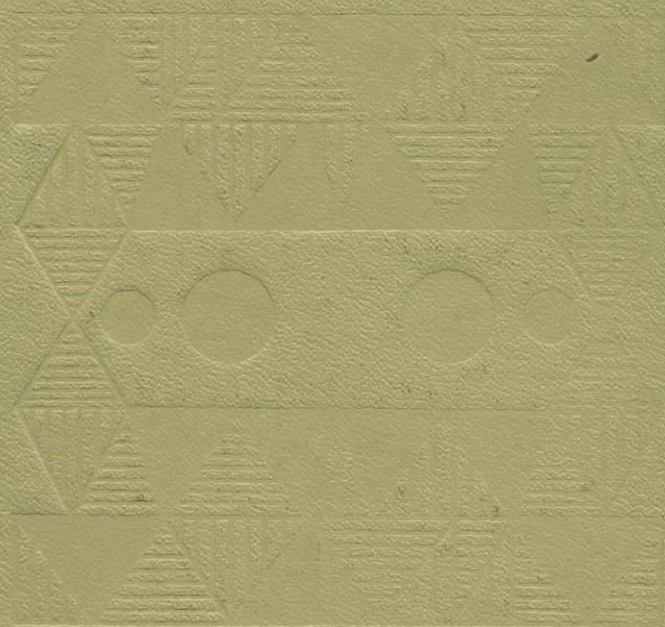


И.С.Усейко, И.Б.Щербатов, А.Л.Заяц



# БИОТИТЫ ДОКЕМБРИЯ

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И ФИЗИКИ МИНЕРАЛОВ

И. С. УСЕНКО, И. Б. ЩЕРБАКОВ, А. П. ЗАЯЦ

552.1+549.1+

## БИОТИТЫ ДОКЕМБРИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКОВА ДУМКА“  
КИЕВ — 1972

382

Монография посвящена исследованию биотитов метаморфических пород и гранитоидов докембрия и представляет собой сводку, включающую свыше 400 химических анализов биотитов, анализы некоторых сопутствующих минералов, вмещающих пород и их геологическую привязку.

Рассмотрены физические свойства биотита (показатели преломления, угол оптических осей, магнитные свойства) и особенности химического состава, обусловленные составом вмещающих пород и физико-химическими условиями образования. Исследованы закономерности изменения состава биотитов метаморфических пород при мигматитизации и гранитообразования; показано, что биотиты гранитоидов наследуют некоторые особенности состава биотитов исходных пород. Изучены особенности распределения элементов-примесей в биотитах.

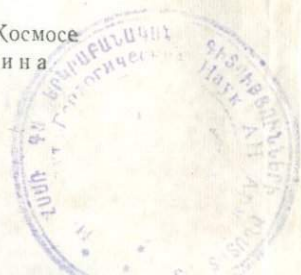
Рассчитана на широкий круг геологов и научных работников, занимающихся вопросами петрографии и геохимии докембрия.

Ответственный редактор  
чл.-кор. АН УССР И. С. Усенко

Рецензенты: кандидаты геол.-мин. наук В. Т. Латыш  
и Н. П. Щербак

588

Редакция литературы о Земле и Космосе  
Зав. редакцией В. Н. Завирихина



## Предисловие

Необычайно широкий диапазон устойчивости — от зеленосланцевой до гранулитовой фации, от наиболее глубоких plutонических пород до эффузивных любого химического состава — делает биотит самым распространенным фемическим минералом. Формула биотита включает все главные породообразующие компоненты, а широкие колебания в их соотношениях дают ценный материал для поисков общих закономерностей пороодообразования. Важной особенностью биотита является высокая изоморфная емкость его структуры и отсюда — способность биотита «проявлять» тончайшие геохимические признаки материнской породы.

Особо следует отметить, что биотит в процессе эволюции вещества от первичного осадка до гранита последовательно заменяет все фемические минералы и оказывается в результате последним и единственным фемическим минералом, в котором, как в фокусе, отражаются состав, условия образования конечной вмещающей породы и состав исходной породы.

Украинский щит (УЩ) — классический район развития докембрийских пород, однако из всех аналогичных районов биотиты Украины изучены, вероятно, наиболее полно; это позволяет ожидать, что все закономерности, установленные на примере биотитов УЩ, окажутся в той или иной мере справедливыми для любого из докембрийских районов.

В настоящей работе рассмотрены далеко не все возможные вопросы, связанные с изучением биотита. Авторы остановились лишь на главных из них — связи физических свойств с их составом, связи составов биотит — породе, корреляционных и морфогенетических особенностях биотита, закономерностях концентрации микроэлементов в биотитах и некоторых других. Ввиду неполноты аналитического материала не изучены связи состава биотитов с сосуществующими минералами, не рассмотрены некоторые экзотические типы биотитов (биотиты щелочных, железисто-кремнистых, карбонатных пород) и т. д. В книге собран справочный материал по опубликованным на 1. I 1969 г. анализам биотита, а также большое число оригинальных анализов биотита и вмещающих пород.

## Глава I. Состояние изученности биотитов УЩ

Биотит — самый популярный и наиболее изученный породообразующий минерал УЩ. Список работ, в которых достаточно подробно рассматриваются особенности состава и условий образования биотитов из пород УЩ, насчитывает не менее 60 наименований, в том числе не менее 30 работ посвящены этому минералу специально. Почти вся эта литература появилась за последние 28 лет, особенно в 60-е годы XX ст.: если до 1950 г. опубликовано около пяти работ, то начиная с 1960 г. появляется по три-четыре работы ежегодно. Авторы большинства публикаций по биотитам УЩ — В. С. Соболев, Ю. Ир. Половинкина, Е. А. Соколова, Г. М. Гнатив, О. И. Матковский, И. Б. Щербakov, В. Е. Тепикин, Т. Г. Хмарук, В. И. Павлишин, А. П. Заяц и др.

До 1940 г. некоторые сведения описательного характера встречаются во многих региональных работах, в частности в трудах Н. И. Безбородько, В. И. Лучицкого, П. И. Лебедева и других, однако все они ограничиваются исследованием оптических свойств и парагенетических соотношений. Так, В. И. Лучицкий в одной из первых своих работ (1913) обращает внимание на красновато-коричневую окраску биотита из гранулита и отмечает, что с возрастанием его содержания в породе исчезает гранат. П. И. Лебедев (1937) указывает, что биотит вместе с кварцем и магнетитом появляется в связи с гранитизацией чарнокитов. В известной монографии В. И. Лучицкого и П. И. Лебедева (1934) приведены значения углов  $2E$  биотита, измеренные с точностью до полуградуса.

Химические анализы биотитов в работах до 1940 г. не приводились, хотя известно, что Н. И. Безбородько одним из первых применил для получения мономинеральных фракций слюды способ откатывания и, возможно, является автором этого чрезвычайно простого и эффективного метода. Едва ли не единственный к этому времени на Украине анализ биотита приведен в работе П. Радзишевского (Е. К. Лазаренко и др., 1960). Э. В. Гейнрих (Heinrich, 1946) во всей мировой литературе до

1946 г. насчитывает немногим более 300 химических анализов биотита.

Первое крупное исследование биотитов УЩ — статья Е. З. Бурьяновой «Минералогия гранитных пегматитов Коростенского плутона на Волини» (1940), выполненная под руководством В. С. Соболева. Описание биотитов в этой статье составляет отдельную и очень содержательную главу; два химических анализа биотитов из пегматита являются, вероятно, первыми кондиционными анализами биотита из пород УЩ. Автор обращает внимание на крайне железистый состав анализируемых слюд, отмечая, что изменение состава биотитов идет параллельно с эволюцией пегматитов. Для характеристики состава биотитов применяется коэффициент железистости (по Д. П. Григареву).

Особый интерес представляет вывод Е. З. Бурьяновой о том, что «...биотиты гранитов коростенской магмы резко отличаются от биотитов гранитов житомирского и кировоградского типов по показателям преломления и, следовательно, по железистости» (1940, стр. 530). Установленные Е. З. Бурьяновой пределы колебаний  $N_g$  биотитов комплекса древних гранитов и рапакиви легли в основу выдвинутого ею же метода корреляции гранитоидов, который впоследствии нашел широкое применение в работах украинских петрографов.

Целую эпоху в изучении магнезиально-железистых минералов вообще и биотитов в частности составили широко известные работы В. С. Соболева — «Петрология восточной части сложного Коростенского плутона» (1947) и «Значение железистости фемических минералов и вспомогательные диаграммы для определения состава биотитов, роговых обманок и ромбических пироксенов» (1950). Эти работы, основанные на материале УЩ, оказали решающее влияние на пути развития отечественной и украинской петрологии и на много лет вперед определили главное направление в изучении фемических минералов.

В первой монографии, в разделе, касающемся слюд, заново рассматриваются химические анализы из работы Е. З. Бурьяновой. Здесь, в частности, констатируется, что значительное понижение показателя преломления этих биотитов связано не с магнием, а с высоким содержанием лития и фтора, что приводит также к уменьшению абсолютного содержания железа. В этой работе получил обоснование тезис: «...железистость и показатель преломления биотита может служить критерием для определения тектонического положения гранитов» (Соболев, 1947).

Вторая работа В. С. Соболева этого периода посвящена исследованию возможностей применения оптических свойств темноцветных минералов для оценки их состава. Автор подчеркивает, что «...одной из важнейших задач современных петрографических исследований является детальное изучение оптических

свойств минералов». Указав на недостатки ранее составленных диаграмм (Винчелл, Островский и др.), В. С. Соболев предложил ряд упрощенных диаграмм для определения железистости ромбических пироксенов, биотитов и роговых обманок, которые нашли самое широкое применение при минералого-петрографических исследованиях. В последующие 15—20 лет разными авторами опубликована целая серия подобных диаграмм: лишь в украинской литературе их насчитывается не менее девяти. К сожалению, некоторые авторы при построении своих диаграмм не учитывали весьма важный принцип, заложенный в диаграммах В. С. Соболева, а именно — необходимость учета условий образования биотитсодержащих пород.

Из работ по биотитам УЩ периода 1951—1955 гг. наибольший интерес представляют статьи Ф. Е. Лапчик, Ю. Ир. Половинкиной, А. П. Шендеровой и В. П. Костюка.

Ф. Е. Лапчик (1951) подтвердила возможность корреляции магматических комплексов путем изучения определенных свойств биотита, граната, апатита и др. Вслед за Е. З. Бурьяновой и В. С. Соболевым она устанавливает для  $Ng$  биотитов житомирских и кировоградских гранитов пределы колебания 1,655—1,669, для коростенских — 1,676—1,693. Ф. Е. Лапчик особо подчеркивает, что химизм биотита, в частности, в чарнокитах, отражает химизм соответствующих вмещающих пород.

Ю. Ир. Половинкина и А. Г. Шендерова (1954) на основании оптических данных 33 образцов биотита также подтвердили выделение древних гранитоидов с железистостью биотита 37—60% и коростенских — с железистостью 64—95%. Авторы отмечают, что в древних гранитоидах величина  $Ng$  нарастает от более основных и ранних членов к более кислым и поздним; в коростенских гранитах это соотношение меняется на обратное, причем в биотитах последних часто наблюдается красноватый оттенок.

Работа В. П. Костюка (1955) является первым применением метода парагенетического анализа на Украине. Новые химические анализы биотитов и других железисто-магнезиальных минералов позволили автору уточнить парагенетические диаграммы Д. С. Коржинского.

К этому же периоду (1951—1955 гг.) относится статья Е. П. Фурмана (1953), в которой доказывается обратно пропорциональная связь интенсивности окраски слюд (и железистости?) с величиной угла оптических осей, статья Е. М. Цыганова (1954) о литиевых слюдах, также подтверждающая вывод Е. П. Фурмана, статья Д. П. Бобровника (1954) о стадиях выветривания биотита и работа Е. К. Лазаренко (1955) о хромсодержащих слюдах. В монографии Ю. Ю. Юрка (1953) имеются описания и анализы биотитов района г. Умани, а также высказывается предположение о влиянии исходного состава ассимилированных магмой пород на состав биотитов.

Несколько работ появляется в конце 50-х годов.

Г. М. Гнатив и О. И. Матковский (1958) провели дальнейшую детализацию расчленения гранитоидов по величине  $N_g$  биотитов. Ими установлено, что биотиты осницких гранитов имеют  $N_g$  меньше 1,652; в житомирско-кировоградских гранитах  $N_g = 1,652—1,668$ ; в гранитах коростенского комплекса — 1,668—1,696. Эти авторы показали также, что по мере возрастания кислотности гранитоидов, что, вероятно, в общих чертах отвечает снижению температуры их образования, в биотитах уменьшается содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  и возрастает содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ . На значительном материале авторы установили, что железистость биотитов примерно отвечает железистости породы.

Ю. Ир. Половинкина и Е. П. Соколова (1958) описали несколько разновидностей слюд из зон околотрецинного метасоматического изменения ультраосновных пород Побужья. Показано, что магнезиальный биотит из корундового слюдита имеет высокое содержание алюминия и недостаток кремния, занимая, таким образом, промежуточное положение между слюдами и хлоритами.

В. А. Шустов (1958) провел ревизию пород украинского докембрия на предмет флогопитоносности. На основании критериев Д. С. Коржинского автор выделяет на УЩ два перспективных района — Завальевское графитовое месторождение на Побужье и мраморы с. Козиевки на р. Тетерева.

