5
P ₂ O ₅	0,07	0,08	<i>d</i>	0,1	06,
П. п. п.	1,37	1,19	<i>F</i>	40,7	62,4

Примечание. По усредненным данным: 1 — габбро; 2 — тоналиты [Colley, Greenbaum, 1980].

из 24, или 56—88%). Высокоглиноземистые разности преобладают среди базальтоидов Курил и ассоциаций района Кафанского месторождения. Еще более характерной тенденцией является пониженная титанистость. Низкотитанистый уклон ($\text{TiO}_2 \leq 1,5\%$) встречен в 23 (71—96,5%) ассоциациях, т. е. в явном большинстве. По соотношению железа и магния заметно часто фиксирующимся уклоном оказался железомagneиный (15 из 24, или 44—56%). Умеренно магнеиный уклон отмечен в 8 (18—52%) случаях, магнеиный — в 1 (0,2—18%) случае на совокупность.

КИСЛАЯ ГРУППА

Близкими к отмеченным особенностями химизма обладает и кислая группа. Она обычно меньше распространена в сложных ассоциациях, чем базальтоидная. Общая щелочность в рамках низкощелочного ($a \leq 12,5$) уклона встречена в 19 из 26 (55—87%) ассоциаций, причем примерно в половине из них установлен умеренно низкощелочной уклон. В одной ассоциации отмечен умеренно щелочной уклон, в 4 (5—32%) случаях какой-либо преобладающей тенденции не зафиксировано. Как и в базальтоидах, типична пониженная калиеистость пород. Содержания K_2O по оценкам средних (см. таблицы) не поднимаются выше 1,5%, обычно же они ниже 1%. Последнее находит выражение в высоких значениях показателя n . Преобладающим уклоном по этому показателю является высоконатриеиный, встреченный в 19 ассоциациях, причем в 2 (1,4—22%) отмечен весьма высоконатриеиный уклон. В целом же общий натриеиный уклон фиксируется в 25 (76—99,7%) ассоциациях. Низко- и высокоглиноземистая тенденции развиты без заметного преобладания одной над другой. Для всех изученных ассоциаций типичен низкотитанистый уклон, в 6 (10,6—40,6%) ассоциациях отмечен весьма низкотитанистый уклон. По соотношению железа и магния несколько чаще встречается железистая тенденция. Железомagneиная зафиксирована в 11 из 26 (26—60%) случаев на совокупность. Исходя из середин распределений кислых ассоциаций по натрию ($\text{Na}_2\text{O} = 4\%$) и калию ($\text{K}_2\text{O} = 3,5\%$), описываемые кислые вулканы могут типизироваться как преимущественно высоконатриеиные и преимущественно низкокалиеиные с отклонением в сторону низких (до 1,5%) содержания калия (см. рис. 21).

Что касается плутонических габбро-плагиигранитных или плагиигранит-габбровых ассоциаций, формирующихся обычно позже собственно колчеданносных, следует отметить близость их по химизму к последним. Из табл. 88—94 можно заключить, что они так же, как и сложные вулканические ассоциации, характеризуются во всем ряду пород низкой общей щелочностью, низким содержанием K_2O , а следовательно, и высокими значениями показателя n . Последний укладывается в рамках высоконатриеиного и весьма высоконатриеиного уклонов.

ПЕТРОХИМИЯ АССОЦИАЦИЙ С КОЛЧЕДАНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМ И КОЛЧЕДАНО-СВИНЦОВО-ЦИНКОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Петрохимические статистики кислых и базальтоидных вулканических, субвулканических даны в табл. 95—107. Примечательным для данной группы ассоциаций является пониженная общая щелочность, нередко при повышенной калиеистости.

КИСЛАЯ ГРУППА

Обычно преобладающая в ассоциациях этого типа кислая группа, как и в ассоциациях с колчеданным оруденением, оказывается низкощелочной. Названный уклон фиксируется в 12 из 16 (51,6—91%) случаев на со-

Таблица 95

Петрохимические статистики вулканитов колчеданоносной формации Тагильского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	52,47	3,39	72,33	4,02	<i>a</i>	9,4	3,2	10,8	2,4
TiO ₂	0,86	0,30	0,47	0,16	<i>c</i>	6,3	2,1	1,6	1,3
Al ₂ O ₃	17,84	2,32	14,09	1,85	<i>b'</i>	22,2	5,4	5,4	2,6
Fe ₂ O ₃	3,67	1,79	1,80	0,83	<i>f'</i>	41,1	9,8	39,2	13,1
FeO	6,52	2,10	2,00	1,06	<i>m'</i>	40,5	8,2	21,3	9,6
MnO	0,16	0,11	0,06	0,04	<i>c'(-a')</i>	6,9	20,9	-34,9	25,9
MgO	5,84	2,39	1,27	0,96	<i>n</i>	75,1	27,0	51,6	35,8
CaO	7,62	3,24	1,50	1,11	φ	14,1	6,7	18,1	10,1
Na ₂ O	3,33	1,68	2,98	2,32	<i>t</i>	1,2	0,4	0,5	0,2
K ₂ O	1,45	1,43	3,39	2,24	<i>Q</i>	-4,8	7,6	+33,2	9,7
P ₂ O ₅	0,25	0,29	0,10	0,21	<i>d</i>	0,4	0,1	0,6	0,2
Σ FeO	9,82	1,99	3,62	1,25	<i>F</i>	49,8	8,3	65,1	12,4

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=36$; 2 — кислая группа, $n=56$ [Морковина, 1964; Каретина, 1969; Червяковский, 1972].

Таблица 96

Петрохимические статистики вулканитов ассоциации района месторождений Анкадзор, Тандзут

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	53,50	5,04	69,17	5,03	<i>a</i>	8,4	3,1	11,6	2,5
TiO ₂	0,81	0,28	0,48	0,25	<i>c</i>	8,0	2,7	3,0	2,1
Al ₂ O ₃	18,08	2,63	14,89	2,38	<i>b'</i>	20,0	6,3	6,6	2,8
Fe ₂ O ₃	4,17	2,04	2,97	1,80	<i>f'</i>	46,3	8,3	49,3	19,5
FeO	5,60	2,06	1,66	1,07	<i>m'</i>	39,8	10,7	22,8	13,8
MnO	0,20	0,30	0,11	0,18	<i>c'(-a')</i>	8,2	15,2	-17,2	31,2
MgO	4,75	2,08	1,19	0,84	<i>n</i>	66,4	20,6	60,8	14,1
CaO	8,33	2,60	2,84	1,94	φ	18,6	10,2	28,8	16,1
Na ₂ O	2,56	1,29	3,34	1,14	<i>t</i>	1,1	0,4	0,5	0,3
K ₂ O	1,79	1,04	3,18	1,10	<i>Q</i>	+1,2	9,1	+27,5	10,2
P ₂ O ₅	0,19	0,06	0,16	0,08	<i>d</i>	0,3	0,2	0,6	0,2
Σ FeO	9,35	2,30	4,33	1,99	<i>F</i>	53,6	10,6	67,1	19,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=17$; 2 — кислая группа, $n=24$ [Химические составы..., 1962].

Петрохимические статистики субвулканитов Базумского хребта

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	72,95	2,16	<i>a</i>	11,2	4,0
TiO ₂	0,26	0,08	<i>c</i>	2,0	1,3
Al ₂ O ₃	14,63	1,34	<i>b'</i>	4,4	1,4
Fe ₂ O ₃	1,82	1,12	<i>f'</i>	43,1	20,1
FeO	0,99	0,49	<i>m'</i>	26,1	9,6
MnO	0,09	0,05	<i>c'(-a')</i>	-25,0	31,1
MgO	1,13	0,72	<i>n</i>	67,5	12,3
CaO	1,86	1,15	φ	24,6	12,4
Na ₂ O	3,59	1,35	<i>t</i>	0,3	0,1
K ₂ O	2,61	1,47	<i>Q</i>	+33,5	6,0
P ₂ O ₅	0,08	0,13	<i>d</i>	0,6	0,2
Σ FeO	2,63	0,93	<i>F</i>	58,7	15,1

Примечание. Число анализов $n=20$ [Мурадян, 1972].

Таблица 98

Петрохимические статистики вулканической ассоциации Западного Саяна

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	51,94	4,31	72,55	3,53	<i>a</i>	9,1	2,9	10,8	1,7
TiO ₂	1,40	0,83	0,40	0,18	<i>c</i>	5,6	2,0	1,6	1,0
Al ₂ O ₃	15,66	1,85	12,56	1,41	<i>b'</i>	25,3	5,7	7,7	2,3
Fe ₂ O ₃	4,04	2,48	1,92	1,54	<i>f'</i>	45,8	10,9	56,0	13,0
FeO	8,25	2,26	3,99	1,52	<i>m'</i>	38,7	9,4	23,0	8,0
MnO	0,19	0,06	0,09	0,04	<i>c'(-a')</i>	12,9	12,6	-16,0	18,8
MgO	6,07	2,65	1,39	0,69	<i>n</i>	90,9	9,0	91,3	8,0
CaO	7,89	3,02	1,58	1,09	φ	14,2	9,9	16,9	13,4
Na ₂ O	3,85	1,37	4,73	0,89	<i>t</i>	2,0	1,2	0,4	0,2
K ₂ O	0,54	0,54	0,67	0,62	<i>Q</i>	-4,8	9,1	-32,8	8,1
P ₂ O ₅	0,16	0,17	0,12	0,05	<i>d</i>	0,4	0,1	0,7	0,1
Σ FeO	11,89	2,26	5,72	1,57	<i>F</i>	53,7	10,6	70,3	10,4

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=89$; 2 — кислая группа, $n=42$ [Великий, 1968].

Таблица 99

Петрохимические статистики вулканитов печеркинской и гавриловской свит Салаира

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	57,76	5,46	74,25	5,36	<i>a</i>	9,8	3,6	9,6	2,3
TiO ₂	0,71	0,34	0,30	0,18	<i>c</i>	4,5	2,7	1,6	1,5
Al ₂ O ₃	16,88	1,93	12,80	2,28	<i>b'</i>	18,1	4,9	6,3	2,9
Fe ₂ O ₃	3,17	1,23	1,54	1,19	<i>f'</i>	46,8	11,8	45,7	19,1
FeO	7,15	1,70	3,19	1,78	<i>m'</i>	34,8	8,5	21,9	11,6
MnO	0,20	0,09	0,07	0,06	<i>c'(-a')</i>	-8,0	21,4	-29,1	28,4
MgO	4,60	1,85	1,31	0,80	<i>n</i>	88,6	8,9	85,3	15,9
CaO	4,61	3,02	1,52	1,35	φ	13,1	6,8	12,7	8,4
Na ₂ O	4,10	1,62	4,07	1,37	<i>t</i>	0,9	0,5	0,3	0,2
K ₂ O	0,72	0,65	0,89	0,87	<i>Q</i>	+4,6	12,7	+37,5	11,7
P ₂ O ₅	0,11	0,12	0,05	0,08	<i>d</i>	0,4	0,2	0,6	0,2
Σ FeO	10,00	1,94	4,58	2,08	<i>F</i>	56,5	9,9	66,6	12,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=29$; 2 — кислая группа, $n=55$ [Белоусов и др., 1969; данные В. В. Бессоненко, ЗСГУ].

Петрохимические статистики вулканической ассоциации каменевской свиты

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	52,22	4,47	75,41	4,38	<i>a</i>	8,2	3,7	10,3	3,0
TiO ₂	0,75	0,38	0,51	1,70	<i>c</i>	6,1	2,6	1,0	1,3
Al ₂ O ₃	16,11	1,24	12,54	2,64	<i>b'</i>	25,8	5,3	4,9	2,5
Fe ₂ O ₃	4,50	3,21	1,38	1,03	<i>f'</i>	40,0	5,8	38,1	18,7
FeO	7,00	3,19	1,93	1,19	<i>m'</i>	44,2	9,0	19,5	10,0
MnO	0,20	0,14	0,12	0,25	<i>c'(-a')</i>	7,5	16,9	-35,0	29,0
MgO	7,12	1,81	1,15	1,09	<i>n</i>	90,0	9,8	68,1	22,0
CaO	7,87	3,50	1,08	1,05	ϕ	15,1	13,0	14,1	10,8
Na ₂ O	3,47	1,72	3,55	1,37	<i>t</i>	1,1	0,6	0,5	1,5
K ₂ O	0,51	0,50	2,25	1,48	<i>Q</i>	-4,4	12,7	+39,1	10,5
P ₂ O ₅	0,25	0,67	0,08	0,08	<i>d</i>	0,4	0,2	0,8	0,9
Σ FeO	11,05	1,14	3,17	1,39	<i>F</i>	47,3	7,7	65,5	18,1

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=12$; 2 — кислая группа, $n=46$ (неопубликованные коллекции И. Г. Чинакова, Л. Д. Усольцева и др., ЗСГУ).

Петрохимические статистики вулканитов таловской (1) и пихтовской (2) свит Рудного Алтая

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	77,44	4,15	72,32	6,41	<i>a</i>	7,6	2,9	10,0	1,6
TiO ₂	0,12	0,12	0,39	0,33	<i>c</i>	0,9	1,1	2,4	1,6
Al ₂ O ₃	11,69	2,20	12,64	2,05	<i>b'</i>	5,8	2,6	7,7	3,2
Fe ₂ O ₃	1,12	1,01	2,48	1,42	<i>f'</i>	25,8	18,5	48,8	9,1
FeO	1,80	1,43	2,66	1,52	<i>m'</i>	28,6	11,0	27,6	7,2
MnO	0,08	0,20	0,08	0,07	<i>c'(-a')</i>	-41,9	22,2	-11,9	22,3
MgO	2,05	1,36	1,60	0,85	<i>n</i>	45,5	30,7	82,6	12,6
CaO	0,90	0,96	2,48	1,83	ϕ	9,2	8,2	21,8	8,3
Na ₂ O	1,87	1,49	3,96	1,32	<i>t</i>	0,1	0,1	0,4	0,3
K ₂ O	2,88	1,81	1,26	1,32	<i>Q</i>	+45,5	10,6	+34,5	11,0
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,13	0,23	<i>d</i>	0,5	0,3	0,6	0,1
Σ FeO	2,81	1,32	4,89	2,13	<i>F</i>	46,8	17,9	63,6	6,6

Примечание. 1 — кислая группа, $n=63$; 2 — кислая группа, $n=30$ [Кузбный и др., 1967].

Петрохимические статистики вулканитов шицуновской свиты

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	51,67	4,90	74,16	5,33	a	8,9	3,1	10,7	2,8
TiO ₂	1,27	0,47	0,25	0,26	c	6,0	2,4	1,1	1,7
Al ₂ O ₃	16,28	1,82	12,19	2,11	b'	24,4	5,4	6,4	2,8
Fe ₂ O ₃	3,46	2,59	0,80	0,80	f'	41,1	8,6	50,7	18,8
FeO	7,85	2,18	3,83	1,40	m'	46,6	9,9	23,0	12,8
MnO	0,15	0,06	0,07	0,04	c'(-a')	7,1	12,0	-23,8	20,1
MgO	7,46	2,73	1,38	1,05	n	80,2	16,6	59,9	23,2
CaO	7,11	3,10	1,06	1,51	φ	11,7	9,1	7,1	6,0
Na ₂ O	3,30	1,35	3,16	1,37	t	1,8	0,7	0,3	0,3
K ₂ O	1,22	1,39	3,04	2,05	Q	-5,7	9,9	+36,1	10,9
P ₂ O ₅	0,23	0,23	0,06	0,08	d	0,4	0,2	0,7	0,2
ΣFeO	10,96	1,85	4,55	1,79	F	46,7	9,8	67,9	17,5

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=36; 2 — кислая группа, n=54 (данные В. И. Горшечанкова, В. Ф. Михайлова и др., ЗСГУ).

Петрохимические статистики вулканитов туматтайгинской и тапсинской свит Тувы

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	51,67	3,55	73,03	4,08	a	8,5	3,1	11,7	1,9
TiO ₂	0,97	0,74	0,29	0,16	c	6,4	2,1	1,7	1,1
Al ₂ O ₃	16,10	1,90	12,89	1,54	b'	25,4	5,2	6,7	2,9
Fe ₂ O ₃	3,93	1,51	1,32	1,08	f'	44,2	9,8	52,8	16,5
FeO	7,91	1,82	3,23	1,64	m'	39,5	9,9	25,1	12,2
MnO	0,17	0,09	0,10	0,08	c'(-a')	14,3	11,9	-10,3	25,2
MgO	6,18	2,49	1,32	0,91	n	81,1	23,1	91,2	8,1
CaO	8,59	2,39	1,89	1,55	φ	13,7	6,5	14,3	11,9
Na ₂ O	3,24	1,60	5,10	0,87	t	1,4	1,0	0,3	0,2
K ₂ O	0,97	1,18	0,76	0,75	Q	-4,6	8,4	+32,2	8,3
P ₂ O ₅	0,27	0,24	0,08	0,06	d	0,4	0,2	0,7	0,1
ΣFeO	11,44	1,73	4,42	1,80	F	52,5	10,4	67,2	16,1

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=26; 2 — кислая группа, n=26 [Лалин, 1970].

Петрохимические статистики субвулканитов улугойского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	50,63	3,03	74,41	3,12	<i>a</i>	6,7	2,9	10,6	1,9
TiO ₂	1,17	0,47	0,31	0,13	<i>c</i>	7,6	1,7	1,8	1,6
Al ₂ O ₃	16,27	2,71	13,02	1,35	<i>b'</i>	27,0	7,5	5,2	2,2
Fe ₂ O ₃	4,58	1,16	1,35	0,89	<i>f'</i>	41,7	11,1	48,1	20,2
FeO	6,84	1,68	2,64	1,27	<i>m'</i>	46,2	10,0	22,0	10,7
MnO	0,18	0,06	0,07	0,05	<i>c'(-a')</i>	11,7	7,5	-15,7	31,8
MgO	7,78	3,89	0,98	0,69	<i>n</i>	90,0	9,9	95,8	5,9
CaO	9,14	2,52	1,88	0,94	φ	16,2	7,7	15,0	13,8
Na ₂ O	2,75	1,27	4,96	1,07	<i>t</i>	1,7	0,7	0,3	0,1
K ₂ O	0,43	0,46	0,32	0,47	<i>Q</i>	-3,8	7,1	+36,9	4,6
P ₂ O ₅	0,25	0,14	0,06	0,05	<i>d</i>	0,3	0,1	0,7	0,2
Σ FeO	10,95	1,69	3,86	1,62	<i>F</i>	46,9	11,5	70,2	14,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=30$; [2] — кислая группа, $n=9$ [Зайков, 1976].

Петрохимические статистики вулканитов тунгусикской серии

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	50,93	2,83	73,92	3,70	<i>a</i>	7,1	2,1	10,7	2,5
TiO ₂	1,80	0,48	0,35	0,18	<i>c</i>	7,4	1,1	1,3	1,1
Al ₂ O ₃	16,38	0,92	13,60	1,43	<i>b'</i>	25,3	4,6	4,4	1,9
Fe ₂ O ₃	3,89	1,81	1,78	0,66	<i>f'</i>	44,9	6,6	38,3	14,5
FeO	8,09	1,76	1,60	1,06	<i>m'</i>	42,3	6,2	17,8	11,1
MnO	0,21	0,05	0,12	0,17	<i>c'(-a')</i>	10,2	9,7	-43,1	24,2
MgO	6,38	1,69	0,85	0,54	<i>n</i>	83,6	7,8	44,0	24,3
CaO	8,52	1,92	1,18	0,95	φ	13,6	7,0	18,1	4,1
Na ₂ O	2,67	0,89	2,44	1,64	<i>t</i>	2,6	0,7	0,4	0,2
K ₂ O	0,79	0,44	4,12	1,53	<i>Q</i>	-1,6	5,4	+36,6	9,6
P ₂ O ₅	0,36	0,04	0,05	0,07	<i>d</i>	0,3	0,1	0,6	0,1
Σ FeO	11,58	1,86	3,19	1,38	<i>F</i>	51,0	6,9	68,7	9,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=28$; 2 — кислая группа, $n=12$ [Корнев и др., 1974; Ножкин, Боддырев, 1979].

Петрохимические статистики вулканитов ассоциации месторождения Озерного

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	59,35	3,41	69,99	0,83	<i>a</i>	11,3	2,1	10,7	2,2
TiO ₂	0,82	0,25	0,46	0,73	<i>c</i>	4,5	1,7	2,8	1,6
Al ₂ O ₃	16,95	3,01	13,70	0,80	<i>b'</i>	14,0	3,7	7,7	3,4
Fe ₂ O ₃	3,18	1,75	1,63	0,75	<i>f'</i>	48,5	13,6	45,4	17,8
FeO	4,92	1,88	3,02	0,67	<i>m'</i>	25,8	9,3	30,0	15,4
MnO	0,27	0,17	0,20	0,57	<i>c'(-a')</i>	2,4	32,2	2,7	31,7
MgO	2,43	0,93	1,52	0,64	<i>n</i>	54,2	24,3	59,8	20,0
CaO	5,44	2,64	3,29	0,79	φ	16,8	8,8	16,2	8,6
Na ₂ O	2,76	1,27	3,08	0,78	<i>t</i>	1,0	0,3	0,5	0,4
K ₂ O	3,63	2,16	3,01	0,80	<i>Q</i>	+8,7	8,7	+30,2	9,0
P ₂ O ₅	0,25	0,12	0,10	0,69	<i>d</i>	0,5	0,1	0,6	0,2
Σ FeO	7,79	1,96	4,48	0,76	<i>F</i>	64,5	9,0	61,0	15,9

Примечание. 1 — базальтоидная группа, *n*=18; 2 — кислая группа, *n*=27 [Васильев, 1977].

Таблица 107

Петрохимические статистики кунаширского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	72,89	5,88	54,74	2,00	<i>a</i>	10,1	1,8	6,8	1,2
TiO ₂	0,20	0,24	0,66	0,12	<i>c</i>	3,5	2,1	9,8	1,4
Al ₂ O ₃	14,04	1,96	18,75	1,46	<i>b'</i>	4,8	3,7	17,6	3,8
Fe ₂ O ₃	1,82	1,31	4,47	1,35	<i>f'</i>	51,5	17,2	51,9	10,1
FeO	1,34	0,80	4,77	1,61	<i>m'</i>	24,2	12,2	36,6	16,4
MnO	0,04	0,05	0,18	0,11	<i>c'(-a')</i>	-16,0	28,7	11,5	7,6
MgO	1,01	0,99	3,81	2,10	<i>n</i>	74,9	13,7	90,0	5,8
CaO	3,19	1,91	9,18	1,73	φ	26,3	10,0	23,5	7,8
Na ₂ O	3,48	0,59	2,66	0,43	<i>t</i>	0,2	0,3	0,9	0,2
K ₂ O	1,91	1,18	0,47	0,31	<i>Q</i>	+37,2	9,3	+8,1	4,2
P ₂ O ₅	0,08	0,10	0,31	0,50	<i>d</i>	0,6	0,2	0,3	0,1
Σ FeO	2,98	1,86	8,80	1,40	<i>F</i>	68,4	12,8	59,3	17,6

Примечание. 1 — кислая группа, *n*=13; 2 — базальтоидная группа, *n*=6 [Сергеев, 1976].

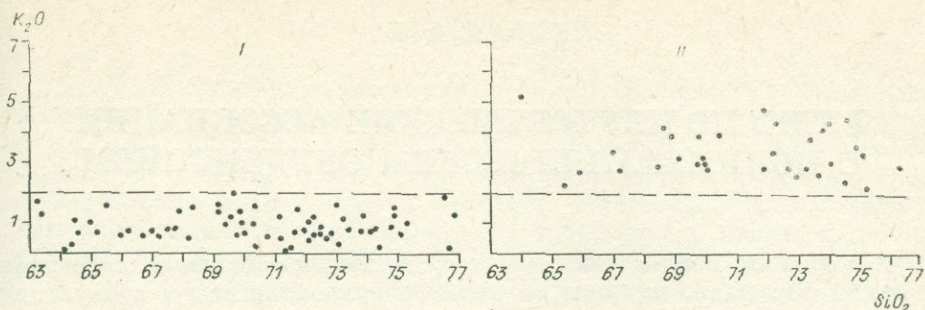


Рис. 14. Распределение кислых пород ассоциаций с колчеданным (I) и колчеданно-полиметаллическим (II) оруденением в координатах $\text{SiO}_2\text{—K}_2\text{O}$. Нанесены средние составы по породным группам и типам пород ассоциаций, указанных на рис. 21.

вокушность, т. е. является ведущим. В 3 (5—42%) ассоциациях не установлено преобладания какого-либо уклона, и лишь в 1 (0,3—26%) случае отмечен умеренно щелочной уклон. По оценкам средних K_2O (см. таблицы) среди вулканитов с колчеданно-полиметаллическим оруденением встречаются ассоциации с относительно высоким ($\text{K}_2\text{O} = 2\text{—}4\%$), а также и с относительно низким ($\text{K}_2\text{O} = 0,4\text{—}1,5\%$) его содержанием. Первые отмечены чаще: в 11 из 16, или 45—87% на совокупность, ассоциаций по сравнению со вторыми, которые встречены в 5 (13—55%) ассоциациях. Все это сказалось и на оценках натриевости — калиевости по показателю n . По названному показателю ассоциации с высоконатриевым и натриевым уклонами распределены примерно поровну, а в одном случае отмечен натрокалиевый уклон (ассоциация района месторождения Жайрем). Таким образом, по сравнению с кислыми вулканитами собственно колчеданносных ассоциаций намечается повышение калиевости (рис. 14). Довольно распространенным (10 из 16 ассоциаций, или 39—82%) оказался низкоглиноземистый уклон, в 1 (3—26%) случае отмечен высокоглиноземистый уклон. В 5 (14—58%) ассоциациях выше отмеченные градации глиноземистости развиты без заметного преобладания одной над другой. Общий уклон по титану низкотитанистый, причем крайне низкотитанистые ассоциации отмечены в 9 (33—77%) случаях, весьма низкотитанистые — в 5 (13—55%) случаях на совокупность. С такой же частотой встречаемости фиксируются железомagneиный и магниевый уклоны соответственно.

БАЗАЛЬТОИДНАЯ ГРУППА

Обычно слабее развитые в ассоциациях данного типа базальтоиды встречаются в 13 объектах. В 6 из них, или 22—71% случаях на совокупность, отмечен преобладающий низкощелочной уклон. Также часто устанавливается отсутствие преобладания какого-либо уклона. В 2 (2,8—41%) ассоциациях зафиксирован умереннощелочной уклон. При общей натриевой специализации щелочей высоконатриевые породы преобладают в 6 (22—71%) ассоциациях, что заметно реже, чем в базальтоидах с колчеданным оруденением, где во всех ассоциациях преобладают высоконатриевые разности. Таким образом, и в базальтоидной группе наблюдается некоторое понижение натриевости (по показателю n). Ассоциации с низкоглиноземистым уклоном встречаются несколько чаще (6 из 13, или 22—71%) по сравнению с высокоглиноземистыми (1 из 13, или 4—31%). В 6 случаях какого-либо ведущего уклона по глинозему не обнаруживается. Характерна пониженная титанистость (в 21 из 13, или 59—77% случаях на совокупность, устанавливается низкотитанистый уклон с вариациями до весьма низкотитанистого уклона). По соотношению железа и магния ассоциации с магниевым и железомagneиным уклонами встречаются приблизительно поровну, в 6 и 7 случаях соответственно.

ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ С ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Ассоциации, сопровождающиеся оруденением собственно полиметаллической формации, изучены на примере вулканических и субвулканических комплексов Закарпатья, Родопского массива и некоторых других районов: вулканические ассоциации различных фаз неогенового вулканизма Закарпатья [Малеев, 1964]; неогеновая базальтоидно-риолитовая ассоциация Советского Закарпатья [Белоусов и др., 1981; и др.]; миоценовая низкощелочная риолитоидно-андезитоидная ассоциация Чопской зоны Советского Закарпатья [Белоусов и др., 1981; и др.]; позднемиоценово(?)-плиоценовая низкощелочная риолитоидно-андезитоидная ассоциация советской части Выгорлат-Гутинской зоны; миоценовая риолито-андезитоидная ассоциация Центральной и Восточной Словакии; неогеновая лейкоандезитоидно-риолитовая ассоциация гор Токай, Венгрия [Лазаренко и др., 1968; Белоусов и др., 1981]; миоценовая риолитоидно-андезитовая ассоциация гор Бержени, Венгрия; неогеновая низкощелочная риолитоидно-лейкоандезитоидная ассоциация района Калимани — Гургу — Харгита, Восточные Карпаты, Румыния [Лазаренко, 1966; Лазаренко и др., 1968; Белоусов и др., 1981]; эоцен-миоценовая базальтоидно-трахилипаритоидная ассоциация Осоговского района, запад Родопского массива, Болгария; эоцен-миоценовая умеренно щелочная андезитоидно-риолитовая ассоциация восточной части Родопского массива, Болгария; эоцен-миоценовая лейкобазальтоидно-риолитовая ассоциация юга Родопского массива [Твалчрелидзе, 1972; Стоянов, 1979; Белоусов и др., 1981]; неогеновая риолитоидно-андезитоидная ассоциация северной части Эгейского моря (Западная Тракия, острова Лемнос, Самотраки); неоген-четвертичная щелочная риолитоидно-андезитовая ассоциация юго-восточной части Эгейского моря (острова Кос, Псеримос, Патмос и п-ов Бодрум); неоген-четвертичная трахилипаритоидно-лейкобазальтоидная ассоциация западного фланга Южно-Эгейской островной вулканической цепи (район Кроммиония на Пелопоннесе, п-ов Метана, острова Милос, Порос, Эгина, Санторин, Христиана, Антипарос) [Твалчрелидзе, 1972; Белоусов и др., 1981; и др.]. Названные ассоциации формируются на заключительных орогенных стадиях развития складчатых областей или в зонах тектоно-магматической активизации срединных массивов. Месторождения преимущественно жильного, реже вкрапленного типа локализуются вблизи развития субвулканических тел, экструзивов в пределах вулкано-тектонических структур и кальдер [Рудные формации..., 1976; Стоянов, 1979]. Кроме отмеченных ассоциаций, свинцово-цинковые месторождения жильного и скарнового типов встречаются с гранитоидами в связи с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением [Изох, 1978; Налетов, 1981] или вне связи с названным оруденением. В последнем случае состав гранитоидов также близок к одному из рассмотренных ранее типов [Налетов, 1981]. Таким образом, для ассоциаций со свинцово-цинковым оруденением, и это нужно подчеркнуть особо, характерен повышенный уровень содержания в них калия при различной общей щелочности. Последняя обычно варьирует в рамках умеренно низкощелочного и умеренно щелочного уклонов, о чем подробнее будет сказано ниже.

ПЕТРОХИМИЯ

Петрохимические статистики наиболее характерных и представительных ассоциаций даны в табл. 108—115. Изучение уклонов проведено по оценкам средних и дисперсиям петрохимических показателей. Всего изучено 13 объектов. Общим отличием ассоциаций с оруденением полиметаллической формации от ассоциаций, сопровождающихся колчеданным и колчеданно-полиметаллическим оруденением, является повышенная щелочность за счет более высокого содержания калия (2,5—4% и более) при пониженных концентрациях натрия (в среднем 1,5—3,5%).

КИСЛАЯ ГРУППА

Наиболее часто встречающимся по щелочности оказался умеренно-щелочной уклон, отмеченный в 7 из 13 (или 26—74%) случаев на совокупность. В 4 (11—57%) ассоциациях установлен умеренно низкощелочной уклон. Почти так же часто встречаются ассоциации с вариациями щелочности в рамках умеренно низкощелочного и умеренно щелочного уклонов без заметного преобладания одного над другим. Породы характеризуются, как уже сказано, повышенным содержанием K_2O и пониженным Na_2O , что обуславливает и соответствующий уклон по показателю n . Натрокалиевый уклон отмечен в 6 (22—71%) ассоциациях, умеренно натриевый — в 4 (11—57%) и лишь в 1 (0,4—32%) случае фиксируется высоконатриевая специализация щелочей. Но именно такие высоконатриевый, а также весьма высоконатриевый уклоны характерны для ранее рассмотренных ассоциаций с колчеданным и колчеданно-полиметаллическим оруденением. Повышенное содержание калия сближает описываемые ассоциации с вулканитами и субвулканитами, несущими золото-серебряное оруденение. Поэтому нередко в рассматриваемых объектах совмещается полиметаллическое и золото-серебряное оруденение. Преобладающим уклоном по содержанию Al_2O_3 является высокоглиноземистый (в 11 из 13 ассоциаций, или 59—97%), а по содержанию титана — низкотитанистый, отмеченный во всех случаях. Для кислых вулканитов и субвулканитов описываемой группы ассоциаций характерна и повышенная железистость, варьирующая в рамках железистого, умеренно железистого, реже высокожелезистого и железомagneйского уклонов. Первый встречен в 11 ассоциациях, т. е. в явном большинстве.

БАЗАЛЬТОИДНАЯ ГРУППА

Базальтоиды ассоциаций с полиметаллическим оруденением имеют те же тенденции в петрохимии, что и породы кислой группы. Это прежде всего повышение общей щелочности и калиевости. Какого-либо устойчивого уклона не устанавливается. Общая щелочность колеблется от низкощелочного, умеренно низкощелочного до субщелочного и умеренно щелочного, встречающихся без заметного преобладания одного над другим. Специализация щелочей в целом — в рамках умеренно натриевого и натрокалиевого уклонов с несколько повышенной частотой встречаемости первого. Он отмечен в 8 ассоциациях из 13, или 35—83% случаев на совокупность. В 2 (2,8—41%) ассоциациях зафиксирован высоконатриевый уклон, в 9 (43—84%) высокоглиноземистый, противопоставляемый среднеглиноземистому, отмеченному в 4 (11—57%) случаях на совокупность. Преобладует как низкотитанистая тенденция, так и железомagneйная.

Заканчивая главу, отметим, что материал по ассоциациям данного типа достаточно фрагментарен, поэтому выводы относительно петрохимических особенностей следует рассматривать в качестве предварительных.

Таблица 108

Петрохимические статистики неогеновой базальтоидно-риолитовой ассоциации советского Закарпатья [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.		
	\bar{X}	s
SiO ₂	72,76	3,47
TiO ₂	0,31	0,15
Al ₂ O ₃	14,82	1,59
Fe ₂ O ₃	1,55	1,06
FeO	1,31	1,02
MgO	0,35	0,30
CaO	2,39	0,80
Na ₂ O	3,42	0,75
K ₂ O	2,93	0,59
P ₂ O ₅	0,08	—
ΣFeO	2,71	1,32
a	11,4	1,9
c(c̄)	2,7	0,9
b'	3,3	1,8
n	63,5	7,5
Q	+34,9	7,4
F	83,2	11,7

Примечание. Кислая группа, n = 48 (P₂O₅ — 29).

Таблица 109

Петрохимические статистики миоценовой низкощелочной риолитоидно-андезитоидной ассоциации Чопской зоны, советское Закарпатье [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	56,68	3,31	70,88	3,86
TiO ₂	0,93	0,26	0,37	0,25
Al ₂ O ₃	18,11	1,09	15,12	1,33
Fe ₂ O ₃	2,81	1,21	2,68	1,20
FeO	5,56	1,54	0,96	0,98
MgO	3,23	1,09	0,68	0,59
CaO	8,07	1,70	3,05	1,30
Na ₂ O	2,90	0,39	3,34	0,63
K ₂ O	1,43	0,65	2,77	0,51
P ₂ O ₅	0,25	—	0,20	—
ΣFeO	8,09	1,56	3,37	1,45
a	8,7	1,5	11,2	1,5
c(c̄)	8,1	1,3	3,4	1,4
b'	15,8	3,6	4,6	2,5
n	76,4	8,1	64,8	6,3
Q	+9,0	6,3	+32,3	6,2
F	59,2	9,0	77,5	10,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n = 36 (P₂O₅ — 12); 2 — кислая группа, n = 29 (P₂O₅ — 13)

Таблица 110

Петрохимические статистики позднего миоценовой (?) — плиоценовой низкощелочной риолитоидно-андезитоидной ассоциации советской части Выгорлат-Гутинской зоны [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	57,79	3,62	69,97	2,95
TiO ₂	0,92	0,36	0,33	0,22
Al ₂ O ₃	18,17	1,72	16,19	1,72
Fe ₂ O ₃	3,63	2,17	1,91	1,37
FeO	4,51	2,10	1,43	1,39
MgO	3,21	1,41	0,68	0,55
CaO	7,75	1,60	3,16	1,33
Na ₂ O	2,17	0,60	2,94	1,00
K ₂ O	1,68	0,63	3,21	1,03
P ₂ O ₅	0,17	—	0,11	—
ΣFeO	7,78	1,78	3,15	1,59
a	7,4	1,8	10,9	2,8
c(c̄)	8,5	1,6	3,6	1,8
b'	14,6	4,2	4,4	2,1
n	66,2	8,9	57,5	10,6
Q	+13,9	7,5	+30,7	5,9
F	59,1	12,4	72,5	14,7

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n = 103 (P₂O₅ — 27); 2 — кислая группа, n = 53 (P₂O₅ — 21).

Таблица 111

Петрохимические статистики миоценовой риолитоидно-андезитоидной ассоциации гор Бержени, Венгрия [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	58,24	2,69	65,94	2,28
TiO ₂	0,85	0,22	0,34	0,09
Al ₂ O ₃	18,65	1,42	16,58	2,48
Fe ₂ O ₃	3,16	1,93	2,86	1,71
FeO	4,30	1,56	2,81	3,18
MgO	2,05	0,95	0,42	0,08
CaO	6,83	1,00	4,81	2,12
Na ₂ O	2,27	0,68	3,18	0,43
K ₂ O	3,33	1,03	2,74	0,40
P ₂ O ₅	0,17	0,11	0,21	0,10
ΣFeO	7,15	1,67	5,38	3,23
a	10,2	1,7	11,0	1,2
c(c̄)	7,6	1,5	4,7	1,5
b'	11,9	2,6	7,1	4,0
n	50,8	11,5	63,7	5,0
Q	+11,3	5,8	+24,0	7,0
F	67,0	11,5	85,4	7,0

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n = 58; 2 — кислая группа, n = 5.

Таблица 112

Петрохимические статистики неогеновой низкощелочной риолитоидно-лейкоандезитоидной ассоциации района Калимани — Гургу — Харгита, Восточные Карпаты, Румыния [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	57,78	3,42	67,17	2,34
TiO ₂	0,80	0,28	0,48	0,29
Al ₂ O ₃	18,83	1,47	17,12	1,30
Fe ₂ O ₃	3,65	1,72	2,21	1,31
FeO	2,82	1,66	1,16	0,76
MgO	3,47	1,43	1,06	0,82
CaO	7,12	1,29	3,63	0,57
Na ₂ O	3,52	0,61	4,15	0,70
K ₂ O	1,68	0,64	2,81	0,99
P ₂ O ₅	0,18	0,11	0,12	0,08
ΣFeO	6,11	1,63	3,15	0,87
a	10,4	1,8	13,1	2,1
c(\bar{c})	7,5	1,5	3,9	0,8
b'	13,5	4,3	5,3	2,1
n	76,5	6,6	69,6	9,8
Q	+7,7	6,9	+21,8	7,8
F	51,0	10,2	66,2	19,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=147; 2 — кислая группа, n=8.

Таблица 114

Петрохимические статистики эоцен-миоценовой базальтоидно-трахилапаритоидной ассоциации Осоговского района, запад Родопского массива, Болгария [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1	2	
		\bar{X}	s
SiO ₂	60,45	68,68	2,95
TiO ₂	0,92	0,44	0,10
Al ₂ O ₃	17,59	15,40	1,30
Fe ₂ O ₃	3,75	1,99	0,73
FeO	3,21	0,98	0,53
MgO	2,75	1,36	0,51
CaO	5,05	3,08	1,05
Na ₂ O	3,29	3,56	0,65
K ₂ O	2,54	4,24	0,85
P ₂ O ₅	0,43	0,21	0,12
ΣFeO	6,58	2,78	0,84
a	11,2	13,8	1,2
c(\bar{c})	6,3	3,1	1,1
b'	11,2	5,5	1,7
n	66,3	56,0	8,9
Q	13,5	23,8	6,0
F	57,5	54,3	8,0

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=1; 2 — кислая группа, n=48.

Таблица 113

Петрохимические статистики эоцен-миоценовой умереннощелочной андезитоидно-риолитовой ассоциации восточной части Родопского массива, Болгария [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	57,72	3,42	72,01	2,34
TiO ₂	0,85	0,28	0,48	0,29
Al ₂ O ₃	17,36	1,47	14,70	1,30
Fe ₂ O ₃	3,71	1,72	1,38	1,31
FeO	2,98	1,66	0,74	0,76
MgO	3,41	1,43	0,72	0,82
CaO	6,84	1,29	1,84	0,57
Na ₂ O	3,23	0,61	3,23	0,70
K ₂ O	3,46	0,64	4,97	0,99
P ₂ O ₅	0,40	0,11	0,11	0,08
ΣFeO	6,32	1,63	1,98	0,87
a	12,3	1,8	13,9	2,1
c(\bar{c})	5,6	1,5	2,0	0,8
b'	14,8	4,3	3,2	2,1
n	59,1	6,6	49,5	9,8
Q	+4,2	6,9	+29,5	7,8
F	51,8	10,2	62,5	19,3

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=41; 2 — кислая группа, n=42.

Таблица 115

Петрохимические статистики эоцен-миоценовой лейкобазальтоидно-риолитовой ассоциации юга Родопского массива [по А. Ф. Белоусову и др., 1982; и др.]

Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	58,88	3,65	69,86	3,94
TiO ₂	0,79	0,32	0,40	0,15
Al ₂ O ₃	16,70	1,51	14,68	1,99
Fe ₂ O ₃	3,85	1,98	1,86	0,94
FeO	3,47	1,62	1,43	0,93
MgO	3,37	1,02	1,33	0,80
CaO	6,87	1,69	2,91	1,08
Na ₂ O	3,08	0,58	3,38	0,73
K ₂ O	2,64	1,02	3,86	0,99
P ₂ O ₅	0,23	0,16	0,23	0,20
ΣFeO	6,93	2,00	3,10	1,11
a	10,7	2,1	12,8	1,9
c(\bar{c})	5,9	1,9	3,0	1,5
b'	15,1	4,7	5,6	2,2
n	64,7	8,7	57,2	8,9
Q	+9,2	6,9	+27,6	8,0
F	53,7	6,4	59,0	12,2

Примечание. 1 — базальтоидная группа, n=20; 2 — кислая группа, n=18.

ПЛУТОНИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ С ЖЕЛЕЗНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

ГЛАВНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Уральская складчатая область

Магнитогорский мегасинклинорий

Магнитогорский комплекс (C_1V_{2-3}). Массивы: Магнитогорский, Московский, Северные Борки, Кара-Булакский, Чекинский, Грязнушенский, Богдановский, Греховский. Штокообразные, силлообразные, гипабиссальные, слабо эродированные тела площадью до 150 км². Вмещающие породы: вулканогенные, вулканогенно-осадочные колтубанской (D_3fr) и березовской ($C_1t_2 - n$) свит. Абсолютный возраст пород Магнитогорского массива 300—380 млн. лет (14 калий-аргоновых определений) с наиболее часто встречающимися значениями 330 млн. лет, пород Московского массива — 300, 315, 320, Кара-Булкаского — 275 млн. лет. Схема формирования: 1) габбро, мелкозернистые пироксеновые габбро-диабазы; 2) роговообманковые, реже биотит-роговообманковые граносиениты, граниты (в отдельных массивах эгириновые граносиениты, граниты). Дайки первого этапа: лейкократовые амфиболовые граниты, микрограниты. Посегранитовые дайки граносиенит-порфиров, диабазов, лампрофиров. Лкарновые магнетитовые месторождения в приконтактных зонах интрузивов [Ферштатер, 1966; Скопина, 1970, 1975; Струве, 1970; Чайко, Ферштатер, 1972; Прокин, 1977].

Тагильский прогиб

Каледонская натровая формация ($S_2 - D_1$). Западный пояс массивов: Тагильский, Верхне-Баранчинский, Кабанский, Павдинский, Исаковско-Башневский, Княсыгинский. Залегают среди осадочно-вулканогенных толщ раннего и среднего палеозоя. Схема формирования: габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граносиениты, граниты, плагиограниты. Восточный пояс массивов: Тагило-Невьянский, Балакинский, Красноуральский, Караульская группа массивов, Верхне-Лобвинский, Восточно-Павдинский. Вмещающие — зеленокаменные толщи палеозоя. Состав пород: габбро, диориты, габбро-диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, плагиограниты. Скарновые железорудные месторождения в приконтактных зонах массивов [Малахова, Чурилин, 1972; Овчинников, 1960].

Кали-натровая (гранодиоритовая) формация (D_{2-3}). Массивы: Ауэрбаховский (≈ 40 км²), Барашинский, Взвозный, Васильевско-Москалевский и др. Залегают среди силурийских и среднедевонских вулканогенно-осадочных пород. Сложены габбро-сиенитами, габбро-диоритами, диоритами, кварцевыми диоритами, биотит-роговообманковыми гранодиоритами, гранитами. Дайки диабазов, диоритовых и габбро-диабазовых порфиров, спессартитов, вогезитов и др. Скарновые магнетитовые месторождения в приконтактных зонах массивов [Малахова, Чурилин, 1972; Рудные месторождения..., 1978].

Тургайский прогиб

Валерьяновский мегасинклиорий (структура фундамента)

Валерьяновский вулcano-плутонический комплекс ($C_1v - n$). Сарбайсоколовский интрузивный комплекс (C_1n). Массивы: Давыдовский, Ломоносовский, Алешинский, Сарбайский, Соколовский, Куржункульский, Елтайский, Адаевский, Бенкалинский, Каракольский и др. Прорывают вулканогенно-осадочные отложения среднего визе—намюра, перекрываются отложениями S_2 . Абсолютный возраст 290—320 млн. лет. Пластовые согласные, реже секущие штокообразные тела размером от 40 до 70, реже до 160 км², гипабиссальные, слабо эродированные. Схема формирования: 1) габбро-нориты, габбро оливиновое, габбро-диориты; 2) пироксеновые (гиперстеновые) и пироксен-роговообманковые диориты; 3) пироксен-роговообманковые кварцевые диориты, биотит-роговообманковые гранодиориты; 4) аляскитовые граниты. Дайки кварцевых и бескварцевых диорит-порфиринов, габбро-порфиринов, микрогранит-порфиринов, альбитофиринов. Среди плутонических пород резко преобладают базитовые. Скарново-магнетитовые месторождения в экзо- и эндоконтактовых, надинтрузивных зонах массивов. Минеральные типы: скаполитовый (Каچارское), скарново-скаполитовый (Соколовское, Сарбайское), скарновый (Адаевское), гидросиликатный (Куржункульское, Шагыркульское), тальково-серпентинитовый (Степное), железорудный. Из околорудных изменений широко проявлена альбитизация вмещающих эффузивов, в меньшей степени — более поздний кремниевый и калиевый метасоматоз. С поздними фазами ассоциируют рудопроявления кварц-молибденитовой рудной формации [Мазина, Ксенофонтов, 1961; Дымкин, 1962; Тетерев, Ксенофонтов, 1969; Бекмухаметов, 1970; Мазина, Райхлин, 1971; Каденская, Савич, 1973].

Зауральское поднятие, Троицко-Кенгуссайский мегантиклинорий (структуры фундамента)

Милютинско-Михайловский комплекс (C_1n). Массивы: Михайловский, Кулевчинско-Владимировский, Джетыгаринско-Милютинский, Барамбаевский, Блаковский и др. площадью от 100 до 500—600 км². Прорывают сланцы Pz_1 , порфириты D_2 , андезитовый комплекс среднего, верхнего визе—намюра. Гипабиссальные среднеэродированные батолитоподобные тела. Схема формирования: 1) габбро, габбро-диабазы, перидотиты; 2) диориты, кварцевые диориты, биотит-роговообманковые гранодиориты, трондьемиты, адамеллиты; 3) биотитовые граниты, аляскиты, щелочные биотитовые граниты, гранит-порфиры, щелочные аплиты; 4) малые интрузии и дайки плагиогранит-порфиринов, альбититов, плагиопорфиринов, диорит-порфиринов, гранодиорит-порфиринов, спессартитов, одинитов. Гранитоидные плутонические породы преобладают над базитовыми. Проявления золота золото-сульфидно-кварцевой рудной формации с минеральными типами: золото-кварцевый, золото-халькопирито-пирито-кварцевый, золото-галенито-блеклорудно-кварцевый. Оруденение скарново-магнетитовой, кварц-молибденитовой рудной формаций [Закономерности..., 1968; Ксенофонтов, Давыдов, 1971; Мазина, Райхлин, 1971; Ксенофонтов, Леонова, 1973].

Складчатая область Малого Кавказа

Сомхето-Карабахская зона

Интрузивный комплекс Дашкесана (K_1). Дашкесанский, Зурнабадский и другие интрузивы. Схема формирования: 1) габбро, роговообманковые габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, кварцевые диориты; 2)

диориты, тоналиты, банатиты, граносиениты, гранодиориты, адамеллиты, граниты преимущественно роговообманковые, реже биотит-роговообманковые; 3) гранит-аплиты, аляскиты, лейкограниты, аплиты. Дайки габбро-диабазов, диабазов, диабазовых порфиритов, микродиабазов и т. п. Прорывают вулканогенно-осадочные породы юры (J_{2-3}), перекрываются отложениями коньяка. Абсолютный возраст от 125 млн. лет (I фаза) до 120 млн. лет (II фаза) и 115 млн. лет (III фаза). Скарновые магнетитовые месторождения [Кашкай, 1965; Шипулин, 1968].

Алтае-Саянская складчатая область

Золотокитатская зона

Ольгинский плутон (O — S). Площадь эродированной части 150 км². Вмещающие — карбонатные отложения верхнего протерозоя, вулканогенные и вулканогенно-осадочные накопления граувакко-порфиритового состава среднего кембрия и нижнего ордовика. Схема формирования: 1) габбро, габбро-диориты, диориты, монцониты, сиенито-диориты; 2) кварцевые диориты, монцониты; 3) биотит-роговообманковые гранодиориты; 4) биотит-роговообманковые диориты, кварцевые диориты; 5) кварцевые диорито-сиениты, сиениты, граносиениты; 6) адамеллиты; 7) лейкократовые биотитовые граниты. Абсолютный возраст по биотиту биотитовых гранитов 444—454 млн. лет. Проявления скарновой магнетитовой, скарновой золоторудной формаций в эндо- и экзоконтактных зонах [Корель, Кузнецова, 1961; Корель, 1972; Алабин, 1959; Раннепалеозойская..., 1971].

Тельбесский комплекс (S₂). Массивы: Тельбесский, Кайлюкольский, Чернотаазский. Диориты, кварцевые диориты по периферии плутонов, биотит-роговообманковые гранодиориты, граниты — в ядре. Дайки диоритовых порфиритов, гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров, реже аплитов, диабазов и диабазовых порфиритов. Вмещающие — вулканогенно-осадочные породы ϵ_1 и ϵ_2 , осадочные накопления нижнего — среднего, а также нерасчлененные отложения среднего — верхнего ордовика. Абсолютный возраст гранитов по биотиту 201—213 млн. лет, гранодиоритов — 205 млн. лет. Магнетитовые месторождения — Темир-Тау и др. [Богнибов, 1971б; Синяков, 1975].

Тейский район Кузнецкого Алатау

Вулканическая ассоциация (D₁) района Тейской группы месторождений и более поздние субвулканы. Преобладают эффузивы трахилипаритовой группы, реже развиты базальтоидные и андезитоидные образования. Среди первых — две основные разновидности: кварцевые трахитовые порфиры с уклоном по составу до трахиандезитов и базокварцевые порфиры. Гипабиссальные и субвулканические интрузии представлены небольшими телами кварцевых сиенитов, граносиенитов, сиенит-порфиров. Железное оруденение скарнового и гидросиликатного типов [Поляков, 1971; Корель, 1972; Долгушин и др., 1979].

С и с и м - Кызырский синклинорий

Таят-Табратский ареал раннепалеозойской базит-гранитоидной ассоциации. Канатикский габбровый стратифицированный массив и сопряженная с оруденением габбро-диорит-гранодиоритовая интрузия в составе Хабалыкского и Ефимовского массивов. Вмещающие — терригенно-карбонатные и вулканогенные отложения ϵ_1 — ϵ_2 (балахтисонская и осиповская свиты) в низах и вулканогенные накопления кизирской свиты

(ϵ_2) — в верхах. Оливиновые и роговообманковые габбро, габбро-нориты, габбро-диориты, пироксеновые диориты Канатикского массива связаны взаимоотношениями. Габбро-диоритовая интрузия представлена небольшими штокообразными телами и дайками, диоритовая — Хабалыкским массивом и группой небольших тел. Среди более поздних гранодиоритов, гранитов выделяются, с одной стороны, гранодиориты и тоналиты, с другой — лейкократовые граниты с уклоном к трондьемитам, граносиенитам. Базитовые породы преобладают над гранитоидными. Завершающими образованиями являются дайковые тела диоритовых порфиритов и лампрофиров. Магнетитовые руды в приконтактных зонах массивов [Поляков, 1974; Князев, 1975].

Габбро-диорит-гранодиоритовая интрузия (О) Ирбинского рудного поля. Площадь ≈ 25 км². Вмещающие — осадочные отложения ϵ_1 , вулканиды кизирской свиты (ϵ_3 —О). Перекрывается вулканогенной толщей быскарской серии (D₁). Габбро и габбро-нориты развиты в краевой части, монциты, кварцевые монциты, гранодиориты и адамеллиты — в эндоконтактных зонах или слагают апофизы, габбро-диориты и кварцевые диориты, вскрываются скважинами на глубоких горизонтах. Жильные аплиты, микродиориты и диоритовые порфириты редко выходят за пределы интрузии. Магнетитовое оруденение в приконтактных зонах [Дымкин и др., 1975].

Вулкано-плутонические ассоциации с железным оруденением

Коргонская зона Западного Алтая. Указанная структурно-формационная зона с запада граничит с Рудно-Алтайской, в пределах которой сосредоточены полиметаллические месторождения (см. выше). Металлогенический профиль Коргонской зоны резко отличается от Рудно-Алтайской: в рассматриваемой зоне сосредоточены крупные железорудные месторождения (Холзунское, Инское, Белорецкое, Коргонское и др.) и нет полиметаллических (за исключением рудопроявлений). Железооруденение практически всеми исследователями связывается с вулканидами. В то же время возраст рудоносных пород в Рудно-Алтайской и Коргонской зонах один и тот же (среднедевонский) и, как говорилось выше, указанные породы рассматриваются в составе одной и той же кварц-кератофировой формации.

В последнее время производственным геологическим объединением «Запсибгеология» в пределах описываемой территории проведены крупномасштабные исследования, результаты которых обобщены Н. Н. Лихачевым и В. В. Мироновым (1979—1980 гг.). В результате этих исследований установлен рудоносный среднедевонский вулкано-плутонический комплекс существенно кислого состава: изучены разрезы вулканидов кварц-кератофировой формации. По данным Н. Н. Лихачева и сотрудников наиболее полным следует считать разрез Кумирско-Коргонской подзоны. Среднедевонские вулканиды здесь расчленяются на две свиты: холзунскую и коргонскую. Рассматриваемые образования залегают на размытой поверхности нижнесилурийских известняков и несогласно перекрыты осадочными образованиями верхов эйфеля—живета (см. рис. 18).

Нижняя из упомянутых свит представлена двумя подсвитами: нижней — терригенно-карбонатной и верхней — существенно вулканогенной. Вулканиды относятся к базальтоидному ряду и залегают в виде лав и пирокластолитов. Мощность базальтоидных накоплений составляет 2300 м. Следует отметить, что холзунская свита (или ее стратиграфические аналоги — топчуганская и березовская свиты) в Коргонской зоне распространена не повсеместно.

Выше холзунской свиты в колонках помещается коргонская, состоящая из лав и пирокластолитов кислого состава (количество базальтоидов

в ней незначительно), вулканогенно-осадочных и терригенных пород. Мощность свиты превышает 5 км. Как правило, она расчленяется на 3 подсвиты; главная масса железных руд сосредоточена в средней подсвите или на ее границе с верхней. Систематизация среднедевонских вулканогенных накоплений Коргонской зоны на формационной основе в настоящее время неоднозначна. Наряду с широко распространенной точкой зрения о принадлежности всех эффузивов к кварц-кератофировой формации существует представление о принадлежности эффузивов холзунской свиты к андезито-базальтовой, а коргонской — к кварц-кератофировой формациям [Шопов, 1967]. Геологически данный вопрос однозначно не решается из-за повсеместного контакта между рассматриваемыми образованиями. Железооруденение приурочено к породам второй и третьей подсвит коргонской свиты и практически не встречается в первой.

Из приведенного описания, а также из данных главы III следует, что базит-гранитоидные ассоциации с железным оруденением в составе сложных вулканоплутонических рядов появляются в основном в орогенную (или раннеорогенную) стадию развития складчатых областей, в отличие от колчеданосных ассоциаций. Общей тенденцией для них, как будет показано ниже (в главе VI), является повышенный уровень щелочности вулканитов и более поздних плутонических ассоциаций во всем сложном ряду пород от наиболее ранних, базитовых, до наиболее молодых, кислых. В сложных базит-гранитоидных ассоциациях нередко преобладают базитовые породы, особенно там, где железное оруденение развито наиболее мощно. Изученные ассоциации по набору пород, их минеральному составу и химизму [Налетов, 1978в] весьма близки к уже рассмотренным золотоносным базит-гранитоидным ассоциациям и сами в той или иной мере золотоносны. Другие железноносные ассоциации из числа плутонических, в частности с повышенной калиевостью (сиенитоидные комплексы Кондомского района [Алабин, 1977]), или экстремально натриевые габбро-альбититовые комплексы Западного Саяна [Поляков, 1971], так же как и трапповые железноносные комплексы, здесь не рассматриваются. Они встречаются сравнительно нечасто и достаточно хорошо описаны в соответствующих работах.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ГРАНИТОИДСОДЕРЖАЩИХ ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ

В табл. 116 представлены некоторые примеры минеральных классов гранитоидов с железным оруденением без учета их статистической распространенности. Обычными минеральными классами гранитоидов, вероятно, являются биотит-роговообманковый и биотит-роговообманковый повышенной щелочности. Встречаются гранитоиды и с щелочными темноцветными минералами. Повышенная щелочность гранитоидов, проявившаяся в минеральных парагенезисах, как будет показано в следующем разделе, согласуется с умеренно повышенной щелочностью по петрохимическим уклонам. Этот признак отличает ассоциации с железным оруденением от колчеданосных. Статистического материала для характеристики количественно-минерального состава данного типа гранитоидов оказалось недостаточно, поэтому соответствующее описание не приводится. Однако следует отметить, что изученные железноносные гранитоиды по химизму весьма близки к золотоносным, что уже было отмечено ранее [Налетов, 1978в], а исходя из общих петрографических описаний выглядит сходным и их минеральный состав. Последнее позволяет в какой-то мере выводы, полученные при статистическом изучении минерального состава золотоносных гранитоидов, экстраполировать на минеральный состав гранитоидов с железным оруденением.

Схема эволюции парагетезисов гранитоидов с железным оруденением

№ п/п	Ассоциации (серии, комплексы, ареалы, плутоны, массивы)	Минеральные классы гранитоидов		
		SiO ₂ =57-63%	SiO ₂ =63-69%	SiO ₂ =69-75%
1	Таят-Табратский комплекс [Поляков, 1971]	III	III	III
2	Тельбесский комплекс [Раннепалеозойская..., 1971]	III, IV	III	III
3	Гранитоиды Тейского месторождения [Поляков, 1971]	—	V	—
4	Богдановский массив магнитогорского комплекса [Скопина, 1970]	IV	IV	IV
5	Магнитогорский комплекс [Фершта-тер, 1966]	IV	IV	IV

Примечание. III — биотит-роговообманковые гранитоиды; IV — биотит-роговообманковые гранитоиды повышенной щелочности; V — гранитоиды с щелочными темновыми минералами [Пономарева, Налетов, 1979].

ПЕТРОХИМИЯ ГРАНИТОИДСОДЕРЖАЩИХ ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов приводятся в табл. 117—133.

БАЗИТОВАЯ ГРУППА

Базитовая группа железосных ассоциаций нередко преобладает над гранитоидной (магнитогорский, таят-табратский, соколовско-сарбайский и другие комплексы). Петрохимическое описание дается на материале 13 ассоциаций. Ассоциации с повышенной щелочностью в рамках умеренно щелочного и среднещелочного уклона встречаются наиболее часто и зафиксированы в 8 из них, или 35—83% на совокупность. В 1 (0,4—32%) случае отмечен умеренно низкощелочной уклон. В 4 (11—57%) ассоциациях щелочность варьирует в рамках от умеренно низкощелочного до умеренно щелочного уклона без существенного преобладания какого-либо из них. Характерен общий натриевый уклон с ведущим развитием высоконатриевых ($n > 75$) базитов. Последние преобладают в 10 (50,5—93%) ассоциациях, т. е. в большинстве. Низкотитанистые разности, так же как и высокоанортитовые, оказались определяющими в 11 (59—97%) ассоциациях. Содержание глинозема в рамках среднеглиноземистого и высокоглиноземистого/уклонов отмечено в 8 ассоциациях, или 35—83% на совокупность, т. е. встречается достаточно часто. Без заметного преобладания встречаются ассоциации с железомagneйскими и умеренно железистыми базитами. Первые обнаружены в 6, а вторые — в 7 ассоциациях.

ГРАНИТОИДНАЯ ГРУППА

Нередко менее развитая по сравнению с базитами гранитоидная группа в целом наследует петрохимические признаки базитовой группы. Гранитоиды всех ассоциаций обладают в той или иной мере повышенной щелочностью в интервале от субщелочного, умеренно щелочного до повышенной щелочного уклона шкалы по показателю a . Они зафиксированы соответственно в 6 (19—64%), 8 (30—76%) и 1 (0,3—28%) ассоциациях. При общем натриевом уклоне в отличие от базитов ведущим по соотношению щелочей оказался умеренно натриевый, отмеченный в 14 (72—99,7%) ассоциациях, т. е. в подавляющем большинстве. В его пределах наиболее

Петрохимические статистики гранитоидов магнитогорского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	60,35	2,44	67,60	2,48	70,59	1,72	69,73	3,00
TiO ₂	1,13	0,52	0,66	0,26	0,41	0,14	0,55	0,26
Al ₂ O ₃	15,77	1,48	14,26	1,36	14,21	1,26	14,45	1,31
Fe ₂ O ₃	3,80	1,59	2,33	0,93	1,78	0,73	2,04	0,90
FeO	3,38	1,57	2,82	1,17	1,56	0,98	2,16	1,25
MnO	0,12	0,03	0,09	0,05	0,05	0,03	0,07	0,04
MgO	2,25	0,38	0,83	0,59	0,49	0,25	0,74	0,58
CaO	4,01	0,75	1,85	1,33	1,40	0,78	1,74	1,19
Na ₂ O	5,21	0,78	5,71	0,97	4,86	1,04	5,23	1,07
K ₂ O	2,21	0,67	2,80	1,12	3,57	0,94	3,26	1,09
P ₂ O ₅	0,09	0,11	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05
П. п. (ΣFeO)	1,16	0,79	0,47	0,53	0,55	0,48	(4,00)	1,59
a	14,7	1,7	16,1	1,7	15,3	1,4	15,5	1,5
c	3,2	1,4	1,1	1,6	1,1	1,2	1,2	1,4
b'	12,1	1,7	6,8	1,4	4,0	0,9	5,5	2,4
f'	54,2	3,7	65,5	16,5	61,2	15,4	61,5	15,7
m'	32,0	5,9	19,1	12,5	17,9	8,3	19,2	10,3
c'(-a')	13,6	6,9	12,7	12,6	-1,0	26,7	4,1	23,7
n	78,1	6,4	75,3	9,4	66,5	9,9	70,2	10,5
φ	27,0	11,2	25,1	11,0	28,5	16,7	26,3	14,1
t	1,4	0,7	0,7	0,3	0,4	0,2	0,6	0,3
Q	+7,0	6,0	+17,6	4,2	+25,1	4,9	+21,4	6,5
d	0,7	0,1	0,9	0,1	0,8	0,1	0,8	0,1
F	62,6	4,7	76,9	16,3	77,6	11,2	76,1	13,3

Примечание. 1 — лейкодиориты, n=13; 2 — меллагранитоиды, n=23; 3 — лейкогранитоиды, n=33; 4 — гранитоидная группа, n=63 [Ферштатер, 1966; Скопина, 1970; Струве, 1970; Чайко, Ферштатер, 1972; данные А. А. Холоднова].

Таблица 118

Петрохимические статистики базитов магнитогорского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	48,34	1,64	51,19	2,48	54,94	1,70	52,54	4,24
TiO ₂	1,66	0,64	1,67	0,74	1,84	0,62	1,61	0,71
Al ₂ O ₃	16,21	1,85	15,85	1,83	15,41	0,85	16,14	1,80
Fe ₂ O ₃	5,34	1,94	5,36	1,72	6,09	1,11	5,56	2,00
FeO	5,58	2,16	5,49	1,73	4,14	1,81	5,16	2,08
MnO	0,13	0,06	0,15	0,13	0,10	0,06	0,15	0,13
MgO	6,37	1,28	4,65	1,03	3,52	0,83	4,98	1,94
CaO	9,87	2,13	7,85	1,65	5,44	1,99	8,05	2,91
Na ₂ O	3,42	1,12	4,51	0,77	4,74	0,99	4,33	1,13
K ₂ O	1,03	0,53	1,36	0,50	1,51	0,29	1,39	0,59
P ₂ O ₅	0,12	0,21	0,11	0,16	0,10	0,08	0,10	0,17
П. п. (ΣFeO)	1,37	0,91	1,24	0,80	1,33	0,74	(10,16)	2,35
a	9,1	2,3	12,0	1,8	12,8	2,3	11,4	2,8
c	6,5	2,6	4,8	2,2	4,0	1,6	5,0	2,4
b'	26,9	1,1	23,0	2,1	18,2	1,7	22,8	5,7
f'	37,6	8,2	43,8	7,0	51,3	5,0	44,0	9,5
m'	40,9	8,8	34,7	7,2	32,8	6,4	36,2	8,7
c'(-a')	21,5	4,5	21,5	4,0	14,1	9,7	19,6	7,7
n	82,6	10,9	83,4	5,0	82,5	2,7	82,5	7,1
φ	17,2	6,0	20,2	5,6	28,9	5,1	21,7	8,6
t	2,5	0,9	2,4	1,0	2,4	0,8	2,2	1,0
Q	-10,0	2,3	-8,2	4,9	+0,2	3,5	-6,5	7,1
d	0,4	0,2	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,2
F	47,6	10,5	55,5	8,7	60,9	6,5	54,5	10,4

Примечание. 1 — мезогаббро, n=17; 2 — лейкогаббро, n=20; 3 — диориты, n=6; 4 — базитовая группа, n=54 [Ферштатер, 1966; Скопина, 1970; Чайко, Ферштатер, 1972; данные А. А. Холоднова].

Петрохимические статистики гранитоидов каледонской натровой формации Тагильского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	71,23	1,82	69,08	5,67	<i>a</i>	11,4	1,5	11,1	1,7
TiO ₂	0,30	0,24	0,40	0,26	<i>c</i>	3,1	1,3	3,9	2,0
Al ₂ O ₃	14,16	0,73	15,38	1,80	<i>b'</i>	4,6	0,8	6,6	3,7
Fe ₂ O ₃	1,35	0,62	1,62	0,83	<i>f'</i>	55,5	12,8	51,8	12,8
FeO	2,04	0,68	2,81	1,60	<i>m'</i>	25,5	5,7	25,4	10,2
MnO	0,03	0,02	0,05	0,05	<i>c'(-a')</i>	-15,6	21,1	-16,6	25,8
MgO	0,85	0,16	1,30	0,83	<i>n</i>	74,3	20,7	73,0	21,6
CaO	2,65	1,13	3,50	1,89	ϕ	21,0	10,0	19,1	10,3
Na ₂ O	3,81	0,66	3,82	1,33	<i>t</i>	0,3	0,2	0,4	0,3
K ₂ O	2,24	1,94	2,03	1,49	<i>Q</i>	+33,8	4,8	+28,1	9,2
P ₂ O ₅	—	—	—	—	<i>d</i>	0,6	0,1	0,6	0,1
Σ FeO	1,25	0,26	4,27	1,91	<i>F</i>	68,2	3,5	67,8	9,4

Примечание. 1 — лейкогранитоиды, *n*=6; 2 — гранитоидная группа, *n*=15 [Овчинников, 1960; Знаменский, 1966].

Таблица 120

Петрохимические статистики базитов каледонской натровой формации Тагильского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	45,54	3,68	50,64	3,81	51,01	4,90	48,60	4,84
TiO ₂	0,65	0,53	0,64	0,38	0,54	0,28	0,65	0,46
Al ₂ O ₃	16,05	3,83	18,09	2,81	20,97	3,73	17,50	3,91
Fe ₂ O ₃	4,65	3,09	4,38	1,71	3,69	2,09	4,57	2,67
FeO	7,41	2,32	6,17	1,50	3,76	1,99	6,43	2,62
MnO	0,34	1,03	0,16	0,08	0,22	0,15	0,27	0,77
MgO	8,79	3,24	4,98	0,59	3,70	0,89	6,98	3,53
CaO	12,84	2,23	10,54	2,01	10,28	4,41	11,91	2,87
Na ₂ O	1,77	0,88	2,87	0,70	3,20	2,04	2,30	1,23
K ₂ O	0,54	0,46	0,58	0,32	0,95	0,79	0,69	0,60
P ₂ O ₅	0,12	0,45	0,04	0,05	0,13	0,17	0,10	0,36
П. п. п. (Σ FeO)	1,34	0,84	0,79	0,47	1,18	1,08	10,55	2,94
<i>a</i>	4,7	2,1	7,4	1,7	8,9	5,2	6,1	3,3
<i>c</i>	8,7	3,7	9,0	3,1	10,9	6,1	9,0	3,8
<i>b'</i>	33,6	5,9	23,4	0,8	17,2	1,6	28,1	8,6
<i>f'</i>	35,1	10,4	43,4	3,7	43,7	12,4	39,1	10,4
<i>m'</i>	44,0	10,3	37,5	4,4	39,6	10,0	41,0	9,9
<i>c'(-a')</i>	20,8	7,3	19,1	3,3	16,7	10,3	19,8	7,4
<i>n</i>	82,7	11,0	88,7	5,1	76,7	19,7	82,9	11,2
ϕ	12,4	8,6	16,6	6,3	20,3	12,5	15,7	9,7
<i>t</i>	1,0	0,9	0,9	0,5	0,8	0,4	1,0	0,7
<i>Q</i>	-12,2	6,5	-3,2	6,2	-2,6	6,8	-7,7	8,8
<i>d</i>	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1
<i>F</i>	43,6	11,8	53,3	4,9	51,4	12,7	48,1	11,9

Примечание. 1 — мезогаббро, *n*=34; 2 — лейкогаббро, *n*=12; 3 — диориты, *n*=6; 4 — базитовая группа, *n*=57 [Овчинников, 1960; и др.].

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов гранодиоритовой формации Тагильского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	53,85	3,86	64,45	4,41	a	9,3	3,4	13,1	2,7
TiO ₂	0,55	0,26	0,25	0,20	c	7,3	2,8	4,8	2,2
Al ₂ O ₃	18,00	1,71	17,01	1,73	b'	20,4	5,8	8,4	3,0
Fe ₂ O ₃	4,19	1,86	2,54	0,99	f'	40,8	9,1	49,1	9,9
FeO	4,59	1,48	2,07	1,05	m'	39,5	6,2	34,5	9,1
MnO	0,13	0,06	0,13	0,24	c'(-a')	15,9	13,0	7,8	21,4
MgO	5,01	2,27	1,77	0,72	n	75,8	14,4	71,4	15,3
CaO	8,89	2,96	4,80	2,54	φ	18,1	7,6	25,3	8,7
Na ₂ O	3,12	1,40	4,16	1,01	t	0,8	0,4	0,3	0,2
K ₂ O	1,62	1,26	2,74	1,63	Q	-1,01	6,5	+15,9	7,9
P ₂ O ₅	0,04	0,11	0,07	0,17	d	0,4	0,2	0,6	0,2
ΣFeO	8,37	1,90	4,36	1,57	F	50,1	9,5	58,3	6,6

Примечание. 1 — базитовая группа, n=12; 2 — гранитоидная группа, n=18 [Овчинников, 1960; Знаменский, 1966].