Основная масса работ по биотитам УЩ — свыше 25 наименований — относится к периоду 1960—1965 гг. В это время наряду с региональными работами, в которых приводится всесторонняя характеристика биотитов, продолжают рассматриваться парагенезисы биотитсодержащих пород, выявляются и уточняются закономерности связи оптических, физических и химических свойств биотитов, их изоморфизм, а также применение биотитов для расшифровки условий метаморфизма и гранитообразования.

В 1960 г. выходит монография М. Н. Ивантишина по геохимии гранитоидов УЩ, которая к тому времени была самой полной сводкой по химизму биотитов Украины (64 оригинальных химических анализа). Автор отмечает широкие колебания содержания минералообразующих окислов в биотитах в зависимости от их принадлежности к определенным магматическим комплексам. Выведены средние коэффициенты железистости для биотитов из разных типов гранитов и пегматитов.

Сведения по биотитам изверженных комплексов западной Волыни даны в монографии Е. К. Лазаренко и др. (1960). Выказанные ранее соображения о различии биотитов осницкого, житомирского и коростенского комплексов, о взаимозависимости железистости минерала и породы и т. д. дополнены спектральной характеристикой нескольких образцов биотита. Установле-

но, что темно-бурая окраска биотита из пегматитов г. Корца обусловлена повышенным содержанием  $Fe_2O_3$ . Зеленая окраска биотита из осницкого гранита вызвана  $FeO$ , влияние которого усилено натрием. Высказано предположение, что влияние фтора на окраску биотита совпадает с влиянием  $Fe^{2+}$  и противоположно влиянию гидроксила.

Оптические свойства биотита рассматриваются в работах А. П. Протченко и В. П. Куца (1962), И. Б. Щербакова (1962, 1963), Ю. Ир. Половинкиной и Е. П. Соколовой (1962), Ю. Ир. Половинкиной (1963), Т. Г. Хмарук (1964, 1965), Р. И. Сироштана и др. (1965), Ю. Р. Даниловича (1965) и др.

А. П. Протченко и В. П. Куц на новом материале подтвердили справедливость диаграммы для биотитов В. С. Соболева, однако отметили, что построение правильной прямой невозможно ввиду высокой вариации содержания магния в биотитах. Они отметили хорошую зависимость преломления биотитов от суммарного содержания железа. И. Б. Щербаков (1962, 1963) считает, что вследствие высокого содержания в биотитах гранулитовой фации  $TiO_2$ , сильно влияющего на преломление биотитов, прямая В. С. Соболева для биотитов из пород гранулитовой фации должна быть значительно смещена влево вверх.

Ю. Ир. Половинкина и Е. П. Соколова (1962) отметили сильное влияние на преломление биотитов содержания окисного железа; титан в слюдах вызывает характерный плеохроизм в красно-бурых тонах. В другой работе Ю. Ир. Половинкина (1963) присоединяется к мнению Д. Холла, что красноватый цвет биотита обусловлен повышенным содержанием хромофора титана при умеренном содержании закисного железа. В ряде работ продолжается обсуждение диаграммы В. С. Соболева состав — свойства для биотитов (Хмарук, 1964, 1965; Данилович, 1965; Сироштан и др., 1965). Т. Г. Хмарук в числе первых напомнила о необходимости учета состава и генезиса вмещающих пород при пользовании этими диаграммами, о чем некоторые авторы стали забывать.

Все больше внимания исследователей в работах начала 60-х годов привлекают те особенности химического состава, оптических свойств биотитов и их парагенезисов с сосуществующими минералами, которые позволяют получить сведения о  $P-T$ -условиях образования биотитсодержащих пород. Основным методом при решении вопросов становится анализ соотношений минералообразующих компонентов, выяснение пределов и схем метаморфизма, а также метод физико-химического анализа парагенезисов минералов Д. С. Коржинского.

И. С. Усенко (1959, 1960) рассмотрел пределы устойчивости порообразующих минералов основных и ультраосновных пород глубокометаморфизованных толщ Побужья и Приазовья при разных химических потенциалах вполне подвижных компонентов, таких как  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ . Он показал, что биотит

вместе с микроклином возникает в процессе калиевого метасоматоза, протекающего в связи с понижением температуры.

И. Б. Щербаков (1965) на основании парагенетического анализа известняков среднего Побужья показал, что слюда состава железистого флогопита может существовать в условиях гранулитовой фации.

Целый ряд новых данных получен по соотношению железистости биотита и сосуществующих с ним гранатов, пироксенов и роговых обманок. Так, для Приднестровья Е. Ф. Сидоренко (1961) установил парагенезис  $\text{Gr}_{65}\text{Cor}_{24}\text{Bi}_{36}$ . По данным Е. Н. Ушаковой (1960), для чарнокитов характерен парагенезис  $\text{Gi}_{70}\text{Bi}_{75}$ . И. Б. Щербаков (1962) показал, что в большинстве биотито-гиперстеновых пород железистость биотита превышает железистость гиперстена на 17%. С повышением железистости обоих минералов этот разрыв уменьшается. Железистость биотита всегда меньше, чем граната, причем их железистость нарастает строго параллельно. В паре роговая обманка — биотит железистость последнего всегда выше на 6—7%. Во второй работе (1963) приведены уточненные соотношения железистости минералов для различных биотитсодержащих парагенезисов. Для чарнокитовых пород западного Приазовья (Хмарук, Щербаков, 1965) показано, что в паре гиперстен — биотит железистость гиперстена в среднем на 3% выше. Для этой пары подтверждено существование экстремума при  $f = 60\%$ , хотя не исключается возможность существования второго экстремума при  $f = 25\text{—}30\%$ . В этой же работе установлена железистость пар клинопироксен — биотит, роговая обманка — биотит.

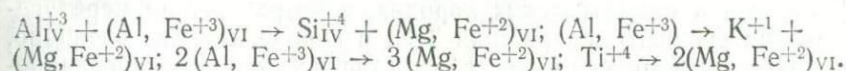
Р. И. Сироштан, В. И. Орс и Н. П. Щербак (1965) детально исследовали соотношения состава сосуществующих биотитов и роговых обманок из различных пород УЩ. Ими установлено, что в магматических породах существует прямая линейная зависимость между железистостью биотита и роговой обманки, причем железистость последней несколько выше. В метаморфических породах для этой пары устанавливается экстремум при  $f = 60\text{—}65\%$ . Ниже точки инверсии  $f_{\text{рог}} > f_{\text{би}}$ , выше ее —  $f_{\text{би}} > f_{\text{рог}}$ . По подсчетам авторов, коэффициент распределения

$K_{\text{Fe}}^{\text{рог-би}}$  для магматических пород составляет 1,0—1,3, а в метаморфических изменяется в пределах от 0,60 (в железистых породах) до 2,4 (в магнезиальных). На основании анализа кривой равновесия биотит — роговая обманка — плагиоклаз — цоизит — кварц в координатах  $\mu\text{FeO} - \mu\text{H}_2\text{O}$  авторы делают вывод, что при повышении температуры в магнезиальных породах железистость будет изменяться более резко, чем в железистых породах; экстремальная точка отвечает минимальным  $P - T$ -условиям. В этой же работе рассчитаны коэффициенты распределения марганца и титана в паре биотит — роговая обманка.

В ряде работ специально рассматриваются вопросы изоморфизма биотитов в связи с условиями их образования.

А. Л. Литвин (1961) показал, что в пегматитах Волини встречаются все составы слюд ряда биотит — лепидолит, что обусловлено изоморфным замещением  $Fe^{2+}$  на  $Li$  и  $Al^{3+}$ . Он составил диаграмму отношения величины межплоскостного расстояния 060 и среднего размера октаэдрического катциона, аналогичную известной диаграмме В. И. Михеева.

Ю. Ир. Половинкина и Е. П. Соколова (1962) на основании сравнения биотитов бердичевских гранитов, рапакиви и пегматитов Каменных Могил приходят к выводу о возможности существования, помимо изовалентного замещения магния закисным железом, также изоморфизма несовершенного типа между ионами различной валентности и координации. Предложены следующие схемы:



Предполагается, что титан в слюдах входит преимущественно в октаэдрические слои.

И. Б. Щербаков (1963, 1964, 1965) для сравнения биотитов применил коэффициент глиноземистости, ранее предложенный Д. А. Великославинским. На основании литературного и собственного материала сделан вывод, что в биотитах гранулитовой фации глиноземистость биотита изменяется в пределах 27—39%, а в биотитах пород амфиболитовой и более низкотемпературных фаций — от 38 до 50%. Одновременно показано, что степень замещения  $Si_{IV}^{+4} - Al_{IV}^{+3}$  меняется очень мало и незакономерно, так как уменьшение содержания глинозема в биотитах с повышением метаморфизма происходит в октаэдрических слоях. Установлено также, что на глиноземистость биотитов существенное влияние оказывает содержание  $Al_2O_3$  вмещающих пород. Высокотемпературные биотиты гранулитовой фации обогащены титаном. Содержания  $TiO_2$  и  $Al_2O_3$  в биотитах связаны обратной зависимостью; обратная связь наблюдается и в соотношении железистости биотита с содержанием  $TiO_2$ .

Показано, что биотиты из архейских гранитоидов УЩ по своей глиноземистости и титанистости полностью отвечают биотитам амфиболитовой фации и заметно отличаются от биотитов типичных изверженных пород. Для биотитов уманских гранитов установлена обратная зависимость между двумя температурными коэффициентами — глиноземистостью биотитов и содержанием  $TiO_2$  в сосуществующих с ними магнетитах.

Недостатком указанных работ И. Б. Щербакова является недостаточно строгий учет состава вмещающих пород, особенно в отношении глиноземистости. В. Г. Кушев и В. И. Павлишин (1964) изучили чисто железистую слюду из кварцитов

Криворожья, которая в природных парагенезисах ранее не была известна.

В 1966—1968 гг. в работах украинских петрографов продолжают рассматриваться фациальные особенности биотитов и их парагенетические ассоциации (Кравченко, Хмарук, 1966; Щербаков, 1966; Байраков и Горошников, 1966; Орса, 1967; Скаржинская, 1967).

Для биотитов из осадочно-вулканогенных образований Базавлукской структуры В. Л. Бойко и И. Б. Щербаков (1967) показали существование прямой связи между железистостью и глиноземистостью биотитов, между железистостью биотитов и породы. Связь между содержанием  $TiO_2$  в биотитах и породе отсутствует, на что указывали также Р. И. Сироштан и др. (1965). Содержание  $TiO_2$  в биотите значительно превышает его содержание в породе. Отношение этих величин в метапелитах иное, чем в магматических породах, и возрастает по мере увеличения среднего содержания  $TiO_2$  в породе. Биотит, очевидно, единственный минерал-носитель титана в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций. Подтверждается отсутствие связи глиноземистости биотита и содержания  $Al_2O_3$  в породе.

Б. И. Горошников (1967), изучавший биотиты высокоглиноземистых пород Украины, в основном подтверждает приведенные выше заключения: с возрастанием железистости пород возрастает и железистость биотита; для  $TiO_2$  такой связи нет; не наблюдается также связи между содержанием  $Al_{VI}$  и  $Al_2O_3$  в валовом составе пород; содержание  $Ti$  и  $Al$  в октаэдрах зависит от степени метаморфизма пород. Автор присоединяется к мнению Л. П. Никитиной (1965) о возрастании роли замещения кремния алюминием с повышением температуры метаморфизма.

В работах последних лет приводится новый аналитический материал по биотиту (Юрьев, 1969; Кононов, 1969). Р. Я. Белевцев (1969) на основе биотит-гранатового термометра оценил температурные условия гнейсов и гранитоидов Приингулья в  $650^\circ$ . Анализ биотита с содержанием  $TiO_2 = 7,64\%$  имеется в статье Г. К. Еременко и А. А. Шваковой (1969).

Некоторые предварительные выводы из настоящей работы опубликованы в двух статьях И. С. Усенко, И. Б. Щербакова, А. П. Заяц и В. Е. Тепикина (1969, 1970).

Структурные исследования слюд Украины начато в самые последние годы.

Основные исследования были посвящены политипии биотитов. Первая работа такого направления принадлежит Ю. Ир. Половинкиной и Е. П. Соколовой (1962). По дебаеграммам трех образцов авторы установили наличие политипа  $2M_1$  у биотита из бердичевского гранита, политип  $1M$  — у биотита из пегматита корсунь-квомиргородского рапакиви,  $1M$  — у биотита из пегматоидного гиперстенита Каменных Моги.

В статье В. Е. Тепикина (1964) обосновывается необходимость статистического изучения полиптипии слюд и предложен новый метод лауэграмм.

Метод лауэграмм использован в работе В. И. Павлишина и В. Е. Тепикина (1964) при изучении высокожелезистых биотитов из окологегматитовых пород в коростенских рапаквивидных гранитах. Показано, что абсолютное большинство слюд представлено полиптипом 1М. Полиптипия биотитов, триоктаэдрических слюд и своеобразных продуктов их гидротермального замещения — «зеленых слюд» в гегматитах Волини — рассматривалась в статье В. Е. Тепикина и А. Л. Литвина (1964); в ней отмечено существование связи между степенью совершенства кристаллической структуры последних.

Тот же метод определения полиптипии по лауэграммам применен в статье В. И. Павлишина (1966), в которой автор описывает результаты исследования полиптипии слюд ряда магматических комплексов Украины. Изучена также полиптипия высокожелезистых слюд типа сидерофиллита-лепидомелана (Тепикин, 1968). Детальное изучение структуры такого биотита было проведено предварительно по двумерным данным (Дриц, Тепикин, Петрунина, 1967), а затем по трехмерному набору интенсивностей (Тепикин, 1968а). Результаты этих уточнений показывают, что структура высокожелезистого биотита отличается от структур ранее описанных слюд.