Петрохимические статистики гранитоидов гороблагодатского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	66,96	3,01	71,19	1,81	74,21	1,69	68,91	4,51
TiO ₂	0,45	0,16	0,29	0,12	0,24	0,20	0,42	0,19
Al ₂ O ₃	15,63	1,54	14,47	1,34	15,00	1,10	15,70	1,67
Fe ₂ O ₃	1,99	1,08	1,35	0,64	0,61	0,46	1,76	1,01
FeO	2,57	0,70	1,87	0,56	0,85	0,43	2,39	0,97
MnO	0,10	0,05	0,07	0,04	0,04	0,02	0,09	0,06
MgO	1,75	0,80	0,88	0,34	0,41	0,26	1,51	0,90
CaO	3,84	1,69	2,29	1,12	1,57	1,28	3,61	2,07
Na ₂ O	4,27	0,80	4,74	1,04	5,53	1,05	4,44	1,11
K ₂ O	1,21	0,82	1,22	1,25	0,46	0,30	1,14	0,97
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—
П. п. п. (ΣFeO)	1,25	0,62	1,04	0,68	0,68	0,43	(3,98)	1,54
a	11,1	1,8	11,91	2,02	12,3	2,4	11,1	2,2
c	4,3	1,9	2,68	1,33	1,8	1,5	4,0	2,2
b'	7,6	1,5	4,5	0,7	2,0	0,4	6,7	2,8
f'	49,2	12,7	48,9	12,3	32,3	20,5	47,6	13,4
m'	33,8	12,6	23,7	8,0	12,1	5,4	29,4	12,4
c'(-a')	-6,8	20,6	-21,3	23,4	-55,6	20,5	-13,7	25,7
n	84,6	9,3	85,6	13,3	95,0	2,9	85,6	10,7
φ	19,6	10,0	18,2	7,9	12,3	12,4	18,3	9,0
t	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,5	0,2
Q	+25,4	6,5	+31,9	5,9	+35,0	6,6	+27,1	7,9
d	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
F	59,0	13,4	66,8	10,1	65,9	22,6	61,5	13,1

Примечание. 1 — мелэгранитоиды, n=34; 2, 3 — лейкогранитоиды, n=27, n=6; 4 — гранитоидная группа, n=81 [Овчинников, 1960; Знаменский, 1966; выборка И. И. Абрамовича].

Петрохимические статистики базитов гороблагодатского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	59,90	2,23	55,64	2,37	57,36	4,70	<i>a</i>	10,1	2,8	9,8	3,6	10,0	3,2
TiO ₂	0,64	0,18	0,59	0,12	0,63	0,19	<i>c</i>	6,6	1,7	6,8	2,1	7,1	2,5
Al ₂ O ₃	17,40	1,33	16,86	0,70	17,96	1,73	<i>b'</i>	12,0	1,6	17,3	1,5	15,8	4,6
Fe ₂ O ₃	2,77	1,24	4,30	0,97	3,81	1,69	<i>f'</i>	47,4	9,4	48,5	3,6	47,0	7,0
FeO	3,48	0,97	4,54	1,24	4,21	1,32	<i>m'</i>	38,6	9,6	32,3	8,3	38,4	10,0
MnO	0,15	0,08	0,14	0,04	0,16	0,07	<i>c'(-a')</i>	4,1	17,1	19,1	8,3	10,1	13,4
MgO	2,80	0,71	3,19	0,80	3,59	1,31	<i>n</i>	82,8	8,7	88,1	7,8	83,2	9,3
CaO	6,17	1,52	8,00	1,87	7,35	2,40	φ	19,2	7,7	22,2	5,8	20,6	7,6
Na ₂ O	3,68	1,18	3,77	1,46	3,73	1,33	<i>t</i>	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,3
K ₂ O	1,17	0,69	0,83	0,72	1,17	0,72	<i>Q</i>	+14,5	7,3	+5,6	8,2	+6,4	10,7
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	<i>d</i>	0,4	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1
П. п. п. (Σ FeO)	1,37	0,69	1,07	1,18	(7,64)	2,08	<i>F</i>	54,6	8,9	60,0	6,3	54,8	8,8

Примечание. 1 — лейкодиориты, *n*=32; 2 — диориты, *n*=8; 3 — базитовая группа, *n*=31 [Овчинников, 1966; Знаменский, 1966; и др.].

Петрохимические статистики вулcano-плутонической ассоциации Тургайского прогиба

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	53,93	3,00	54,49	4,69	65,81	4,86
TiO ₂	0,90	0,30	1,29	3,83	0,53	0,20
Al ₂ O ₃	18,41	1,26	17,68	1,58	16,45	2,09
Fe ₂ O ₃	4,21	1,86	4,43	2,51	2,04	1,69
FeO	4,24	1,17	4,71	1,79	2,59	1,19
MnO	0,18	0,11	0,13	0,08	0,08	0,08
MgO	4,35	1,65	4,21	1,14	1,95	0,83
CaO	7,48	2,97	7,46	3,04	4,37	1,97
Na ₂ O	4,48	1,44	4,24	1,09	3,70	0,90
K ₂ O	1,68	1,13	1,26	0,78	2,40	1,37
P ₂ O ₅	0,13	0,13	0,10	0,17	0,08	0,08
ΣFeO	8,03	2,02	8,70	2,96	4,42	1,90
a	12,4	3,2	11,2	2,6	11,5	2,4
c	6,0	2,1	6,1	2,6	4,6	2,2
b'	18,1	4,8	18,8	4,9	8,2	2,9
f'	43,1	12,4	43,9	9,3	46,9	12,8
m'	38,6	10,8	37,8	8,3	35,3	10,5
c'(-a')	12,4	17,9	14,0	15,9	0,04	22,6
n	79,8	13,3	84,3	8,4	71,0	14,2
φ	20,1	9,6	19,7	8,9	18,0	10,8
t	1,2	0,5	1,7	4,6	0,6	0,2
Q	-4,6	9,2	-1,7	7,7	+21,4	10,3
d	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1
F	52,0	12,4	53,2	9,0	56,5	11,8

Примечание. 1 — базальтоидная группа (лавы и дайки), n=46; 2 — базитовая группа гипабиссальных интрузий, n=81; кислая группа гипабиссальных интрузий, n=26 [Баклаев, 1978; Бекмухаметов, 1970; Геология СССР, 1971; Дымкин, Щербак, 1973; Дымкин, 1962, 1966; Закономерности..., 1968; Каденская, Савич, 1973; Морювина, 1964].

Таблица 125

Петрохимические статистики гранитоидов дашкесанского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	64,44	3,18	72,96	3,50	66,48	5,40
TiO ₂	0,39	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28
Al ₂ O ₃	16,42	1,72	13,27	1,48	16,20	2,36
Fe ₂ O ₃	2,62	1,94	1,78	0,94	3,22	2,16
FeO	2,19	1,60	0,80	0,40	2,03	1,76
MnO	0,13	0,16	0,03	0,05	0,07	0,11
MgO	1,85	0,53	0,80	0,48	1,83	0,82
CaO	4,20	1,33	1,88	0,95	4,02	1,84
Na ₂ O	3,63	0,83	2,64	1,15	3,33	1,02
K ₂ O	2,29	1,10	4,04	0,52	2,35	1,46
P ₂ O ₅	0,25	0,31	0,15	0,18	0,17	0,24
П. п. п. (ΣFeO)	1,28	0,77	1,31	1,11	(4,93)	2,21
a	11,4	2,6	11,4	2,6	10,6	2,8
c	4,9	2,0	2,2	1,2	4,6	2,3
b'	8,0	1,4	3,6	0,8	8,1	3,3
f'	50,5	9,5	49,8	18,8	50,6	12,3
m'	35,8	8,9	29,7	18,3	33,3	11,7
c'(-a')	-4,5	17,0	-14,1	29,1	-8,1	21,8
n	71,5	10,1	47,6	14,7	69,6	18,1
φ	23,8	13,6	32,6	18,0	29,2	15,5
t	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Q	+21,3	6,5	+37,2	8,5	+24,0	10,2
d	0,5	0,1	0,7	0,1	0,5	0,2
F	57,8	8,1	63,1	18,7	60,3	11,0

Примечание. 1 — мелагранитоиды, n=17; 2 — лейкогранитоиды, n=7; 3 — гранитоидная группа, n=27 [Керимов, 1963; Кашкай, 1965].

Петрохимические статистики базитов дашкесанского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	53,03	4,72	53,74	3,25	57,78	3,87	54,89	3,93
TiO ₂	0,22	0,27	0,79	0,45	0,33	0,33	0,55	0,43
Al ₂ O ₃	17,59	3,28	18,76	2,61	18,83	2,51	19,29	2,75
Fe ₂ O ₃	4,09	2,77	4,21	1,81	4,31	1,85	4,13	1,89
FeO	5,60	2,42	4,38	1,59	3,39	1,64	4,49	1,69
MnO	0,02	0,02	0,06	0,09	0,03	0,04	0,04	0,07
MgO	4,77	2,08	3,39	0,95	2,59	0,58	3,71	1,84
CaO	8,99	1,41	8,50	1,27	6,63	1,94	8,40	1,71
Na ₂ O	2,79	1,04	3,50	0,98	3,29	1,05	3,33	1,06
K ₂ O	1,09	1,16	1,15	0,88	1,08	1,09	1,10	1,05
P ₂ O ₅	0,02	0,04	0,09	0,17	0,07	0,14	0,06	0,13
П. п. п. (ΣFeO)	1,37	0,62	0,98	0,67	1,07	0,73	(8,21)	1,80
a	8,0	1,4	9,8	2,7	9,1	3,3	9,2	2,9
c	8,3	3,1	8,0	2,4	7,6	2,9	8,2	2,7
b'	20,8	0,9	17,1	1,7	12,7	1,3	17,2	4,9
f'	44,3	10,8	46,8	11,1	50,6	10,3	47,6	12,1
m'	40,4	17,2	33,7	7,8	32,3	8,7	34,9	11,7
c'(-a')	15,0	15,0	14,7	17,3	-3,4	21,8	8,6	19,2
n	79,1	21,8	82,9	11,1	84,5	13,2	83,4	13,8
φ	17,4	11,6	21,1	8,3	27,7	14,5	21,0	11,1
t	0,3	0,4	1,1	0,6	0,4	0,4	0,7	0,6
Q	+1,4	8,8	+1,5	7,8	+11,3	6,9	+2,4	9,3
d	0,3	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1
F	53,6	15,6	57,5	10,5	61,1	7,5	57,6	12,4

Примечание. 1 — лейкогаббро, n=6; 2 — диориты, n=17; 3 — лейкогранитоиды, n=25; 4 — базитовая группа, n=42 [Керимов, 1963; Нашкай, 1965].

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Ольгинского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	69,24	3,06	54,30	3,70	a	14,6	1,32	12,4	2,0
TiO ₂	0,38	0,17	0,90	0,33	c	2,3	0,8	5,3	1,7
Al ₂ O ₃	14,98	1,25	17,20	1,56	b'	5,5	2,0	19,4	5,6
Fe ₂ O ₃	1,28	1,37	2,73	1,38	f'	59,8	11,3	44,8	10,2
FeO	2,41	0,75	6,12	1,73	m'	22,9	9,0	33,7	7,5
MnO	0,11	0,17	0,12	0,08	c'(-a')	6,6	19,8	21,0	11,5
MgO	0,83	0,52	3,99	1,98	n	64,1	10,4	74,0	7,8
CaO	2,59	1,08	8,02	2,40	φ	17,6	13,3	13,4	9,3
Na ₂ O	4,36	0,80	4,13	0,69	t	0,4	0,2	1,2	0,5
K ₂ O	3,71	1,15	2,25	0,89	Q	+22,8	7,0	-4,7	7,2
P ₂ O ₅	0,13	0,07	0,24	0,13	d	0,7	0,1	0,5	0,1
ΣFeO	3,55	1,00	8,58	1,43	F	71,9	10,8	56,5	8,6

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=12; 2 — базитовая группа, n=28 (Гран-непалеозойская..., 1971; Корель, 1972; Корель, Кузнецова, 1961); неопубликованные коллекции А. С. Калугина, Г. Ф. Горелова).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Тельбесского ареала

Петрохим. показат.	1		2		3		4	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	65,52	2,96	68,91	1,79	67,73	3,18	52,47	5,42
TiO ₂	0,51	0,22	0,35	0,12	0,46	0,22	1,03	0,40
Al ₂ O ₃	16,20	1,10	15,39	1,06	16,0	1,10	18,63	1,93
Fe ₂ O ₃	1,61	0,66	1,13	0,44	1,44	0,68	3,38	1,78
FeO	3,13	0,75	2,12	0,62	2,72	0,88	6,59	2,24
MnO	0,10	0,05	0,06	0,03	0,08	0,05	0,16	0,07
MgO	1,54	0,65	0,73	0,35	1,29	0,81	4,43	1,39
CaO	3,65	1,09	2,12	1,05	3,05	1,36	8,60	3,01
Na ₂ O	3,92	0,67	4,05	0,61	4,01	0,63	3,20	0,83
K ₂ O	2,78	0,56	3,55	0,76	3,15	0,80	1,38	0,92
P ₂ O ₅	0,08	0,09	0,07	0,05	0,08	0,08	0,12	0,17
ΣFeO	1,05	0,56	1,15	0,56	4,01	1,11	9,63	2,58
<i>a</i>	12,7	1,7	13,9	1,2	13,1	1,6	9,3	2,4
<i>c</i>	4,0	1,2	2,4	1,0	3,3	1,4	8,1	2,5
<i>b'</i>	7,5	1,7	4,4	1,3	6,4	2,5	20,1	5,3
<i>f'</i>	53,8	8,8	51,5	14,1	52,2	11,5	47,8	9,0
<i>m'</i>	31,0	10,7	21,2	11,9	27,7	12,8	38,2	7,3
<i>c'(-a')</i>	-4,4	19,9	-20,9	26,8	-11,0	24,4	11,5	10,8
<i>n</i>	68,0	5,6	63,4	7,2	66,2	6,7	79,0	11,1
<i>φ</i>	16,2	5,6	16,6	7,8	16,3	6,9	14,6	7,0
<i>t</i>	0,6	0,3	0,4	0,1	0,5	0,3	1,5	0,7
<i>Q</i>	+20,3	5,9	+25,1	4,0	+22,2	5,6	-2,2	8,8
<i>d</i>	0,6	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1	0,4	0,1
<i>F</i>	63,6	9,4	71,8	12,2	66,3	12,1	55,0	8,2

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=33$; 2 — лейкогранитоиды, $n=29$; 3 — гранитоидная группа, $n=66$; 4 — базитовая группа, $n=37$ (Богнибов, 1971б; Раннепалеозойская..., 1971; Сияяков, 1975); 30 химанализов из неопубликованной выборки В. С. Мурзина, ЗСГУ.

Таблица 129

Петрохимические статистики гранитоидов таят-табретского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	68,06	2,22	72,64	1,46	71,89	3,43
TiO ₂	0,56	0,26	0,32	0,10	0,39	0,22
Al ₂ O ₃	14,13	1,24	13,51	0,50	13,98	0,96
Fe ₂ O ₃	2,00	0,70	0,83	0,40	1,17	0,77
FeO	3,40	1,47	2,43	0,71	2,66	1,21
MnO	0,06	0,04	0,04	0,02	0,05	0,03
MgO	0,88	0,52	0,67	0,41	0,75	0,57
CaO	3,21	0,80	1,49	0,55	2,49	1,84
Na ₂ O	3,90	0,63	3,99	0,74	3,88	0,72
K ₂ O	2,17	1,02	3,03	0,69	2,66	0,96
P ₂ O ₅	0,05	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07
П. п. п. (ΣFeO)	0,83	0,22	0,72	0,42	(3,72)	1,66
<i>a</i>	11,7	0,9	12,7	1,7	12,0	2,9
<i>c</i>	3,3	0,6	1,6	0,6	2,5	2,5
<i>b'</i>	7,0	1,7	4,1	0,8	5,1	2,6
<i>f'</i>	66,0	16,0	53,9	13,7	56,6	15,1
<i>m'</i>	19,4	6,6	19,7	12,5	18,5	11,2
<i>c'(-a')</i>	4,2	18,6	-21,9	22,4	-13,3	26,8
<i>n</i>	73,4	11,6	66,6	7,3	69,4	9,1
<i>φ</i>	24,2	8,8	13,1	7,3	16,3	9,0
<i>t</i>	0,6	0,3	0,3	0,1	0,4	0,2
<i>Q</i>	+28,3	5,2	+32,9	5,6	+32,1	6,3
<i>d</i>	0,6	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1
<i>F</i>	76,1	10,5	73,7	12,0	75,4	12,8

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=6$; 2 — лейкогранитоиды, $n=10$; 3 — гранитоидная группа, $n=19$ (Дифференцированные..., 1974; Поляков, 1971; Князев, 1975); 13 химанализов из неопубликованной выборки Ш. Д. Курцерайтел.

Петрохимические статистики базитов таят-табратского комплекса

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5		6	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	47,09	1,05	48,79	2,29	53,10	2,61	54,89	2,01	59,48	2,64	54,09	4,27
TiO ₂	1,42	0,56	1,74	0,95	1,65	0,35	1,40	0,36	1,01	0,26	1,45	0,51
Al ₂ O ₃	14,67	1,84	15,88	0,86	16,30	1,17	16,98	1,16	16,51	1,03	16,53	1,44
Fe ₂ O ₃	4,20	1,82	3,43	1,17	2,70	0,84	2,47	1,26	1,87	0,81	2,81	1,38
FeO	8,90	1,96	8,53	2,02	7,82	1,99	6,55	0,97	5,45	1,03	7,27	1,85
MnO	0,18	0,05	0,16	0,02	0,15	0,07	0,14	0,06	0,16	0,17	0,16	0,09
MgO	8,84	2,61	6,61	1,43	4,34	0,99	3,75	0,73	2,29	0,84	4,70	2,42
CaO	10,99	1,62	9,95	1,75	8,73	1,94	7,06	1,25	6,85	1,81	8,26	2,18
Na ₂ O	1,97	0,35	2,52	0,39	3,92	0,71	3,85	0,57	3,58	0,78	3,47	0,93
K ₂ O	0,44	0,18	0,66	0,38	0,86	0,47	1,23	0,58	1,24	0,72	1,01	0,62
P ₂ O ₅	0,20	0,22	0,30	0,27	0,24	0,14	0,28	0,22	0,21	0,17	0,26	0,20
П. п. п. (ΣFeO)	1,47	0,77	1,47	0,80	1,10	0,70	1,22	0,54	0,93	0,61	(9,80)	2,39
a	5,0	0,8	6,6	1,1	10,0	1,8	10,5	1,7	10,0	2,2	9,2	2,6
c	7,3	1,6	7,6	1,0	6,0	1,3	6,4	1,6	6,4	1,3	6,6	1,5
b'	33,0	3,3	26,7	1,2	22,0	1,1	17,6	1,4	13,3	1,0	20,9	6,4
f'	37,2	7,6	41,3	8,1	45,5	9,6	49,5	6,9	53,1	9,1	47,0	9,2
m'	44,8	9,1	41,3	8,7	33,5	7,2	36,9	6,2	29,4	9,3	36,6	8,8
c'(-a')	18,0	5,4	17,4	5,6	21,0	8,9	13,6	4,4	16,6	14,0	16,3	8,0
n	87,0	5,4	85,7	6,1	87,5	5,5	83,3	6,4	81,8	8,8	84,4	6,9
φ	11,3	5,2	10,9	3,9	10,6	3,7	12,4	6,5	12,2	5,1	11,7	5,3
t	2,2	0,8	2,6	1,5	2,3	0,5	1,9	0,5	1,3	0,3	2,0	0,8
Q	-8,0	3,8	-4,5	3,0	-1,8	5,5	+3,2	3,3	+14,3	7,5	+1,7	7,8
d	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1
F	45,2	9,3	49,7	9,5	56,9	9,3	56,8	7,1	64,3	9,3	55,9	10,0

Примечание. 1 — мелагаббро, n=8; 2 — мезогаббро, n=7; 3 — лейкогаббро, n=11; 4 — диориты, n=23; 5 — лейкодиориты, n=11; 6 — базитовая группа, n=61 [Дифференцированные..., 1974; Поляков, 1971; Князев, 1975].

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов Базыбайского ареала

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	70,14	4,27	52,28	3,71	a	14,23	2,6	10,5	2,4
TiO ₂	0,38	0,16	1,16	0,53	c	2,0	2,9	6,5	1,6
Al ₂ O ₃	14,57	2,38	17,32	1,83	b'	5,4	2,0	21,8	5,9
Fe ₂ O ₃	1,39	0,66	3,94	1,28	f'	50,8	8,7	45,9	12,2
FeO	2,13	0,61	6,17	0,90	m'	33,5	8,9	37,4	9,5
MnO	0,04	0,01	0,09	0,04	c'(-a')	-0,5	19,3	16,7	5,9
MgO	1,24	0,62	5,02	2,62	n	68,7	14,7	77,4	14,3
CaO	2,06	2,04	8,42	2,25	φ	16,0	8,9	16,8	7,1
Na ₂ O	4,55	0,75	3,68	1,09	t	0,4	0,2	1,7	0,8
K ₂ O	3,38	1,87	1,57	0,87	Q	+24,3	5,6	-5,2	5,8
P ₂ O ₅	0,12	0,08	0,35	0,15	d	0,8	0,2	0,4	0,1
ΣFeO	3,38	1,00	9,72	1,60	F	62,0	9,8	54,4	12,8

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=15; 2 — базитовая группа, n=18 [Кумеев, 1973].

Таблица 132

Петрохимические статистики базит-гранитоидной ассоциации района Ирбинского месторождения

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	63,58	4,97	66,40	3,97	59,46	5,19	53,81	1,90	55,04	3,43
TiO ₂	0,72	0,13	0,70	0,23	0,91	0,16	1,14	0,42	1,12	0,33
Al ₂ O ₃	15,08	0,87	14,96	0,89	16,47	3,13	16,27	2,41	17,66	2,31
Fe ₂ O ₃	1,45	1,27	1,75	1,27	2,84	1,02	4,50	1,45	4,23	1,44
FeO	3,68	1,67	3,29	1,34	3,40	0,55	4,59	1,81	4,70	1,56
MnO	0,15	0,06	0,14	0,07	0,14	0,07	0,10	0,09	0,14	0,08
MgO	2,09	0,93	1,71	0,98	2,36	0,55	3,41	0,58	3,59	0,75
CaO	3,41	1,34	2,84	1,59	5,20	2,73	6,70	1,55	7,52	1,92
Na ₂ O	4,41	1,02	5,05	1,07	4,92	0,91	4,33	1,09	4,46	1,00
K ₂ O	3,55	1,46	3,15	1,20	1,92	1,13	1,52	0,63	1,43	0,62
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	0,17	0,20	0,11	0,16
П. п. п. (ΣFeO)	1,22	1,43	(4,87)	2,05	1,54	0,62	1,98	0,96	(8,51)	1,59

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
<i>a</i>	14,8	2,5	15,6	1,3	13,8	1,6	12,2	1,9	11,9	1,8
<i>c</i>	2,7	2,0	1,6	0,7	4,2	3,3	5,2	2,4	6,0	2,3
<i>b'</i>	9,9	3,6	8,2	3,1	12,2	1,8	17,9	1,3	17,7	3,2
<i>f'</i>	48,3	10,4	52,8	14,1	47,0	5,0	42,3	5,1	47,3	4,7
<i>m'</i>	35,4	9,3	28,2	9,1	32,2	5,8	33,4	3,9	34,9	3,8
<i>c'(-a')</i>	16,3	8,9	11,4	18,1	15,4	16,0	18,3	6,1	17,8	6,0
<i>n</i>	66,0	11,0	70,4	10,5	79,9	11,0	80,4	8,7	81,9	7,5
Φ	11,6	7,2	15,0	8,3	19,5	6,3	22,1	6,3	20,4	5,5
<i>t</i>	0,8	0,2	0,8	0,3	1,1	0,2	1,6	0,6	1,5	0,4
<i>Q</i>	+12,9	6,2	+15,8	5,7	+7,0	8,6	-0,3	4,8	-1,2	6,1
<i>d</i>	0,7	0,2	0,8	0,1	0,6	0,2	0,6	0,2	0,5	0,1
<i>F</i>	56,8	11,1	63,9	12,2	58,8	5,8	58,9	4,1	57,2	3,8

Примечание. 1 — мелагранитоиды, $n=6$; 2 — гранитоидная группа, $n=12$; 3 — лейкодиориты, $n=10$; 4 — диориты, $n=9$; 5 — базитовая группа, $n=20$ [Дымкин и др., 1975; Поляков, 1971].

Таблица 133

Петрохимические статистики гранитоидов района Тейского месторождения

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	69,43	2,07	<i>a</i>	15,3	2,2
TiO ₂	0,59	0,22	<i>c</i>	1,9	1,1
Al ₂ O ₃	15,36	0,99	<i>b'</i>	4,9	1,3
Fe ₂ O ₃	0,94	0,78	<i>f'</i>	53,4	13,8
FeO	2,31	0,70	<i>m'</i>	20,2	8,7
MnO	0,06	0,02	<i>c'(-a')</i>	2,2	31,5
MgO	0,72	0,37	<i>n</i>	70,2	14,5
CaO	2,28	0,99	Φ	13,7	10,0
Na ₂ O	5,08	1,23	<i>t</i>	0,6	0,2
K ₂ O	3,20	1,28	<i>Q</i>	+21,5	5,9
P ₂ O ₅	0,05	0,07	<i>d</i>	0,8	0,1
Σ FeO	3,16	0,96	<i>F</i>	72,4	11,7

Примечание. Число анализов $n=39$ [Поляков, 1971; данные Л. В. Алабина, С. С. Долгушина].

часто встречаются породы с $n > 65$, что отмечено в 11 из 15 случаев, или в 49—90% на общую совокупность. Характерен общий железистый уклон гранитоидов всех ассоциаций, причем в 9 (36—80%) из них преобладающим оказался умеренно железистый уклон. С одинаковой частотой встречаемости устанавливаются высокоглиноземистый и весьма низкотитанистый уклоны, зафиксированные в 11 (49—90%) ассоциациях соответственно. В 2 (2,4—36%) ассоциациях устанавливаются низкоглиноземистый и крайне низкотитанистый уклоны, а также весьма низкоанортитовый. В 12 (56—94%) случаях фиксируется общий низкоанортитовый уклон.

ПЕТРОХИМИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ ПЛУТОНИЧЕСКИМ АССОЦИАЦИЯМ С ЖЕЛЕЗООРУДЕНЕНИЕМ СКАРНОВОГО ТИПА

Названных ассоциаций у нас немного, поэтому ниже приводится самая общая характеристика их по данным табл. 134—136. Отметим, что они уже несут те характерные петрохимические черты, что сближает их, с одной стороны, с плутоническими железоземными ассоциациями и, с другой — отличает от более ранних колчеданоземных ассоциаций. Как можно судить по приведенным таблицам, эти особенности заключаются в следующем. Прежде всего отметим повышенную щелочность в рамках умеренно щелочного уклона и натриевую специализацию щелочей. Последняя в базальтоидах варьирует от умеренно натриевого до высоконатриевого уклона, в кислых вулканитах отвечает умеренно натриевому уклону. Содержания титана — в рамках низкотитанистого уклона. По содержанию глинозема фиксируются ассоциации как с низкоглиноземистым, так и с высокоглиноземистым уклоном.

ПЕТРОХИМИЯ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ С МАГНЕТИТ-ГЕМАТИТОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ

Особенности химизма ассоциаций названного типа рассмотрены на примере магматитов Холзуно-Коргонской зоны Алтая и районов Кирунавары, Луоссавары и др. (Северная Швеция). Для ассоциаций названных районов в отличие от ранее описанных железоземных ассоциаций характерно преобладание пород кислой группы над базальтоидной (рис. 15, а также обзор Л. Н. Формозовой (1965)). Состав оруденения магнетит-гематитовый, руды парагенетически связаны с вулканическими толщами. Для рудоносных вулканитов Северной Швеции Л. Н. Формозова отмечает общую высокую щелочность (сумма щелочей — 10—12%), изменчивое отношение натрия к калию как по простираению, так и по падению в саллических разностях вулканитов, натриевую специализацию щелочей в основных и средних вулканитах. Подчеркивается также изменчивость соотношения щелочей от района к району развития рудоносной формации. В табл. 137—145 даны петрохимические статистики различных ареалов девонских рудоносных вулканитов Горного Алтая, а также вулканитов района Северной Швеции. В целом для кислых вулканитов Алтая характерна повышенная щелочность в рамках умеренно щелочного уклона, в некоторых ареалах фиксируется пониженная щелочность в пределах умеренно низкощелочного уклона (калиевые вулканиты района Калгунтинского месторождения, вулканиты районов месторождений Рудный лог, Среднекедровского и Верхнекедровского). Здесь необходимо отметить, что в последних случаях, возможно, происходит смещение выборки в сторону низкощелочных разновидностей за счет их избыточного опробования. Как будет показано ниже (в главе VI) на примере изучения рудоносной

Петрохимические статистики вулcano-плутонического палеоген-неогенового комплекса района месторождения Раздан

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	60,20	2,47	63,41	1,70	<i>a</i>	13,9	1,8	14,1	0,50
TiO ₂	0,70	0,14	0,61	0,20	<i>c</i>	4,3	1,1	4,1	0,6
Al ₂ O ₃	16,83	0,54	16,68	0,71	<i>b'</i>	12,9	3,3	8,9	1,4
Fe ₂ O ₃	4,17	0,60	3,71	0,42	<i>f'</i>	42,5	6,0	52,1	8,3
FeO	1,79	0,87	1,28	0,48	<i>m'</i>	37,5	5,2	30,9	8,8
MnO	0,07	0,04	0,13	0,19	<i>c'(-a')</i>	20,0	4,8	17,0	3,6
MgO	2,93	1,17	1,68	0,56	<i>n</i>	70,5	5,0	67,8	3,6
CaO	5,72	0,73	4,62	0,52	ϕ	29,2	8,2	37,1	9,6
Na ₂ O	4,47	0,93	4,34	0,31	<i>t</i>	0,9	0,2	0,7	0,2
K ₂ O	2,79	0,44	3,13	0,34	<i>Q</i>	+5,8	8,1	+13,2	3,7
P ₂ O ₅	0,33	0,10	0,41	0,15	<i>d</i>	0,6	0,1	0,6	0,04
Σ FeO	5,54	0,80	4,62	0,37	<i>F</i>	52,7	6,4	62,2	10,4

Примечание. 1 — базальтоидная группа, $n=18$; 2 — кислая группа, $n=14$ [Остроумова, Станкевич, 1973].

Таблица 135

Петрохимические статистики базальтоидных вулканитов средне-верхнекембрийской ассоциации Салаира

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	53,82	3,98	<i>a</i>	11,0	2,9
TiO ₂	1,13	0,35	<i>c</i>	5,6	2,1
Al ₂ O ₃	17,59	1,96	<i>b'</i>	20,0	4,0
Fe ₂ O ₃	4,74	1,75	<i>f'</i>	47,8	7,2
FeO	6,16	2,10	<i>m'</i>	37,4	7,4
MnO	0,16	0,10	<i>c'(-a')</i>	3,8	16,8
MgO	4,73	1,46	<i>n</i>	92,2	8,0
CaO	6,23	2,52	ϕ	19,7	8,3
Na ₂ O	4,64	1,35	<i>t</i>	1,6	0,5
K ₂ O	0,57	0,56	<i>Q</i>	-3,6	8,7
P ₂ O ₅	0,21	0,16	<i>d</i>	0,5	0,1
Σ FeO	10,43	2,05	<i>F</i>	55,8	7,2

Примечание. Число анализов $n=47$ (данные В. В. Бессоненко, Г. М. Купсика, ЗСГУ).

Таблица 136

Петрохимические статистики базальтоидных вулканитов (суб-вулканитов) лорцемпейского комплекса

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	51,40	4,60	<i>a</i>	8,8	2,9
TiO ₂	2,15	1,56	<i>c</i>	6,0	2,6
Al ₂ O ₃	16,14	2,18	<i>b'</i>	22,9	6,8
Fe ₂ O ₃	5,16	2,68	<i>f'</i>	45,3	12,6
FeO	6,60	2,57	<i>m'</i>	36,4	12,4
MnO	0,18	0,05	<i>c'(-a')</i>	13,0	11,3
MgO	5,61	2,47	<i>n</i>	79,9	18,9
CaO	7,80	2,62	ϕ	18,7	10,2
Na ₂ O	3,45	1,17	<i>t</i>	3,0	2,0
K ₂ O	1,25	1,70	<i>Q</i>	-2,6	10,9
P ₂ O ₅	0,26	0,25	<i>d</i>	0,4	0,2
Σ FeO	11,24	2,35	<i>F</i>	53,7	15,1

Примечание. Число анализов $n=64$ [Вулканические комплексы..., 1973].

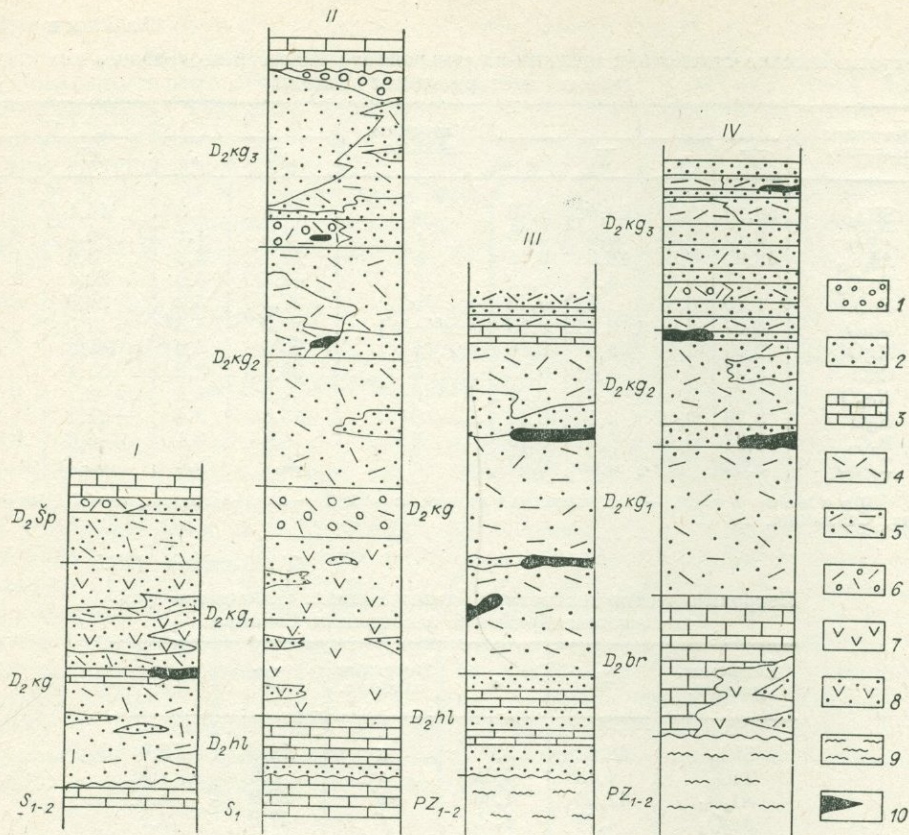


Рис. 15. Стратиграфические колонки среднедевонских отложений Холзуно-Коргонской зоны Горного Алтая.

I — Инское месторождение, II — Кумиро-Коргонский район, III — Коксийский район, IV — Холзуновское месторождение; $kg_{1,2,3}$ — нижняя, средняя, верхняя подсвиты коргонской свиты; sp — шиуновская, bg — березовская, hl — холзуновская свиты.

1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3 — известняки; 4 — лавы; 5 — туфы кислого состава; 6 — вулканогенно-осадочные породы; 7 — базальтоиды; 8 — их туфы; 9 — метаморфические сланцы; 10 — магнетитовые туфы.