Сравнительно недавно начато изучение биотитов в такой перспективной области, как распределение элементов-примесей в зависимости от условий образования пород, первичной обогащенности субстрата, магмы, вмещающих пород, времени кристаллизации биотита, наложенных процессов и т. д.

В первой сводке по этому вопросу, принадлежащей М. Н. Ивантишину (1960), приводятся средние содержания элементов-примесей в биотитах из различных гранитоидных комплексов УЩ, отмечено закономерное возрастание их содержания от древних к молодым гранитоидам; распределение редких и рассеянных элементов в биотитах использовано как дополнительный критерий в сравнительной характеристике гранитоидов.

В ряде работ (Ивантишин, Заяц, Куц, 1965; Заяц, 1964, 1966; Заяц и Щербаков, 1964; Зинченко, 1965) содержатся данные по распределению лития и рубидия в биотитах гнейсов и гранитов. В. С. Мищенко и В. И. Орса (1965) применили статистические параметры для оценки распределения редких щелочей в биотитах из гранитоидов Приднепровья.

В немногих работах рассматриваются закономерности концентрации других малых элементов в биотитах. Из них наиболее интересна в этом отношении статья В. С. Мищенко и В. И. Орсы (1968) о закономерностях концентрации никеля и кобальта в биотитах на примере среднего Приднепровья, которые могут быть использованы в корреляционных целях.

## Глава II. Характеристика коллекции и группировка анализов

Коллекция анализов биотитов охватывает минералы метаморфических, метасоматических и магматических пород, слагающих докембрий УЩ. В нее не вошло относительно небольшое число анализов биотитов по остальной территории УССР (Раховский массив Карпат, эффузивы Днепровско-Донецкой впадины и западного обрамления щита, Крым и т. д.). Сводка включает только анализы слюд флогопит-аннитового и истонит-сидерофиллитового рядов.

Коллекция содержит 405 полных силикатных анализа биотита. Из них около 200 анализов принадлежат авторам и публикуются впервые. Около 30 анализов заимствовано из отчетов, диссертаций, находящихся в печати работ и также впервые публикуются с согласия их авторов.

Авторы работ имели возможность частично использовать материал для измерений оптических констант и просмотра шлифов по ранее опубликованным анализам биотита. Такой материал получен от М. Н. Ивантишина, В. Л. Бойко, В. И. Орсы, Т. Г. Хмарук, В. Т. Латыша, которым авторы выражают благодарность.

Распределение анализов биотита по типам пород и по площади в силу исторически сложившихся традиций и разной оснащенности докембрия чрезвычайно неравномерно. Большая часть анализов — около 250 — относится к мигматитам и гранитоидам, менее 150 — к относительно слабо гранитизированным и метаморфическим породам. Слабо аналитически освещены биотиты из метаморфических комплексов юго-западной части щита, Побужья, Приазовья и, особенно, Криворожья. Хорошо описаны биотиты высокоглиноземистых пород в статье Б. И. Горошеникова (1967). Из массивов гранитоидов наиболее хорошо охарактеризованы биотиты Чудново-Бердичевского, Уманского, Богуславского и Кировоградского массивов, для которых имеется часто по несколько образцов из одного и того же обнажения. Почти совершенно не охарактеризованы массивы щелочных и многих погребенных массивов гранитов. Очень мало

качественных анализов биотитов по гранитам такого, казалось бы, хорошо изученного комплекса, как коростенский. Химические анализы биотита сгруппированы в 39 разных по объему групп (приложение, табл. 1). Первичная группировка анализов биотитов метаморфических пород проведена одновременно с учетом химического состава и генезиса вмещающих пород. Выделены группы биотитов из биотитизированных метаультрабазитов, пироксен- и амфиболсодержащих метабазитов, основных пород, для которых авторы анализов предполагают эффузивное либо гипабиссальное происхождение, амфиболовых гнейсов и мигматитов по ним, высокоглиноземистых метапелитов (с силлиманитом или кордиеритом), умеренно глиноземистых метапелитов (с гранатом или мусковитом), биотит-плаггиоклазовых гнейсов и биотит-плаггиоклаз-микроклиновых гнейсов. Биотиты из специфических пород — железисто-кремнистых и чарнокитов, которые по химическому составу отвечают биотитовым гнейсам, — выделены в отдельные группы. Таким образом, первичная группировка отражает не только химический состав и происхождение, но отчасти и физико-химические условия образования биотитсодержащих пород.

Группировка анализов из мигматитов и гранитоидов произведена примерно таким же способом — от основных к более кислым и вместе с тем от древних к более молодым. Авторы считают необходимым сохранить для групп из массивов гранитов их традиционные для украинской литературы названия. Каждая из групп включает все разновидности пород и пегматиты данного типа гранитов.

Учитывая значительную условность и явные недостатки принятой в работе группировки, авторы считают ее единственно возможной на современном этапе развития геологических знаний.

В каталоге вмещающих пород (приложение) представлены сведения о месте отбора проб, краткие сведения по сосуществующим минералам и их количественным соотношениям (см. приложение, табл. 5), а также некоторые сведения по биотиту (наличие зональности, мусковитизации и др.). Для микроклинов по возможности приводится субъективная оценка степени совершенства двойниковой решетки. Не поддаваясь количественному выражению, такая оценка имеет определенный геологический смысл, позволяя в петрографической работе более уверенно производить расчленение гранитоидов внутри обширной и в то же время безликой массы, какой являются породы кировоградско-житомирского комплекса.

Авторы столкнулись с большими трудностями при определении качества анализов, так как таких критериев для биотитов практически нет.

Критерий определения класса анализа, предложенный М. Хеем и основанный на величине суммы окислов, по мнению

авторов, не в состоянии дать даже самого приблизительного представления о его качестве. Подавляющее большинство анализов биотита по сумме удовлетворяет требованиям анализов первого и второго классов М. Хея, причем в их число попадают анализы явно недоброкачественные. Из оригинальных анализов авторов критерию суммы не удовлетворяют лишь 50, выполненных опытным заводом лабораторий ИОНХ АН УССР (аналитики К. А. Эстерлис, Ф. Е. Бекман, А. Д. Лагутина, И. Г. Пекарская). Причину занижения суммы в этих анализах лаборатории установить не удалось.

Мы не считаем также необходимым отбраковывать анализы из-за невозможности определения тех или иных второстепенных окислов, отсутствия физических констант или недостаточной петрографической привязки.

За критерий качества анализов были приняты допустимые пределы изоморфных замещений, исходя из структурной формулы биотита как члена изоморфного ряда флогопит — аннит — истонит — сидерофиллит. Приняты достаточно широкие пределы замещения с учетом границ, в которых находятся анализы в справочнике У. А. Дира, Р. А. Хауи и Дж. Зусмана (1968). Нижний предел содержания калия в указанной работе составляет 0,662 формульных единиц, верхний — 1,00. Нами для калия принят предел 0,60—1,05 (вероятно, слишком широкий).

Высокие содержания кальция, натрия и низкие — калия для чистого вещества в большинстве случаев, вероятно, вызваны ошибками анализа, хотя и часто выполнены классическим методом. Основанием для таких сомнений могут служить результаты следующих контрольных анализов:

№ анализа	Первичные данные			Контрольные анализы		
	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO
260	3,99	2,65	—	6,60	0,18	—
90	7,88	1,40	—	7,44	0,13	—
318	7,12	0,55	0,54	9,00	0,40	0,07
203	9,80	0,14	0,09	9,60	0,40	0,07
25	7,66	0,24	0,42	9,20	0,40	0,07

В настоящей работе верхние пределы для натрия и кальция приняты соответственно 0,38 и 0,20 формульных единиц, а для суммы катионов группы  $x$  — 0,60—1,15.

Сумма катионов группы  $y$  для биотитов должна находиться в пределах 2,5—3,0. Однако, как считает Хауи и др., «...нет оснований предполагать невозможность существования слюд, у которых количество ионов  $y$  на формульную единицу колебалось бы от 4 до 6» (1968). В сводке этих авторов имеются анализы с суммой 2,42—3,25. Исключение сделано лишь для биотитов из

ультраосновных и железистых пород, так как для последних доказана возможность почти полного замещения алюминия окисным железом.

Более жесткие рамки установлены для пределов изоморфизма Si—Al в тетраэдре.

В соответствии с теоретической формулой отброшены все анализы с содержанием тетраэдрического кремния выше и ниже пределов 2,5—3,0.

В результате отсева из таблиц отброшено 45 химических анализов. Эти анализы не вошли и в средние подсчеты, хотя некоторые из них частично могут быть использованы. Многие анализы отбракованы сразу по нескольким признакам. Ясно, что далеко не все отбракованные анализы недоброкачественны. Вполне возможно, что некоторые из них отражают реальные составы биотитов, возникающие в результате расширения пределов смесимости в определенных условиях. Слюды такого аномального состава подлежат особому исследованию, которое выходит за рамки нашей работы.

Такими, в частности, могут оказаться многие биотиты из гранитов и пегматитов Коростенского и Корсунь-Новомиргородского массивов.

О качестве анализов, выполненных разными аналитиками в разное время, мы имеем лишь приблизительное суждение по нескольким парам анализов из образцов, отобранных в одном обнажении, но не из одного штуфа. Таковы пары образцов № 277—278, 273—274—275—276, 315—316, 317—318, 335—336—337. Парные анализы указывают на удовлетворительную сходимость; расхождения обусловлены, главным образом, определением полуторных окислов. Время выполнения анализа не отражается на его качестве.

Химические анализы биотитов пересчитаны на кристаллохимические формулы на основе 11 атомов кислорода. Для дополнительной характеристики применялись коэффициенты, отражающие состав биотитов.

Коэффициент общей железистости (Соболев, 1947):

$$f = \frac{\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}}{\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn} + \text{Mg}} \cdot 100\%.$$

Коэффициент, отражающий степень замещения Si—Al в тетраэдрах (Маракушев, 1961):

$$a_{\text{Si}} = \frac{\text{Al}_{\text{IV}}}{\text{Al}_{\text{IV}} + \text{Si}_{\text{IV}}} \cdot 100\%.$$

Коэффициент агпайтности:

$$ag = \frac{\text{K} + \text{Na}}{\text{Al}} \cdot 100\%.$$



Коэффициент окисления Fe (Кориковский, 1965):

$$I_0 = \frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+}} \cdot 100\%$$

Коэффициент  $f_0$  испр. — коэффициент окисления железа, исправленный на основании зависимости  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2 V$  биотита.

При оценке глиноземистости биотита применен коэффициент  $al$ , отличающийся от одноименных коэффициентов Д. А. Великославинского (1965), С. П. Кориковского (1965) и других тем, что из-за принципиально иного поведения окисного железа в сравнении с глиноземом, эти окислы разделены:

$$al = \frac{\text{Al}_{VI}}{\Sigma y} \cdot 100\%.$$

### Глава III. Физические свойства биотитов

#### ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Светопреломление биотитов, как известно, находится в сложной зависимости от содержания минералообразующих компонентов — главным образом железа, магния, титана, лития и фтора. Необходимость хотя бы приблизительной оценки состава биотитов обусловила применение упрощенных диаграмм, в которых  $N_g$  связано с содержанием суммы Fe либо с железистостью (Winchell, 1935; Бельтершли и Турцев, 1940; Островский и Петров, 1940; Heingich, 1946). В. С. Соболев (1950) убедительно показал, что применение упрощенных диаграмм  $N_g$  — железистость биотита дает достаточно надежные результаты, которые могут быть с успехом использованы в практике петрографической работы. В то же время В. С. Соболев впервые учел влияние второстепенных окислов, разделив свои диаграммы по генетическому признаку. А. Б. Вистелиус на основе 94 анализов биотита дал статистическую оценку и рассчитал силу связи  $N_g$  биотитов с содержанием в них магния и железа; он пришел к выводу, что связь  $N_g$  значительно сильнее  $MgO$ , чем  $FeO$ , а вообще «...ответственные заключения о содержании  $MgO$  в слюде по ее показателю преломления можно делать только качественно» (1956).

Диаграммы В. С. Соболева вызвали появление большого количества аналогичных диаграмм как для биотитов, так и для других минералов (Протченко и Куц, 1962; Лапчик, 1957; Жуйкова, 1963; Никитина, 1965; Малахова и Сазонова, 1963; Данилович, 1965; Сироштан и др., 1965; Макагон и Шмакин, 1964; Вольнец и др., 1967; Горошников, 1967; Доброхотов, 1968; и др.). Большинство из них являются частными диаграммами для биотитов отдельных групп пород либо петрографических регионов и, как правило, не учитывают химизма вмещающих пород и  $P$ — $T$  условий образования. Лишь относительно недавно стали появляться диаграммы  $N_g$  — железистость для биотитов из разных изохимических рядов и метаморфических фаций (Щербаков, 1962; Хмарук, 1964; Другова, Глебовицкий, 1965; Кориковский,

1967; и др.). Е. Н. Ушакова (1968) рассчитала одномерные линейные уравнения для отдельных парагенетических типов биотитов из метаморфических пород.

Наиболее сильное влияние на величину  $Ng$  биотитов оказывают  $Ti$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $F$  и  $Li$ .

В. Кунитц (Kunitz, 1936) оценивал влияние титана как 0,010 на вес %  $TiO_2$ , Д. Холл (Hall, 1941) — 0,0046, В. С. Соболев (1949) — 0,008, И. Б. Щербаков (1965) — 0,008. Согласно новым данным Н. И. Коваленко и др. (1968) по искусственным титанистым биотитам, 1 вес.%  $TiO_2$  увеличивает  $Ng$  биотита на 0,006.

Повышение  $Ng$  биотитов в связи с возрастанием окисления железа отмечали В. Кунитц (1936), В. Г. Кушев и В. И. Павлишин (1964), О. М. Римская-Корсакова и Е. П. Соколова (1964), Э. В. Гейнрих (Heinrich, 1946), И. А. Островский и В. П. Петров (1940), В. С. Соболев (1949), Д. П. Сердюченко (1953) и др. Некоторые авторы (Горошников, 1967; Никитина, 1963) отрицают влияние  $Ti$  на  $Ng$  биотитов.

В. С. Соболев (1947) на примере литиевых биотитов из пегматитов Коростенского плутона установил, что 1 вес.%  $Li_2O$  понижает показатель преломления почти на 0,03. Его прямая для биотитов из фторсодержащих пегматитов располагается почти на 10% железистости ниже соответствующей прямой для биотитов из метаморфических пород.

#### Методика измерения

При определении светопреломления биотитов всегда возникают значительные погрешности. Первоначально нами за больший показатель преломления биотитов принималось некоторое наиболее характерное значение, т. е. практически преломление одного-двух, как нам казалось, наиболее типичных зерен. В качестве таковых избирались достаточно прозрачные чистые таблички с наименее скошенными краями. Однако после многочисленных повторных измерений оказалось, что расхождения полученных значений достигают 0,01 и даже больше. В связи с этим возникли следующие вопросы: как велики расхождения в оценке  $Ng$  биотита из одного и того же образца и чем они вызваны — методикой или субъективной ошибкой измерения, различиями в величине  $Ng$  и  $Nm$ , либо существуют объективно и отражают различие составов отдельных зерен биотита в пределах одного небольшого образца?

С целью выяснения причин и величины рассеяния  $Ng$  биотитов были проведены опыты. Для измерения  $Ng$  в иммерсионных жидкостях применялся метод хроматической вариации на микроскопе МИН-8 с помощью фильтрового монохроматора «Спектр» с осветителем ОИ-24. Оказалось, что наиболее досто-

верные результаты при работе с этим монохроматором получают на фильтрах 2, 3 и 4 при углах наклона до 25°. Преломление иммерсионных жидкостей постоянно контролировалось на рефрактометрах РДУ и ИРФ-23; поправки на дисперсию минерала принимались равными половине поправки на дисперсию жидкости.

При измерениях табличек, в которых можно было измерить срединную часть, оказалось, что в зональных биотитах различия в преломлении центра и наружной зоны не превышали 0,005—0,008 и при этом всегда была хорошо заметна более темная окраска наружной зоны. Преломления биотита в пределах плеохронных оболочек вокруг кристаллов аксессуаров были выше неизменной части кристаллов в среднем на 0,01, но иногда превышали эту величину и достигали 0,02, однако в каждом таком случае было хорошо видно, что повышенное преломление биотита обусловлено именно плеохронной оболочкой.

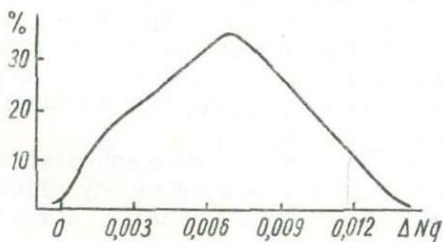


Рис. 1. Распределение отклонений  $N_g$  биотитов от среднего арифметического по данным измерений в 174 образцах.

Величина двупреломления в пластинках по базопинакоиду, если вообще поддавалась измерению, не превышала 0,003 и не может быть причиной значительного рассеяния величины показателей преломления.

Массовые измерения серии из 174 образцов биотита по 8—12 зернам в каждом образце дают среднюю величину рассеяния показателей преломления 0,0067, причем в 98,3% всех случаев получены цифры в пределах от 0,000 до 0,014. Закон распределения строго нормальный (рис. 1). Эти цифры вполне сопоставимы с данными измерения отдельных чешуек биотита, полученных при раздавливании одного кристалла (обр. 160):

	I зерно	II зерно	III зерно	IV зерно
Число измеренных табличек	13	12	13	6
$N_g$ среднее	1,6567	1,6512	1,6582	1,657
Размах	0,011	0,008	0,003	0,001

Неоднократные измерения большого количества зерен биотита в одном образце разными исполнителями показывают относительно высокую сходимость средних результатов, что свидетельствует о незначительной (0,001—0,003) величине систематической и субъективной ошибки. Например:

	I исполнитель		II исполнитель	
	Число зерен	$N_g$ среднее	Число зерен	$N_g$ среднее
Число зерен	41	1,6497	55	1,6505
$N_g$ среднее		0,016	32	1,6523
Размах			0,014	0,013

Результаты опытных определений  $N_g$  биотитов позволяют сделать вывод, что колебания в величине показателей преломления биотита из одного образца обусловлены преимущественно случайными ошибками метода и отчасти изменением состава биотитов в направлении, нормальном к безопинакиту. Это подтверждается также и тем, что между величиной размаха  $N_g$  и составом либо генезисом вмещающих пород не устанавливается никакой зависимости; существование такой зависимости, как отражение состояния равновесия ассоциаций сосуществующих минералов, вероятно, указывало бы на колебания в составе биотита в пределах одного штуфа. Размах колебаний  $N_g$  биотитов в одном образце в общем возрастает по мере увеличения числа замеров.

Приемы математической статистики ни в одном случае не обнаружили различия между несколькими сериями замеров  $N_g$  биотита из одного образца, а также между измерениями двух исполнителей.

Для определения минимального количества зерен биотита в образце, необходимого для оценки его показателя преломления, были выполнены четыре серии замеров (обр. 160):

	I	II	III	IV
Число измеренных зерен	35	10	6	3
$N_g$ среднее	1,654	1,652	1,654	1,653
Размах	0,014	0,009	0,014	0,006

Исходя из этих данных, в качестве минимального количества зерен при измерении была принята цифра 6, но в большинстве наших образцов измерено по 8—12 зерен. Для выяснения связи  $N_g$  биотитов с их составом использованы лишь результаты собственных измерений.

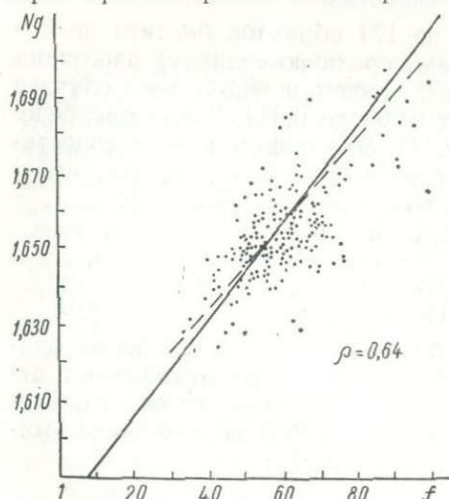


Рис. 2. Зависимость  $N_g$  биотитов от величины общей железистости. Пунктирная линия — прямая В. С. Соболева (1950) для биотитов из гранитов.

#### ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ $N_g$ ОТ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БИОТИТОВ

Построенная нами диаграмма зависимости  $N_g$  биотитов от общей железистости (рис. 2) очень близка к прямой В. С. Соболева (1949) для биотитов из гранитов, а в области составов с железистостью 50—65%

полностью с нею совпадает. Диаграмма определяется уравнением прямой:  $Ng = 0,0018f + 1,580$ .

Рассмотрение суммарной прямой позволяет сделать такие выводы:

1) показатели преломления природных биотитов по  $Ng$  изменяются от 1,580 до 1,708; 2) в биотитах существует непрерывный ряд смешимости магниевое и железистого компонентов; 3) раз-

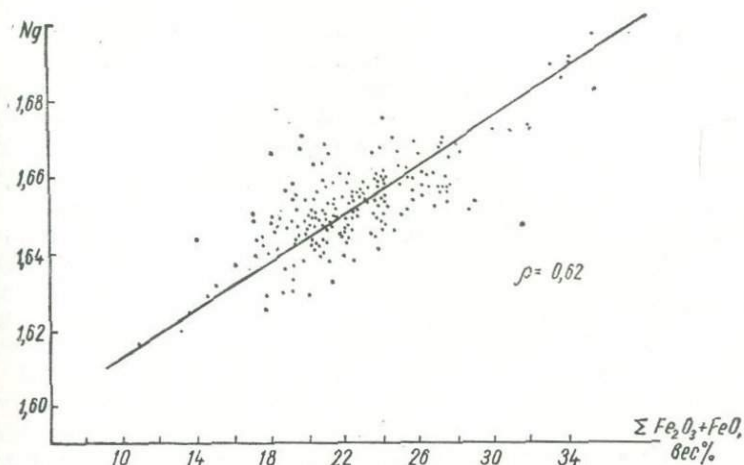


Рис. 3. Зависимость  $Ng$  биотитов от содержания железа.

брос точек около прямой достаточно велик и составляет в среднем 10% железистости; 4) содержание  $TiO_2$  и других второстепенных окислов не оказывает существенного влияния на характер прямой или не обнаруживается из-за других причин.

Сила связи железистости и преломления биотитов не очень велика и определяется коэффициентом корреляции, равным 0,64. Для связи  $Ng - FeO + Fe_2O_3$  (вес.%) получен коэффициент корреляции 0,62. Разброс точек относительно прямой (рис. 3) столь же велик, как и для первой диаграммы.

Для построения частных графиков

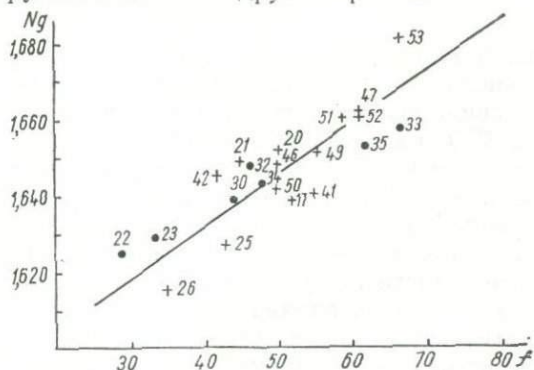


Рис. 4. Зависимость  $Ng - f$  для биотитов из богатых  $CaO$  пород амфиболитовой и зеленосланцевой фаций:

● — амфиболитовая фация, + — зеленосланцевая фация.

нашего материала совершенно недостаточно. Построен лишь один график — для биотитов из основных пород амфиболитовой и зеленосланцевой фаций (рис. 4), который оказался очень близким к соответствующей кривой С. П. Кориковского (1965).

Для определения влияния  $TiO_2$  на величину  $Ng$  биотита построен ряд графиков, на которых отложено содержание  $TiO_2$  в

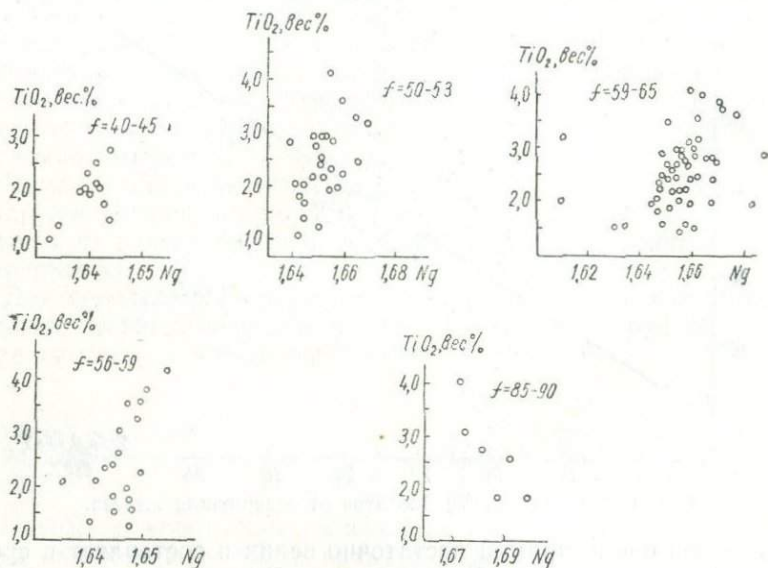


Рис. 5. Зависимость  $Ng$  биотитов от содержания  $TiO_2$  при фиксированной железистости.

вес. % против  $Ng$  биотитов (рис. 5); величина железистости для данного узкого интервала принята постоянной. Несмотря на большой разброс точек, эти графики позволяют видеть, что влияние  $TiO_2$  на показатели преломления обнаруживается лишь при его содержании свыше 2%. В интервале железистости 40—45% один весовой процент  $TiO_2$  повышает  $Ng$  биотита на 0,006, в интервале 50—53% — на 0,005, в интервале 59—65% — на 0,006, в интервале 56—59% — примерно на 0,01. В прочих интервалах железистости связь не устанавливается. Совершенно неожиданным оказалось влияние  $TiO_2$  на  $Ng$  при высокой железистости биотитов. Оказалось, что при железистости 85—90% один весовой процент  $TiO_2$  снижает  $Ng$  биотита на 0,007. Такой странный результат объясняется, вероятно, тем, что биотиты с высокой железистостью, принадлежащие главным образом к породам коростенского комплекса, содержат повышенное количество фтора и лития. В конечном счете понижающее воздействие фтора и лития на  $Ng$  биотита оказывается, вероятно, более сильным.