вулканогенной толщи Холзуно-Коргонской зоны, последняя оказывается неоднородной по общей щелочности. При этом замечено, что оруденение локализуется в пределах средней и верхней подсвит коргонской свиты, породы которых обладают повышенной щелочностью и относительно повышенной глиноземистостью. К тому же вулканиты нижней подсвиты коргонской свиты характеризуются пониженной общей щелочностью, глиноземистостью и не содержат железного оруденения. Как и в Северной Швеции, в разных ареалах железоносных девонских вулканитов Алтая наблюдаются вариации в соотношении щелочей в рамках от умеренно калиевого уклона (вулканиты и субвулканиты Кумиро-Коргонского района, вулканиты районов месторождений: Холзуновского, Рудный лог, Среднекедровского и Верхнекедровского, калиевые вулканиты района Калгутинского месторождения) до умеренно натриевых (гипабиссальные интрузии Кумиро-Коргонского района) и высоконатриевых (вулканиты района Тимофеевского месторождения). Повышенную щелочность и калиевость имеют кислые вулканиты Северной Швеции (см. табл. 145). По содержанию глинозема намечается устойчивая тенденция к его пониженным содержаниям по сравнению с ранее изученными железоносными ассоциациями. Общий уклон по соотношению железа и магния — железистый, по содержанию титана — низкотитанистый.

Таблица 137

Петрохимические статистики вулканитов района Холзунского месторождения

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	73,97	3,99	<i>a</i>	13,3	3,3
TiO ₂	0,36	0,28	<i>c</i>	0,6	0,9
Al ₂ O ₃	12,88	1,60	<i>b'</i>	3,7	1,8
Fe ₂ O ₃	1,98	1,31	<i>f'</i>	55,7	23,5
FeO	1,27	0,66	<i>m'</i>	12,7	11,9
MnO	0,06	0,05	<i>c'(-a')</i>	-25,0	31,2
MgO	0,48	0,57	<i>n</i>	38,5	31,6
CaO	0,64	0,84	Φ	30,7	20,1
Na ₂ O	2,52	2,20	<i>t</i>	0,4	0,3
K ₂ O	5,76	3,21	<i>Q</i>	+33,6	11,0
P ₂ O ₅	0,09	0,12	<i>d</i>	0,8	0,2
Σ FeO	3,05	1,33	<i>F</i>	80,6	17,7

Примечание. Число анализов $n=67$ (данные Б. А. Снежно, ЗСГУ).

Таблица 138

Петрохимические статистики вулcano-плутонической ассоциации Кумиро-Коргонского района

Петрохим. показат.	1		2		3		4		5	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	70,54	4,05	74,69	1,89	74,88	2,21	56,87	3,98	50,74	3,01
TiO ₂	0,49	0,24	0,25	0,16	0,29	0,10	0,80	0,18	1,93	0,62
Al ₂ O ₃	13,76	1,75	12,33	1,28	13,02	0,88	18,14	2,22	15,95	1,62
Fe ₂ O ₃	2,65	1,78	1,08	0,88	1,03	0,95	4,48	2,29	4,12	1,63
FeO	2,20	1,59	1,67	0,84	1,84	0,93	4,91	2,06	7,72	1,53
MnO	0,10	0,21	0,06	0,08	0,05	0,03	0,13	0,05	0,30	0,21
MgO	0,86	0,80	0,14	0,15	0,51	0,34	4,71	2,37	6,55	1,93
CaO	1,02	0,93	0,41	0,42	0,71	0,55	3,58	2,23	7,50	2,40
Na ₂ O	3,37	1,80	1,67	2,06	5,01	1,27	4,55	0,81	3,70	1,44
K ₂ O	4,89	2,82	7,66	3,14	2,59	2,24	1,60	0,74	1,10	1,62
P ₂ O ₅	0,12	0,09	0,02	0,01	0,06	0,06	0,22	0,11	0,40	0,27
Σ FeO	4,58	1,91	2,64	1,11	2,77	1,07	8,94	1,20	11,42	1,80
<i>a</i>	13,9	2,3	14,1	2,8	13,7	1,2	12,0	1,9	9,7	2,5
<i>c</i>	0,9	0,9	0,1	0,4	0,7	0,7	3,6	2,4	5,8	2,3
<i>b'</i>	5,9	2,6	2,8	1,1	3,6	1,5	16,7	4,0	25,5	3,5
<i>f'</i>	58,9	17,0	64,9	19,6	52,6	29,8	41,6	9,9	44,2	9,4
<i>m'</i>	16,9	13,0	5,7	4,2	17,2	12,3	35,8	15,2	42,8	8,9
<i>c'(-a')</i>	-16,1	24,0	-10,9	34,1	-23,3	16,8	-15,0	22,6	12,4	7,5
<i>n</i>	51,3	25,8	23,8	27,2	74,3	20,8	81,3	8,4	83,7	21,4
Φ	31,0	19,1	21,5	18,8	17,8	15,7	19,6	11,9	14,2	6,7
<i>t</i>	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	1,0	0,2	2,8	0,8
<i>Q</i>	+25,8	10,0	+34,4	6,1	+33,1	5,3	-0,9	8,9	-7,1	5,7
<i>d</i>	0,8	0,1	0,9	0,2	0,9	0,2	0,5	0,1	0,5	0,2
<i>F</i>	77,2	15,2	91,8	6,1	75,0	17,1	54,6	14,6	50,2	9,8

Примечание. Кислая группа: 1 — лавы, $n=54$; 2 — субвулканиты, $n=27$; 3 — гипабиссальные интрузии, $n=32$. Базальтоидная группа: 4 — лавы, $n=23$; 5 — субвулканические и гипабиссальные интрузии, $n=22$ (коллекция В. Г. Пономарева, выборка О. И. Никонова из коллекций разных авторов, ЗСГУ).

Таблица 139

Петрохимические статистики кислых вулканитов района месторождения Рудный лог

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	75,33	2,01	<i>a</i>	11,4	2,7
TiO ₂	0,19	0,02	<i>c</i>	0,5	0,4
Al ₂ O ₃	12,80	1,17	<i>b'</i>	3,5	0,7
Fe ₂ O ₃	2,84	1,15	<i>f'</i>	38,6	8,2
FeO	0,53	0,45	<i>m'</i>	10,1	5,7
MnO	0,08	0,05	<i>c'(-a')</i>	-51,3	6,3
MgO	0,44	0,20	<i>n</i>	35,2	14,7
CaO	0,44	0,36	Φ	30,9	10,6
Na ₂ O	2,02	1,24	<i>t</i>	0,2	0,01
K ₂ O	5,30	1,10	<i>Q</i>	+38,2	8,3
P ₂ O ₅	0,02	0,02	<i>d</i>	0,7	0,1
Σ FeO	3,09	0,95	<i>F</i>	78,5	11,3

Примечание. Число анализов $n=5$ (данные В. Г. Пономарева).

Таблица 140

Петрохимические статистики кислых вулканитов района Среднекедровского и Верхнекедровского месторождений

Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>	Петрохим. показат.	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	72,97	2,03	<i>a</i>	12,1	2,9
TiO ₂	0,29	0,09	<i>c</i>	0,6	0,3
Al ₂ O ₃	14,06	2,04	<i>b'</i>	4,1	1,8
Fe ₂ O ₃	1,61	1,15	<i>f'</i>	38,8	23,2
FeO	1,59	0,61	<i>m'</i>	15,1	8,1
MnO	0,20	0,50	<i>c'(-a')</i>	-46,1	26,5
MgO	0,75	0,46	<i>n</i>	26,0	18,5
CaO	0,53	0,28	Φ	18,6	15,4
Na ₂ O	1,60	1,33	<i>t</i>	0,3	0,1
K ₂ O	6,36	1,51	<i>Q</i>	+32,6	7,5
P ₂ O ₅	0,04	0,03	<i>d</i>	0,7	0,2
Σ FeO	3,04	1,45	<i>F</i>	68,1	15,6

Примечание. Число анализов $n=9$ (данные В. Г. Пономарева).

Таблица 141

Петрохимические статистики кислых вулканитов района Калгутинского месторождения

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>		\bar{X}	<i>s</i>	\bar{X}	<i>s</i>
SiO ₂	67,94	3,58	71,33	3,54	<i>a</i>	14,9	2,2	9,2	2,7
TiO ₂	0,87	0,28	0,55	0,33	<i>c</i>	1,1	1,3	1,2	1,0
Al ₂ O ₃	15,59	2,18	14,39	2,81	<i>b'</i>	6,4	2,6	6,2	1,8
Fe ₂ O ₃	4,01	2,88	2,71	1,65	<i>f'</i>	55,1	25,4	37,2	14,0
FeO	1,62	1,20	2,51	1,13	<i>m'</i>	14,5	5,9	13,7	8,5
MnO	0,04	0,02	0,07	0,04	<i>c'(-a')</i>	-26,2	28,5	-47,0	21,9
MgO	0,90	0,53	1,04	0,59	<i>n</i>	79,8	14,5	18,6	13,8
CaO	1,09	1,14	1,06	0,82	Φ	34,8	25,8	18,0	11,6
Na ₂ O	5,72	1,79	0,87	0,75	<i>t</i>	1,0	0,3	0,6	0,4
K ₂ O	2,06	1,51	5,36	1,66	<i>Q</i>	+18,4	6,8	+34,1	9,0
P ₂ O ₅	0,16	0,13	0,11	0,12	<i>d</i>	0,8	0,2	0,5	0,2
Σ FeO	5,23	2,23	4,95	1,59	<i>F</i>	76,1	14,4	72,8	11,3

Примечание. 1 — породы натриевого типа, $n=6$; 2 — породы калиевого типа, $n=17$ (данные В. Г. Пономарева).

Петрохимические статистики вулканитов района Тимофеевского месторождения

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	54,36	1,54	72,61	4,02	<i>a</i>	11,2	2,5	13,1	2,9
TiO ₂	1,03	0,77	0,34	0,23	<i>c</i>	5,3	1,5	1,1	1,6
Al ₂ O ₃	16,52	1,23	13,11	1,49	<i>b'</i>	21,4	2,3	5,0	2,5
Fe ₂ O ₃	2,26	0,52	2,52	1,94	<i>f'</i>	40,4	12,1	52,4	18,7
FeO	6,96	3,22	1,59	1,39	<i>m'</i>	40,3	8,7	16,2	9,7
MnO	0,21	0,06	0,05	0,04	<i>c'(-a')</i>	17,6	13,7	-7,0	36,8
MgO	5,14	1,03	0,54	0,39	<i>n</i>	86,6	6,1	62,3	18,4
CaO	7,81	2,74	1,70	1,28	φ	8,9	1,7	28,7	18,1
Na ₂ O	4,44	0,94	4,02	1,65	<i>t</i>	1,4	1,0	0,4	0,2
K ₂ O	1,10	0,62	3,43	1,80	<i>Q</i>	-3,8	4,3	31,0	10,7
P ₂ O ₅	0,18	0,05	0,09	0,05	<i>d</i>	0,5	0,1	0,8	0,2
Σ FeO	8,99	2,84	3,86	2,10	<i>F</i>	48,9	13,1	76,6	13,6

Примечание. 1 - базальтоидная группа, $n=7$; 2 - кислая группа, $n=20$ (данные Ю. В. Робертуса, ЗСГУ).

Таблица 143

Петрохимические статистики вулканитов района Инского месторождения

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	54,81	5,04	72,59	4,64	<i>a</i>	10,8	3,1	12,9	2,1
TiO ₂	1,43	0,47	0,54	0,40	<i>c</i>	4,1	2,0	1,5	0,6
Al ₂ O ₃	15,11	1,13	13,10	1,40	<i>b'</i>	22,6	6,5	5,5	2,7
Fe ₂ O ₃	3,85	1,57	1,36	1,18	<i>f'</i>	45,0	10,8	53,8	13,2
FeO	7,17	1,55	2,30	1,19	<i>m'</i>	38,9	9,9	22,7	11,0
MnO	0,20	0,06	0,10	0,13	<i>c'(-a')</i>	8,2	16,5	-5,0	24,0
MgO	5,74	2,75	0,99	0,89	<i>n</i>	85,7	15,2	67,8	23,2
CaO	6,04	3,71	1,81	0,96	φ	15,1	8,1	17,3	10,0
Na ₂ O	4,40	1,64	4,26	2,19	<i>t</i>	2,0	0,8	0,6	0,4
K ₂ O	0,95	0,94	2,81	2,60	<i>Q</i>	-2,0	7,8	+31,5	10,2
P ₂ O ₅	0,31	0,24	0,13	0,12	<i>d</i>	0,6	0,2	0,8	0,01
Σ FeO	10,63	1,41	3,53	1,96	<i>F</i>	53,0	11,3	69,6	12,48

Примечание. 1 - базальтоидная группа, $n=14$; 2 - кислая группа, $n=34$ (данные Ю. В. Робертуса, ЗСГУ).

Петрохимические статистики базитов и гранитоидов района Инского месторождения

Петрохим. показат.	1		2		Петрохим. показат.	1		2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	74,76	3,95	54,93	3,44	a	13,0	1,1	9,5	1,8
TiO ₂	0,30	0,28	1,34	0,54	c	1,3	0,9	6,3	2,1
Al ₂ O ₃	13,07	1,04	16,40	1,76	b'	3,9	2,2	20,3	3,4
Fe ₂ O ₃	1,15	0,79	4,31	0,79	f'	54,7	16,7	44,6	8,3
FeO	1,75	0,83	5,32	1,19	m'	21,6	14,1	38,0	10,5
MnO	0,08	0,11	0,10	0,03	c'(-a')	-19,5	19,8	17,4	7,1
MgO	0,68	0,59	4,63	1,59	n	80,7	16,6	75,8	9,6
CaO	1,29	0,98	8,06	1,89	Ф	19,0	9,4	18,7	4,7
Na ₂ O	5,02	1,14	3,22	0,60	t	0,3	0,3	1,8	0,7
K ₂ O	1,83	1,59	1,63	0,90	Q	+34,3	7,6	+2,5	5,6
P ₂ O ₅	0,07	0,05	0,08	0,07	d	0,8	0,1	0,4	0,1
ΣFeO	2,79	1,36	9,19	1,25	F	70,6	20,9	54,0	10,5

Примечание. 1 — гранитоидная группа, n=24; 2 — базитовая группа, n=13 (по Ю. В. Индукаеву и др.).

Таблица 145

Петрохимические статистики магматической ассоциации района Кируновары

Петрохим. показат.	1		2		3	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
SiO ₂	52,17	6,79	70,88	2,88	62,68	5,05
TiO ₂	1,36	0,50	0,48	0,22	1,25	0,52
Al ₂ O ₃	15,17	1,91	13,71	1,26	16,43	0,94
Fe ₂ O ₃	8,59	8,03	2,11	1,62	3,70	2,23
FeO	6,12	3,63	2,08	1,80	2,27	1,54
MnO	0,14	0,16	0,05	0,05	0,07	0,08
MgO	3,59	2,12	0,82	0,54	0,97	0,64
CaO	4,90	2,75	0,92	0,71	1,68	0,96
Na ₂ O	5,21	1,37	4,01	1,66	6,08	2,26
K ₂ O	2,45	2,04	4,79	2,28	4,72	3,17
P ₂ O ₅	0,29	0,31	0,12	0,23	0,15	0,19
ΣFeO	13,85	9,47	3,99	1,82	5,60	3,40
a	14,9	3,8	15,2	2,6	19,9	0,9
c	2,6	2,3	0,9	0,7	0,9	0,5
b'	22,6	8,1	5,2	2,3	8,1	4,6
f'	55,6	19,2	64,8	12,7	66,3	14,3
m'	28,3	13,4	20,8	11,2	19,3	5,0
c'(-a')	16,2	8,7	-8,2	15,6	13,8	11,8
n	78,2	14,6	55,4	22,0	65,9	23,1
Ф	31,0	18,1	35,1	22,0	40,8	16,9
t	1,9	0,6	0,5	0,2	1,5	0,7
Q	-12,7	11,9	+24,7	7,8	+1,5	9,7
d	0,7	0,2	0,9	0,1	0,9	0,1
F	64,8	17,6	75,7	13,0	76,5	7,7

Примечание. 1 — базитовая группа, n=20; 2 — кислая группа, n=20; 3 — щелочно-сапическая группа, n=7 (выборки Л. Н. Формозовой (1965), А. С. Калугина (1968)).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ДИАГНОСТИКА МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ С РАЗНОЙ РУДОНОСНОСТЬЮ

В данной главе целесообразно подчеркнуть те из выявленных особенностей состава изученных ассоциаций, которые могли бы служить критериями их отличий друг от друга, а также от ассоциаций с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением, описанных ранее [Налетов, 1981]. Как показало статистическое изучение минерального состава и химизма, гранитоиды с золотым оруденением характеризуются преобладающим биотит-роговообманковым минеральным классом [Пономарева, Налетов, 1979], реже встречаются биотит-роговообманковые гранитоиды повышенной щелочности. На заключительных этапах формирования ассоциаций появляется ограниченно развитый биотитовый минеральный класс. Еще позднее, при образовании мелких штоков и даек в некоторых ассоциациях могут встретиться гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами. В редких случаях (их у нас всего 2 из 48, или 0,7—13% на совокупность) золотоносные ассоциации полностью сложены биотитовыми гранитоидами (кунушский комплекс) или гранитоидами с высокоглиноземистыми минералами (пластовский комплекс). Соотношение полевых шпатов плагиоклазовое ($Pl \geq KPl$) во всех типах пород. Из аксессуарных рудных минералов весьма характерен магнетит (кг/т). Биотиты обладают пониженной железистостью. Она колеблется по оценкам средних от $F_{\text{общ}} = 61 \pm 2,1$ в кварцевых диоритах до $F_{\text{общ}} = 63,5 \pm 1$ в мелагранитоидах и $F_{\text{общ}} = 67,4 \pm 1,6$ — в лейкогранитоидах. Исходя из соответствующих гистограмм, наиболее часто встречающиеся значения железистости биотита укладываются в рамках $F_{\text{общ}} = 60—65$ для мелагранитоидов. Кроме того, биотиты золотоносных гранитоидов отличаются низкими значениями содержания фтора. Последние по оценкам средних составляют $F = 0,34 \pm 0,1$ как в мелагранитоидах, так и в лейкогранитоидах. Из петрохимических признаков отметим прежде всего натриевую специализацию щелочей, устойчивую во всех типах пород. Натриевое соотношение щелочей ($Na_2O \geq K_2O$) типично для мелагранитоидов и лейкогранитоидов большинства ассоциаций. Кроме того, важно подчеркнуть преобладание разностей с $Na_2O > 4$ и $K_2O \leq 3,5$, а также с показателем $n > 60—65$, причем нередко ассоциации, где преобладают породы с показателем $n > 75$. Для базитов, предшествующих золотоносным гранитоидам, в сложных ассоциациях следует отметить натриевую специализацию щелочей, причем преобладают разности с $n > 75$.

Все отмеченные минералогические и петрохимические признаки являются диагностическими по отношению к гранитоидсодержащим ассоциациям с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым (в случае преобладания молибдена над медью) оруденением. Из перечисленных признаков в предшествующих работах лишь натриевое соотношение щелочей было признано определяющим. Этот признак действительно наиболее сильный, естественно, был замечен в первую очередь. Он прекрасно действует и в графическом представлении на так называемых статистико-петрохимических диаграммах [Изох, 1978]. Ранее нами в диагностике гранитоидов была особо подчеркнута роль калия, флуктуации которого наиболее сильно сопряжены с особенностями ассоциированного оруденения [Налетов, 1978б, в; 1981]. В связи с этим были определены статистически обоснованные количественные рубежи по Na_2O и K_2O , явившиеся в данном случае медианами общих распределений гранитоидов по этим окислам [Налетов, 1978а; Пономарева, Налетов, 1979]. Наряду

с петрохимическими полноценную диагностическую роль могут выполнять и минералогические признаки: прежде всего плагиоклазовое соотношение полевых шпатов, а также состав и количество рудных аксессуаров, железистость биотита, минеральный состав гранитоидов и его эволюция в процессе формирования ассоциаций.

Ассоциации, сопровождающиеся золото-серебряным оруденением, характеризуются следующими особенностями. В кислой группе среди вкрапленников следует отметить преобладающий плагиоклаз, уступающий ему в количественном отношении, и постоянно присутствующий калишпат. В некоторых случаях фиксируется преобладание калишпата над плагиоклазом. Среди рудных аксессуаров обычен магнетит. В отличие от золотосодержащих гранитоидов в кислых породных группах этих ассоциаций нет устойчивой натриевой тенденции и ассоциации с ведущим калиевым соотношением ($K_2O > Na_2O$) встречаются часто. Нередки ассоциации с ведущим $K_2O > 3,5$ и $Na_2O \leq 4$. Последнее хорошо пронаблюдать на рис. 21. Превалируют кислые разности с ведущим $n \leq 65$, нередко и такие, где чаще встречаются породы с $n \leq 60$. Преобладают высокоглиноземистый и общий железистый уклоны. В базальтоидах ассоциаций с золото-серебряным оруденением фиксируется ведущий умеренно натриевый уклон ($50 < n \leq 75$) в отличие от высоконатриевого ($n > 75$) уклона базитов золотосодержащих ассоциаций.

Эти особенности состава проявились и в оценках средних соответствующих петрохимических показателей. По отмеченным петрохимическим признакам названные ассоциации четко отличаются от гранитоидов, сопровождающихся золотым оруденением (рассмотрены выше) и сближаются, с одной стороны, с ассоциациями, несущими оловянное оруденение, а с другой — с медно-молибденоносными ассоциациями.

Для пород кислой группы колчеданосных ассоциаций среди вкрапленников преобладает плагиоклаз, обычен уступающий ему в количественном отношении кварц. Важно подчеркнуть практически полное отсутствие среди выделений калишпата. Последний в незначительном количестве появляется в субвулканитах, реже в лавах ассоциаций, сопровождающихся колчеданно-полиметаллическим оруденением. Рудный аксессуарный минерал — магнетит, реже титано-магнетит, ильменит. Для гранитоидов, сходных с колчеданосными вулканитами и завершающих сложные вулканоплутонические ряды, характерно практическое отсутствие калишпата, высокое (до 65%), обычно до 50%, содержание кварца. Калишпат может появляться в незначительных количествах в гранодиоритах. Ведущим минеральным парагенезисом является биотит-роговообманковый, причем биотит нередко отсутствует. Состав аксессуарных минералов может быть весьма разнообразен: магнетит, галенит, сфалерит, халькопирит, пирит, арсенопирит, рутил, сфен, флюорит, турмалин и др. Общая железистость биотита (по ограниченному данным) может варьировать от очень низкой (12% — в гранодиоритах иртышской серии) до достаточно высокой (75—76% — в гранитоидах Енисейского плутона). Общей диагностической петрохимической особенностью кислых пород ассоциаций с колчеданным и колчеданно-полиметаллическим оруденением является общая пониженная щелочность, укладываемая преимущественно в рамках низкощелочного и умеренно низкощелочного уклонов ($a \leq 12,5$). Несколько чаще встречается низкоглиноземистый уклон в противоположность высокоглиноземистому, а также железомagneзиевый и магниевый уклоны — в противоположность железистому. По специализации щелочей общая выборка ассоциаций с колчеданным и колчеданно-полиметаллическим оруденением оказалась неоднородной, что, впрочем, было уже замечено ранее [Колчеданные месторождения..., 1979]. На рис. 21, I отчетливо фиксируются пониженные значения калия (по оценкам средних от 1,5—2% K_2O), характерные для кислых вулканитов и субвулканитов ассоциаций с кол-

чеданным, медноколчеданным и медно-цинковым оруденением. Аналогичная тенденция устанавливается и для гранитоидов. Напротив, ассоциации с колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-свинцово-цинковым оруденением отличаются повышенной калиевостью, оценки средних K_2O которых располагаются выше уровня 2%. Важно отметить, что повышенная или пониженная концентрация калия в кислых породах сопрягается с повышенным или соответственно пониженным содержанием в рудах свинца. При значительном количественном сдвиге в рудах в сторону цинка ассоциации, сопровождающиеся свинцово-цинковым оруденением, имеют пониженные содержания калия по сравнению с теми ассоциациями, в рудах которых преобладает свинец. Примером первых могут служить рудоносные ассоциации Салаира, Тувы, Западного Саяна [Дистанов, 1977], некоторые ассоциации Кавказа. Экстремально низкие содержания калия для вулканитов с колчеданным оруденением обуславливают преобладание высоконатриевого ($n > 75$) общего уклона в противоположность ассоциациям с колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-свинцово-цинковым оруденением. В последних высоконатриевый и умеренно натриевый уклоны развиты без заметного преобладания, а в одном случае отмечен даже натрокалиевый уклон. Все сказанное в отношении специализации кислых пород можно отнести и к базальтоидным. Базальтоиды ассоциаций первого типа отличаются высоконатриевым уклоном от общего натриевого уклона базальтоидов ассоциаций второго типа. Общий уклон по щелочности базальтоидов обоих типов пониженный (низкощелочной и умеренно щелочной уклоны). Преобладают ассоциации с низкоглиноземистыми базальтоидами, а также с магниевым и железомгниевым уклонами.

Таким образом, диагностическим петрохимическим признаком ассоциаций с колчеданным, медноколчеданным, колчеданно-полиметаллическим оруденением, отличающим их от всех других ассоциаций, в том числе и от железоносных и собственно золотоносных, является устойчивая обшая пониженная щелочность в рамках умеренно низкощелочного уклона ($n \leq 12,5$ для кислых пород), в меньшей степени — повышенная магnezиальность, пониженная глиноземистость. Ассоциации с колчеданным, медноколчеданным, медно-цинковым оруденением хорошо диагностируются также по устойчивой низкой калиевости ($K_2O \leq 1,5-2\%$) пород. Последнее определяет высокое значение показателя n в рамках выдержанного высоконатриевого уклона ($n > 75$). Диагностическим минералогическим признаком данных ассоциаций является практическое отсутствие в вулканитах выделений калишпата. Последний обнаруживается в незначительных количествах лишь в ассоциациях с колчеданно-полиметаллическим оруденением преимущественно в субвулканических разностях. Минеральный состав гранитоидов эволюционирует в пределах биотитроговообманкового класса. В некоторых случаях на последних этапах появляется нехарактерный биотитовый минеральный класс. Обычна высокая апортитовость плагиоклаза при значительном избытке кремнезема.

Вулкано-плутонические ассоциации с полиметаллическим оруденением весьма близки к ассоциациям с колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-свинцово-цинковым оруденением, т. е. также имеют повышенное содержание K_2O , но отличаются от них общей повышенной щелочностью. Среди них нередко ассоциации с преобладающим умеренно щелочным уклоном. Повышенные содержания калия и обшая щелочность сближают эти ассоциации с вулканитами и субвулканитами, несущими золото-серебряное оруденение.

Приступая к разбору плутонических ассоциаций с железным оруденением, следует сразу оговориться, что они по особенностям минерального состава и химизма весьма близки к золотоносным. Этот факт подчеркивался ранее [Изох, 1978; Налетов, 1978a]. В них несколько чаще, чем в зо-

литоносных, может быть, встречается класс биотит-роговообманковых гранитоидов повышенной щелочности наряду с широко развитым биотит-роговообманковым. Неизвестны гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами. Ведущим рудным аксессуарным минералом является магнетит. Железистость биотита, по ограниченным данным по магнитогорскому комплексу, Кедабекскому интрузиву, Кушвинскому массиву, находится в пределах, установленных для железистости биотита золотоносных гранитоидов. Гранитоиды ассоциаций с железным оруденением отличаются в целом повышенной общей щелочностью в интервале шкалы по показателю a от субщелочного, умеренно щелочного до повышенно щелочного уклона, при этом чаще встречается умеренно щелочной уклон. Специализация щелочей натриевая в рамках ведущего умеренно натриевого уклона. В пределах этого уклона часто встречаются породы с $n > 65$. Последнее зафиксировано в 11 из 15 ассоциаций, или 49—90% случаев на совокупность, т. е. достаточно часто. Обычным является общий железистый и высокоглиноземистый уклон, причем в рамках первого нередко ассоциации с преобладающим умеренно железистым уклоном. В базитовой группе при общей повышенной щелочности такого же примерно уровня, что и в гранитоидной, по соотношению щелочей ведущим оказывается высоконатриевый уклон с $n > 75$. Железомagneйные составы базитов и умеренно железистые распространены без заметного преобладания, часто встречаются ассоциации с повышенной глиноземистостью. Вулканыты, предшествующие базит-гранитоидным ассоциациям, по не очень многочисленным данным, обладают сходными с последними петрохимическими особенностями. Они также имеют повышенную общую щелочность, высоконатриевый (в базальтоидах) и умеренно натриевый (в липаритах, дацитах) уклоны, повышенную глиноземистость, повышенную частоту встречаемости железистого уклона над железомagneйным.

Совершенно иным петрохимическим типом являются вулcano-плутонические ассоциации с магнетит-гематитовым оруденением, рассмотренные на примере ассоциаций Северной Швеции и различных ареалов девонской вулcano-плутонической ассоциации Горного Алтая. Ранее [Жалугин, 1968] показано сходство некоторых геологических данных и особенностей оруденения этих районов. В отличие от магматитов, сопровождающихся преимущественно скарным магнетитовым оруденением, в названных ассоциациях преобладает кислая группа с менее развитой щелочно-салической. Базальтоиды развиты ограниченно. Обычно повышенная щелочность. Характернейшей особенностью является изменчивость как по разрезу, так и по латерали прежде всего содержания калия, а также общей щелочности. Соотношение натрия и калия меняется в различных ареалах от умеренно калиевого до высоконатриевого, причем как в лавах, так и в субвулканических и гипабиссальных интрузиях. Интересно отметить, что в породах с повышенной калиевоcтью отмечается аксессуарный касситерит (до 5 г/т) [Попов, 1967]. Локализация железных руд находится в соответствии с изменениями общей щелочности и глиноземистости. На рис. 17, где показаны соотношения по этим параметрам различных подsvит коргонской свиты, видно, что породы нижней подsvиты по сравнению со средней и верхней характеризуются низкой щелочностью и глиноземистостью. Железных руд в нижней подsvите нигде не зафиксировано. Основное железоруденение локализуется в средней и верхней подsvитах, породы которых при меняющейся натриевоcти-калиевоcти имеют повышенную общую щелочность и глиноземистость. По сравнению с ранее изученными железоносными ассоциациями свойственно пониженное содержание глинозема (низкоглиноземистый уклон). По соотношению железа и магнезия преобладает железистый уклон.

Остановимся далее на детальном сравнительном анализе ассоциаций с железным и колчеданным, колчеданно-полиметаллическим оруденением.

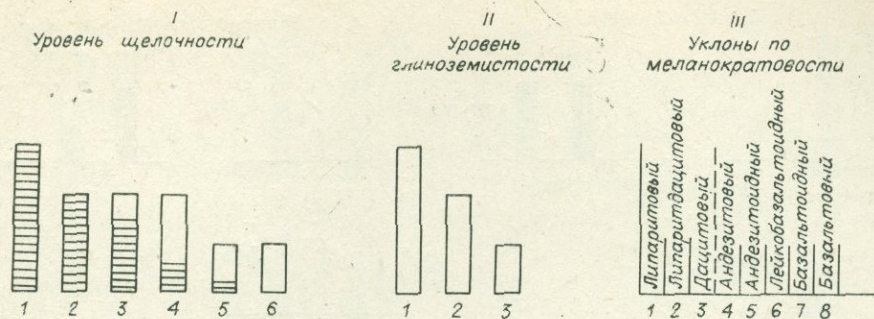


Рис. 16. Ключ к расшифровке диаграмм.

I — уровень щелочности: 1, 2 — явное преобладание щелочных пород; 3 — преобладание щелочных пород; 4, 5 — заметное количество щелочных пород; 6 — незначительное количество щелочных пород. II — уровень глиноземистости: 1 — возможно явное преобладание высокоглиноземистых пород; 2 — возможно преобладание высокоглиноземистых пород; 3 — невозможно преобладание высокоглиноземистых пород. III — уклоны по меланократовости: 1 — липаритовый; 2 — липарит-дацитовый; 3 — дацитовый; 4 — андезитовый; 5 — андезитовидный; 6 — лейкобазальтоидный; 7 — базальтоидный; 8 — базальтовый.

Результаты сравнения по общей щелочности и глиноземистости приведены на диаграммах (см. рис. 17—19). Методика их построения частично отражена в ключе для прочтения этих диаграмм (см. рис. 16).

Базальтоидная группа по меланократовости определялась как базальтовая — в случае преобладания на генеральную совокупность мезократовых и более основных составов; базальтоидная — при преобладании в выборке базальтовых составов (в том числе лейкократовых), но при отсутствии преобладания по отдельности лейкократовых и более основных разностей; лейкобазальтоидная — при совместном преобладании лейкобазальтовых и андезито-базальтовых составов; андезитовидная — если не устанавливалось суммарное преобладание андезито-базальтовых и андезитовых составов; андезитовая — при преобладании в выборке андезитовых составов.

Аналогичным образом в кислой группе выделялись дацитовый, липарит-дацитовый и липаритовый уклоны.

Кроме того, составы магматических пород анализировались в координатах щелочность — глиноземистость. Основой системы этих координат также послужили разработки А. Ф. Белоусова (1969, 1974, 1976).

По щелочности породные группы классифицировались как низкощелочные (нижний предел — доли щелочных пород на генеральную совокупность менее 25%, на диаграммах не закрашены), заметнощелочные (нижний предел — более 25%, но менее 50%, на диаграммах закрашены на 1/4), щелочные (щелочные породы в выборке преобладают, закрашены на 3/4), явнощелочные (количество щелочных пород на генеральную совокупность $\geq 75\%$, закрашены полностью).

Высота столбиков на диаграммах отображает уровень глиноземистости выборочных совокупностей. Минимальный размер столбиков означает, что в данном объекте преобладание высокоглиноземистых составов на генеральную совокупность невозможно (верхний предел доверительного интервала не превышает 50%); при максимальном размере столбика возможно явное преобладание высокоглиноземистых составов (верхний предел доверительного интервала $\geq 75\%$); при среднем размере столбика преобладание высокоглиноземистых составов возможно (верхний предел доверительного интервала > 50 , но $\leq 75\%$).

Следует отметить, что не для всех рудных районов можно классифицировать породы по глинозему: иногда в литературных источниках отсутствовали выборки анализов (но приводились диаграммы А. Н. Заварицкого), на основании которых можно классифицировать магматические образования по основности — щелочности.

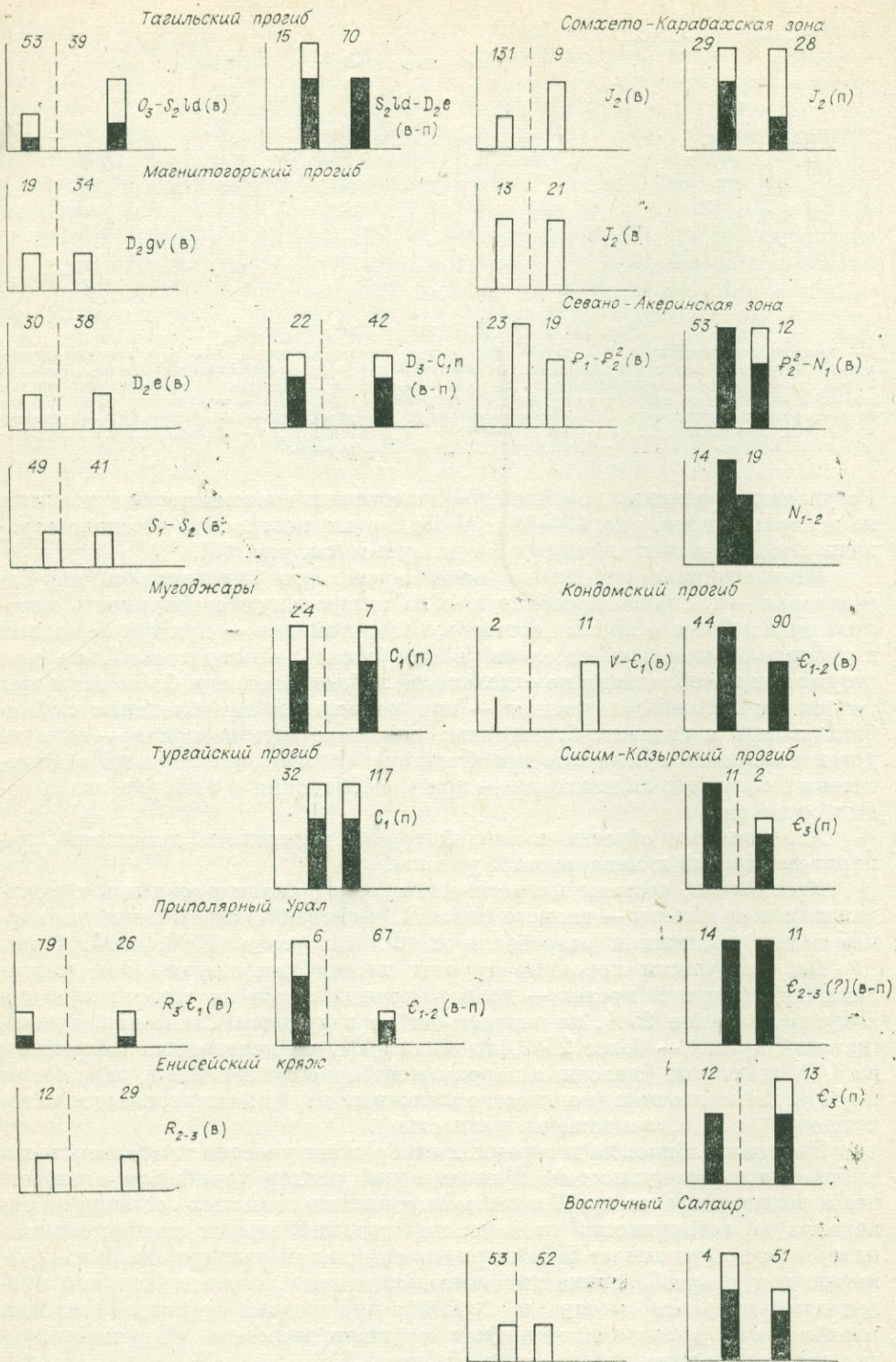


Рис. 17. Статистико-петрохимические диаграммы пород рудоносных ассоциаций в зонах с «типичным» развитием магматизма (слева — составы пород колчеданосных, справа — железосных ассоциаций). Цифры у столбцов — количество анализов (Другие пояснения см. в тексте.)