На основании приведенных соображений можно сделать вывод, что в среднем для биотитов 1%  $TiO_2$  повышает  $Ng$  биотита на 0,0065.

Выяснить влияние  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$  на  $Ng$  таким путем не удастся, однако для  $Fe_2O_3$  можно использовать другой способ.

Как показано ниже, существует хорошая зависимость  $Fe_2O_3-2V$  биотитов, поэтому можно ожидать существования закономерной связи  $2V-Ng$  в пределах каждого небольшого зерна биотита. Серия измерений подтверждает эту связь (рис. 6), однако расчет влияния  $Fe_2O_3$  на  $Ng$  этим путем дает для двух образцов очень низкие значения — 0,0034 и 0,002 на 1%  $Fe_2O_3$  соответственно.

Более объективен, вероятно, способ, который основан на том, что при температуре  $600^\circ$  практически все железо переходит в окисную форму (Бельштерли и Турцев, 1940), вызывая значительное увеличение  $Ng$  и  $2V$  биотита. Эта связь  $Ng-Fe_2O_3$  прокаленных биотитов иллюстрируется на графике (рис. 7); начальные содержания  $Fe_2O_3$  скорректированы по зависимости  $Fe_2O_3-2V$  (см. рис. 12). Рассчитанные таким образом приращения на 1%  $Fe_2O_3$  изменяются в пределах 0,0036—0,011 и в среднем для

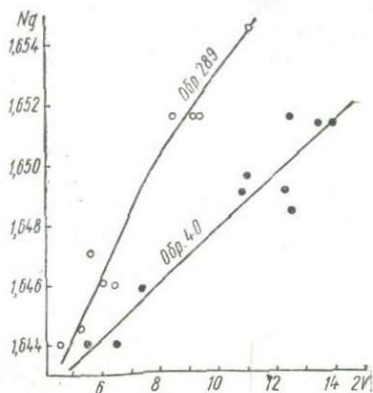


Рис. 6. Связь  $Ng-2V$  в отдельных таблечках биотита в образцах № 40 и 289.

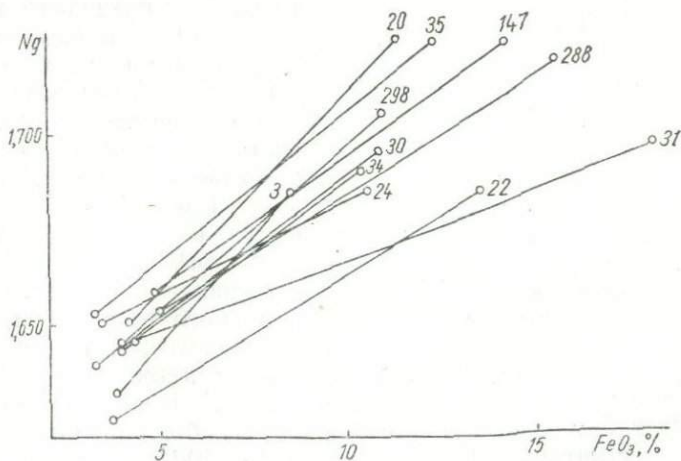


Рис. 7. Возрастание  $Ng$  биотитов в связи с увеличением содержания  $Fe_2O_3$  при нагревании до  $900^\circ$ .

11 образцов составляют 0,0065. Полученная цифра кажется вполне реальной и говорит о том, что влияние окисного железа на показатель преломления биотита равно воздействию  $TiO_2$ .

### УДЕЛЬНЫЙ ВЕС

Сведения о связи удельного веса биотитов с их составом невелики (диаграмма для пироксен-антитовых слюд В. Е. Трегера и указание И. А. Островского и В. П. Петрова (1940) о возрастании удельного веса с повышением содержания  $FeO$ ).

Плотность биотитов нашей коллекции определялась пикнометрическим методом. Пикнометры объемом 2—4 мл заполнялись материалом на одну треть. Как показали контрольные измерения, точность определения удельного веса невысокая. Средняя величина отклонения контрольных измерений составляет 0,04, а максимальное отклонение — 0,13.

Удельный вес большинства анализированных биотитов в пределах 2,68—3,33 г/см<sup>3</sup>, причем более 95% биотитов имеют удельный вес в пределах 3,0—3,2. Удельный вес безжелезистого флогопита, в соответствии с нашей диаграммой (рис. 8, а), должен быть в пределах 2,58—2,60 г/см<sup>3</sup>.

Кривая зависимости удельного веса биотитов от их железистости (рис. 8, а)

имеет сложную форму. В интервале железистости 0—25% она определяется уравнением  $d = 2,60 + 0,012f$ . В области железистости 25—40% происходит сильный перегиб с выполаживанием кривой, а в интервале железистости 40—100% уравнение прямой имеет вид:  $d = 2,848 + 0,042f$ . В этой области данная прямая приближается к прямой В. Е. Трегера.

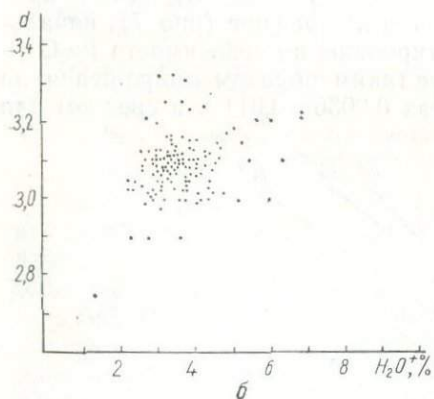
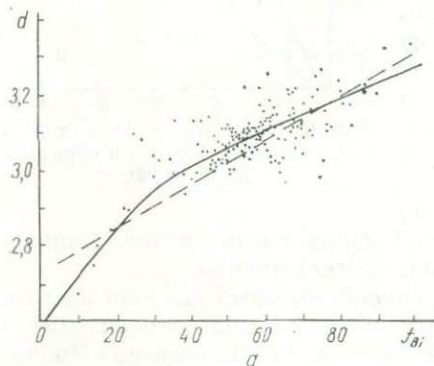


Рис. 8. Связь удельного веса биотитов с общей железистостью (а) и содержанием  $H_2O+$  (б).

имеет сложную форму. В интервале железистости 0—25% она определяется уравнением  $d = 2,60 + 0,012f$ . В области железистости 25—40% происходит сильный перегиб с выполаживанием кривой, а в интервале железистости 40—100% уравнение прямой имеет вид:  $d = 2,848 + 0,042f$ . В этой области данная прямая приближается к прямой В. Е. Трегера.

Предположение о существовании зависимости удельного веса биотитов от количества конституционной воды не подтверждается (рис. 8, б).

### МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ

Биотит является слабым парамагнетиком. По нашим данным, магнитная восприимчивость биотита изменяется от 0 до  $40 \cdot 10^{-6}$  CGSM, а по данным Г. И. Кругляковой (1954), — от 5 до  $80 \cdot 10^{-6}$  CGSM. Как показали опыты М. К. Бельштерли и А. А. Турцева (1940), магнитные свойства биотита не изменяются до температуры  $1100^\circ$ , когда начинается разложение биотита. Г. И. Круглякова считает, что в группе парамагнитных минералов — граната, турмалина, роговой обманки и слюд — магнитная восприимчивость является функцией общего содержания железа. Эта кривая общая для всех парамагнитных минералов и имеет вид параболы.

Удельная магнитная восприимчивость 60 образцов биотита измерена в лаборатории ВНИГНИ Г. И. Мамоновой и С. А. Свердловой по методике, разработанной Ф. Н. Ефимовым.

Полученные данные обнаруживают наличие корреляционной связи магнитной восприимчивости биотита с его составом, хотя связь эта не настолько велика, чтобы иметь практическое значение.

Наиболее сильную корреляционную связь магнитная восприимчивость имеет с общей железистостью биотита. Для исследованных биотитов с железистостью до 70% эта зависимость имеет вид пологой прямой (рис. 9, а), однако есть основания полагать,

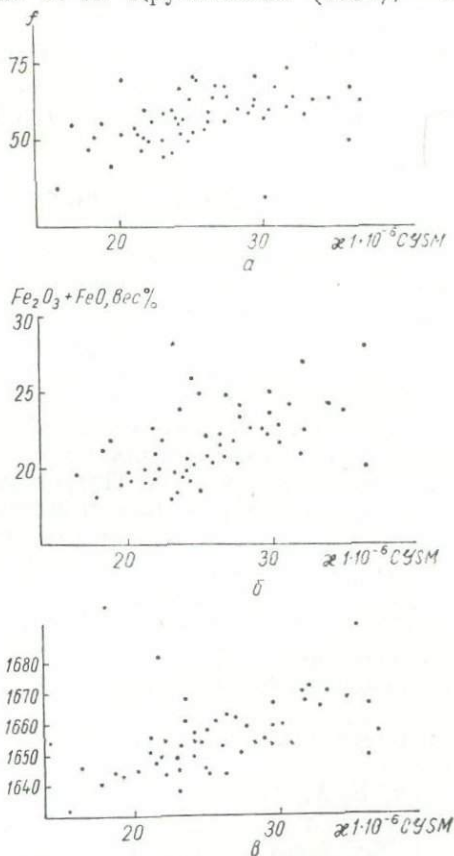


Рис. 9. Зависимость магнитной восприимчивости биотитов от общей железистости (а), содержания железа (б) и  $Ng$  (в).

что у более железистых биотитов магнитная восприимчивость сильно возрастает. Аналогичный характер, но с несколько большим разбросом точек вокруг прямой, имеет зависимость магнитной восприимчивости от суммарного содержания Fe (рис. 9, б). Между содержанием окисного железа и магнитной восприимчивостью практически нет никакой связи. Это в какой-то мере подтверждает вывод В. Худа (Hood, 1967) о несколько большей восприимчивости биотитов, содержащих FeO, в сравнении с биотитами, содержащими Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Неожиданно сильная связь обнаруживается между магнитной восприимчивостью и *Ng* биотита (рис. 9, в). Столь сильная связь выглядит тем более странно, что каждая из переменных, в свою очередь, зависит от многих, плохо поддающихся учету, факторов.

### УГОЛ ОПТИЧЕСКИХ ОСЕЙ

Угол оптических осей биотитов, как и многих других минералов относится к числу наименее изученных оптических констант.

На эту важную константу биотита могут влиять такие факторы: химический состав минерала и физико-химические условия его образования (по аналогии с углом оптических осей калинатровых полевых шпатов и некоторых других минералов).

В первом фундаментальном исследовании оптики биотитов И. А. Островский и В. А. Петров указывали: «Изменение угла оптических осей магнезиально-железистых слюд не стоит в ясной связи с химическим составом, хотя в общем  $2V$  повышается с увеличением содержания Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. На это косвенно указывают экспериментальные данные Кунитца (Kunitz, 1929), Ринне (Rinne, 1924) и наши» (1940). И. А. Островский и В. П. Петров считают возможным использовать величину  $2V$  для приблизительной оценки содержания оксилепидомеланового компонента биотита.

В более поздних работах также нет окончательного решения вопроса.

Так, Е. М. Цыганов (1954) считает, что возрастание  $2V$  в слюдах связано с увеличением содержания железа. По мнению Е. П. Фурмана (1953), в зональных слюдах из пегматитов  $2V$  возрастает к более светло окрашенной периферии кристаллов, что объясняется переходом биотита в мусковит. О. М. Римская-Корсакова и Е. П. Соколова (1964) установили прямо пропорциональную связь  $2V$  с содержанием железа в тетраэдрической координации.

Выяснение связи угла оптических осей с химическим составом биотитов встречает большие трудности, которые заключаются в методике измерения самого угла и недостаточно надежном определении окисного железа химическим путем.

## МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ

Угол  $2V$  биотитов измерялся на микроскопе МИН-8 с помощью объектива  $60^*$  и окулярного винтового микрометра МОВ-1-15\* в иммерсионных препаратах с жидкостью, показатель преломления которой близок к большему показателю биотита. Мощный осветитель ОИ-24 позволил просвечивать таблички толщиной до  $0,05$  мм, в результате чего при сильно диафрагмированной линзе Бертрапа получены относительно четкие коноскопические фигуры. Окуляр-микрометр проградуирован по мусковиту с очень четкими гиперболами, угол оптических осей которого измерен на федоровском столике методом коноскопирования. Константа Малляра для микроскопа МИН-8 с окуляром МОВ-1-15\* и объективом  $60^*$  равна  $0,00232$ , с объективом  $40^*$  —  $0,00178$ . С этими объективами константа Малляра для трех разных микроскопов МИН-8 оказалась совершенно одинаковой. Зависимость между истинными углами  $2V$  и отсчетами окуляр-микрометра для пределов  $Ng = 1,640—1,680$  и объектива  $60^*$  определяется уравнением прямой:  $2V = 0,0807 \cdot 2d$  (рис. 10). Точность отсчета окуляр-микрометра —  $0,01$  мм, что отвечает примерно  $0,01^\circ$  угла  $2V$ . Наименьший из измеренных углов  $2V$  равен  $2,3^\circ$ . В интервале углов  $2V$  от  $0$  до  $2,2^\circ$  биотит выглядит в коноскопе совершенно одноосным.

Углы  $2V$  свыше  $30^\circ$  измерялись в иммерсионных препаратах с объективом  $90^*$  и окуляром  $5^*$  со счетной линейкой. Точность таких замеров значительно ниже — порядка  $2—2,5^\circ$ . Отсчеты  $2V$  производились от середины гипербол в двух взаимно перпендикулярных положениях их максимального расхождения. Все измерения выполнены в белом свете.