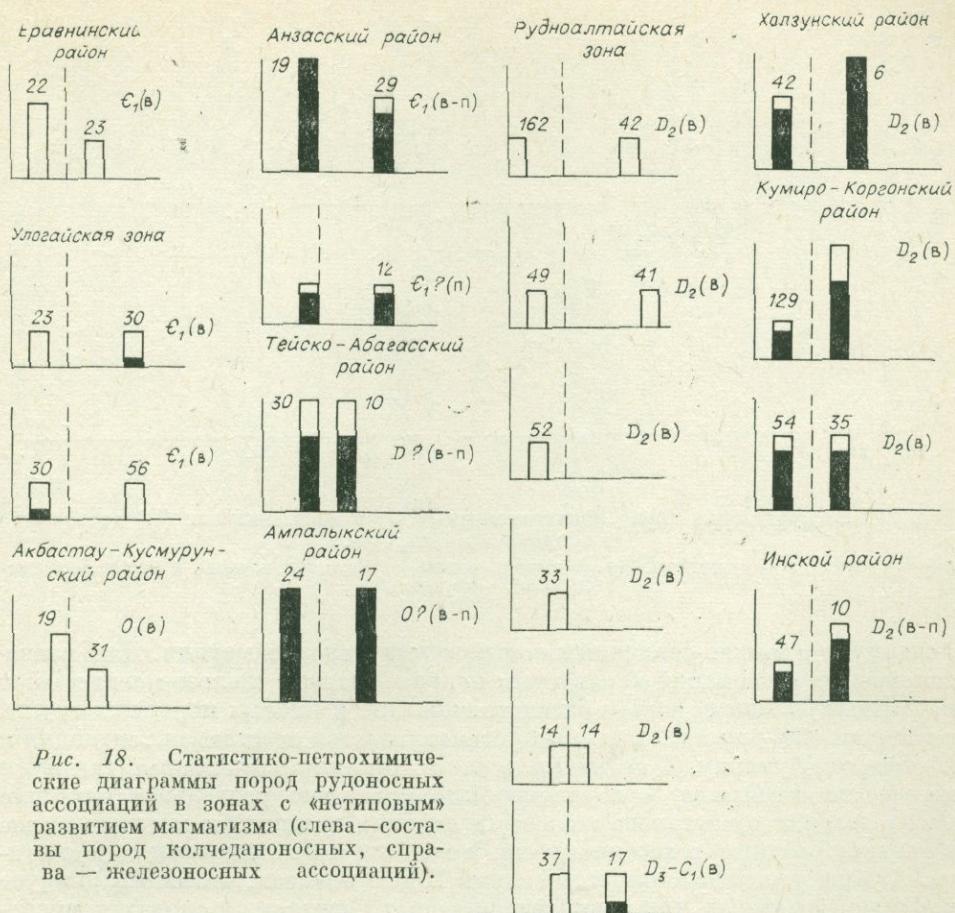


Рис. 18. Статистико-петрохимические диаграммы пород рудоносных ассоциаций в зонах с «нетиповым» развитием магматизма (слева — составы пород колчеданосных, справа — железноносных ассоциаций).

По доступным литературным материалам в указанных выше координатах были проанализированы составы рудоносных пород из рудных районов Советского Союза. При этом отметим, что в колчеданосных ассоциациях анализу подверглись вулканиты и субвулканиты (на диаграммах обозначены буквой «в»), а в случае железного оруденения анализировался состав сложных вулcano-плутонических рядов, включая ранние вулканиты, субвулканиты и более поздние базит-гранитоидные плутонические ассоциации. Эти ряды обозначены буквами «в — п» (вулканиты — плутониты), а в случае выпадения отдельных членов ряда — «в» или «п». На диаграммах показано соотношение общей щелочности, глиноземистости ассоциаций с колчеданным и железным оруденением в районах с «типичным» (рис. 17) и «нетипичным» (рис. 18) развитием магматизма. Как в одном, так и в другом случае (рис. 19) фиксируется пониженная общая щелочность и глиноземистость в ассоциациях с колчеданным оруденением, что является характерным отличием от железноносных ассоциаций. Обратные соотношения устанавливаются для ассоциаций с железным оруденением, что хорошо иллюстрируется и на рис. 20. Кроме того,

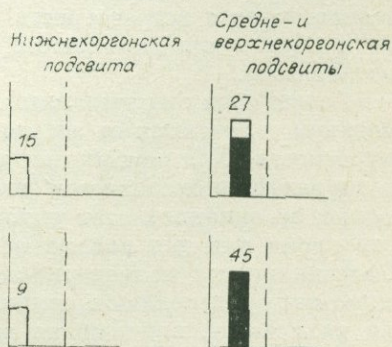


Рис. 19. Статистико-петрохимические диаграммы пород коргонской свиты.

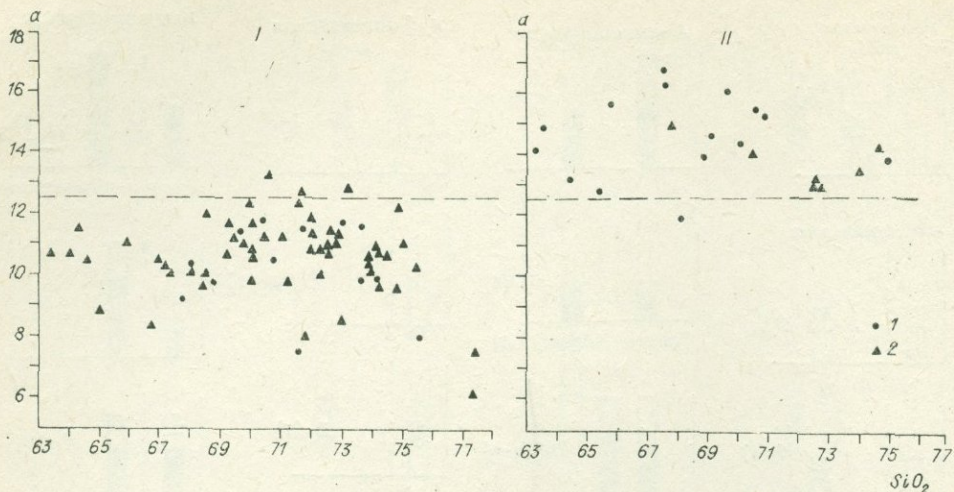


Рис. 20. Распределение пород колчеданосных (I) и железосных (II) ассоциаций в координатах $\text{SiO}_2 - a$.

1 — плутониты, 2 — вулканиты. Использованы средние по породным группам и типам пород ассоциаций — см. рис. 21.

фиксируются также различия в соотношении железа и магния. Для колчеданосных ассоциаций характерны большей частью железо-магниево- и магниево-уклоны не только базальтоидных, но и кислых породных групп, в то время как для железосных устанавливается отчетливая тенденция к железистому уклону. С целью проверки влияния на выявленные различия по железо-магниевому отношению было проведено раздельное изучение распределения суммарного железа (в оценках средних) и магния (также в оценках средних) в ассоциациях с железным и колчеданным оруденением. Анализ распределения содержания ΣFeO показал, что оно варьирует как в железосных, так и колчеданосных базитовых породах в пределах $\Sigma \text{FeO} = 7,5-14\%$ (по оценкам средних). В одном случае железосных базитов отмечено содержание $\Sigma \text{FeO} = 5,6\%$ и в одном случае колчеданосных — $\Sigma \text{FeO} = 2,4\%$. В кислых породах ΣFeO в ассоциациях обоих типов укладывается в целом в интервале $\Sigma \text{FeO} = 2,5-6\%$.

Иной характер распределения оказался у магния. В ассоциациях обоих типов содержания магния варьируют в интервале 2—9% (базитовые породы) и 0—3% (кислые породы). Различия заключаются в том, что в железосных ассоциациях это распределение смещено в интервал содержания $\text{MgO} = 2-5\%$ (для базитовых пород) и 0—1,5% (для кислых пород), т. е. в ассоциациях с железным оруденением наблюдается повышенная частота встречаемости пород с пониженным содержанием MgO , что и обусловило выявленные различия в характере железо-магниевого соотношения.

Ассоциации с колчеданным, медноколчеданным, медно-цинковым оруденением отличаются от ассоциаций с железным оруденением по степени натриевости. Для первых как для базитовой, так и для кислой породных групп ведущим оказывается высоконатриевый ($n > 75$) уклон. В железосных ассоциациях этот уклон сохраняется лишь для базитовых пород, в то время как для кислых обычен умеренно натриевый ($50 < n \leq 75$). В ассоциациях с колчеданно-полиметаллическим и колчеданно-свинцово-цинковым оруденением в отличие от железосных наблюдается повышенная калиевость, приводящая даже к появлению преобладающего натрокалиевого уклона. В данном случае из железосных здесь не рассматривается группа вулканоплутонических ассоциаций с магнетит-гематитовым оруденением, своеобразие которой вполне очевидно.

Особенности минерального и химического состава кислых породных групп ассоциаций с разным оруденением

Преобладающий тип оруденения (сопутствующее оруденение). Преобладающие типы рудных формаций	Преобладающий тип породной группы и ее состав	Подчиненно развитый тип породной группы и ее состав	Характерный минеральный класс гранитоидов [по А. П. Пономаревой, Б. Ф. Налётову, 1979]	Соотношение полевых шпатов (то же, во вкрапленных лав и субвулканитов)	Рудные акцессорные минералы в породах гранитоидной (кислой) группы
1. Sn(W, Mo, Pb, Zn). Кварц-касситеритовая, касситерит-сульфидная, касситерит-силикатная	Гранитоидная. Лейкогранитоиды, реже мелагранитоиды	Базитовая. Лейкобазитовая	I, II, реже III	Преобладает в лейкогранитоидах соотношение $KПШ > Пл$	Ильменит (магнетит редок)
2. W(Sn, Pb, Zn). Оловянно-вольфрамовая, скарново-шеелитовая	То же	То же	I, II, реже III	То же	То же
3. W(Mo) или Mo(W). Молибдено-редкометалльно-вольфрамовая	Гранитоидная. Лейкогранитоиды	»	II, III, IV	Нет преобладания	Ильменит, магнетит
4. Mo(Cu, W, Au). Молибденовая и медно-молибденовая субформации медно-молибденовой формации	Гранитоидная. Мелагранитоиды, реже лейкогранитоиды	Базитовая. Лейкобазиты, реже мелабазиты	II, III, IV	То же	Магнетит (ильменит редок)
5. Cu(Mo, Au, W). Медная субформация медно-молибденовой формации	То же	То же	III, II, реже IV	Преобладает в лейкогранитоидах соотношение $Пл > КПШ$	То же
6. Au(Fe, Cu, W). Золото-кварцевая, золото-сульфидно-кварцевая, реже золото-сульфидная	»	»	III, реже II, редко I	То же	То же. В комплексах с высокоглиноземистыми минералами (кунушский, пластовский) ильменит, магнетит редок
7. Fe(Au, Cu, Mo). Скарновая магнетитовая	Базитовая преимущественно. Лейкобазиты, редко мелабазиты	Гранитоидная. Мелагранитоиды, реже лейкогранитоиды	III, IV, реже V	»	Магнетит (ильменит редок)
8. Fe(P). Гематитовая	Кислая. Липариты, дациты	Базальтоидная. Лейкобазальтоиды. Гранитоидная. Сиенитоидная	III, IV, V	Нет данных	Магнетит, апатит, пирит, редко касситерит

Преобладающий тип оруденения (сопутствующее оруденение). Преобладающие типы рудных формаций	Преобладающий тип породной группы и ее состав	Подчиненно развитый тип породной группы и ее состав	Характерный минеральный класс гранитоидов [по А. П. Пономаревой, Б. Ф. Налетову, 1979]	Соотношение полевых шпатов (то же, во вкрапленных лав и субвулканитов)	Рудные акцессорные минералы в породах гранитоидной (кислой) группы
9. Cu, Zn, S(Pb, Au). Колчеданная, медноколчеданная, медно-цинковая	Базальтоидная. Базальты, андезитобазальты, андезиты. Базитовая. Лейкобазиты, реже мелабазиты	Кислая. Дациты, липарито-дациты, реже липариты. Гранитоидная. Мелагранитоиды, лейкогранитоиды	III, редко II	Вкрапленники KIII отсутствуют. В лейкогранитоидах преобладает соотношение $Pl \geq KIII$	Магнетит, пирит, халькопирит, ильменит, галенит
10. Pb, Zn(Cu, Au, Ag). Колчеданно-полиметаллическая, колчеданно-свинцово-цинковая	Кислая. Липариты, липарито-дациты, реже дациты. Гранитоидная	Базальтоидная. Базальты, реже андезиты	III, IV	Во вкрапленниках $KIII > Pl$ или $Pl \geq KIII$	То же

Окончание табл. 146

Железистость биотита		Соотношение щелочей (уклон) по показателю n и преобладающее значение в рамках уклона	Содержание K_2O при исключенных летучих	Общая щелочность по показателю a и преобладающее значение a в рамках уклона	Окисленность железа (показатель φ)	
Мелагранитоиды	Лейкогранитоиды					
1.	60—85 (60—90)	65—100 (60—100)	Натро-калиевый, умеренно натриевый. Преобладает $n \leq 60$	Преобладает $K_2O > 3,5$	Умеренно щелочной уклон. Преимущественно преобладает $12,5 < a \leq 15$	Преобладает $\varphi = 5—15$
2.	60—80 (55—85)	65—100 (55—100)	То же	То же	То же	То же
3.	Нет данных	55—80 (45—90)	»	»	»	Данных недостаточно
4.	45—70 (25—75)	45—65 (25—70)	Умеренно натриевый. Преобладает $n \leq 65$	Преимущественно преобладает $K_2O > 3,5$	Умеренно щелочной уклон. Нет преобладания $12,5 < a \leq 15$. Часто встречается $a > 15$	Преобладает $\varphi = 13—25$

5. 45—64 (30—75)	Умеренно натриевый. Преобладает $n > 65$	Преимущественно преобладает $K_2O \leq 3,5$	Умеренно щелочной уклон. Нет преобладания $12,5 a \leq 15$. Часто встречается $a \leq 12,5$.	То же
6. 60—65	То же	То же	Умеренно щелочной уклон	Преобладает $\varphi = 13-31$
7. 60—65	»	»	Умеренно щелочной уклон	То же
8. Нет данных			То же	$\varphi = 15-35$
9. В гранитоидах от 12 до 76	Высоконатриевый. Преобладает $n > 75$	Преобладает $K_2O > 3,5$ или $K_2O \leq 3,5$	Умеренно низкощелочной уклон. Преобладает $a \leq 12,5$	Преобладает $\varphi = 13-30$
10. Нет данных	Умеренно натриевый, натро-калиевый	Преобладает $K_2O > 3,5$	Умеренно щелочной уклон	То же

Следовательно, диагностическими признаками скарново-железистых ассоциаций по отношению к колчеданосным являются повышенная общая щелочность в рамках умеренно щелочного уклона ($a > 12,5$), повышенная глиноземистость, пониженная магниальность, а также повышенная по отношению к колчеданосным и пониженная по отношению к колчеданно-полиметаллоносным ассоциациям калиевость кислых пород.

Далее остановимся более детально на сравнении изученных в данной работе ассоциаций с магматитами, несущими оловянное, вольфрамовое и медно-молибденовое оруденение. Сравнение последних между собой было выполнено нами ранее [Налетов, 1981]. В табл. 146 сведены различные данные по минеральному составу и химизму различных рудоносных ассоциаций, а на рис. 21 представлено распределение их в оценках средних для Na_2O и K_2O . При анализе таблицы и из рис. 21 становится очевидным отчетливое разделение всей гаммы ассоциаций на две группы. Это прежде всего магматиты с вольфрамовым и оловянным оруденением (типы V, VI, рис. 21) и, с другой стороны, все остальные магматические ассоциации (типы I—IV, рис. 21). Ассоциации типов V, VI отличаются широким участием в их составе гранитоидов биотитовых и гранитоидов с высокоглиноземистыми минералами, характеризуются калишпатовым соотношением полевых шпатов в лейкогранитоидах, преимущественным калиевым соотношением щелочей как в мелагранитоидах, так и лейкогранитоидах. Натриевое соотношение щелочей может превалировать лишь в мелагранитоидах некоторых ассоциаций с вольфрамовым оруденением. Названным типам ассоциаций свойствен также ильменитовый состав рудных аксессуарных минералов, незначительное их количество и высокая железистость биотита. В составе ассоциаций типов I—IV широко развиты биотит-роговообманковые гранитоиды, в некоторых типах (II, IV) нередки биотит-роговообманковые гра-

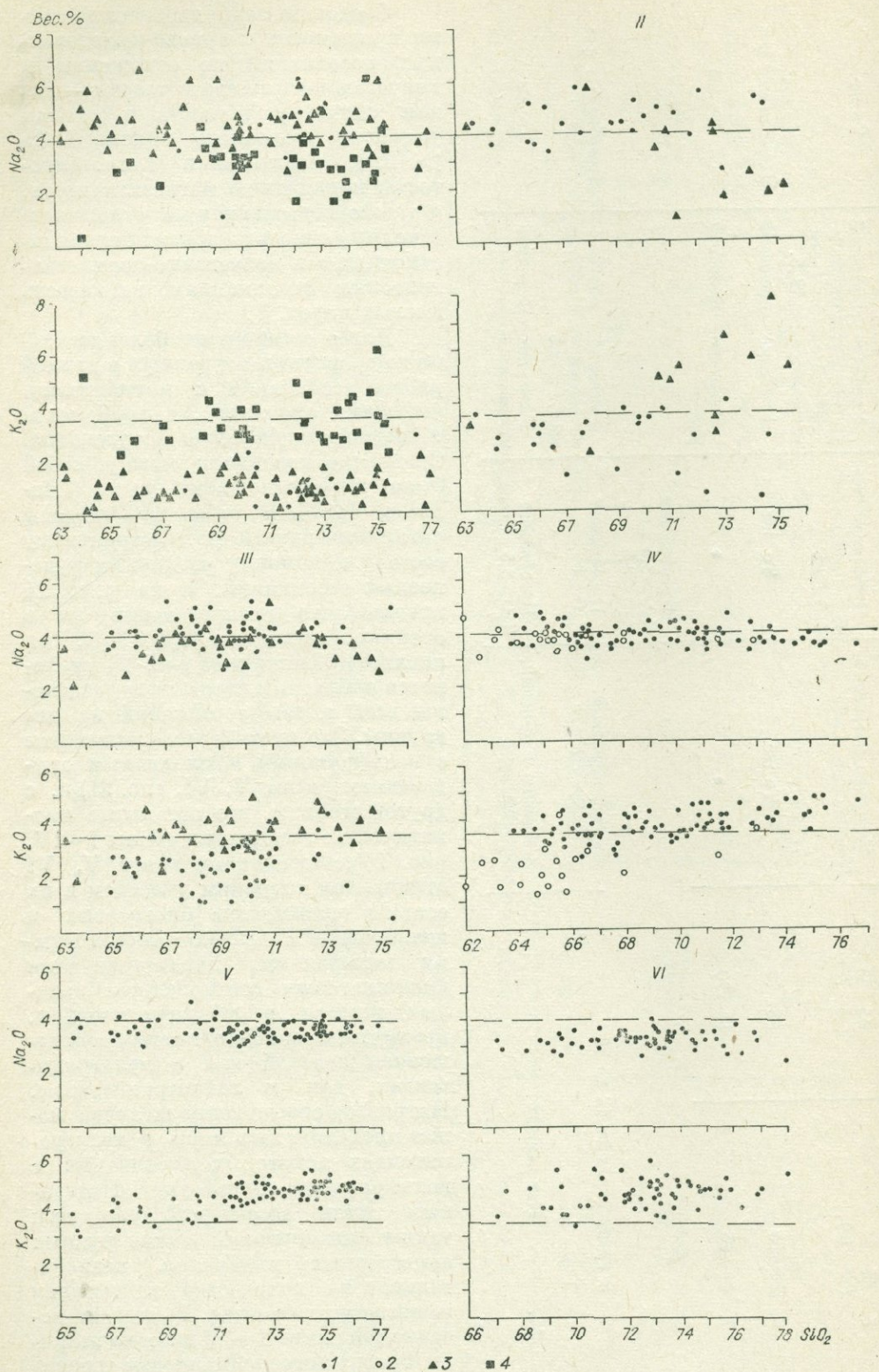


Рис. 21. Распределение кислых пород магматических ассоциаций с разным оруденением в координатах SiO_2 — Na_2O , K_2O .

нитоиды повышенной щелочности. Биотитовые гранитоиды развиты слабо, появляются только на заключительных этапах развития сложных ассоциаций (за редкими исключениями, примером которых может служить кунушский комплекс). Гранитоиды с высокоглиноземистыми минералами в них отсутствуют или фиксируются на самых последних этапах формирования гранитоидных ассоциаций. Названные гранитоиды показывают плагиоклазовое соотношение полевых шпатов во всех типах пород, кроме лейкогранитоидов ассоциаций с ведущим молибденовым оруденением, где нет преобладания плагиоклазового или, наоборот, калишпатового соотношения полевых шпатов. Все сказанное о полевых шпатах применимо и к натриевому соотношению щелочей в гранитоидах этих типов. Рудные акцессории представлены преобладающим магнетитом, при этом количество последнего может достигать нескольких килограммов на тонну. Магнетитовый состав рудных акцессориев сопряжен с пониженной железистостью биотита. Для вулканитов ассоциаций типов I—IV характерен акцессорный магнетит, пониженная железистость биотита (по ограниченному данным — некоторых ассоциаций с полиметаллическим оруденением [Далимов и др., 1977]), преимущественно натриевое соотношение щелочей, за исключением случаев, рассмотренных ниже. Остановимся далее на особенностях состава ассоциаций каждого типа, отличающих его от всех остальных. Наиболее удобно это сделать, опираясь на распределение содержаний калия (см. рис. 21).

В ассоциациях типа I вулканиты и субвулканиты с ассоциированным колчеданным, медноколчеданным и медно-цинковым (реже свинцово-цинковым, где цинк преобладает) оруденением обладают экстремально низкими содержаниями K_2O , колеблющимися в оценках средних от 0 до 2%. С верхними пределами концентраций K_2O (выше 1% K_2O) названных ассоциаций сопоставимы концентрации K_2O в некоторых гранитоидах ассоциаций типа IV, именно те, что сопровождаются существенно медным оруденением. Для многих из них фиксируется также пониженная щелочность ($a \leq 12,5$), весьма характерная для магматитов типа I. Кроме того, низкие содержания K_2O сопоставимы с соответствующими пониженными концентрациями некоторых ассоциаций типов II и III. Следует отметить, что в каждом из рассматриваемых I—IV типов ассоциаций группе низкокалиевых магматитов соответствует своеобразный антипод — группа ассоциаций с повышенной калиевостью. В типе I — это магматиты с колчеданно-полиметаллическим, колчеданно-свинцово-цинковым и полиметаллическим оруденением. Для них фиксируются содержания калия в оценках средних от 2 до 5% и более.

Примерно такой же уровень содержаний K_2O отмечается для части ассоциаций типа III (магматиты с золото-серебряным оруденением), а также для части ассоциаций типа IV (магматиты с существенно молибденовым оруденением). Однако в данном случае магматиты типа I (кроме ассоциаций с полиметаллическим оруденением) отличаются от указанных магматитов типов III и IV характерной пониженной общей щелочностью ($a \leq 12,5$). Пониженная щелочность здесь объясняется более низким по сравнению с типами III и IV содержаниями натрия, что хорошо видно на рис. 21.

В ассоциациях типа II гранитоиды с магнетитовым скарновым оруденением сопоставимы преимущественно по умеренно низкому содержа-

I — с колчеданным, колчеданно-полиметаллическим и свинцово-цинковым, II — с железным, III — с золотым и золото-серебряным, IV — с существенно молибденовым (залитый кружок) и существенно медным (незалитый кружок), V — с вольфрамовым, VI — с оловянным. 1, 2 — плутониты, 3, 4 — вулканиты: 3 — с колчеданным, железным и золото-серебряным, 4 — с колчеданно-полиметаллическим и свинцово-цинковым оруденением. Кроме материалов настоящей работы, использованы данные авторов [Осадкообразование..., 1968; Бахтеев и др., 1977; Налстов, 1981; Albers, Robertson, 1961; Moore, 1963; Gilmore, 1971; Roberts, 1975; Spence, Rosen - Spence, 1975; Pirajno, 1973; Colley, Greenbaum, 1980].

нию K_2O с золотоносными гранитоидами типа III и существенно меденосными гранитоидами типа IV. Преимущественно высокие содержания натрия и соответственно повышенная общая щелочность являются характерными признаками гранитоидов типа II. В этом же типе ассоциаций находится группа вулканоплутонических, достаточно редких ассоциаций, несущих магнетит-гематитовое оруденение. Они известны только в Северной Швеции и Горном Алтае, т. е. являются достаточно редкими. Свойственные им резкие колебания Na_2O и особенно K_2O также хорошо заметны на рис. 21.

Золотоносные гранитоиды ассоциаций типа III по содержаниям калия и натрия сопоставимы с существенно меденосными гранитоидами типа IV. Последние также являются нередко золотоносными. Интересно, что ассоциации типа III с повышенной калиевостью, несущие золото-серебряное оруденение, по содержанию K_2O и общей щелочности близки к повышенно калиевым гранитоидам ассоциаций типа IV с существенно молибденовым оруденением. Следует подчеркнуть, что общая повышенная щелочность здесь обусловлена в отличие от гранитоидов ассоциаций типа II прежде всего именно повышенными концентрациями калия. Рассматривая особенности химизма и рудоносности ассоциаций типов I—IV, можно заметить, что все они несут золотое оруденение (кроме ассоциаций с магнетит-гематитовым оруденением), в том числе и промышленное, но формационные особенности этого оруденения меняются. Так, для низкокалиевых ассоциаций типа I, IV характерно золотое оруденение золото-сульфидной формации, а золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые типы встречаются реже. Для низкокалиевых гранитоидов ассоциаций типа II, III последние типы наиболее обычны, в то время как золото-сульфидный тип редок. Для повышенно калиевых магматитов ассоциаций типов I, III характерны золоторудные формации с повышенными концентрациями серебра. Сказанное подтверждает отмеченную ранее широту геологических условий, в которых происходят концентрации золота. Рассмотренные данные показывают, что промышленные концентрации золота находятся в связи с магматическими ассоциациями широкого диапазона как общей щелочности, так и натриевости — калиевости. При этом прежде всего флуктуации в содержаниях калия сопряжены с теми или иными особенностями золотого оруденения, в то время как содержания Na_2O находятся на относительно постоянном высоком ($\approx 4\%$ в оценках средних) уровне.

В результате изучения минерального состава и химизма магматических ассоциаций были получены данные, косвенно проливающие свет на некоторые условия их формирования. Так, еще ранее нами [Налетов, 1978а] была установлена сопряженность между базитами и гранитоидами в сложных ассоциациях по содержанию Fe_2O_3 . В более поздней работе [Налетов, 1981] дополнительно окисленность железа была изучена статистически при анализе распределений показателя φ в гранитоидах с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением. Были показаны, с одной стороны, сопряженность по этому показателю базитов и гранитоидов в изученных ассоциациях, а с другой — различия в окисленности железа гранитоидов с разным оруденением. Используя отмеченные данные, а также результаты исследований настоящей работы, мы построили гистограммы распределений показателя φ в ассоциациях с разным оруденением. На рис. 22 представлены гистограммы распределений показателя φ в кислых породных группах ассоциаций с оловянным, вольфрамовым (I), медно-молибденовым, золотым (II) и железным, колчедановым (III) оруденением. Совершенно отчетливо выступает тенденция пониженных значений φ в оловоносных, вольфрамоносных ассоциациях и повышенных значений φ в ассоциациях с другим оруденением. Аналогичные соотношения видны и на рис. 23, где даны распределения показателя φ в оценках средних для базитовых пород ассоциаций с разным оруденением.

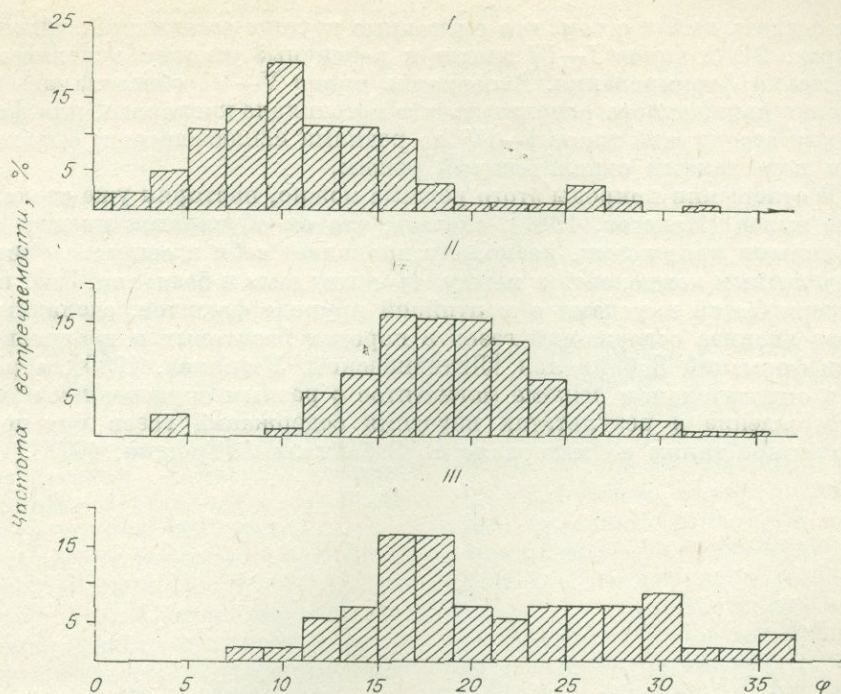


Рис. 22. Распределение магматических ассоциаций (типы пород, породные группы кислого состава) с разным оруденением по показателю ϕ : I — с оловянным, вольфрамовым, $n = 141$; II — с медно-молибденовым, золотым, $n = 134$; III — с железным, колчеданным, $n = 54$. Используются данные настоящей работы, а также материалы по гранитоидам с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением [Налётов, 1981].

Таким образом, еще раз подчеркивается сопряженность базитовых и кислых пород в сложных ассоциациях по окисленности железа. Пониженная окисленность железа свойственна базитам ассоциаций с оловянным, вольфрамовым оруденением и пониженная — с медно-молибденовым, золотым, железным и колчеданным оруденением. Необходимо подчеркнуть, что изменения окисленности железа (особенно кислых пород) сопряжены со спецификой рудных аксессуарных минералов и железистостью биотита, что хорошо можно видеть из приведенной выше таблицы. Все это позво-

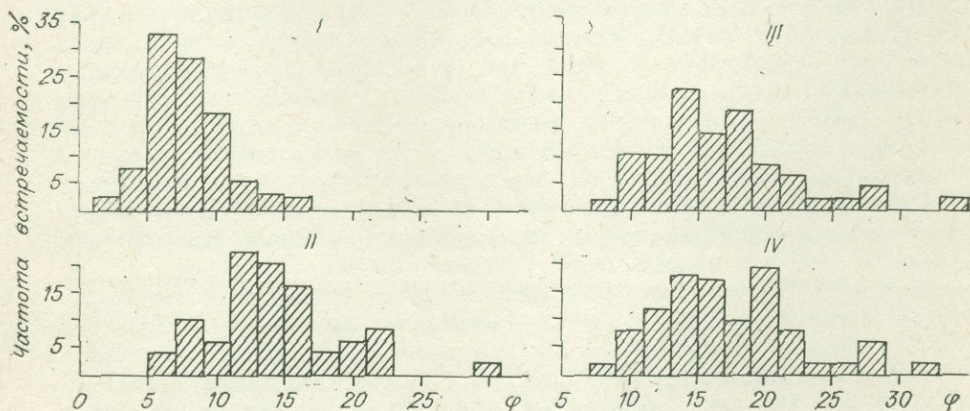


Рис. 23. Распределение базитовых (типы пород, породные группы плутоидов и вулканитов) магматических ассоциаций с разным оруденением по показателю ϕ : I — с оловянным, вольфрамовым, $n = 39$; II — с золотым, $n = 49$; III — с медно-молибденовым, $n = 49$; IV — с железным, колчеданным, $n = 52$. Используются те же данные, что и на рис. 22.

ляет сделать вывод о том, что описанные группы ассоциаций: типов V—VI (рис. 21) и типов I—IV имеют и различные условия окислительной обстановки формирования. Ассоциации типов V—VI образовались в обстановке пониженного окислительного потенциала кислорода, для формирования ассоциаций типов I—IV (за редкими исключениями) был характерен повышенный окислительный режим.

В отношении природы этого режима можно, повторяя уже сделанный ранее вывод [Налетов, 1981], сказать, что он обусловлен прежде всего глубинными процессами, поскольку проявляет себя в сопряженности по определенным компонентам между гранитоидами и базитами. Этот вывод подтверждается выводами о мантийной природе флюидов, сделанных на основе анализа содержаний газов в породах базитовых и гранитоидных рядов формаций Забайкалья [Литвиновский, Летников, 1980], а различия в окислительном режиме магматитов с разным оруденением находят подтверждение в результатах изучения содержаний газов рудоносных гранитоидов также на материале по Забайкалью [Трошин, 1978].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на статистическом материале, включающем свыше 150 серий, комплексов, плутонов, представленных 7000 силикатных анализов, а также многочисленными количественно-минералогическими данными, преимущественно литературными, охарактеризован вещественный состав магматических ассоциаций, сопровождающихся золотым, железным и колчеданным оруденением. Выявлены диагностические минералогические и петрохимические признаки ассоциаций, отличающие их друг от друга, а также от ассоциаций с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением. Последние детально были охарактеризованы ранее [Налетов, 1981]. Настоящим работам по детальному статистическому изучению минерального и химического состава магматитов с разным оруденением предшествовал геолого-статистический анализ гранитоидов с разным оруденением [Изох, 1978], где были разобраны и основные их диагностические признаки. При этом в качестве главного разделяющего петрохимического признака было принято соотношение натрия и калия во всем ряду сложных ассоциаций, как наиболее сильно коррелирующееся с типом оруденения гранитоидов. Кроме того, использовалась общая щелочность, выраженная в сумме весовых процентов Na_2O и K_2O и известковистость (CaO , %). По названным компонентам отстраивались статистико-петрохимические диаграммы, позволяющие быстро анализировать особенности состава разнотипных гранитоидов. Из минералогических признаков был использован в диагностических целях лишь признак повышенной глиноземистости (присутствие высокоглиноземистых минералов: граната, кордиерита, силлиманита, мусковита и др.).

В настоящем исследовании, а также в работе по гранитоидам с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением на широком статистическом материале была показана действенность минералогических признаков для диагностики рудоносных ассоциаций. Для этого широко использовался минеральный состав гранитоидов [Пономарева, Налетов, 1979], его эволюция в процессе формирования сложных ассоциаций, количественное соотношение полевых шпатов, являющееся полным отражением соотношения натрия и калия в породах и поэтому не уступающее последнему по разрешающей способности при диагностике гранитоидов. Интересным для диагностических целей представляется состав и количество вкрапленников вулканитов, прежде всего наличие или отсутствие выделений плагиоклаза и калишпата, их количественное соотношение. Этот вопрос требует, однако, еще доработки и проверки на более обширном материале. Важными диагностическими признаками, имеющими к тому же петрологическое значение, оказались состав аксессуарных рудных минералов и особенности состава биотита. Была, таким образом, показана большая возможность минералогических критериев диагностики магматитов с разной рудоносностью, которая ранее недооценивалась и еще далеко не использована. В некоторых случаях критерии, основанные на минеральном составе, являются более предпочтительными, чем петрохимические [Налетов, 1981]. Все

минералогические признаки четко сопряжены с петрохимическими, что подтверждает правильность и целесообразность выделения последних.

Однако главными диагностическими критериями все же остаются петрохимические, как по достоверности разделения по ним ассоциаций с разной рудоносностью, так и по удобству их выявления, благодаря возможностям обработки большого аналитического материала с применением ЭВМ. Из всех петрохимических критериев основными являются щелочность и тип щелочности (соотношение натрия и калия в породах). Эти признаки, варьирующие в связи с меняющимся типом оруденения гранитоидов и других магматитов, были отмечены довольно давно. А недавно важность их была показана на статистическом материале [Изох, 1978; Налетов, 1978 а — в]. Соотношение щелочей хорошо работает как в графическом представлении весовых содержаний Na_2O и K_2O с построением вариационных линий, так и в пересчетном варианте (показатель n А. Н. Заварицкого). В последнем случае необходимо изучить распределения этого показателя в выборке относительно предпочтительных рубежей. Важно уяснить и следует постоянно иметь в виду, что вариации натрий-калиевого соотношения обусловлены прежде всего изменчивостью содержаний калия, флуктуации которого наиболее сильно сопрягаются с изменениями характера оруденения магматитов. Поэтому совершенно необходимо дополнительно изучать собственные распределения натрия и калия в породах ассоциаций, разнотипных по оруденению. Принимая во внимание сказанное, нами и были найдены количественные, статистически обоснованные петрохимические рубежи как по показателю n , выражающему соотношение натрия и калия, так и отдельно по содержаниям Na_2O и K_2O , удовлетворительно работающим на разделение магматитов с разнотипным оруденением. При анализе щелочности использовался параметр a А. Н. Заварицкого, распределения которого оценивались по известной шкале общей щелочности [Белоусов и др., 1981]. Как уже подчеркивалось ранее [Налетов, 1981], речь в данном случае идет лишь об устойчивых тенденциях. В ассоциациях, имеющих промежуточные характеристики, задачи диагностики осложняются и разграничение их становится возможным лишь с применением дополнительных минералогических и петрохимических критериев, а также устойчивых геологических признаков. Из петрохимических, кроме уже отмеченных выше, в отдельных случаях могут быть использованы в качестве диагностических различия в глиноземистости, магнезиальности, общей железистости, титанистости. Из геологических признаков, работающих на диагностику ассоциаций с колчеданным и железным оруденением, показана статистически важная роль положения магматитов в разрезах фемических складчатых областей. В указанных областях магматиты с колчеданным оруденением устойчиво формируются на ранних стадиях развития складчатых областей после образования простых, чисто базальтоидных комплексов. Магматиты с железным оруденением скарнового типа занимают верхние части разрезов складчатых зон.

Решая задачу диагностики тех или иных комплексов в конкретных регионах, в сложных случаях необходимо учитывать все признаки. Чаще она, вероятно, может быть осуществлена, если использовать признаки щелочности и соотношения щелочей, а в некоторых случаях необходимо привлекать минералогические критерии. В специфических ситуациях решающую роль могут сыграть именно последние, как, например, при определении более ранней вольфрамоносной ассоциации и следующими за ней оловоносными ассоциациями на Северном Сихотэ-Алине [Налетов, 1981].

Изучение минерального и химического состава, помимо решения задач диагностики магматитов с разным оруденением, проливает свет на некоторые вопросы их формирования.

В дальнейшем представляется важным изучение петрохимических особенностей парагенетических типов гранитоидов разнотипных по ору-денению ассоциаций, что, вероятно, поможет более четко различать их. Целесообразно для этой цели сравнить химизм биотит-роговообманковых гранодиоритов, гранитов, биотитовых гранитов и других минеральных классов гранитоидов в сложных ассоциациях. Не менее важно и интересно для целей диагностики, а особенно для расшифровки условий формиро-вания рудоносных магматитов, изучение минералогии и химизма мине-ралов гранитоидов. Здесь прежде всего необходимо сосредоточить вни-мание на исследовании состава биотита, который во многих сложных ассоциациях является сквозным, встречаясь в широком диапазоне по-род — от габбро до лейкогранитоидов. В недавних работах [Пономарева, Налетов, 1979; Налетов, 1981] на широком статистическом материале показаны различия в составе биотитов, относящихся к разным минераль-ным классам гранитоидов. С другой стороны, в тех же работах отмечено, что биотиты разнотипных ассоциаций эволюционируют по-разному, сохра-няя определенные черты, присущие каждой конкретной ассоциации. Все это позволяет рассматривать состав биотита как устойчивую характери-стику конкретных ассоциаций. Необходимо заметить, что наиболее ощу-тимые результаты могут быть получены при изучении состава биотита ассоциаций в рамках тех же минеральных классов гранитоидов. Значи-тельные результаты может дать исследование химизма амфиболов, поле-вых шпатов и, конечно, аксессуарных минералов, особенно рудных — магнетита, ильменита и других.

Химический состав пород с различным оруденением

№ анализ за	№ образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	П. п. п.	Сумма Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Интрузивные породы из ассоциаций с золотым оруденением

Кузнецкий Алаш

Федотовский плутон

1	134/3	49,50	0,83	22,50	1,50	5,68	0,20	3,82	10,70	2,96	0,78	He опр.	1,42	99,89
2	130	49,50	1,00	16,2	3,37	7,32	0,23	6,00	9,25	2,42	1,50	»	2,66	99,45
3	164	51,00	0,98	18,30	2,6	6,12	0,18	5,07	9,60	2,95	1,05	»	1,82	99,07
4	173	52,50	1,33	15,80	4,0	7,02	0,19	4,25	9,82	2,60	0,74	»	1,22	99,47
5	135/2	53,0	0,85	15,30	2,0	6,30	0,21	6,65	7,40	2,80	1,52	»	3,30	99,33
6	182	53,25	0,80	17,50	2,27	6,42	0,16	5,42	7,35	2,85	1,13	»	2,30	99,45
7	118	53,30	0,85	16,60	1,93	5,38	0,19	5,60	8,50	3,56	1,36	»	2,42	99,69
8	157/3	55,0	0,75	17,15	1,1	5,94	0,13	4,85	9,90	2,60	0,73	»	1,36	99,51
9	141/2	55,0	1,40	15,50	3,47	7,32	0,16	3,85	6,55	3,15	1,32	»	1,80	99,52
10	132/2	55,50	0,77	14,70	1,89	6,65	0,22	6,05	7,35	3,10	1,64	»	1,66	99,53
11	146/1	56,0	0,76	16,60	2,42	5,97	0,13	5,75	7,60	2,75	1,12	»	2,32	101,4
12	172	56,50	0,85	15,60	2,21	5,68	0,18	4,60	7,52	2,75	1,55	»	1,88	99,32
13	86/1	56,0	0,78	16,60	3,80	5,97	0,15	4,05	8,80	2,74	0,88	»	1,10	100,87
14	87	56,0	0,73	13,00	1,48	5,38	0,16	7,00	12,10	2,28	0,98	»	1,64	101,6
15	126/1	57,0	1,40	15,50	3,42	6,24	0,22	3,05	6,10	4,92	1,18	»	0,64	99,67
16	90/1	57,0	0,44	14,3	1,70	5,94	0,16	6,17	6,90	2,46	2,04	»	2,28	99,39
17	193	57,1	1,04	13,25	3,98	6,95	0,19	4,70	7,10	3,33	1,01	»	1,04	99,59
18	98/1	57,3	1,15	16,0	3,19	6,27	0,17	3,42	5,85	4,68	1,60	»	0,76	100,39
19	92	57,5	0,74	15,40	3,19	5,83	0,20	3,62	6,25	4,04	1,86	»	0,84	99,48
20	189	59,0	0,36	17,05	1,16	4,18	0,07	3,17	8,05	3,0	1,32	»	1,48	98,84
21	135	62,0	0,72	17,10	2,10	3,88	0,10	1,92	4,40	5,24	1,70	»	0,88	100,04
22	103	62,50	1,12	14,8	2,47	4,26	0,12	2,27	4,10	4,82	2,60	»	1,08	99,06
23	90/2	64,5	0,52	15,5	2,05	2,84	0,09	1,42	3,10	4,38	4,86	»	0,58	99,8
24	155	66,3	0,85	14,10	1,76	4,93	0,14	2,27	4,17	5,12	1,82	»	0,72	102,15
25	177	70,0	0,32	15,80	1,37	1,87	He опр.	0,80	2,15	2,90	3,81	»	0,44	99,46
26	86/2	71,30	0,17	13,70	1,32	1,79	He опр.	0,04	1,10	1,95	4,10	»	0,44	99,63
27	213	72,50	0,07	13,45	1,08	1,19	He опр.	0,95	1,0	4,50	4,22	»	0,56	99,52

28	150	72,50	0,15	13,20	0,72	1,79	»	0,75	1,60	4,36	3,34	»	1,02	99,43
29	108	73,5	0,18	12,9	0,95	1,19	0,02	0,70	1,15	4,28	4,42	»	0,60	99,89
30	140	73,50	0,15	12,20	0,83	1,64	0,04	1,17	1,35	4,09	4,08	»	0,64	99,69
31	147	74,0	0,09	13,56	0,52	1,97	He опр.	0,52	1,80	3,25	3,25	»	0,58	99,54
32	152	74,50	0,09	12,60	0,68	1,64	»	0,52	1,50	3,73	3,81	»	0,72	99,79
33	154	76,0	0,11	12,30	0,64	1,05	0,02	0,45	1,05	3,25	4,40	»	0,40	99,67
34	143	76,0	0,12	11,90	0,40	1,49	He опр.	0,95	1,50	3,91	3,03	»	0,70	100,0
35	197	77,50	0,05	11,0	0,48	1,19	»	0,35	1,10	3,53	4,39	»	0,44	100,03

Центральный плутон

36	223	61,70	1,09	15,20	1,22	4,84	0,10	2,30	4,56	4,43	2,13	0,27	1,72	99,56
37	234	67,80	0,44	15,70	1,05	2,20	0,07	1,31	2,22	4,67	2,25	0,14	1,73	99,58
38	233	67,90	0,38	16,20	0,55	2,61	0,06	1,10	2,74	4,67	2,38	0,11	0,96	99,65
39	233a	68,70	0,42	15,50	0,81	2,42	0,06	1,23	2,84	4,50	2,13	0,13	0,69	99,43
40	251	69,20	0,34	15,80	He опр.	2,52	0,08	0,66	2,14	5,00	2,88	0,10	0,95	99,67
41	225	69,60	0,34	15,50	0,79	2,08	0,06	1,00	2,47	4,57	2,38	0,10	1,01	99,90

Дудетский плутон

42	256	58,25	0,72	15,15	2,46	5,08	0,12	4,32	6,70	4,0	1,55	He опр.	1,56	99,91
43	261/2	59,0	0,78	17,90	2,11	3,03	0,10	1,80	3,70	5,64	5,04	»	0,52	99,62
44	265	67,0	0,25	16,80	1,39	1,83	0,07	1,25	2,05	5,18	3,34	»	1,00	99,96
45	252	67,0	0,33	15,60	1,26	1,79	0,05	1,10	2,40	6,00	2,29	»	1,10	98,92
46	255/2	67,0	0,29	14,80	1,61	2,42	0,05	1,45	2,40	6,13	2,36	»	1,20	99,71
47	253-a	67,50	0,16	15,90	1,53	1,57	0,04	0,60	2,50	5,73	4,03	»	0,74	100,30
48	264	68,00	0,28	15,70	1,40	1,94	0,06	1,17	2,90	5,46	2,36	»	0,66	99,93
49	258	69,50	0,25	13,60	1,12	1,94	0,06	1,30	2,71	6,13	2,25	»	1,32	100,18
50	257	70,50	0,20	13,80	1,21	1,84	0,04	0,90	2,65	5,64	2,57	»	0,46	99,81
51	263	70,50	0,24	13,30	1,23	1,64	0,06	1,30	2,40	5,09	3,15	»	0,48	99,39
52	251	71,00	0,15	14,35	0,30	2,09	0,03	0,92	2,45	5,18	2,81	»	0,74	100,02

Массив р. Безмянка (правый приток р. Кня)

53	33/5	64,30	0,50	17,72	1,51	2,00	0,08	0,51	3,33	5,60	2,50	0,30	1,70	99,95
54	33/9	64,50	0,45	17,53	1,51	1,99	0,06	0,68	3,09	5,68	2,95	0,25	1,12	99,81
55	33/3	64,80	0,60	17,44	1,17	2,30	0,08	0,68	3,80	6,00	2,30	0,23	1,36	100,76
56	33/8	65,70	0,50	16,87	1,01	1,84	0,12	He опр.	2,85	6,90	2,58	0,21	1,80	99,48
57	33/7	66,00	0,45	17,32	1,18	2,00	0,03	1,03	3,09	5,60	2,30	0,23	1,20	100,43
58	33/2	67,50	0,40	17,20	1,18	1,68	0,12	0,17	3,09	5,60	2,30	0,26	1,20	100,70
59	33/6	75,20	0,15	12,42	0,50	1,07	0,03	—	3,53	4,90	0,90	0,19	0,72	99,61

Александровский массив

60	142	68,4	0,25	16,82	He опр.	2,14	0,08	—	2,62	5,80	2,30	0,11	1,44	99,96
----	-----	------	------	-------	---------	------	------	---	------	------	------	------	------	-------

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
61	146	68,7	0,35	16,17	—	1,68	0,06	—	3,33	5,12	3,00	0,16	1,49	100,06
62	147	69,0	0,40	16,51	0,33	2,14	0,04	0,34	2,85	5,20	2,28	0,09	1,54	100,66
63	143	69,1	0,27	16,59	0,33	1,84	0,12	He опр.	2,85	5,36	2,05	0,08	1,9	100,49
64	144	69,8	0,30	16,73	He опр.	1,53	0,12	»	2,38	5,52	2,84	0,11	1,6	99,73
65	148	70,0	0,30	15,80	»	1,84	0,12	0,17	2,62	5,30	2,55	0,10	1,5	100,3
66	145	71,0	0,25	15,33	»	1,68	0,12	He опр.	2,38	4,90	2,95	—	1,8	100,41

Кундустульский комплекс

67	31/4-6	47,2	0,90	13,86	1,80	7,50	0,18	11,28	9,99	2,55	0,25	0,25	3,81	99,59
68	31/7-a	46,0	1,3	15,51	1,82	7,80	0,18	8,72	10,70	3,25	1,07	0,38	3,57	100,3
69	28/4	46,0	1,50	15,17	1,20	8,36	0,20	9,40	9,99	3,10	0,82	0,27	4,05	100,06
70	31/9-6	48,0	2,12	13,50	2,30	11,63	0,36	5,30	9,51	2,75	0,47	0,23	3,59	99,76
71	31/13-a	49,6	0,80	14,98	1,66	6,43	0,15	10,43	8,56	2,75	0,70	0,11	3,39	99,56
72	31/7-6	50,2	0,50	18,35	1,66	7,04	0,20	5,13	10,94	2,5	0,02	0,10	3,28	100,52
73	31/3	50,5	0,20	21,94	1,00	4,28	0,07	5,30	7,85	4,15	1,30	0,10	2,78	99,47
74	31/11	52,5	1,7	14,92	3,17	8,72	0,26	3,59	7,37	4,30	0,26	0,27	3,47	100,53
75	27/8	61,4	0,75	16,91	0,51	4,74	0,12	2,73	3,33	4,90	1,3	0,16	2,30	99,85
76	27/7	62,7	0,60	16,60	0,85	4,59	0,08	2,56	3,80	4,70	1,20	0,26	2,50	100,25
77	31/91-a	69,2	0,30	15,30	1,17	1,99	0,04	0,34	3,09	4,90	1,80	0,29	1,72	100,14
78	31/8	70,5	0,25	15,33	0,84	1,68	0,03	0,51	2,38	5,88	1,55	0,11	1,59	100,45
79	31/15-a	70,5	0,35	15,06	1,01	1,53	0,06	He опр.	2,38	5,52	1,00	0,11	1,40	99,82
80	31/13-6	72,6	0,30	14,64	0,33	1,53	0,03	0,34	1,43	5,10	2,45	0,15	1,00	100,40
81	31/2	73,0	0,20	14,09	0,33	0,92	0,03	—	2,96	6,10	1,88	0,16	0,80	100,38

Туаа

Таннуольский комплекс

82	16/4	62,50	0,81	15,70	1,56	4,35	0,10	2,38	4,52	4,00	2,00	0,20	1,19	99,31
83	14-4a	67,00	0,49	15,90	1,14	2,12	0,04	1,54	4,52	4,33	1,54	0,14	0,70	99,46

Интрузивные породы из слабо золотоссыных ассоциаций

Западный Саян

Ошнский комплекс

84	23/1	57,80	1,07	16,30	3,55	4,81	0,15	3,57	6,35	3,14	1,79	0,20	1,50	100,23
85	18/56	61,80	0,78	16,50	1,40	4,50	0,10	2,20	5,14	3,50	2,00	0,20	1,26	99,38

86	18/7	61,80	0,80	16,50	0,77	5,56	0,12	2,40	5,43	3,25	1,82	0,17	1,14	99,76
87	19/5	63,10	0,85	16,10	1,10	4,05	0,10	2,38	4,48	4,14	2,00	0,20	1,33	99,83
88	19/18	63,40	0,87	16,20	3,81	1,70	0,09	2,51	4,34	3,86	2,40	0,18	0,81	100,17
89	18/11	64,60	0,63	16,45	1,84	3,29	0,10	1,75	4,08	3,57	2,40	0,17	1,01	100,19
90	18/2	65,00	0,54	16,10	0,20	4,23	0,09	1,90	4,52	4,00	1,50	0,14	1,11	99,33
91	21/8a	65,50	0,56	15,90	1,79	3,25	0,11	1,90	3,91	3,29	2,00	0,15	1,22	99,58
92	18/2a	66,10	0,50	16,50	1,11	2,69	0,09	1,26	3,56	4,00	2,20	0,19	1,12	99,32
93	22/6	66,50	0,52	16,00	0,94	3,29	0,10	1,50	3,14	3,71	2,40	0,17	1,07	99,34
94	22/3a	66,60	0,51	15,70	0,36	3,14	0,10	1,46	3,35	3,71	2,40	0,14	1,29	99,36
95	22/2	66,80	0,50	15,80	1,39	2,53	0,10	1,33	3,56	3,71	2,40	0,15	1,26	99,53
96	19/11	70,20	0,30	14,60	0,65	1,93	0,08	1,02	2,17	3,71	3,60	0,09	0,88	99,23
97	19/4	70,50	0,55	14,70	0,39	2,53	0,04	1,28	3,39	3,86	1,79	0,11	0,82	99,96
98	21/1	70,50	0,20	15,70	0,92	1,33	0,10	0,77	2,06	3,86	3,60	0,12	1,05	100,21
99	21/5	70,50	0,20	15,20	0,42	1,78	0,10	0,77	2,06	3,86	3,20	0,11	1,02	99,22
100	19/16	71,50	0,53	13,80	0,58	2,27	0,05	1,20	2,87	3,57	2,80	0,10	0,87	100,14

Баджалский рудный район

Аникский комплекс

101	236	62,22	0,65	15,98	0,86	4,25	0,12	2,01	5,59	3,01	1,84	0,12	1,85	99,50
102	237	63,30	0,55	16,32	1,23	3,42	0,10	1,41	4,01	3,90	2,75	0,11	2,45	99,54
103	242	64,11	0,85	15,18	2,30	3,38	0,11	1,86	3,01	3,67	3,07	0,14	2,02	99,50
104	201	64,16	0,54	16,54	0,74	4,05	0,10	2,04	4,34	3,22	2,42	0,00	1,45	99,69
105	243	73,99	0,14	13,07	1,64	1,54	0,04	0,25	0,95	3,34	4,17	0,02	0,64	99,73
106	238	68,45	0,29	15,93	0,83	2,28	0,07	0,84	2,38	3,57	3,70	0,06	1,17	99,56
107	235	69,86	0,27	14,47	0,52	2,31	0,06	0,58	2,45	3,35	3,49	0,06	2,11	99,53
108	231	69,99	0,29	14,56	0,62	2,42	0,06	0,52	1,77	3,44	3,47	0,06	2,44	99,84
109	232	74,53	0,11	13,17	0,45	1,09	0,04	0,33	1,02	3,34	4,42	0,01	0,45	99,59

Интрузивные породы из ассоциаций с колчеданным оруденением

Западный Саян

Енисейский плутон и массивы его окружения (манский комплекс)

110	3/14	45,0	0,90	16,19	7,40	7,65	0,20	6,15	11,41	1,00	0,67	0,08	3,07	99,72
111	7/2	47,3	0,50	16,87	1,33	4,90	0,12	9,74	16,17	1,30	0,19	0,16	2,04	100,62
112	6/8	47,8	0,20	17,27	2,50	6,58	0,20	9,06	12,60	0,80	0,18	—	2,73	99,92
113	6/6	55,5	0,80	15,08	2,66	7,96	0,36	3,76	7,85	2,10	0,50	0,21	3,40	100,18
114	5/7	55,6	0,45	17,53	2,00	6,73	0,20	3,93	9,75	1,95	0,19	0,12	1,99	100,44
115	6/9	64,1	0,40	15,03	1,84	4,74	0,12	2,22	6,42	2,60	0,60	0,11	1,79	99,97
116	6/14	65,7	0,40	16,94	1,85	2,30	0,10	0,85	5,71	4,00	0,24	0,30	1,55	99,94
117	6/8-a	67,4	0,45	16,47	0,83	1,99	0,03	0,34	3,09	5,40	2,74	0,25	1,08	100,07

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
118	6/13	68,3	0,25	16,18	1,85	1,68	0,10	0,51	4,28	4,40	1,15	0,24	1,83	100,77
119	6/12	68,5	0,35	15,69	1,34	1,84	0,06	0,85	4,28	4,10	0,73	0,11	2,30	100,16
120	3/19	69,3	0,48	13,70	1,23	3,48	0,09	1,19	3,65	3,63	0,96	0,09	1,55	99,35
121	6/11	69,3	0,20	15,15	2,02	1,84	0,07	0,51	4,76	4,00	0,20	0,45	1,12	99,62
122	3/15	73,2	0,40	12,30	1,70	2,38	0,05	1,22	2,17	3,63	0,65	0,08	1,31	99,27
123	3/13	72,8	0,20	12,39	1,00	3,06	0,07	0,85	4,52	2,20	0,42	0,09	2,06	99,66
124	6/1	74,8	0,35	11,66	1,17	2,60	0,08	—	1,43	4,20	1,35	0,11	2,40	100,15
125	6/10	75,0	0,20	12,81	0,50	1,38	0,08	0,68	2,62	4,46	0,22	0,03	1,70	100,68

Кузнецкий Алаш

Тыдинский плутон

126		52,35	0,77	16,51	2,44	9,17	0,12	4,15	7,33	2,78	0,90	0,18	2,94	99,61
127		54,51	0,54	15,28	1,74	6,23	0,17	5,90	6,23	4,28	2,62	—	2,14	99,64
128		54,87	0,67	19,14	2,78	4,20	0,11	2,85	3,96	7,10	1,08	—	3,25	100,01
129		61,04	0,60	15,97	4,25	3,98	0,11	2,65	4,50	4,72	0,84	—	1,04	100,02
130		62,59	0,46	15,84	2,94	3,70	0,13	1,72	5,37	4,38	0,76	—	1,40	99,27
131		63,00	0,52	16,15	1,50	5,81	0,07	1,62	5,78	3,74	0,54	0,15	0,97	99,85
132		63,52	0,44	16,42	2,76	4,84	0,06	2,21	5,59	2,85	0,50	—	1,00	100,19
133		64,32	0,42	15,73	2,94	3,27	0,13	1,84	4,22	4,18	0,82	—	1,57	99,44
134		66,30	0,31	15,46	1,78	4,34	0,07	1,81	4,89	2,87	1,15	—	0,95	99,93
135		68,50	0,38	14,45	1,33	4,16	0,09	1,12	3,95	3,22	0,41	0,07	1,72	99,40
136		70,60	0,32	13,36	0,85	3,58	0,09	0,90	3,38	3,30	0,88	0,07	1,64	99,97
137		71,38	0,14	15,98	0,43	1,57	0,07	0,10	2,53	5,60	1,70	0,05	0,39	99,94
138		71,89	0,38	12,37	2,53	3,18	0,10	0,20	2,66	4,18	0,25	—	0,51	99,35
139	5661/6	72,33	0,48	13,46	1,13	3,32	0,07	0,20	3,75	0,68	0,27	0,01	0,01	98,69
140		74,06	0,33	12,21	0,46	4,73	0,07	0,50	3,52	3,66	0,28	0,06	0,54	100,42
141		75,90	0,20	11,49	1,18	4,30	0,09	0,10	2,96	3,56	0,27	0,06	0,47	100,58
142	5662/2	76,06	0,38	12,03	0,30	2,62	0,06	0,50	1,39	4,30	0,83	0,01	0,01	98,47

Интрузивные породы из базит-гранитоидных ассоциаций с медно-молибденовым и вольфрамовым оруденением

Кузнецкий Алаш

Частайгинский массив котлахского комплекса

143	46	48,8	1,40	17,57	3,70	5,20	0,15	4,96	9,99	4,10	1,65	0,85	1,08	99,45
144	46-а	49,2	1,25	17,24	3,87	5,35	0,20	4,62	10,22	3,80	1,30	0,75	2,33	100,13
145	43	48,7	1,40	16,72	4,55	4,74	0,17	5,46	9,51	4,30	1,80	0,94	1,50	99,60

146	43-а	49,2	1,2	17,06	4,38	4,59	0,15	4,96	9,99	4,00	1,40	0,77	2,51	100,21
147	44	49,2	1,65	17,05	4,21	5,35	0,17	4,86	10,22	4,00	1,2	0,81	1,70	100,42
148	44-а	49,4	1,3	17,21	4,21	5,35	0,13	4,62	9,51	3,25	2,28	0,80	2,19	100,25
149	45	49,2	1,40	17,57	4,85	4,90	0,15	4,44	10,22	3,80	1,90	0,79	1,46	100,68
150	45/а	49,5	1,25	17,89	2,85	5,86	0,15	5,13	9,75	4,00	1,20	0,71	2,13	100,22
151	49-а	49,7	1,3	17,0	3,20	5,05	0,10	5,13	8,80	4,10	1,53	0,70	3,06	99,67
152	49	50,4	1,4	17,15	3,54	5,35	0,15	4,62	9,27	3,90	2,46	0,72	1,30	100,26
153	47	51,0	1,4	17,36	3,03	5,51	0,18	4,79	8,80	4,20	2,05	0,93	1,31	100,56
154	47/а	49,6	1,2	17,49	3,70	5,20	0,20	4,62	9,99	4,10	1,30	0,75	2,11	100,26

Сихотэ-Алиньская складчатая область

Хунгарийский массив хунгарийской серни (в отдельных ареалах вольфрамоносен)

155	817	66,21	0,78	14,69	1,38	4,31	0,07	1,90	2,14	3,03	3,48	0,20	1,91	100,29
156	850	66,29	0,78	15,15	1,48	4,31	0,07	2,31	2,24	2,98	2,89	0,20	1,30	99,92
157	856а	66,32	0,78	15,52	0,17	4,89	0,07	2,32	2,49	3,50	2,24	0,18	0,83	99,86
158	847	66,43	0,71	15,47	1,67	3,59	0,07	1,55	2,87	3,25	3,00	0,20	0,99	100,03
159	824	66,48	0,78	14,33	2,06	3,88	0,07	1,88	1,81	3,41	3,65	0,24	1,95	100,07
160	846	66,51	0,80	15,52	1,25	3,88	0,07	1,80	2,20	3,18	3,50	0,21	1,24	99,91
161	807	66,58	0,72	14,67	1,30	4,02	0,07	1,82	1,47	3,12	4,18	0,18	1,77	100,22
162	814	66,60	0,81	14,86	1,17	4,35	0,10	1,78	1,61	3,12	3,73	0,23	0,88	100,38
163	808	66,66	0,79	14,66	0,95	4,10	0,07	1,80	1,58	3,31	3,53	0,20	2,20	99,87
164	818	66,69	0,79	14,86	1,25	4,10	0,07	1,78	2,20	3,03	3,56	0,19	1,34	100,17
165	838а	66,94	0,73	14,13	0,80	4,02	0,07	1,55	1,93	3,25	4,81	0,22	2,10	100,25
166	819	67,10	0,78	14,53	1,45	3,74	0,07	1,35	1,93	3,60	3,73	0,23	1,52	100,00
167	858	67,22	0,85	15,72	0,72	5,30	0,08	2,27	0,88	2,46	3,02	0,13	1,84	99,95
168	855	67,29	0,81	15,85	0,97	4,67	0,08	2,12	1,16	2,88	2,68	0,19	1,67	99,65
169	841	67,55	0,81	14,51	2,36	2,70	0,10	1,48	1,33	3,43	3,73	0,24	1,90	100,05
170	860	67,66	0,74	15,41	0,77	4,17	0,08	2,27	2,24	2,83	2,41	0,17	2,14	99,85
171	812	67,69	0,73	14,94	0,88	4,02	0,07	1,50	1,61	3,12	3,56	0,23	2,30	99,99
172	825	67,69	0,78	14,33	1,01	3,74	0,10	1,33	2,35	3,25	3,65	0,15	1,46	100,07
173	828	68,00	0,71	14,71	1,14	3,30	0,07	1,40	1,68	3,16	4,08	0,20	1,49	99,89
174	839	68,09	0,68	14,70	1,26	3,52	0,07	1,63	2,24	3,16	3,48	0,24	0,85	100,08
175	810	68,16	0,71	15,14	1,12	3,95	0,07	1,85	1,12	3,41	3,53	0,22	2,04	99,91
176	849	68,68	0,64	14,07	1,67	3,23	0,07	1,45	1,93	3,34	3,48	0,20	1,87	100,27
177	867	68,28	0,63	15,43	0,44	3,66	0,06	1,92	2,38	2,84	2,94	0,18	0,95	99,86
178	857	68,93	0,58	15,70	0,20	3,88	0,06	1,63	1,44	2,74	3,31	0,17	1,11	99,86
179	821	69,00	0,65	14,03	1,04	3,48	0,07	1,12	1,26	3,41	3,98	0,18	1,78	100,17
180	862	69,33	0,60	14,89	1,02	3,09	0,07	1,66	1,23	2,93	3,46	0,16	1,44	99,84
181	864	69,51	0,23	15,19	0,93	3,23	0,06	1,74	1,40	2,74	3,02	0,20	1,53	99,87

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
182	801	70,28	0,57	14,01	0,96	2,51	0,07	0,96	1,47	3,42	4,59	0,15	1,36	100,28
183	861	70,42	0,55	15,24	0,52	3,00	0,05	1,49	0,63	3,03	3,02	0,17	1,86	99,78
184	833	71,88	0,45	13,32	1,12	2,05	0,04	0,77	1,12	2,89	4,83	0,13	1,31	99,91
185	833	71,99	0,37	13,48	0,96	2,87	0,07	0,72	1,01	3,34	4,19	0,12	0,87	99,93
186	843	72,34	0,30	13,18	1,33	2,59	0,07	0,72	0,84	3,07	3,51	0,12	0,76	99,98
187	851	73,55	0,20	13,31	0,56	2,16	0,08	0,81	0,63	3,22	3,89	0,14	0,91	99,85
188	853	74,73	0,15	13,15	0,35	1,58	0,02	0,60	0,49	2,84	4,68	0,12	0,69	99,68
189	837	75,00	0,19	12,49	2,02	0,57	0,04	0,46	0,25	3,43	4,93	0,11	0,85	100,15
190	838	75,10	0,18	13,02	0,82	1,29	0,04	0,67	0,56	3,16	4,72	0,12	0,91	100,25
191	834	75,12	0,16	12,76	1,97	0,21	0,04	0,72	0,25	3,43	4,72	0,14	0,98	100,23

Массив Тардоки-Яни

192	124	67,10	0,70	15,37	0,45	3,64	0,08	1,74	2,14	3,27	4,02	0,16	0,70	99,17
193	134	67,80	0,66	15,08	0,08	3,37	0,08	1,72	2,42	3,48	3,79	0,13	0,62	99,23
194	130	68,21	0,64	14,86	0,23	3,47	0,06	1,88	2,43	3,39	3,81	0,12	0,62	99,72
195	128-6	68,42	0,58	15,14	0,12	3,28	0,08	1,46	2,14	3,48	4,28	0,14	0,48	99,60
196	126	72,45	0,34	13,55	0,11	2,07	0,05	0,88	1,33	3,06	5,08	0,11	0,59	99,62
197	128-н	72,86	0,33	13,61	0,15	1,96	0,06	0,98	1,34	3,16	4,77	0,08	0,50	99,80

Хуту-Джаурский ареал

198	121	69,03	0,58	14,65	0,13	3,36	0,07	1,28	1,96	3,28	4,62	0,16	0,75	99,27
199	118	71,82	0,30	13,46	0,27	2,20	0,07	0,96	1,05	2,66	4,89	0,16	1,10	99,24
200	138	73,55	0,16	13,92	0,11	1,66	0,07	0,54	1,27	3,68	4,52	0,06	1,04	100,58
201	140	75,44	0,06	13,42	0,02	0,78	0,11	0,36	0,65	3,79	5,03	0,02	0,69	100,37
202	142	76,32	0,06	12,70	0,11	0,74	0,12	0,36	0,58	3,90	4,78	0,02	0,79	100,48

Ареал Арса

203	102	64,66	0,43	16,44	0,50	3,50	0,12	1,93	4,41	3,38	3,28	0,19	1,91	100,75
-----	-----	-------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Примечание. Породы: 1 — пироксеновый диорит; 2 — роговообманковое (с реликтами пироксена) габбро; 3—7 — роговообманковое габбро; 8—9 — диорит; 10 — габбро; 11—13 — диорит; 14 — габбро; 15 — диорит; 16—17 — габбро; 18—19 — диорит; 20 — кварцевый диорит; 21 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 22 — кварцевый диорит; 23 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 24 — кварцевый диорит; 25—29 — биотит-роговообманковый гранит; 27 — биотитовый гранит; 28 — биотит-роговообманковый гранит; 29 — биотитовый, существенно мелкопластовый гранит; 30—33 — биотитовый гранит; 34—35 — биотит-роговообманковый гранит; 36 — роговообманковый диорит; 37—39 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 40 — биотит-роговообманковый плагиогранит, Дудетский плутоид; 41 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 42 — габбро; 43 — кварцевый сyenито-диорит; 44 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 45 — биотит-роговообманковый плагиогранит; 46—52 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 53—54 — биотит-роговообманковый гранит; 55—58 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 59 — биотит-роговообманковый гранит; 60, 61 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 62—66 — биотит-роговообманковый гранит; 67—72 — габбро; 73 — диорит; 74 — габбро; 75—76 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 77 — биотит-роговообманковый плагиогранит; 82, 83 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 84 — амфибол-биотитовый кварцевый диорит; 85—95 — амфибол-биотитовый гранодиорит; 96—100 — амфибол-биотитовый гранит; 101 — кварцевый диорит;

102 — гранодиорит-перфид; 103 — трансдиорит; 104, 105 — гранодиорит-порфир; 106 — дацит; 107, 108 — пегматит-реликто-дацита; 109 — липарит; 110 — роговообманковое габбро; 111 — оливиновый габбро-норит; 112 — габбро; 113 — диорит; 114 — габбро-норит; 115 — роговообманковый гранодиорит; 116—119 — биотит-роговообманковый гранодиорит; 120 — биотит-роговообманковый гранит; 121 — роговообманковый гранит; 122, 123 — биотит-роговообманковый гранит; 124 — биотитовый лейкогранит; 125 — аляскитовый гранит; 126, 127 — габбро; 128—132 — роговообманковый кварцевый диорит; 133—136 — роговообманковый тоналит; 137—142 — роговообманковый плагиогранит; 143—154 — мондиорит (образцы под буквой «а» с хлоритизированными пироксенами, биотитом, роговой обманкой); 155—181 — биотитовый гранодиорит (серия с нордалеритом); 182—191 — биотитовые в двухлопастные граниты; 192—195 — биотитовый гранодиорит; 196, 197 — биотитовый гранит; 198 — биотитовый гранодиорит; 199—202 — биотитовый гранит с гранитом; 203 — биотитовый гранодиорит.