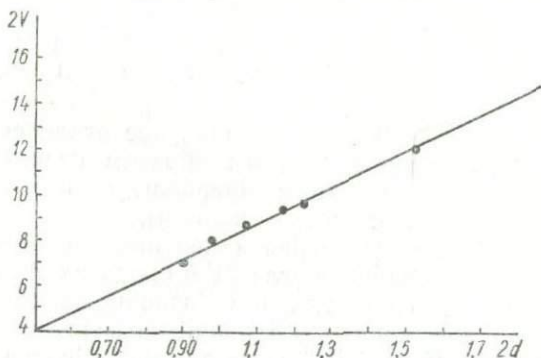


Рис. 10. Графики перехода  $2d—2V$  для окуляр-микрометра МОВ-1-15\* с объективом  $60^*$  на микроскопе МИН-8 при  $Ng$  биотита  $1,650—1,660$ .

Константа Малляра для микроскопа МИН-8 с окуляром МОВ-1-15\* и объективом  $60^*$  равна  $0,00232$ , с объективом  $40^*$  —  $0,00178$ . С этими объективами константа Малляра для трех разных микроскопов МИН-8 оказалась совершенно одинаковой. Зависимость между истинными углами  $2V$  и отсчетами окуляр-микрометра для пределов  $Ng = 1,640—1,680$  и объектива  $60^*$  определяется уравнением прямой:  $2V = 0,0807 \cdot 2d$  (рис. 10). Точность отсчета окуляр-микрометра —  $0,01$  мм, что отвечает примерно  $0,01^\circ$  угла  $2V$ . Наименьший из измеренных углов  $2V$  равен  $2,3^\circ$ . В интервале углов  $2V$  от  $0$  до  $2,2^\circ$  биотит выглядит в коноскопе совершенно одноосным.

Углы  $2V$  свыше  $30^\circ$  измерялись в иммерсионных препаратах с объективом  $90^*$  и окуляром  $5^*$  со счетной линейкой. Точность таких замеров значительно ниже — порядка  $2—2,5^\circ$ . Отсчеты  $2V$  производились от середины гипербол в двух взаимно перпендикулярных положениях их максимального расхождения. Все измерения выполнены в белом свете.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ

При измерении угла оптических осей обнаружили существенные расхождения отдельных замеров в пределах одного образца породы. С целью решения вопроса, являются ли эти расхождения случайными, зависящими от методики измерения,

или отражают объективно существующие различия величины  $2V$  в пределах одного небольшого образца биотита, была проведена следующая работа.

Для двух табличек из одного образца биотита (№ 346) в одной точке каждой из табличек получены следующие ряды значений  $2V$ :

	Угол $2V$					Сред- нее	$\sigma^2$	$\sigma$	$V$
I	16,0	15,3	15,3	15,3	16,3	15,6	0,18	0,42	2,7
II	9,9	9,2	10,3	9,1	9,6	9,6	0,25	0,50	5,2

Таким образом, стандартное отклонение отдельных замеров, обусловленное главным образом недостаточным однообразием отсчета от середины гиперболы, по величине составляет примерно четвертую часть ее ширины.

Следующая серия измерений проведена для выявления различий в величине угла  $2V$  в пределах одной таблицы в направлении, перпендикулярном базопинакоиду, в связи с возникшим предположением о влиянии на величину угла  $2V$  толщины таблички. С этой целью из другого образца (№ 147) отобраны четыре случайных зерна биотита, раздавлены, и из каждого отобрано по три таблицы разной толщины, которые условно назовем прозрачными, полупрозрачными и непрозрачными (в проходящем свете нормальной интенсивности). В результате измерения получены следующие значения величины угла оптических осей:

Зерно	Прозрачные таблички	Полупрозрачные таблички	Непрозрачные таблички	$2V$ среднее
I	6,6	6,5	6,5	6,5
II	10,1	9,3	9,2	9,5
III	6,1	5,7	5,8	5,9
IV	6,5	5,4	6,0	6,0

Полученные цифры продублированы некоторыми другими измерениями и позволяют сделать следующие выводы: методическая погрешность измерения угла  $2V$  составляет 3—5% ее абсолютной величины и крайне редко достигает 10%. Величина угла  $2V$  не зависит от толщины измеряемой таблички биотита.

Следующая серия измерений проведена для выяснения изменений величины угла  $2V$  в пределах одного химически анализированного образца биотита.

Для образца № 346 получен ряд из 16 значений угла  $2V$ : 7,0; 8,2; 5,2; 5,3; 9,0; 15,6; 9,6; 8,3; 8,3; 7,0; 8,6; 6,3; 8,3; 9,3; 8,0; 8,2;  $x = 8,3$ ,  $\delta^2 = 5,0$ ,  $\delta = 2,24$ ,  $v = 27,0\%$ .

Без учета крайней варианты  $15,6^\circ$  пределы отклонений сокращаются в два раза:  $x = 7,7$ ,  $\delta^2 = 2,0$ ,  $\delta = 1,4$ ,  $V = 18,2\%$ .

Гистограмма плотности распределения угла  $2V$  для этой выборки отвечает нормальному закону (рис. 11).

Аналогичные данные получены для многих других образцов. Эти данные позволяют сделать вывод, что отклонения величины угла  $2V$  для биотита из одного образца являются объективно существующими и значительно превышают погрешность метода. Поэтому в каждом из образцов биотита угол  $2V$  измерялся в четырех-пяти разных табличках и за окончательную величину принималось

среднее арифметическое из всех замеров. Вопрос, насколько близко среднее арифметическое из нескольких замеров приближается к истинному среднему, не исследовался. Контрольные измерения давали отклонения до  $15\%$  средней величины даже с учетом крайних вариантов. Например, для обр. № 147 получены средние  $7,0$  и  $8,1^\circ$ ; для обр. № 154— $9,0$  и  $7,6^\circ$ , для обр. № 313— $10,7$  и  $9,3^\circ$ .

Причины, определяющие величину угла оптических осей

Сила корреляционной связи величины угла  $2V$  и главных компонентов биотита определяется коэффициентами:  $TiO_2—0,01$ ,  $Al_2O_3—0,164$ ,  $FeO—0,09$ ,  $Fe_2O_3—0,22$ ,  $L_0—0,012$ .

$Fe_2O_3$ , вес. %

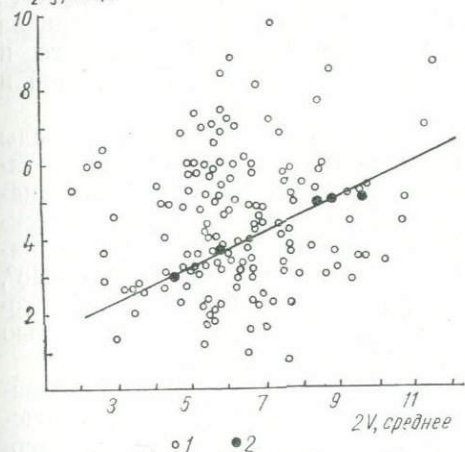


Рис. 12. Связь  $2V—Fe_2O_3$  в биотитах: 1 — химические определения  $Fe_2O_3$ , 2 — содержание  $Fe_2O_3$  по данным ядерного гамма-резонанса.

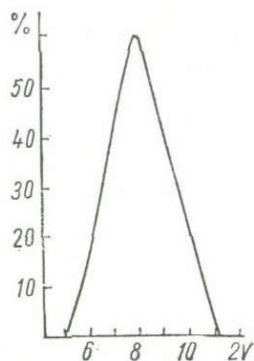


Рис. 11. Гистограмма плотности распределения величин угла  $2V$  в образце № 346.

Из приведенных парных коэффициентов корреляции значимой является лишь связь по окисному железу, на что указывалось ранее (Островский, Петров, 1964). Однако эта связь слишком слаба, чтобы считаться достоверной. График зависимости  $Fe_2O_3—$  угол  $2V$  (рис. 12) представляет собой ряд точек с очень слабо выраженной тенденцией прямой связи.

Одной из важных причин, вуалирующих зависимость содержания  $Fe_2O_3$  от угла  $2V$ , является

ся недостаточно надежное определение цифр  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Как показали А. И. Цветков и Е. П. Вальяшихина (1956), уже при рапстирании биотита 3—5% закисного железа переходит в окисную форму. Несовершенство и сама методика химического определения окисного железа, допускающая ошибку за счет глинозема. О величине этой ошибки можно судить хотя бы по следующим двум контрольным анализам биотитов:

Номер образца	FeO	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Лаборатория, аналитики
140	16,73	5,59	18,25	ИОНХ АН УССР, К. А. Эстерлис
	16,70	3,30	20,82	
170	18,14	2,68	17,15	ИГН АН УССР, А. А. Стеценко, Л. В. Кацнельсон
	17,23	2,42	18,86	

Погрешность в определении  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  за счет  $\text{Al}_2\text{O}_3$  особенно хорошо видна в первых двух анализах. Это является, вероятно, одной из причин повышенной силы корреляционных связей  $2V$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Вторая причина косвенная, так как  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  связаны прямо пропорциональной зависимостью.

Таким образом, имея вариабильность угла  $2V$  биотитов в пределах одного образца до 30% и, как следует из анализа обр. № 140, почти такую же погрешность в определении  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , трудно рассчитывать на установление более строгой связи  $2V$  —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , чем на графике рис. 12. Положение усложняется и тем, что в нашем распоряжении до сих пор не было метода, который дал бы достаточно достоверные цифры содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  для опорных точек.

Одним из путей устранения этого препятствия может служить метод, заложенный в работе М. К. Бельштерли и А. А. Турцева (1940), в цитированной выше работе И. А. Островского и В. П. Петрова (1940), и подтвержденный Ф. И. Котловской и Е. С. Бурксером (1965).

В первой работе доказано, что в условиях воздушной среды при температуре  $500^\circ$  начинается, а при  $600^\circ$  практически полностью заканчивается окисление железа. Выше  $700^\circ$  биотит находится в стабильной форме, а с  $800^\circ$  начинается очень медленное восстановление железа. Одновременно, начиная с температуры  $500^\circ$ , происходит резкое возрастание угла  $2V$  с 11 до  $43^\circ$ , причем максимумы возрастания приурочены к  $600^\circ$  и  $900^\circ$ . Во второй работе путем восстановления предварительно полностью окисленного железа получен угол  $2V$  от  $24$  до  $7,3^\circ$ .

Таким образом, если исходить из предположения, что при нагревании все или почти все железо в биотите переходит в окисную форму, а также, если принять во внимание достаточно высокую точность определения суммарного железа химическим анализом, можно путем пересчета закисного железа на окисное

получить достаточно достоверные опорные точки для выяснения связи  $2V$  с содержанием  $Fe_2O_3$ . В табл. 1 представлены данные по 11 образцам биотита, прогретым при температуре  $900^\circ$  в течение трех часов в воздушной среде. На графике рис. 13 точки этих образцов укладываются в достаточно плотную полосу. Связь  $2V - Fe_2O_3$  определяется уравнением  $Fe_2O_3$  (вес. %) =  $0,566 \cdot 2V + 1,8$ . Согласно графику, один весовой процент  $Fe_2O_3$  вызывает увеличение угла  $2V$  на  $1,8^\circ$ .

Установленная прямая зависимости для прокаленных биотитов без соответствующей корректировки, очевидно, не может применяться для биотитов, не подвергшихся такой обработке: она лишь указывает на возможность существования аналогичной зависимости и для них с близким коэффициентом при  $2V$ .

Опорные точки для построения диаграммы, связывающей реальные составы биотитов, получены путем определения величины отношения  $Fe^{3+} : Fe^{2+}$  методом ядерного гамма-резонанса, исходя из предположения, что сумма железа в химических анализах биотита определена достаточно точно. Такие определения выполнены в лаборатории ИГФМ АН УССР Э. В. Польшиным. Несмотря на малое количество опорных точек, образуемая ими прямая позволяет надеяться, что установленная зависимость, определяемая уравнением  $Fe_2O_3$  (вес. %)  $0,464 \cdot 2V + 0,933$ , отвечает истинной (рис. 12).

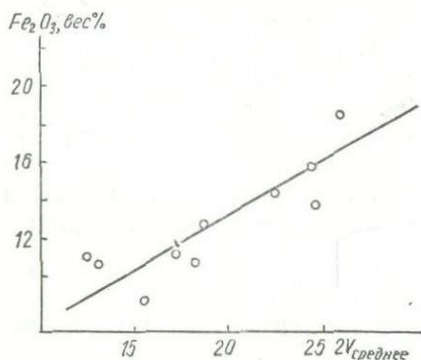


Рис. 13. Связь  $2V - Fe_2O_3$  в биотитах, нагретых до  $900^\circ$ .

Таблица 1

Связь  $2V$  и содержания  $Fe_2O_3$  в прокаленных биотитах

Номер образца	$2V$ среднее	$Fe_2O_3$ , вес. %	Номер образца	$2V$ среднее	$Fe_2O_3$ , вес. %
20	17,3	11,39	30	18,3	10,86
31	26,0	18,19	298	12,4	10,98
147	22,6	14,28	288	24,3	15,64
35	18,7	12,41	3	15,7	8,62
22	24,6	13,58	34	38,0	10,26
24	13,1	10,56			

Прямые связи  $Fe_2O_3 -$  угол  $2V$  для прокаленных и нормальных биотитов (рис. 12, 13), хотя и имеют близкий наклон к оси  $2V$ , но в отношении начала координат значительно смещены одна относительно другой в области биотитов с  $2V$   $10-12^\circ$ . Причиной этого смещения может быть либо систематическая ошиб-

ка в данных ядерного гамма-резонанса, либо не установленные пока структурные превращения в биотитах при прокаливании. Тем не менее использование прямой (рис. 12) дает хорошие результаты как способ приведения к единой основе коэффициента окисления железа в биотите.

По аналогии с полевыми шпатами может возникнуть предположение о влиянии температуры на угол оптических осей в биотитах. В таком случае должно обнаружиться различие в величине угла  $2V$  биотитов из пород разных фаций.

Рассчитаны следующие статистические характеристики для  $2V$  биотитов гранулитовой (I) и амфиболитовой (II) фаций вне зависимости от состава пород:

	$n$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\sigma$	$\nu$
I	26	5,60	2,78	1,67	30
II	122	5,97	3,33	1,8	30

Обе выборки не обнаруживают значимых различий, нет их и на гистограммах (рис. 14), которые достаточно близко отвечают нормальному закону.

Было также проверено предположение о возможной связи с температурными условиями максимальных для каждого образца

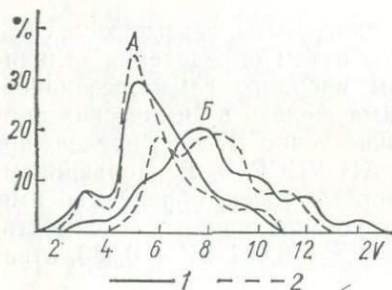


Рис. 14. Гистограммы плотности распределения величин угла  $2V$  в биотитах из пород амфиболитовой (I) и гранулитовой (2) фаций:

A — средние значения  $2V$ , B — максимальные значения  $2V$ .

значений  $2V$  по аналогии с полевыми шпатами, однако и в этом случае различий между гистограммами не устанавливается (рис. 14).

Рассмотрение всех доступных сторон связи величины угла оптических осей биотитов с химическим составом и условиями образования позволяет сделать выводы.

1. Величина угла оптических осей биотитов определяется содержанием окисного железа.

2. В пределах одного образца отклонения величин

угла  $2V$  от среднего арифметического составляют 15—30%, что, видимо, отражает разную степень окисления железа в разных зернах биотита из одного небольшого штуча.

3. Температура образования на величину угла оптических осей биотитов влияния не имеет.

## Глава IV. Связь химических составов биотитов и вмещающих пород

Из принципа фаций П. Эскола следует, что при данных физико-химических условиях из пород одинакового химического состава возникают ассоциации одинаковых минералов. Йодер (Joder, 1952), основываясь на изучении системы  $MgO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ , пришел к выводу, что при тех же условиях могут возникать разные минеральные ассоциации.

Эти две принципиально различные точки зрения о соотношениях породообразующих окислов в валовом химическом составе породы и образующихся минеральных фазах распространяются и на более узкий вопрос о соотношениях тех же окислов в породе и внутри минералов переменного состава. Большинство геологов придерживается промежуточной точки зрения и считают, что одни из химических особенностей минералов переменного состава обусловлены соотношениями породообразующих компонентов вмещающих пород, другие — условиями образования этих минералов. Начало сравнительному изучению составов биотита и вмещающих пород положено работами Э. В. Гейнриха и С. Р. Нокколдса.

Э. В. Гейнрих (Heinrich, 1946) разделил биотиты на группы по признаку генезиса и отчасти состава вмещающих пород. Им установлены четкие различия по железистости и другим компонентам среди биотитов из пород разного состава, которые выявляются на тройной диаграмме  $(Fe_2O_3 + TiO_2) - (FeO + MnO) - MgO$ . Автор приходит к выводу, что чем более мафической является вмещающая порода и чем выше ее температура образования, тем менее железистым и менее окисленным является ее биотит.

С. Р. Нокколдс (Nockolds, 1947) в результате изучения химического состава биотитов магматических пород западной Шотландии показал, что в зависимости от парагенезиса (наличие пироксенов, оливина, мусковита, топаза и др.) в биотитах последовательно изменяется содержание кремния в четверной координации, алюминия в четверной и шестерной координациях,

железистость и сумма катионов шестерной координации. Отмечена высокая степень окисления железа в биотитах эффузивных пород, а также в биотитах, ассоциирующих с роговой обманкой, мусковитом и топазом. Основные выводы из работы С. Нокколдса: содержание глинозема в биотитах магматических пород определяется типом парагенезиса, а железистость — составом вмещающих пород. Эти выводы во многом подтверждаются в более поздних работах, причем нередко применяется близкая по смыслу группировка вмещающих пород.

Одним из наиболее достоверных фактов в настоящее время можно считать прямую связь железистости биотита и вмещающей породы. На существование такой связи одними из первых указывали Т. Барт (Barth, 1936) и П. В. Калинин (1939). Четкую корреляционную связь железистости биотитов и вмещающих пород отмечают Е. И. Лавренко (1957), Ю. П. Мельник, А. И. Стрыгин (1963), Л. П. Никитина, В. Я. Хильтова (1964), В. А. Кононова и др. (1968), Р. И. Сироштан и др. (1965), Л. П. Никитина определяет связь железистости биотита и породы уравнением:  $f_{\text{би}} = 0,97F + 8,8$ , где  $F$  — общая железистость породы.

Одновременно появились работы, основанные главным образом на экспериментальных исследованиях, в которых железистость биотита связывается с режимом кислорода.

Так, Д. Р. Уанс и Г. П. Югстер (Wones a. Eugster, 1960, 1962, 1965) считают, что для каждой данной температуры, давления водяного пара и парциального давления кислорода существует определенная величина железистости биотита, сосуществующего с калиевым полевым шпатом и магнетитом. В известной мере эта точка зрения поддерживается Г. А. Чиннером (Chinner, 1965), Э. Ф. Пейкертом (Peikert, 1963), С. П. Кориловским (1965), Ф. К. Доджем (Dodge, 1969) и др. Г. М. Гнатив и О. И. Матковский (1958) показали также, что с возрастанием кислотности гранитоидов в биотитах уменьшается количество  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  и возрастает содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ .

А. А. Маракушев и А. А. Тарарин (1965) решающим фактором при образовании биотита в гранитоидах считают режим кислотности — щелочности: с возрастанием кислотности гранитов возрастает железистость биотитов, а с повышением щелочности в них уменьшается содержание алюминия в шестерной координации. На прямую связь кремнекислотности породы и железистости биотита указывали еще раньше А. Дудек (Dudek, 1954), Г. М. Гнатив и О. И. Матковский (1958), П. Ф. Емельяненко и др. (1964). В. А. Кононова и др. (1968) считает, что для пород метасоматического происхождения связь составов породы — минерал нарушается и химизм слюды определяется составом растворов. В. Л. Бойко и И. Б. Щербаков (1967) отметили отсутствие связи глиноземистости биотита с глиноземистостью

вмещающей породы в метасоматических оторочках вокруг ксенолитов осадочно-вулканических пород.

В ряде работ имеются указания на связь составов биотит — порода и по другим элементам. Так, Л. П. Никитина (1965) считает, что количество всех компонентов в октаэдрических позициях определяется их концентрацией во вмещающей породе. Н. И. Коваленко и др. (1968) в результате синтеза титанистых биотитов показали, что содержание титана в слюде прямо пропорционально его содержанию в шихте.

Имеются указания на отсутствие какой-либо связи между отдельными компонентами и их отношениями в породе и биотите. Особенно часто отмечают отсутствие связи по титану: Л. П. Никитина и др. (1964), Р. И. Сироштан и др. (1965), В. Л. Бойко и И. Б. Щербаков (1967), Б. И. Горошников (1967), В. В. Закруткин и М. В. Григоренко (1968) и др. Мнения относительно связи составов биотит — порода по алюминию, калию, марганцу и другим компонентам расходятся.

Из этого краткого обзора можно видеть, что имеются достаточно убедительные доказательства в пользу обеих точек зрения. Существо вопроса заключается, вероятно, в том, какие из особенностей химического состава биотитов и в каких случаях определяются причинами внутреннего порядка (концентрация элементов в исходном веществе) и какие — внешними (физико-химические условия образования, химические потенциалы вполне подвижных компонентов, состав растворов и т. д.).

Связь составов биотит — порода может рассматриваться в двух направлениях. Первое — изучение силы связи между главными составляющими ионами минерала и породообразующими окислами вмещающих пород путем сравнения парных коэффициентов корреляции этих величин. Второе направление — выявление характерных особенностей и различий между совокупностями химических анализов биотитов, объединенных по принципу общности химизма вмещающих пород.

При сравнении составов биотит — порода путем расчета парных коэффициентов корреляции следует иметь в виду, что во многих случаях химический состав породы одновременно отражает условия ее образования, и на состав биотита, соответственно, влияют сразу и внутренние и внешние причины. Например, в ряду магматитов от основных пород к более кислым вместе с изменением состава снижается температура кристаллизации. Эта закономерность, вероятно, в общем случае справедлива и для метаморфизованных пород. В таком случае определяющее влияние состава вмещающих пород на состав биотита наиболее вероятно лишь при наличии положительной корреляции между окислами.

Четкой корреляционной связи составов биотит — порода можно ожидать, очевидно, по тем компонентам, вхождение которых в решетку является единственно возможной формой существования,

причем эти компоненты должны быть в породообразующих количествах. Такие компоненты для биотита в большинстве пород — магний, железо и, частью, марганец. Стехиометрические отношения этих трех компонентов в породе могут нарушаться лишь за счет железа; количеством магния, входящего в состав полевых шпатов, можно пренебречь. Изменение железистости биотита за счет вхождения железа в акцессорные минералы, как показывает простой расчет, вряд ли может быть значительным.

Действительно, для изменения исходной железистости биотита, равной 50%, на один процент, если биотит содержится в породе в количестве 5%, необходимо изменить содержание магнетита в породе на 400 г/т. Даже если принять среднее содержание магнетитов в гранитоидах УЩ в среднем 5000 г/т (цифра очень большая), то и в этом случае переход всего магнетита в биотит способен изменить железистость биотита лишь на 12%.

Содержание алюминия в биотитах в общем соизмеримо с его содержанием во вмещающих породах, поэтому можно ожидать, что концентрация алюминия в биотитах является функцией как состава пород, так и условий образования. Почти постоянное наличие в породах избыточного  $\text{SiO}_2$  позволяет ожидать в отношении этого компонента определяющей роли внешних условий. Весьма вероятен температурный контроль и для титана, который имеет возможность связываться в виде обособленных минералов.

Наиболее сильных корреляционных связей составов биотит — порода следует, вероятно, ожидать в породах, где биотит является единственным фемическим минералом, причем там, где его содержание наибольшее и определяет состав мафической составляющей породы. Для таких насыщенных биотитом пород корреляция составов порода — минерал в сущности перерастает в корреляцию между минералообразующими компонентами биотита. Наоборот, существование совместно с биотитом других фемических минералов, как уже было показано, сильно изменяет корреляционные связи составов биотит — порода и в действие вступают закономерности распределения элементов, обусловленные как внешними условиями, так и способностью минералов к избирательному поглощению отдельных компонентов.

Нельзя считать окончательно решенным вопрос о характере превращения биотита при гранитизации регионально метаморфизованных пород. Хотя возрастание железистости биотитов с развитием гранитизации и считается общеизвестным, есть достаточно примеров, свидетельствующих об инертности биотита как минерала в условиях гранитизации. Недостаточно изучен вопрос о соотношении составов биотита и замещаемых им минералов, особенно роговой обманки и пироксенов.

## Результаты статистического исследования

Расчет парных коэффициентов корреляции составов биотит — порода выполнен на ЭВМ БЭСМ-6. Для минерала в расчет введены величины формульных коэффициентов, а для пород — молекулярные качества порообразующих окислов. На графиках эти отношения показаны в весовых процентах. В расчет вошли 88 пар анализов биотит — порода, признанные кондиционными. Пары с крайними значениями при расчете не отбрасывались.

Из всех компонентов значимую корреляцию составов биотит — порода обнаруживает лишь магний, железо и кремний (табл. 2, рис. 15, 16, 17).