Места отбора: 1 — р. Бол. Кожух; 2 — р. Кожух; 3, 4 — р. Шалтырь-Кожух; 5 — р. Бол. Кожух; 6 — р. Шалтырь-Кожух; 7 — р. Воброная; 8, 9 — р. Шалтырь-Кожух; 10 — р. Бол. Кожух; 11, 12 — р. Шалтырь-Кожух; 13, 14 — р. Кожух; 15 — р. Бол. Кожух; 16 — р. Кожух; 17 — р. Шалтырь-Кожух; 18, 19 — р. Кожух; 20 — р. Шалтырь-Кожух; 21 — р. Бол. Кожух; 22 — р. Воброная; 23 — р. Кожух; 24, 25 — р. Шалтырь-Кожух; 26 — р. Кожух; 27, 28 — р. Шалтырь-Кожух; 29 — р. Воброная; 30—35 — р. Шалтырь-Кожух; 36—39 — р. Тага-Кожух; 40 — р. Дудет; 41 — р. Тага-Кожух; 42 — р. Дудет; 43 — р. Ортоина; 44 — р. Сухой Беркуль; 45—52 — р. Дудет; 53—59 — р. Безымяшка, правый приток р. Яна; 60—66 — р. Александрина, приток р. Балкаса; 67 — правобережье р. Кундустуул; 68 — верховья р. Богородского; 69 — р. Яна, левый борт; 70—72 — р. Богородский; 73 — правобережье р. Кундустуул; 74—80 — р. Богородский; 81 — правобережье р. Кундустуул; 82 — бассейн р. Мажалян; 83 — р. Каа-Хем, в 5 км ниже пос. Зубовка; 84—86 — р. Бол. Он; 87 — водораздел рек Бол. Он и Уэунек; 88—90 — р. Бол. Он; 91 — водораздел рек Бол. Он и Бол. Он; 92 — левый борт р. Бол. Он ниже устья р. Уюн; 93—95 — р. Бол. Он ниже отк. 802 м; 96 — бассейн р. Бол. Он; 97 — водораздел рек Бол. Он и Уэунек; 98, 99 — водораздел рек Бол. Он и Бол. Он; 100 — водораздел рек Бол. Он и Уэунек; 101 — приток р. Анна (верховья); 102—103 — р. Вулчанский; 104 — левобережье р. Анна, выше устья р. Ян-Мажат; 105—109 — р. Вулчанский; 110 — лев. борт р. Евисей; 800 м выше р. Мал. Караг; 111 — р. Ол; 112, 113 — р. Сред. Ута; 114 — гора Углиноя, вершина с отк. 1378,8 м; 115—119 — р. Сред. Ута; 120 — р. Евисей; 121 — р. Сред. Ута; 122 — р. Евисей; 123 — левый борт р. Евисей, в 1 км выше р. Мал. Караг; 124, 125 — р. Сред. Ута; 126—142 — бассейн р. Кожух и его притока р. Кайдак; 143—154 — р. Частада; 155 — лев. борт р. Гур, в 1500 м ниже устья р. Вутелемса; 156 — гора Выгда, в 800 м на восток от вершины с отк. 1406,8 м; 157 — истоки р. Верх. Выгда; 158 — истоки р. Хуту; 159 — правый борт р. Гур, в 800 м выше р. Дюлдана; 160 — верховья р. Хуту; 161 — правый борт р. Гур, против отметки 684,0 м; 162 — левый борт р. Гур, в приустьевой части р. Вутелемса; 163 — левый борт р. Гур, выше р. Вутелемса; 164 — левый борт р. Гур, 1700 м выше устья р. Мелвский; 165 — правый борт р. Гур, выше устья р. Салала; 166 — правый борт р. Гур, в 1000 м выше р. Мелвский; 167 — верховья р. Верх. Выгда; 168 — истоки того же ручья; 169 — правый приток р. Гур, выше устья р. Салала; 170 — верховья р. Верх. Выгда; 171 — левый борт р. Гур, в 2,5 км выше р. Вутелемса; 172 — правый борт р. Гур, в 1500 м выше р. Дюлдана; 173 — левый борт р. Гур, в 1200 м выше р. Верх. Хубинга; 174 — правый борт р. Гур, выше устья р. Салала; 175 — левый борт р. Гур, выше р. Вутелемса; 176 — истоки р. Хуту; 177 — водораздел ручья Верх. Выгда и Ниж. Хубинга; 178 — верховья р. Верх. Выгда; 179 — правый борт р. Гур, 500 м выше р. Верх. Хубинга; 180—181 — водораздел ручья Верх. и Ниж. Хубинга; 182 — правый борт р. Гур, в 5 км ниже устья р. Ноа. Угда; 183 — водораздел ручья Верх. Выгда и Ниж. Хубинга; 184 — правобережье р. Гур, в 500 м южнее отметки 696,8 м; 185 — правый борт р. Гур, выше р. Кошанлу; 186 — правый борт р. Гур, выше устья р. Салала; 187, 188 — гора Выгда; 189 — правый борт р. Гур, выше р. Кошанлу; 190 — правый борт р. Гур, выше устья р. Салала; 191 — правый борт р. Гур, выше устья р. Кошанлу; 192—197 — восточный склон горы Гардион-Яни; 198—199 — истоки р. Джаур; 200—202 — р. Анной, выше устья р. Гобалли; 203 — р. Хрустальный.

Силикатные анализы из коллекции образцов В. Ф. Налетова: 1—35, 42—52 выполнены аналитическим способом в химической лаборатории ИГиГ СО АН СССР, аналитик Н. Я. Яковлев; 36—41, 53—125, 143—154 выполнены в той же лаборатории химико-аналитическим методом; 37—41, 82—100, 120, 122 — аналитик П. В. Чертенкова; 53—81, 110—119, 121, 123—125, 143—154 — аналитик П. А. Сердюкова; анализы 126—142 выполнены в химической лаборатории СГУ по образцам из коллекции О. П. Никольова; 155—203 — в химической лаборатории ДВТУ по образцам из коллекций В. Ф. Налетова, аналитик А. Шокина.

Таблица 2

Состав биотита гранитоидов из ассоциаций с золотым и колчеданным оруденением

№ анализа	№ образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	H ₂ O ⁻	П. п. п.	F	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	3/20	36,50	3,54	12,50	5,47	20,36	0,43	7,93	0,97	0,37	7,34	0,025	0,20	3,78	0,34	99,83
2	9/7a	35,50	4,59	12,70	5,39	14,04	0,24	13,90	0,86	0,15	6,66	0,025	0,40	4,76	0,33	99,57
3	10/5	37,60	3,70	13,10	4,17	13,25	0,54	13,92	0,39	0,20	8,66	0,025	0,28	3,31	0,35	99,56
4	12/8	37,20	4,00	12,50	2,46	18,66	0,21	11,42	0,56	0,20	8,66	0,025	0,24	3,28	0,36	99,82
5	12/10	35,40	4,00	13,10	3,28	19,45	0,24	10,68	0,56	0,22	7,66	0,025	0,28	4,24	0,17	99,33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	86/5	37,20	3,39	12,50	4,08	19,72	0,40	8,60	1,36	0,35	7,66	0,025	0,16	3,45	0,40	99,46
7	93	36,70	2,84	13,50	4,55	17,86	0,31	9,94	1,47	0,31	8,00	0,025	0,16	3,47	0,19	99,43
8	136/т	34,20	5,59	12,60	2,80	25,01	0,25	5,91	1,14	0,50	7,34	0,025	0,28	3,36	0,09	99,23
9	168	36,30	4,98	12,40	2,26	19,11	0,26	11,80	0,62	0,20	8,34	0,025	0,24	3,59	0,27	100,46
10	169	35,50	4,50	12,90	3,01	17,65	0,23	12,14	0,98	0,20	7,34	0,025	0,36	4,44	0,20	99,50
11	236	37,01	3,72	12,37		20,40	0,34	11,25			9,30			4,50		98,46
12	230	35,72	3,84	12,45		24,07	0,39	12,49			8,76			4,50		102,22
13	229	36,13	3,75	12,59		21,43	0,33	10,65			9,33			4,50		98,72
14	215	36,34	4,05	12,65		22,86	0,16	9,70			8,95			4,50		99,21
15	234	35,84	4,12	13,07		20,88	0,33	10,28			9,08			4,50		98,11
16	212	36,25	4,04	11,89		25,09	0,56	8,58			9,06			4,50		99,78
17	214	36,33	3,5	11,97		24,00	0,37	10,34			9,1			4,50		100,13
18	157/4	36,21	4,20	12,99		20,59	0,19	11,68			9,1			4,50		99,47
19	137	36,45	3,84	11,28		23,01	0,41	10,02			9,20			4,50		98,71
20	98/2	35,37	4,33	12,07		23,72	0,31	11,95			8,74			4,50		96,99
21	158/1	36,22	4,37	13,01		21,81	0,18	10,63			7,57			4,50		98,29
22	246	35,39	3,94	13,54		19,72	0,33	11,32			9,08			4,50		97,84
23	262	35,86	3,43	12,92		24,89	0,40	7,74			8,83			4,50		98,57
24	264	36,10	3,66	12,55		24,14	0,57	8,48			8,82			4,50		98,81
25	258	35,31	3,99	12,10		24,87	0,43	7,95			9,15			4,50		98,19
26	251	35,61	3,58	13,03		24,91	0,77	7,60			8,89			4,50		98,89
27	12/1	35,99	3,89	12,58		20,71	0,28	11,15			9,36			4,50		98,47
28	10/4	35,72	3,67	13,13		19,79	0,44	11,77			9,15			4,50		98,16
29	12/15	36,81	3,39	12,71		20,32	0,29	11,4			9,11			4,50		98,53
30	12/4	35,61	2,90	12,48		20,35	0,28	11,8			9,13			4,50		97,07
31	9/3	38,05	3,81	11,72		20,76	0,27	11,38			8,91			4,50		99,39
32	14/4a	36,77	4,96	13,23		18,70	0,03	12,03			9,64			4,50		99,15
33	16/4	36,28	4,13	13,69		20,90	0,21	10,49			9,25			4,50		98,83
34	16/4a	36,11	3,93	13,93		20,48	0,24	10,36			9,16			4,50		98,69
35	3/19	35,16	3,03	13,92		24,70	0,27	8,48		0,09	8,49			4,50		98,26
36	3/15	35,50	3,18	13,87		19,85	0,63	11,30		0,13	8,51			4,50		97,52

Примечание. 1 — биотит-роговообманковый гранит, Енисейский плутон; 2—5 — Каахемский плутон; 2 — биотит-роговообманковый кварцевый диорит, 3, 4 — биотит-роговообманковый гранодиорит, 5 — биотит-роговообманковый кварцевый диорит; 6, 7, 9, 10 — Федотовский плутон; 6 — биотит-роговообманковый гранит, 7 — биотит-роговообманковый диорит, 9, 10 — биотит-роговообманковый кварцевый диорит; 8 — биотит-широкоугольный диорит, Таскьяльский массив; 11—15 — биотит-роговообманковый гранодиорит, Центральнический массив; 16—21 — Федотовский плутон; 16 — биотит-роговообманковый гранит, 17 — биотит-роговообманковый гранодиорит, 18 — биотит-роговообманковый диорит, 19—21 — биотит-роговообманковый гранит; 22 — биотит-роговообманковый плагиогранит, Кожуховский плутон; 23—26 — биотит-роговообманковый плагиогранит, Лузетский плутон; 27—32 — биотит-роговообманковый гранодиорит, Каахемский плутон; 33, 34 — биотит-роговообманковый гранодиорит, ташуолский комплекс, р. Мажалян; 35, 36 — биотит-роговообманковый плагиогранит, Енисейский плутон.
Анализы 1—16 выполнены в химической лаборатории ИГиР СО АН СССР, анализами Н. В. Черемухова; 11—36 — выполнены на микроанализе, анализами О. Майорова.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдулин А. А.* Эффузивные формации среднего палеозоя Западных Мугоджар и некоторые особенности их металлогении.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1969, с. 80—98.
- Абдуллаев Р. Н.* Геосинклинальные вулканогенные формации Азербайджана.— В кн.: Эволюция вулканизма в истории Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1974, с. 221—230.
- Абдуллаев Р. Н., Ахундов Ф. А. и др.* Магматические формации Азербайджана.— В кн.: Магматизм, формации кристаллических пород, глубины Земли. Т. II. М.: Наука, 1972, с. 117—122.
- Абдуллаев Р. Н., Гасанов Р. К. и др.* Особенности развития геосинклинального вулканизма северо-восточной части Малого Кавказа.— В кн.: Палеовулканизм и его продукты. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1977, с. 87—94.
- Авдонцев Н. А.* Гранитоиды Гарганской глыбы. Сумсунурский интрузивный комплекс. Восточный Саян. Л.: Наука, 1967. 97 с.
- Агентов В. Б., Кудрявцев Г. А.* О генетической связи колчеданно-полиметаллического оруденения восточной Тувы с нижнекембрийской спилит-кератофировой формацией.— В кн.: Геология и металлогения эффузивно-осадочных формаций Сибири. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1964, с. 22—28.
- Агентов В. Б., Рейтлингер А. А.* Тектоно-вулканическая структура золото-серебряного проявления.— В кн.: Глубинное строение, магматизм и металлогения Тихоокеанских вулканических поясов. Владивосток, 1976. 385 с.
- Алабин Л. В.* Ольгинский интрузивный массив на северо-западе Кузнецкого Алатау.— Вестн. Зап.-Сиб. и Новосиб. геол. упр., 1959, вып. 3, с. 50—59.
- Алабин Л. В.* Нижнекембрийский габбро-плагиогранитный комплекс на севере Кузнецкого Алатау.— Геол. и геофиз., 1966а, № 4, с. 81—89.
- Алабин Л. В.* О возрасте мартайгинского гранитоидного комплекса и связанного с ним оруденения (Кузнецкий Алатау).— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1966б, № 12, с. 122—127.
- Алабин Л. В.* Ургодатско-Федотовский скарново-рудный район на северо-западе Кузнецкого Алатау.— В кн.: Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири и Красноярского края. Томск, 1967а, с. 86—91.
- Алабин Л. В.* К вопросу об изучении формы тел магматических массивов (на примере гранитоидов Кузнецкого Алатау).— В кн.: Вопросы геологии, методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1967б, с. 98—103.
- Алабин Л. В.* О возрасте Центральныйнского гранитоидного массива.— В кн.: Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири и Красноярского края. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1967в, с. 114—119.
- Алабин Л. В.* Центральныйнский массив мартайгинского гранитоидного комплекса (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Магматические формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1971, с. 169—213.
- Алабин Л. В.* Новые данные по магматизму Тельбесского и Кондомского железорудных районов Кузнецкого Алатау. Новосибирск, 1974, с. 50—52.
- Алабин Л. В.* Проблемы генезиса и пространственного размещения спенитов и скарново-магнетитовых руд в Кондомском районе Горной Шории.— В кн.: Проблемы дифференциации вещества в магматических и рудообразующих процессах. Новосибирск: Наука, 1977, с. 94—139.
- Алабин Л. В.* Рудоносность вулcano-плутонического комплекса Ампалыкского рудного поля и его перспективы (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Рудоносность вулcano-плутонических комплексов Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 53—57.
- Ананьев А. Р.* Кожуховский гранито-диоритовый массив в северо-западных отрогах Кузнецкого Алатау.— Уч. зап. Томского ун-та, 1950, № 14, с. 77—99.
- Аношин Г. Н.* Золото в магматических горных породах (по данным нейтронно-активационного анализа). Новосибирск: Наука, 1977. 207 с.

- Аржавитин П. В.* Петрохимические особенности магматических формаций Бурибавского района на Южном Урале.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1969, с. 202—210.
- Атлас* палеотектонических и структурно-формационных карт палеозоя Юго-Западного Алтая. М-б 1 : 1 000 000. М.: Недра, 1978.
- Багдасарян Г. П.* Магматические формации Армянской ССР и связанные с ними полезные ископаемые.— В кн.: Магматизм, формации кристаллических пород, глубины Земли. Т. II. М.: Наука, 1972, с. 122—123.
- Багдасарян Г. П.* Основные черты магматизма Армянской ССР.— В кн.: Очерки геологической петрологии. М.: Наука, 1976, с. 172—183.
- Баженов В. И., Кучеренко И. В.* Околорудные изменения вмещающих пород в контакте с золоторудными кварцевыми жилами в Центральном рудном поле (Марининская тайга).— В кн.: Геология золоторудных месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, 1970, с. 88—99.
- Баклаев Я. П.* Контактно-метасоматическое месторождение железа и меди на Урале. М.: Недра, 1978. 229 с.
- Базарев А. Г.* Стратиграфия и особенности состава вулканогенных образований Ульинской наложенной впадины.— В кн.: Вулканические и интрузивные формации Приохотья. Новосибирск: Наука, 1976, с. 53—76.
- Базтеев М. К., Васюков Ю. А., Сорокина И. М.* Фаменский вулканизм западной части Центрального Казахстана.— Сов. геология, 1977, № 4, с. 78—89.
- Бекмухаметов А. Е.* Формирование скарново-рудных зон магнетитовых месторождений Южного Тургай. Алма-Ата: Наука, 1970. 205 с.
- Белоусов А. Ф.* Неоднородность распределения составов в ассоциациях изверженных пород и представление о породных группах.— Геол. и геофиз., 1967, № 5, с. 26—34.
- Белоусов А. Ф.* Об основаниях петрохимической классификации эффузивных пород.— Геол. и геофиз., 1974, № 3, с. 20—26.
- Белоусов А. Ф.* Проблемы анализа эффузивных формаций. Новосибирск: Наука, 1976. 330 с.
- Белоусов А. Ф., Кочкин Ю. Н., Полякова З. Г.* Вулканические комплексы рифея и нижнего палеозоя Горного Алтая, Горной Шории и Салаирского кряжа. М.: Наука, 1969. 279 с.
- Белоусов А. Ф., Кривенко А. П., Полякова З. Г.* Вулканические формации. Новосибирск: Наука, 1982. 650 с.
- Белоусов А. Ф., Налетов Б. Ф., Полякова З. Г.* Вулканические комплексы рифея и нижнего палеозоя Кузнецкого Алатау. Новосибирск, Наука, 1974. 210 с.
- Беллавин О. В., Вагшалъ Д. С., Ниренштейн В. А.* Шарташский гранитный массив и связь с ним золотого оруденения.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1970, № 6, с. 86—91.
- Белый В. Ф.* Вулканические формации и стратиграфия северной части Охотско-Чукотского пояса. М.: Наука, 1969. 175 с.
- Белый В. Ф.* Формаций и тектоника Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М.: Наука, 1978. 212 с.
- Белый В. Ф., Котляр И. Н. и др.* Кислый вулканизм и некоторые вопросы рудогенеза Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.— В кн.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР. Магадан: ОНТИ СВКНИИ, 1972, с. 70—95.
- Белянина Г. П.* К петрохимии подушечных лав карамалыташской свиты на Южном Урале.— В кн.: Вопросы петрологии вулканитов Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 31—39.
- Берман Ю. С., Ботова М. М., Сандомирская С. М.* Оловянная и серебряная минерализация кайнозойского близповерхностного месторождения.— Сов. геология. 1980, № 11, с. 25—30.
- Билибина Т. В.* Интрузивные комплексы Мугоджар и их металлоносность.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 179—197.
- Билибина Т. В., Богданов Ю. В.* О перспективах золотоносности в районе Мугоджар.— Геология рудных месторождений, 1959, № 5, с. 104—111.
- Богачев В. В., Курцерайте Ш. Д.* Закономерности размещения метасоматических магнетитовых месторождений Западного Саяна. М.: Недра, 1966. 175 с.
- Богнубов В. И.* Большереченский габбро-норитовый комплекс в Тельбесском районе Горной Шории.— В кн.: Магматические формации Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1971а, с. 61—102.
- Богнубов В. И.* Тельбесский гранитоидный комплекс.— В кн.: Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау. М.: Наука, 1971б, с. 244—331.
- Большое Л. Н., Смирнов Н. В.* Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1965. 464 с.
- Бондаренко В. Н.* Сравнительный анализ геологических объектов с закономерной изменчивостью свойств. М.: Недра, 1978. 132 с.

- Бондаренко В. И., Хотин М. Ю.** Неогеновый вулканизм Камчатки, его петрохимические особенности и металлогения.— В кн.: Петрохимические особенности молодого вулканизма. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 43—55.
- Бородавская М. Б., Кривоцов А. И. и др.** О металлогенической специализации колчеданосных вулканогенных формаций.— Докл. АН СССР, 1969, т. 187, № 2, с. 421—423.
- Бородавская М. Б., Кривоцов А. И., Ширай Е. П.** Основы структурно-формационного анализа колчеданосных провинций. М.: Недра, 1977. 153 с.
- Бородавская М. Б., Курбанов Н. К. и др.** Учалинский рудный район.— В кн.: Типы рудных районов колчеданосных провинций Южного Урала и Западного Казахстана. М.: ЦНИГРИ, 1973, с. 105—111.
- Бородавская М. Б., Курбанов Н. К., Кривоцов А. И.** Типы рудных районов Магнитогорского мегасинклинория и некоторые вопросы генезиса колчеданных месторождений.— В кн.: Типы рудных районов колчеданосных провинций Южного Урала и Западного Казахстана. М.: ЦНИГРИ, 1973, с. 99—188.
- Бухаров Н. С.** Кембрийский магматизм востока Тувы на примере некоторых структурных зон.— В кн.: Материалы по геологии Тувинской АССР. Кызыл: Кн. изд-во, 1974, с. 22—27.
- Бушляков И. Н.** Сравнительная минералого-геохимическая характеристика гранитоидов Верх-Исетского и Салдинско-Петрокаменского антиклинориев.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. 4. Свердловск: Уральский рабочий, 1971, с. 138—147.
- Бушляков И. Н.** Геохимия редких элементов в гранитоидах Верхотурско-Верхисетского мегантиклинория.— В кн.: Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: Уральский рабочий, 1972, с. 189—216.
- Бушляков И. Н., Соболев И. Д.** Петрология, минералогия и геохимия гранитоидов Верхисетского массива. М.: Наука, 1976. 339 с.
- Васильев Б. Д.** К петрохимии пород Мартайгинского и Кийского интрузивных комплексов.— В кн.: Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири и Красноярского края. Томск, 1964, с. 132—140.
- Васильев И. Л.** Геология Еравнинского рудного поля. Новосибирск: Наука, 1977. 125 с.
- Вахрушев В. А.** Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации. Новосибирск: Наука, 1972. 237 с.
- Ващилов Ю. Я., Политов В. К. и др.** Магматические комплексы Верхнетуромчинской вулканотектонической структуры.— В кн.: Магматизм и металлогения Дальневосточного региона. Владивосток: Изд-во ДВ НИЦ АН СССР, 1980, с. 67—72.
- Велинский В. В.** Кембрийский вулканизм Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1968. 153 с.
- Врублевский В. А.** Петрохимические особенности интрузивных комплексов северо-восточной части Марининской Тайги (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Материалы по минералогии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири и Красноярского края. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965, с. 239—252.
- Вулканогенные колчеданно-полиметаллические месторождения (на примере Рудного Алтая)**/Яковлев Г. Ф., Гончарова Т. Я. и др. М.: Изд-во МГУ, 1978. 278 с.
- Вулканические комплексы рифея и нижнего палеозоя Севера Урала**/Голдин Б. А., Фишман М. В. и др. Л.: Наука, 1973. 212 с.
- Габбро-гранитные серии западной части Зайсанской складчатой системы**/Ермолов П. В., Изох Э. П. и др. Новосибирск: Наука, 1977. 245 с.
- Геология и металлогения Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория**/Жаутиков Т. М., Полянский Н. В. и др. Алма-Ата: Наука, 1977. 158 с.
- Геология МНР. Т. 2**/Хасин Р. А., Благоправов В. А. и др. М.: Недра, 1973. 751 с.
- Геология МНР. Т. 3**/Хасин Р. А., Маринов Н. А. и др. М.: Недра, 1977. 703 с.
- Геология Северного Вьетнама**/Довжиков А. Е., Васильевская Е. Д., и др. Ханой, 1965. 668 с.
- Геология СССР. Т. XII.** Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. I. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 723 с.
- Геология СССР. Т. XXIX.** Тувинская АССР. Ч. I. Геологическое описание. М.: Недра, 1966. 459 с.
- Геология СССР. Т. 34.** Тургайский прогиб. Геологическое описание. Кн. I. М.: Недра, 1971. 534 с.
- Геология СССР. Т. XX.** Центральной Казахстана. Кн. 2. М.: Недра, 1972. 387 с.
- Геря В. И.** Верхнекембрийский габбро-плагиогранитный комплекс Тейского железорудного узла (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Магматические и метаморфические образования Сибири. М.: Недра, 1968, с. 72—74.
- Гончаров В. И., Сидоров А. А.** Термобарогеохимия вулканогенного рудообразования. М.: Наука, 1979. 207 с.
- Гордеева Е. А.** Кислые субвулканические породы из района колчеданных месторождений им. III Интернационала.— В кн.: Вопросы петрологии вулканитов Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1975, с. 58—71.

- Гордиенко И. В., Андреев Г. В., Кузнецов А. Н. Магматические формации палеозоя Саяно-Байкальской горной области. М.: Наука, 1978. 220 с.
- Грешнер С. Г. К петрохимии магматических комплексов Западных Мугоджар.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 225—231.
- Груза В. В., Кроков В. Б. Геология и генезис Маинского колчеданного месторождения (Западный Саян).— В кн.: Материалы по петрографии и геологии полезных ископаемых. Л.: Недра, 1968, с. 94—105.
- Давиденко И. В. К вопросу о корреляции между процентными величинами.— В кн.: Вопросы петрохимии, 1969, с. 85—87.
- Далимов Т. Н., Айзенштат В. И. и др. Биотиты вулканогенных формаций Кураминской зоны (Срединный Тянь-Шань).— В кн.: Записки Узбекист. отд. Всес. минералог. о-ва. Ташкент: Фан, 1977, с. 115—121.
- Демин А. М., Кропачев О. М., Круть И. В. Девонский вулканический комплекс Северного Кавказа.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1965, № 11, с. 47—62.
- Джрбачян Р. Т. Петрохимические особенности и эволюция эоценового вулканизма Баумского хребта.— В кн.: Вопросы минералогии и петрографии Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1966, с. 48—60.
- Дзоценидзе Г. С. Кислый вулканизм доорогенной стадии развития эвгеосинклинали.— В кн.: Очерки геологической петрологии. М.: Наука, 1976, с. 7—15.
- Дистанова А. Н. Маргатайгинский гранитоидный комплекс.— В кн.: Магматические формации Алтае-Саянской складчатой области. М.: Наука, 1965, с. 122—159.
- Дистанова А. Н. Маргатайгинский гранитоидный комплекс.— В кн.: Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау. М.: Наука, 1971, с. 162—243.
- Дистанова А. Н. Раннепалеозойский гранитоидный комплекс Джидинского района (Юго-Западное Забайкалье).— В кн.: Раннепалеозойские гранитоидные формации Западного Забайкалья и Кузнецкого Алатау. Новосибирск: Наука, 1975, с. 49—123.
- Дистанов Э. Г. Колчеданно-полиметаллические месторождения Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. 351 с.
- Дифференцированные габбровые интрузии каледонид Восточного Саяна/Поляков Г. В., Кривенко А. П. и др. Новосибирск: Наука, 1974. 130 с.
- Довгаль В. Н. Раннепалеозойская габбро-сиенитовая формация центральной части Алтае-Саянской складчатой области. М.: Наука, 1968. 204 с.
- Довгаль В. Н., Широких В. А., Алабин Л. В. Новые данные о составе и возрасте раннепалеозойского габбро-сиенитового комплекса окрестностей рудника Беркуль (север Кузнецкого Алатау).— В кн.: Проблемы петрологии ультраосновных и основных пород. Новосибирск: Наука, 1972, с. 115—130.
- Долгушин С. С., Минубаев В. П., Алабин Л. В. Эксплозивные брекчии Тейско-Абагасского рудного поля и связь с ними оруденения (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Проблемы генезиса железорудных месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 66—78.
- Дубенко И. Г., Воин М. И. Основные черты геологического строения и золотоносности северной части Кумакского золоторудного месторождения.— Изв. вузов, геология и разведка, 1965, № 11, с. 85—89.
- Дубинин В. С. Гранитоиды южной части Зауральского поднятия и особенности их металлогении.— Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1972, вып. 93, с. 114—129.
- Дылевский Е. Ф. Меловые вулканогенные образования Омолонского массива и их петрохимические особенности.— В кн.: Вопросы геологии срединных массивов Северо-Востока СССР. Магадан: Изд-во СВННИИ ДВНЦ АН СССР, 1977, с. 104—119.
- Дымкин А. М. Контактново-метасоматические месторождения железа южной части главной рудной полосы Тургая. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1962. 236 с.
- Дымкин А. М. Петрология и генезис магнетитовых месторождений Тургая. Новосибирск: Наука, 1966. 168 с.
- Дымкин А. М. Вулкано-плутонический магматизм и эндогенное железорудение.— В кн.: Вулкано-плутонический магматизм и железорудение. Новосибирск: Наука, 1970, с. 5—30.
- Дымкин А. М., Мазуров М. П., Могилева М. П. Петрохимические особенности железоносных магматических комплексов.— В кн.: Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспектив железорудения Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск: Наука, 1974, с. 43—50.
- Дымкин А. М., Мазуров М. П., Николаев С. М. Петрология и особенности формирования магнетитовых месторождений Ирбинского рудного поля (Восточный Саян). Новосибирск: Наука, 1975. 186 с.
- Дымкин А. М., Щербак В. М. Особенности формирования метасоматических и вулканогенно-осадочных руд Тургая. Новосибирск: Наука, 1973. 187 с.
- Дьячков Б. А. Интрузивный магматизм и металлогения Восточной Калбы. М.: Недра, 1972. 211 с.

- Еремин Р. А.* Гидротермальный метаморфизм и оруденение Арманской вулканоструктуры. Новосибирск: Наука, 1974. 133 с.
- Жамгоцев О. С.* Петрохимические особенности вулканогенных пород девонского возраста в междуречье Уруп—Теберда (Северный Кавказ). Л.: ВСЕГЕИ, 1969, с. 287—288.
- Заварицкий В. А.* Щелочные жильные породы из окрестностей Бериккульского золоторудного месторождения.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1945, № 6, с. 57—77.
- Загрузина И. А.* Геохронология мезозойских гранитоидов Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1977. 278 с.
- Зайков В. В.* Рудоносные вулканические комплексы протерозоя и кембрия Тувы. Новосибирск: Наука, 1976. 126 с.
- Закономерности размещения и образования магнетитовых и хромитовых месторождений Мугоджар и Тургайского прогиба/Комиссаров Б. И., Кобзарь П. Н. и др.* Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1968. 29 с.
- Злобин В. А., Куруленко Р. С.* Происхождение и признаки золотосодержащих гранитоидов в свете радиогеохимических данных.— Геол. и геофиз., 1981, № 4, с. 68—73.
- Знаменский Н. Д.* Гранитоиды габбровой формации Среднего Урала. Свердловск, УФ АН СССР, 1966. 144 с.
- Зубкус Б. П., Шнейдер Е. А.* Вулканогенно-осадочные отложения кембрия юго-западной части Восточного Саяна и их металлогения.— В кн.: Геология и металлогения вулканогенно-осадочных формаций. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1964, с. 3—18.
- Зыков Е. Н., Кузоватов Н. И.* Структурные и минералого-генетические особенности Федотовского золоторудного месторождения (Марийская Тайга).— В кн.: Вопросы геологии Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1971, с. 99—101.
- Иванова Т. Н.* Закономерности раннепалеозойского магматизма в различных структурах Тувы. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 167 с.
- Изох Э. П.* О классификации габбро-гранитных серий в металлогенических целях.— В кн.: Магматизм формаций кристаллических пород и глубины Земли. М.: Наука, 1972, с. 16—21.
- Изох Э. П.* Оценка рудоносности гранитоидных формаций в целях прогнозирования. М.: Недра, 1978. 136 с.
- Изох Э. П., Налетов Б. Ф.* Принципы классификации и применения номенклатуры гранитоидов.— Зап. Всесоюз. минералог. о-ва, 1974, ч. 103, вып. 2, с. 205—218.
- Изох Э. П., Нгуен Ван Тьен, Ле Динь Хью.* Интрузивный магматизм Северного Вьетнама.— В кн.: Геология Северного Вьетнама. Ханой, 1965, с. 300—556.
- Интрузивные серии Северного Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья, их рудоносность и происхождение/Изох Э. П., Русс В. В. и др.* М.: Наука, 1967, 383 с.
- Каденская М. И., Савич В. В.* Петрология Каракольского гранитоидного массива (Тургайский прогиб).— В кн.: Петрология, литология и биостратиграфия. Л., 1973, с. 139—155.
- Каипов А. Д., Каюпов А. К.* Ордовикский вулканизм и медноколчеданное оруденение Акбастау-Кусмурунского поля. Алма-Ата: Наука, 1971. 189 с.
- Калушин А. С.* Сравнительная характеристика железорудных месторождений Алтая и Швеции.— Геология и геофизика, 1968, № 8, с. 56—66.
- Карагодин С. С.* Петрографические и петрохимические особенности андезит-липаритовой формации Мугоджар.— В кн.: Вулканизм Южного Урала. Свердловск, 1974, с. 165—168.
- Караева З. Г.* Петрохимические особенности рудоносных гранитоидов.— Докл. АН СССР, 1968, т. 179, № 6, с. 1436—1439.
- Каретина Л. Т.* Кислые эффузивы спилит-кератофировой формации зеленокаменной полосы севера Среднего Урала.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1969, с. 155—165.
- Каретина Л. Т.* Петрография кремнекислых вулканитов спилито-кератофировой формации северной части Тагильского погружения.— В кн.: Вулканические образования Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1978, с. 115—121.
- Кашкай М. А.* Петрология и металлогения Дашкесана и других железорудных месторождений Азербайджана. М.: Недра, 1965. 888 с.
- Кашкай М. А.* Основные черты геолого-структурных и петролого-металлогенических зон Малого Кавказа в свете новых данных.— В кн.: Очерки геологической петрологии. М.: Наука, 1976, с. 308—318.
- Кембрийская тектоника и вулканизм Тувы/Волков В. В., Лапин Б. Н. и др.* М.: Наука, 1970. 156 с.
- Керимов Г. И.* Петрология и рудоносность Кедабекского рудного узла. Баку: Изд-во АН АзССР, 1963. 552 с.
- Ким В. А., Каюпов А. К.* Эффузивные комплексы Мизек-Кусмурунской рудной зоны и отношение к ним эндогенного оруденения.— В кн.: Геология и рудоносность вулканогенных формаций Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1966, с. 150—162.
- Кляровский В. М.* Геохронология горных областей юго-западной части обрамления Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1972. 257 с.

- Князев Г. Б. Особенности интрузивного магматизма района Табратского месторождения. — В кн.: Сборник статей по геологии Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1975, с. 57—65.
- Князева Л. Н., Ефанова Н. В. Эйфельские вулканогенные образования Ивдельского района на Северном Урале. — В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. II. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1969, с. 155—165.
- Ковалев П. Ф., Бухаров Н. С. Сравнительная характеристика гранитоидных массивов Таннуольского комплекса Центральной и Восточной Тувы. — В кн.: Материалы по геологии Тувинской АССР, Кызыл: Кн. изд-во, 1979, вып. IV, с. 74—84.
- Колман Р. Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979. 256 с.
- Колчеданные месторождения мира. М.: Недра, 1979. 282 с.
- Колчеданные месторождения Урала. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 328 с.
- Койников Э. Г., Ермолов П. В., Добрецов Г. Л. Петрология сининверсионных габбро-гранитовых серий (Восточный Казахстан). Новосибирск: Наука, 1977. 140 с.
- Кононов А. П. О локализации железорудных тел на месторождениях Горной Шории. — В кн.: Вопросы геологии Сибири. Томск, 1971, с. 117—119.
- Кононов О. А. Главные особенности геологического строения Элекмонарского массива Горного Алтая. — В кн.: Гранитоидные комплексы Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 70—75.
- Корель В. Г. Петрология магнетитовых месторождений Алтае-Саянской области. М.: Недра, 1972. 146 с.
- Корель В. Г., Кузнецова В. Н. Петрологический очерк Ольгинско-Ампалынского интрузива (северная часть Кузнецкого Алатау). — Геол. и геофиз., 1961, № 2, с. 47—60.
- Кориневский В. Г. Вулканогенные породы нижнего силура Сакмарской зоны Мугоджар. — В кн.: Вопросы петрологии вулканитов Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1975, с. 58—71.
- Корнев Т. Я., Даценко В. М., Бозил А. В. Рифейский магматизм и колчеданно-полиметаллическое оруденение Енисейского кряжа. М.: Недра, 1974. 132 с.
- Коробейников А. Ф., Мацушевский А. В. Золото в интрузивных и контактово-метасоматических породах Тарданского скарнового поля Тувы. — Геохимия, 1976, № 9, с. 1409—1416.
- Кортусов М. П. Палеозойские интрузивные комплексы Марининской тайги (Кузнецкий Алатау). Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1967. 226 с.
- Котляр И. Н. Вулкано-тектонические структуры и андезитовый вулканизм северной части Охотско-Чукотского пояса. Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1975. 24 с.
- Кривенко А. П. Сиенит-габбровый плутон Большой Таскыл в Кузнецком Алатау. Новосибирск: Наука, 1973. 105 с.
- Кривцов А. И. Условия локализации медноколчеданного оруденения в Бурбайском рудном поле (Южный Урал). — Труды ЦНИГРИ, 1967, вып. 67, с. 80—91.
- Кривцов А. И. Вулканизм и колчеданное оруденение юго-востока Башкирского Урала. — Сов. геология, 1972, № 12, с. 88—95.
- Кривцов А. И. Об оптимальном химическом составе пород вулканогенных формаций некоторых районов Магнитогорского мегасинклинория. — В кн.: Вопросы петрологии вулканитов Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1975, с. 126—133.
- Кривцов А. И. Палеовулканизм эвгеосинклинальных зон Урала и колчеданообразование. М.: Недра, 1979. 169 с.
- Ксенюфонтов О. К., Давыдов Е. В. Петрология, геохимия и металлогения Барамбаевского плутона (Западный Тургай). — В кн.: Геология и полезные ископаемые Тургайского прогиба. Л.: ВСЕГЕИ, 1974, с. 70—90.
- Ксенюфонтов О. К., Леонова Е. П. Дайки Тургайского прогиба как индикатор оруденения. — В кн.: Петрология, литология и биоостратиграфия. Л., 1973, с. 90—111.
- Кузбный В. С. Магматические формации Юго-Западного Алтая и их металлогения. Алма-Ата: Наука, 1975. 340 с.
- Кузбный В. С., Каймакова В. Д. Девонские вулканогенные формации северо-западного Прииртышья (Западный Алтай). — В кн.: Палеовулканогеология и проблема вулканогенных формаций. Алма-Ата: КазИМС, 1963, с. 54—67.
- Кузбный В. С., Каймакова В. Д., Свечников Г. Г. Петрохимические и геохимические особенности вулканогенных образований девона Прииртышского района Рудного Алтая. — В кн.: Вулканогенные формации Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1967, с. 90—100.
- Кузнецов В. А. Тектоническое районирование и основные черты эндогенной металлогении Горного Алтая. — В кн.: Вопросы геологии и металлогении Горного Алтая. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1963, с. 66—68.
- Кузнецов Ю. А. Главные типы магматических формаций. М.: Недра, 1964. 386 с.
- Кузоватов Н. И., Зыков Е. Н. Петрология изверженных пород района Федотовского золоторудного месторождения (Кузнецкий Алатау). — В кн.: Вопросы геологии Сибири. Томск, 1971.
- Кузоватов Н. И., Зыков Е. Н. Петрография, петрохимия и некоторые вопросы петрогенезиса интрузивных пород района Федотовского золоторудного месторожде-

- ния (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Материалы по петрологии и металлогении Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1976, с. 3—10.
- Кумеев С. С.* Некоторые петрохимические особенности пород ольховского габбро-гранитоидного комплекса (Восточный Саян).— В кн.: Материалы по петрографии некоторых платформенных и складчатых областей. Элиста, 1973, с. 52—64.
- Куруленко С. С.* Количественная оценка степени однородности гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. 4. Свердловск: Уральский рабочий, 1974, с. 148—152.
- Куруленко Р. С.* Исследование однородности петрохимического состава в типах гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале.— В кн.: Ежегодник — 1975 Института геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Свердловск, 1976, с. 35—37.
- Куруленко Р. С.* История формирования гранитоидов Шарташского массива.— В кн.: Ежегодник — 1976 Института геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Свердловск, 1977, с. 39—41.
- Лазаренко Э. А.* К вопросу о металлогеническом районировании Карпат.— Докл. АН СССР, 1966, т. 171, № 3, с. 679—682.
- Лазаренко Э. А., Гнилко М. К., Зайцева В. Н.* Металлогения Закарпатья. Львов: Изд-во Львовск. ун-та, 1968. 172 с.
- Лапин Б. Н.* Нижнепалеозойский вулканизм и колчеданно-полиметаллическое оруденение в Северо-Восточной Туве.— В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1968, с. 341—362.
- Лапин Б. Н.* Кембрийские вулканогенные формации Тувы.— В кн.: Проблемы палеовулканизма Средней Сибири. Красноярск, 1970, с. 50—51.
- Лисицын В. И., Пятков О. И., Александровский Ю. С.* Дифференцированные габброиды восточной части Хамсаринской зоны (Северо-Восточная Тува).— В кн.: Базитовые и ультрабазитовые комплексы Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 96—117.
- Литвиновский Б. А., Летников Ф. А.* Свидетельства участия мантийных флюидов в гранитоидном магнеобразовании (на основе газового анализа).— Докл. АН СССР, 1980, т. 253, № 2, с. 440—445.
- Львов Б. К.* Петрология, минералогия и геохимия гранитоидов Кочкарского района (Южный Урал). Л.: Изд-во ЛГУ, 1965. 164 с.
- Магматизм и рудоносность Калба-Нарымской зоны (Восточный Казахстан)/Лопатников В. В., Изох Э. П. и др. М.: Наука, 1982 (в печати).*
- Магматические формации СССР. Т. III/Масайтис В. Л., Москалева В. Н. и др. М.: Недра, 1979. 278 с.*
- Мазина Е. А., Ксенофонтов О. К.* Интрузивные образования.— В кн.: Геологическое строение Тургайского прогиба. М.: ВСЕГЕИ, 1961, с. 166—222.
- Мазина Е. А., Ксенофонтов О. К.* Магматизм Тургайского прогиба и основные этапы его развития.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 167—179.
- Мазина Е. А., Райхлин А. И.* Сравнительная характеристика каменноугольных гранитоидных формаций западной части Тургайского прогиба.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. IV. Свердловск, 1971, с. 353—366.
- Мазина Е. А., Райхлин А. И.* Габбро-гранитная формация Западного Тургая и ее металлогеническая специализация.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Тургайского прогиба. Л.: ВСЕГЕИ, 1974, с. 6—29.
- Мазуров М. П.* Генетические особенности Таятского железорудного месторождения.— В кн.: Проблемы генезиса железорудных месторождений Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 40—48.
- Малахова Л. В., Чурилин Н. С.* Базальтоидные гранитоиды и их комагматы в Тагильском прогибе (Средний Урал).— В кн.: Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии, 1972, с. 33—75.
- Малеев Е. Ф.* Главнейшие этапы развития неогенового вулканизма в Советских Карпатах и связанная с ними металлогения.— В кн.: Петрографические провинции, изверженные и метаморфические горные породы. М.: Изд-во АН СССР, 1960, с. 162—165.
- Малеев Е. Ф.* Неогеновый вулканизм Закарпатья. М.: Наука, 1964. 251 с.
- Марьян А. М.* Геология и петролого-металлогенические особенности прииртышской интрузивной серии (Юго-Западный Алтай). Автореф. канд. дис. Алма-Ата, 1979. 25 с.
- Мацюшевский А. В.* Геология Тарданского скарново-золоторудного месторождения.— В кн.: Вопросы геологии Сибири. Томск, 1971, с. 130—132.
- Минин А. Д., Кузьмин Г. И.* Медвеженский массив — представитель дифференцированных раннепалеозойских габбровых интрузий Кузнецкого Алатау.— Геол. и геофиз., 1976, № 4, с. 144—149.
- Минин А. Д.* Дифференцированные габбровые интрузии южной части Центрально-Мартагинской зоны (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Магматические формации Сибири. Новосибирск: Наука, 1977, с. 89—112.

- Минин А. Д., Саратовцева Е. К.* Дифференцированные габбровые интрузии северной части Кузнецкого Алатау.— В кн.: Базитовые и ультрабазитовые комплексы Сибири. Новосибирск: Наука, 1979, с. 126—130.
- Мицу М. В.* Контрастная андезито-базальт-липаритовая формация Охотско-Чукотского вулканического пояса и ее место в последовательности вулканических формаций пояса.— В кн.: Эволюция вулканизма в истории Земли. М., 1974, с. 171—177.
- Мицу М. В., Самозванцева З. М.* Структурно-литологический контроль оруденения в юго-западной части Охотско-Чукотского вулканического пояса.— В кн.: Глубинное строение, магматизм и металлогения Тихоокеанских вулканических поясов. Владивосток, 1976, с. 394—396.
- Мкртчян С. С.* Загезурская рудоносная область Армянской ССР. Ереван: Изд-во АрмССР, 1958. 280 с.
- Мкртчян С. С., Паффенгольц К. Н., Хачатурян Э. А.* Алавердский рудный район. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1968. 462 с.
- Монич В. К.* К петрологии района Бериккульского рудника в Кузнецком Алатау.— Труды ТГУ. Сер. геол., 1938, т. 93, с. 3—62.
- Морковкина В. Ф.* Химические анализы изверженных горных пород и породообразующих минералов. М.: Наука, 1964. 250 с.
- Мурадян К. М.* Палеогеновый вулканизм и некоторые вопросы связи с ним колчеданного оруденения.— В кн.: Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне. Львов: Изд-во Львовск. ун-та, 1969, с. 60—61.
- Мурадян К. М.* Базумский рудный район Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1971. 169 с.
- Мурадян К. М.* Закономерности формирования и петрохимические особенности субвулканического комплекса Базумского рудного района Армянской ССР.— В кн.: Магматизм и металлогения Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1972, с. 156—163.
- Назьмова Г. Н., Шалаев Ю. С.* О возрасте золотого оруденения Северного Казахстана.— Докл. АН СССР, 1969, т. 188, № 6, с. 1355—1356.
- Налётов Б. Ф.* Сопряженность главных показателей химизма с типом оруденения гранитоидов.— Геол. и геофиз., 1976, № 5, с. 133—136.
- Налётов Б. Ф.* Корреляция химизма базитов и гранитоидов в базит-гранитоидных сериях.— В кн.: Геология, петрохимия и рудоносность магматических формаций. Новосибирск, 1978а, с. 45—56.
- Налётов Б. Ф.* Петрохимия раннепалеозойских базит-гранитоидных ассоциаций Кузнецкого Алатау в связи с рудоносностью.— В кн.: Геология, петрохимия и рудоносность магматических формаций. Новосибирск, 1978б, с. 32—45.
- Налётов Б. Ф.* Некоторые особенности химизма гранитоидов с разной рудоносностью в связи с их диагностикой.— Геол. и геофиз., 1978в, с. 14—22.
- Налётов Б. Ф.* Гранитоиды с оловянным, вольфрамовым и медно-молибденовым оруденением (минералогия, петрохимия). Новосибирск: Наука, 1981. 230с.
- Налётов Б. Ф., Изох Э. П.* Региональная петрохимия гранитоидов. Новосибирск: Наука, 1976. 127 с.
- Налётов Б. Ф.* Петрохимические признаки глубинного регулятора щелочности в магмообразовании.— В кн.: Флюиды в магматических процессах. М.: Наука, 1982 (в печати).
- Нестоянова О. А.* Вулканизм восточного склона Южного Урала.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Т. II. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 46—47.
- Нечушкин В. М.* Вулканогенные горные породы восточной части Баймакского района (Южный Урал) и некоторые особенности их метаморфизма.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Т. II. Свердловск, Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 344—345.
- Никонов О. И., Захаров Е. Е., Никонова З. П.* Новые данные по геологии и возрасту Кожуховского массива (Кузнецкий Алатау).— В кн.: Новые данные к обоснованию региональных магматических схем Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1972, с. 10—13.
- Нифантов Б. Ф.* О Верхне-Кондомском гранодиоритовом массиве.— Изв. Томского политехн. ин-та, 1964, т. 127, с. 64—71.
- Ножкин А. Д., Болдырев М. В.* Рифейский вулканизм, тектоническая зональность и металлогения Енисейского кряжа.— Геол. и геофиз., 1979, № 10, с. 47—61.
- Овчинников Л. П.* Контактново-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1960. 459 с.
- Оптические и петрохимические исследования магматических образований Центральной Камчатки.* М.: Наука, 1967. 186 с.
- Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого.* М.: Наука, 1968. 343 с.
- Основные закономерности развития и металлогения областей тектоно-магматической активизации юга Азиатской части СССР/Амантов В. А., Быковская Е. В. и др.* Л.: Недра, 1979. 301 с.

- Остафийчук И. М., Толстой М. И.* Статистические закономерности распределения химических элементов в гранитоидах. М.: Недра, 1972. 223 с.
- Остроумова А. С., Станкевич Е. К.* Андезит-дацитовая формация в средней части Загезурского хребта (Малый Кавказ) и связанные с нею субвулканические образования.— В кн.: Вулканизм и формирование минеральных месторождений в Альпийской геосинклинальной зоне (Карпаты, Крым, Кавказ). М.: Наука, 1973, с. 71—82.
- Павлова Л. К.* Геохимия золота в Майском золоторудном месторождении (Горная Шория).— Тр. Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР, 1976, вып. 255, с. 105—112.
- Палеозойский вулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала.* М.: Изд-во МГУ, 1968. 291 с.
- Петров П. А., Журавель Р. Ф.* К петрохимической характеристике Таннуольского комплекса Тувы.— Тр. Зап.-Сиб. отд. Всес. минералог. о-ва, 1977, вып. 4, с. 29—34.
- Петрова З. И.* Петрохимия и некоторые геохимические особенности палеозойских гранитоидов Дзиджинского интрузивного комплекса (Западное Забайкалье).— В кн.: Вопросы геохимии изверженных горных пород и рудных месторождений Восточной Сибири. М.: Недра, 1965, с. 48—76.
- Пинус Г. В.* Таннуольский интрузивный комплекс (Тува). Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961. 110 с.
- Поляков Г. В.* Палеозойский магматизм и железуоруднение юга Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1971. 319 с.
- Поляков Г. В., Богвибов В. И. и др.* Явления гранитизации и магматического замещения в Енисейском плутоне майского плагิโอгранитного комплекса.— В кн.: Вопросы магматической геологии Сибири. Новосибирск: Наука, 1978, с. 21—40.
- Пономарева А. П., Налётов Б. Ф.* Минеральный состав гранитоидов в связи с их химизмом. Новосибирск: Наука, 1979. 180 с.
- Попов В. Е.* Осадочно-вулканогенные толщи западной части Горного Алтая и их металлогения. Л.: Наука, 1967. 159 с.
- Прокин В. А.* Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале. М.: Недра, 1977. 172 с.
- Радкевич Е. А.* Металлогенические провинции Тихоокеанского рудного пояса. М.: Наука, 1977. 174 с.
- Робонен В. И., Светова А. И.* Сравнительная петрохимическая характеристика колчеданосных осадочно-вулканогенных формаций нижнего протерозоя Южной Карелии.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 1975, с. 20—31.
- Раннепалеозойская гранитоидная формация Кузнецкого Алатау/Кузнецов Ю. А., Богвибов В. И. и др.* М.: Наука, 1971. 348 с.
- Резицков Н. В.* Генетическая связь марганцевой минерализации с колчеданным оруденением в зоне Передового хребта.— Геология рудных месторождений, 1980, т. 22, № 4, с. 113—118.
- Ротман В. К.* Петрохимическая эволюция лав срединного Камчатского хребта.— В кн.: Петрохимические особенности молодого вулканизма. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 56—70.
- Рудные формации эндогенных месторождений.* Т. 2/Петровская Н. В., Сафонов Ю. Г., Шер С. Д. и др. М.: Наука, 1976. 393 с.
- Рудные месторождения СССР.* Т. 1/Борисенко Л. Ф., Бородаевская М. Б., Бурков В. В. и др. М.: Недра, 1978. 348 с.
- Рудич К. Н.* Магматизм хребта Сарычева. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 184 с.
- Рундквист Д. В., Кутырев Э. И. и др.* Структурная позиция и металлогения эвгеосинклинальных зон Урала.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. XII. М.: Наука, 1978, с. 37—44.
- Русс В. В.* Петрографическая характеристика нижнеамурского золотосного интрузивного комплекса (Северный Сихотэ-Алинь и Нижнее Приамурье).— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Востока СССР. Л.: ВСЕГЕИ, 1964, с. 106—133.
- Сергеев К. Ф.* Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 237 с.
- Сергеевский В. М.* Магматизм и металлогения Урала.— В кн.: Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. М.: Госгеолтехиздат, 1960, с. 672—679.
- Сергеевский В. М.* Магматизм, тектоническое развитие и основные особенности металлогении Урала. Автореф. докт. дис. Л., 1971.
- Серноколчеданные месторождения Карелии/Робонен В. И., Рыбаков С. И. и др.* Л.: Наука, 1978. 190 с.
- Сидоров А. А.* Золото-серебряное оруденение Центральной Чукотки. М.: Наука, 1966. 145 с.
- Сидоров А. Н., Югай Т. А.* Некоторые сведения о мезо-кайнозойских золото-серебряных месторождениях.— В кн.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР. Магадан, 1972, с. 53—63.
- Симаков К. В., Шевченко В. М.* Кедровская серия: состав, строение, время и условия формирования.— В кн.: Основные проблемы биостратиграфии СВ СССР. Магадан, 1974, с. 189—233.

- Синяков В. И.* Геологическая позиция железоруднения в истории развития вулканизма и интрузивного магматизма Тельбесской рудной зоны.— В кн.: Вулкано-плутонический магматизм и железоруднение. Новосибирск: Наука, 1970, с. 31—42.
- Синяков В. И.* Формационные типы железорудных месторождений Тельбесского рудного пояса (Горная Шория). Новосибирск: Наука, 1975. 193 с.
- Скаржинский В. И., Коптюх Ю. М. и др.* Минеральные ассоциации золоторудных месторождений в герцинских и альпийских складчатых структурах Украины.— В кн.: Минералогия золота. Владивосток, 1974, с. 13—15.
- Скопина Н. А.* Раннекаменноугольный Богдановский габбро-гранитный массив Магнитогорского комплекса.— Тр. Ин-та геол. и геохимии УФ АН СССР, 1970, с. 96—108.
- Скопина Н. А.* Новые данные о внутреннем строении и составе Магнитогорской габбро-гранитной интрузии на Южном Урале.— В кн.: Формационное и фациальное расчленение гранитоидов. Свердловск, 1975, с. 100—111.
- Скрипченко Н. С.* Вулканогенно-осадочное рудообразование (на примере колчеданных месторождений Северного Кавказа). М.: Недра, 1966. 291 с.
- Скуридин В. А.* Интрузивные комплексы Курайской рудной зоны (Горный Алтай).— Геол. и геофиз., 1964, № 2, с. 48—62.
- Смышляев В. Н.* Плаггиогранитный интрузивный комплекс северного склона Западного Саяна.— В кн.: Магматические комплексы Алтае-Саянской складчатой области. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд. АН СССР, 1963, с. 92—106.
- Соболев Н. Д.* Тектоника и магматизм Урала.— В кн.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1963, с. 31—37.
- Соломатин В. Н.* Интрузивные комплексы в бассейне среднего течения реки Мрас-Су (Горная Шория). Автореф. канд. дис. Томск, 1970. 20 с.
- Сопко П. Ф.* Колчеданные месторождения Малого Кавказа. М.: Недра, 1971. 253 с.
- Сотников В. И., Никитина Е. И.* Акцессорные минералы метасоматитов как индикаторы особенностей процесса рудогенеза и металлогении. — В кн.: Рудные формации и генезис эндогенных месторождений Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1968, с. 170—196.
- Сперанская И. М.* Петрохимические типы меловых лав в различных тектонических районах Охотского побережья.— В кн.: Петрохимические особенности молодого вулканизма. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 115—136.
- Спиридонов Э. М.* Геологическое строение Степнякского золоторудного интрузива (Сев. Казахстан).— Вестн. МГУ, 1968, № 4, с. 97—104.
- Спиридонов Э. М.* Золото и медь в горных породах Степнякского и Бестюбинского золоторудных полей.— Геол. и геофиз., 1971, № 9, с. 124—130.
- Стоянов Р. Д.* Металлогения Родопского срединного массива. М.: Недра, 1979. 179 с.
- Струве Н. В.* Магнитогорский интрузивный комплекс.— В кн.: Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Сб. I. Свердловск, 1970, с. 75—95.
- Сухов В. И.* Вулканогенные формации юга Дальнего Востока. М.: Недра, 1975. 112 с.
- Твалчрелидзе Г. А.* Рудные провинции мира. М.: Недра, 1972. 343 с.
- Тельгузиев А. Т.* Габбро-плаггиогранитная формация нижнего — среднего девона Западных Мугоджар. Автореф. канд. дис. Алма-Ата, 1969. 31 с.
- Тетерев Г. М., Ксенофонтов О. К. и др.* Основные черты магматизма, тектоники и металлогении Тургайского прогиба.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. I. Свердловск, 1969, с. 224—243.
- Типы рудных колчеданосных провинций Южного Урала и Западного Казахстана/Под ред. М. Б. Бородаевской.* М.: ЦНИГРИ, 1973. 223 с.
- Ткаченко К. Н.* Позднегерцинский вулканизм в горах Архарлы Юго-Западной Джунгарии.— В кн.: Геология и рудоносность вулканогенных формаций Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1966, с. 131—136.
- Трошин Ю. П.* Геохимия летучих компонентов в магматических породах, ореолах и рудах Восточного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1978. 172 с.
- Урбах В. Ю.* Биометрические методы. М.: Наука, 1964. 183 с.
- Урунбаев К.* Акцессорный магнетит как критерий фациальности рудоносности и происхождения магматических пород.— В кн.: Зап. Узбекистан. отд. Всесоюз. минералог. о-ва. Ташкент: Фан, 1977, с. 61—65.
- Ушакова Е. Н.* Биотиты магматических пород. Новосибирск: Наука, 1980. 325 с.
- Федосеев Г. С.* Петрология Шиндинского гранитоидного плутона. М.: Наука, 1969. 90 с.
- Феофилактов Г. А.* Некоторые черты геологии, структурные условия локализации и генезиса золоторудных месторождений одного из районов Восточного Саяна.— Изв. Томск. политехн. ин-та, 1968, т. 134, с. 80—89.
- Ферштатер Г. Б.* Магнитогорская габбро-гранитная интрузия. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1966. 144 с.
- Филатов Е. И., Крейтер И. В. и др.* Соотношение магматических и рудных формаций в Змеиногорском районе (Рудный Алтай).— Геология рудных месторождений, 1979, т. 21, № 5, с. 93—96.
- Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана/Изох Э. П., Юдалевич З. А. и др.* Новосибирск: Наука, 1975. 516 с.

- Формозова Л. Н.* Генезис и формационный характер докембрийских железных руд Северной Швеции.— В кн.: Рудоносные вулканогенно-осадочные формации геосинклиналей. М.: Наука, 1965, с. 7—67.
- Фретс Д., Болд Р.* Маунт-Морган.— В кн.: Полезные ископаемые Австралии и Папуа Новой Гвинеи. М.: Мир, 1980, с. 564—573.
- Фролова Т. Н.* Вулканогенные формации геосинклиналей контрастного типа.— В кн.: Проблемы магматической геологии. Новосибирск: Наука, 1973, с. 23—48.
- Фролова Т. И., Бурикова И. А.* Геосинклинальный вулканизм. М.: Изд-во МГУ, 1977. 264 с.
- Хворова И. В., Ильинская Н. М.* Сравнительная характеристика двух вулканогенно-осадочных формаций Южного Урала.— В кн.: Вулканогенно-осадочные и терригенные формации. М.: Наука, 1963, с. 5—21.
- Хенкина С. Б., Сорокин В. Н.* О Джабыгасайском интрузивном комплексе и вероятной генетической связи с ним золотой минерализации Кумакского рудного узла.— Труды ЦНИГРИ, 1968, вып. 79, с. 70—81.
- Химические составы изверженных и метаморфических пород Армянской ССР/Абовян С. Б., Багдасарян Г. П. и др.* Ереван: Изд-во АрмССР, 1962. 434 с.
- Хомич В. Г.* Тектоника, формации и структурная позиция вулканогенных месторождений золота северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса.— В кн.: Геология окраин континентов. Владивосток, 1979, с. 182—183.
- Царев Д. И.* Метасоматоз и конвергенция в петрологии и рудогенезе. М.: Наука, 1978. 308 с.
- Чайко Г. И., Ферштатер Г. Б.* Грязнушенский гранитоидный массив магнитогорского интрузивного комплекса.— В кн.: Вопросы петрологии гранитоидов Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1972, с. 155—156.
- Червяковский Г. Ф.* Среднепалеозойский вулканизм восточного склона Урала. М.: Наука, 1972. 258 с.
- Червяковский Г. Ф., Говорова А. В.* Раннекарбонная трахилапарит-базальтовая формация Магнитогорской эвгеосинклинальной зоны Урала.— В кн.: Вулканические образования Урала. Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1978, с. 97—105.
- Чернов В. И.* Вулканические формации и порфировые интрузии Рудного Алтая. М.: Наука, 1974. 263 с.
- Чучко В. Н.* К вопросу о возрасте таннуольского комплекса Северо-Восточной Тувы.— В кн.: Материалы по геологии Тувинской АССР. Кызыл: Кн. изд-во, 1971, с. 22—37.
- Шапошников Г. Н.* Геология и рудоносность интрузий таннуольского комплекса в хребте Восточный Танну-Ола, Тувинской области. Автореф. канд. дис., 1955. 28 с.
- Шелковников А. Д.* Основные черты петрологии и металлогении Ольховского гранодиорит-плагиогранитного комплекса.— В кн.: Новые данные по геологии юга Красноярского края. Красноярск, 1964, с. 224—250.
- Шелковников А. Д.* Эффузивные формации северо-западной части Восточного Саяна.— В кн.: Магматические формации Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1965, с. 160—178.
- Шенкман Я. Д.* К вопросу об интрузивных комплексах Восточной Тувы.— Материалы по региональной геологии, 1959, вып. 5, с. 71—78.
- Шер С. Д.* Металлогения золота (Северная Америка, Австралия, Океания). М.: Недра, 1972. 293 с.
- Шер С. Д.* Металлогения золота (Евразия, Африка, Южная Америка). М.: Недра, 1974. 244 с.
- Шило Н. А., Сидоров А. А., Желнин С. Г.* Проблемы металлогении золота и перспективы золоторудных месторождений Северо-Востока СССР.— В кн.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР. Магадан: изд. ДВНЦ АН СССР, 1972, с. 27—34.
- Шило Н. А., Лычагин П. П. и др.* Домезозойская золотоносность Омолонского массива.— Докл. АН СССР, 1975, т. 225, № 5, с. 1165—1167.
- Шило Н. А., Сидоров И. А., Загзузина И. А.* Возраст золоторудных формаций Северо-Востока СССР и их связь с магматизмом.— Докл. АН СССР, 1975, т. 204, № 1, с. 18—26.
- Шипулин Ф. К.* Интрузии и рудообразование (на примере Дашкесана). М.: Наука, 1968. 213 с.
- Ширай Е. П., Агеева С. Т.* О вулканогенных формациях Верхнеуральского рудного района.— В кн.: Вопросы палеовулканизма медноколчеданных провинций Южного Урала и Северного Кавказа. М.: ЦНИГРИ, 1970, с. 33—46.
- Шишкин М. А.* Новые данные о строении Усинской вулканоструктуры (Охотско-Чукотский вулканогенный пояс).— Вестн. ЛГУ, 1980, № 12, с. 117—121.
- Шохина О. И., Филиппов Г. В., Ярошевич В. М.* Интрузивные породы Ольховско-Чибихевского массива в Восточном Саяне.— В кн.: Интрузивные комплексы золоторудных районов юга Красноярского края. Новосибирск: Наука, 1967, с. 175—257.

- Штейнберг А. Д.* Среднедевонские магматические формации Александринского района на Южном Урале.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1969, с. 211—218.
- Щерба Г. Н.* Вертикальные движения как главная причина образования камерного пространства некоторых интрузивов Казахстана.— Изв. АН КазССР, № 103. Сер. геол., вып. 13, 1954, с. 56—60.
- Щерба Г. Н.* Геология Нарымского массива гранитоидов на южном Алтае. Алма-Ата: Изд-во КазССР, 1957. 245 с.
- Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Нахтигаль Г. П.* Жарма-Саурский геотектоноген. Алма-Ата: Наука, 1976. 198 с.
- Щербаков Ю. Г.* Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. М.: Наука, 1967. 267 с.
- Щербаков Ю. Г.* Геохимия золоторудных месторождений в Кузнецком Алатау и Горном Алтае. Новосибирск: Наука, 1974. 277 с.
- Щербань И. П.* Новые данные о минералогии и генезисе некоторых типов лиственитоподобных пород.— В кн.: Геология и генезис эндогенных рудных формаций Сибири. М.: Наука, 1972, с. 220—235.
- Шубин Г. В.* Структура Илинского золоторудного месторождения.— Изв. вузов. Сер. Геология и разведка, 1961, № 11, с. 68—72.
- Язева Р. Г., Беллянина Г. П., Мельникова Г. Б.* Металлогеническая специализация вулканогенных формаций ранних стадий эвгеосинклиналей (на примере Урала).— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. XII. М.: Наука, 1978, с. 105—111.
- Яковлев Г. Ф.* Вулканогенные структуры месторождений полезных ископаемых.— Вестн. МГУ. Геология, 1979, № 5, с. 3—16.
- Яновский В. М.* Плагноклазовые гранитоиды Пластовского массива.— В кн.: Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. Т. 4. Свердловск: Изд-во УФ АН СССР, 1971, с. 153—162.
- Яновский В. М., Туголесов Л. Д.* Особенности состава и строения Пластовского массива плагногранитов (Кочкарское рудное поле).— Сов. геология, 1967, № 5, с. 80—94.
- Яренская М. А., Слюсарев А. П., Муратов Э. М.* Минералы группы станнина в рудах колчеданно-барит-полиметаллического месторождения Майкаин.— Изв. АН КазССР. Сер. геол., 1975, № 4, с. 52—57.
- Ярмолюк В. В.* Вулканические структуры обрушения Охотско-Чукотского вулканического пояса. Новосибирск: Наука, 1973. 103 с.
- Ярыгин В. И.* Основные черты геологии и петрографии Лебедского плутона (Горный Алтай).— Изв. Томск. политехн. ин-та им. С. М. Кирова, 1971, т. 177, с. 118—125.
- Albers J. P., Robertson J. F.* Geology and ore deposits of East Schasta copper-zinc district Schasta County, California.— Geol. Surv. Prof. Paper, 338, 1961, p. 104.
- Bateman P. C., Lockwood J. P.* Kaiser Peak quadrangle, Central Sierra Nevada, California. Analytic Data.— Geol. Surv. Prof. Paper, 1970, 644-C, p. 15.
- Bateman P. C., Lockwood J. P.* Shaver Lake quadrangle, Central Sierra Nevada, California. Analytic Data.— Geol. Surv. Prof. Paper, 774-D, 1976, p. 20.
- Bennett E. H.* Granitic rocks of Tertiary age in the Idaho batholith and their relation to mineralization.— Econ. Geol., 1980, v. 75, N 2, p. 278—288.
- Bromfield C. S.* Geology of the Mount Wilson Quadrangle, Western San Juan Mountains, Colorado.— Geol. Surv. Bull., 1967, N 1227, p. 97.
- Calvin S. B.* Geology of the Mount, Wilson Quadrangle, Western San Juan Mountains, Colorado.— Geol. Surv. Bull., 1967, N. 1227, p. 97.
- Colley H., Greenbaum D.* The mineral Deposits and Metallogenesis of the Fygyplatform.— Econ. Geol., 1980, v. 75, N 6, p. 807—829.
- Cornelius K. D.* The Mount Morgan mine, Queensland a massive gold-copper pyritic replacement deposit.— Econ. Geol., 1969, v. 64, N 8, p. 885—902.
- Derry D. R.* Economic aspects of archaean proterozoic boundaries.— Econ. Geol., 1961, v. 56, N 4.
- Frietsch R.* On the magmatic origin of iron ores of the Kiruna type.— Econ. Geol., 1978, v. 73, p. 478—485.
- Gilmor P.* Strata-bound massive pyritic sulfide deposits — a review.— Econ. Geol., 1971, v. 66, N 8, p. 1239—1243.
- Heitanen A. M.* Idaho batholith near Pierce and Bungalow Clear-water county.— Idaho Geol. Surv. Prof. Paper, 344-D, 1963, p. 45.
- Hutchinson R. W.* Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significance.— Econ. Geol., 1973, v. 68, p. 1223—1246.
- Ishihara S., Suzuki Y. e. a.* Cretaceous granitic rocks in the Kitakami Mountains Modal compositions, Chemical compositions.— In: Geological Survey of Japan. Report N 251, 1974, p. 8—47.
- Kissin S. A., Owens D. R.* New data on stannite and related tin sulfide minerals.— Can. Mineral., 1979, v. 17, p. 125—135.
- Lanphere M. A., Reed B. L.* Timing of Mesozoic and Ceinozoic plutonic events in circum-

Pacific North America.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1973, v. 84, N 12, p. 3773—3782.

- Larsen E. S., Schmidt R. G. A reconnaissance of the Idaho batholith and comparison with the Southern California batholith.— Geol. Surv. Bull., 1958, 1070-A, p. 32.
- Lockwood J. P. Mount Abbot Quadrangle Central Sierra Nevada, California. Analytic Data.— Geol. Surv. Prof. Paper, 1975, 774-C, p. 18.
- Moore J. G. Geology of the Mount Pinchot quadrangle southern Sierra Nevada, California.— Geol. Survey Bull., 1963, N 1130, p. 150.
- Pirajno F. Geology, geochemistry and mineralisation of a spilite-keratophyre association in Gretaaceous flysch, East Cape area, New Zealand.— N. Z. Geol. and Geophys., 1979, v. 22, N 3, p. 307—328.
- Reed B. L., Lanphere M. A. Age and chemistry of mesozoic and tertiary plutonic rocks in south-central Alaska.— Geol. Soc. America Bull., 1969, v. 80, p. 23—44.
- Reed B. L., Lanphere M. A. Chemical variations across the Alaska-Aleutian range batholith.— J. Res. U. S. Geol. Surv., 1974, v. 2, N 3, p. 343—352.
- Riverin G., Hodgson C. Jay. Wall-rock alteration at the millenbach Cu — Zn mine, Noranda, Quebec.— Econ. Geol., 1980, v. 75, N 3, p. 36—42.
- Roberts R. G. The geological setting of the Mattagami Lake Mine, Quebec a volcanogenic massive sulfide deposit.— Econ. Geol., 1975, v. 70, p. 115—129.
- Sangster D. E. Precambrian volcanogenic massive sulfide deposits in Canada: a review Canadian Geol. Survey Paper, 1972, v. 72, p. 1—44.
- Segerstrom K., Ryberg G. E. Geology and Placer-Gold deposits of the Icarilla Mountains, Lincoln County, New Mexico.— Geol. Surv. Bull., 1974, v. 1308, p. 25.
- Sillitoe R. H. Some thoughts on gold-rich porphyry copper deposits.— Miner. deposita, 1979, v. 14, N 2, p. 161—174.
- Spence C. D., Rosen-Spence A. F. The Place of sulfide mineralization in the volcanic sequence at Noranda, Quebec.— Econ. Geol., 1975, v. 70, p. 90—101.
- Taubeneck W. H. Idaho batholith and its southern extension.— Geol. Soc. America Bull., 1971, v. 82, p. 1899—1928.

2 р. 70 к.

ПЗ
ВНП. 531



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