Сильную положительную корреляцию по магнию в равной мере можно объяснить как влиянием состава вмещающих пород, так и результатом  $P-T$ -условий, а также отсутствием обособленных минералов магния. Отрицательную корреляцию по

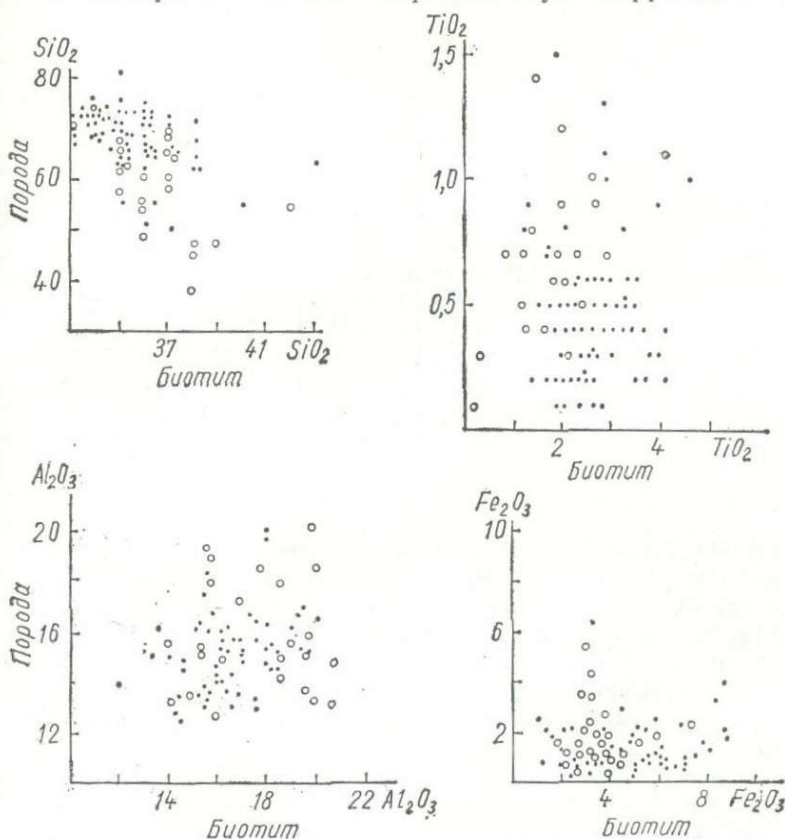


Рис. 15. Корреляция составов биотит — порода по  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$  для 88 пар анализов. Крупные кружки — метаморфические породы (см. также рис. 16—34).

Парные коэффициенты составов биотит—порода ( $n=88$ ;  $r_{05}=-0,219$ ;  $r_{01}=0,288$ )

Порода	Биотит					
	Si	Ti	Al $\Sigma$	Fe $^{3+}$	Fe $^{2+}$	Mn
SiO $_2$	-0,30	0,29	0,12	0,34	0,49	0,11
TiO $_2$	0,16	0,20	-0,16	-0,27	-0,06	-0,11
Al $_2$ O $_3$	-0,11	0,11	-0,11	-0,03	0,14	0,16
Fe $_2$ O $_3$	0,36	-0,28	-0,18	-0,25	-0,23	0,13
FeO	0,16	-0,14	0,10	-0,45	-0,31	-0,34
MnO	0,10	-0,10	0,03	-0,30	-0,05	-0,05
MgO	0,28	-0,44	0,09	-0,28	-0,67	-0,25
CaO	0,32	-0,09	-0,42	-0,11	-0,34	0,14
Na $_2$ O	-0,10	0,17	-0,08	0,22	0,23	0,27
K $_2$ O	-0,01	0,07	-0,15	0,11	0,20	0,04
H $_2$ O $^+$	0,24	-0,30	-0,15	-0,18	-0,39	0,07
F	0,03	-0,04	0,26	-0,17	0,10	-0,19

Порода	Биотит					
	Mg	Ca	Na	K	OH	F
SiO $_2$	-0,64	-0,02	-0,02	0,10	0,32	0,12
TiO $_2$	0,19	0,10	-0,01	-0,09	-0,28	0,07
Al $_2$ O $_3$	-0,01	0,08	-0,11	0,18	-0,11	0,02
Fe $_2$ O $_3$	0,37	0,09	0,17	0,001	-0,17	-0,07
FeO	0,42	-0,001	-0,07	-0,24	-0,33	-0,13
MnO	0,18	0,11	0,08	-0,31	0,003	-0,13
MgO	0,66	-0,10	0,06	-0,20	-0,30	-0,16
CaO	0,53	0,10	0,12	0,02	-0,17	-0,04
Na $_2$ O	-0,29	0,066	-0,06	0,26	-0,06	0,05
K $_2$ O	-0,13	-0,13	0,07	0,006	0,28	0,11
H $_2$ O $^+$	0,53	0,06	0,13	-0,25	-0,03	-0,16
F	-0,18	0,02	-0,11	-0,10	-0,23	0,02

кремнию и железу нельзя объяснить иначе, как определяющим влиянием условий образования (изменение  $P-T$ -условий от основных пород к кислым). Отсюда можно сделать вывод, что возрастание температуры способствует вхождению в решетку биотитов кремния, но не железа. Близкие отрицательные величины коэффициентов корреляции по закисному и окисному железу указывают на их одинаковую роль в процессе образования биотита.

Интересно, что на графиках по SiO $_2$ , MgO и FeO корреляционные связи для метаморфических пород мафического состава выглядят значительно сильнее, чем для мигматитов и гранитов. Более того, эти графики показывают, что для трех рассмотренных случаев значимость корреляции всей выборки определяется

парами биотит — порода метаморфических пород и практически исчезает в области мигматитов и гранитов. На основании графика (см. рис. 15) можно предполагать более значимую положительную связь для метаморфических пород по титану, которая для выборки в целом находится ниже уровня значимости.

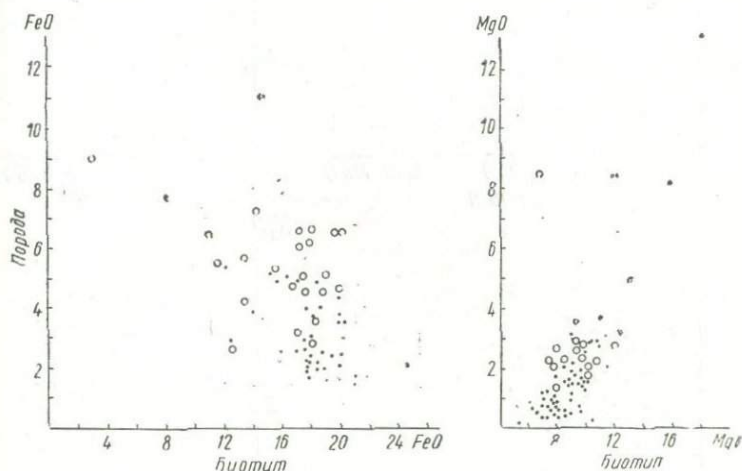


Рис. 16. Корреляция составов биотит — порода по FeO и MgO для 88 пар анализов.

Эта связь свидетельствует о повышении роли биотита в метаморфических породах как минерала — носителя титана.

По всем прочим элементам связь составов биотит — порода отсутствует как для метаморфических, так и для гранитизированных пород. Особо следует отметить отсутствие какой-либо связи глинозема в породе с содержанием октаэдрического алюминия в биотите (рис. 18) и вообще с каким-либо компонентом в биотите.

Из графиков можно видеть, что в метаморфических породах содержание марганца в породе в целом выше или равно содержанию в биотите, а в гранитоидах соотношение обратное. Это можно связывать с уменьшением содержания биотита в породе и соответствующим повышением его роли как концентратора марганца. Совершенно аналогично и положение с водой (см. рис. 17).

В корреляционной матрице (см. табл. 2) выявляются некоторые заслуживающие внимания связи составов биотит — порода со значимыми коэффициентами корреляции. Эти связи удобно рассмотреть по горизонталям матрицы.

Величина коэффициентов корреляции и графики (рис. 19) показывают, что в меру возрастания кислотности вмещающих пород в биотитах возрастают содержания железа в обеих формах, воды и титана. В том же направлении в биотитах умень-

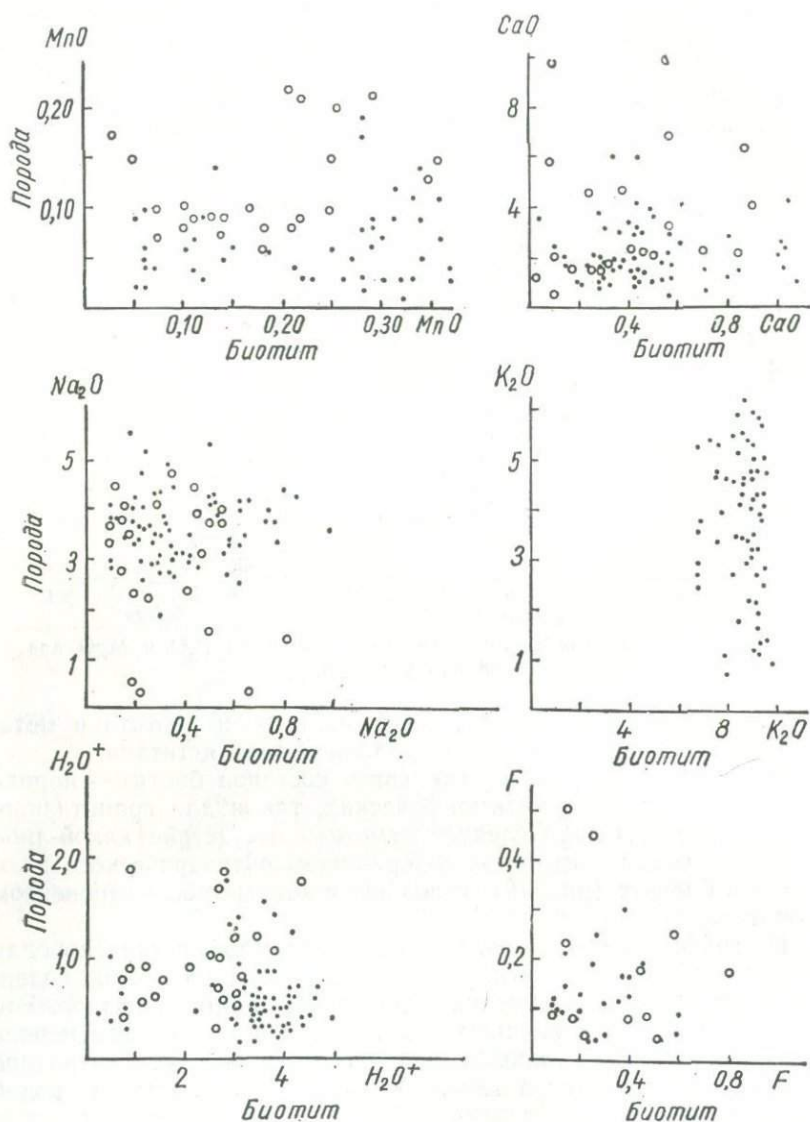


Рис. 17. Корреляция составов биотит — порода по MnO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> и F для 88 пар анализов.

шается количество кремния и магния. Положительная корреляция кислотность породы — титанистость биотита несколько неожиданна. Объясняется она, вероятно, тем, что при низком общем содержании биотита в породе он является единственным носителем титана, так как магнетит в гранитах относительно

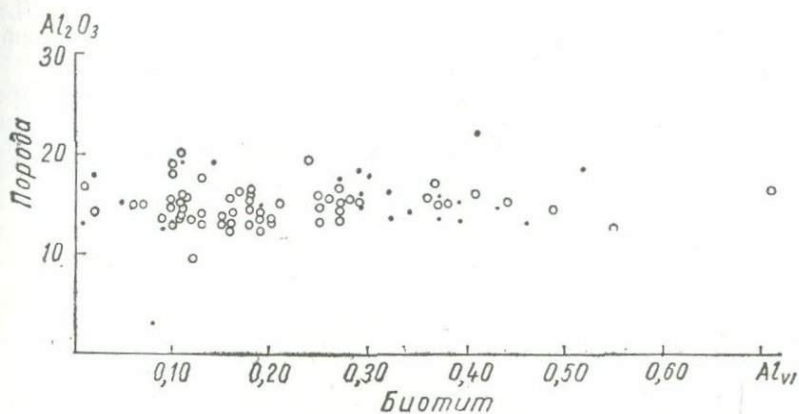


Рис. 18. Содержание октаэдрического алюминия в биотитах и  $Al_2O_3$  в породах.

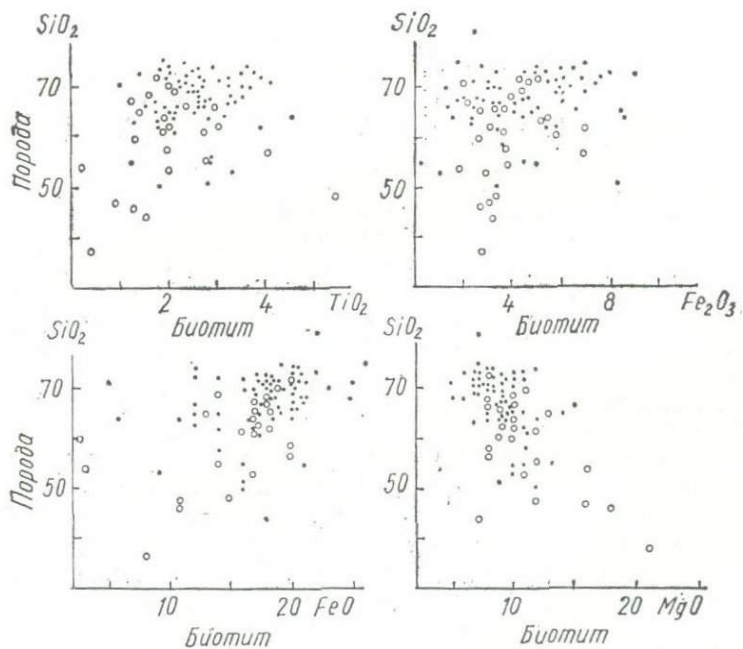


Рис. 19. Содержание  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$  и  $MgO$  в биотитах в зависимости от кислотности вмещающих пород для 88 пар анализов.

низкотемпературный и не способен вмещать более 1%  $TiO_2$ . Для метаморфических пород корреляция компонентов этой графы также выглядит значительно более сильной.

Породы с высоким содержанием титана являются, как правило, и более высокотемпературными (основные породы, граниты типа бердичевских и коростенских, породы гранулитовой фации), поэтому отрицательная корреляция титана в породе и

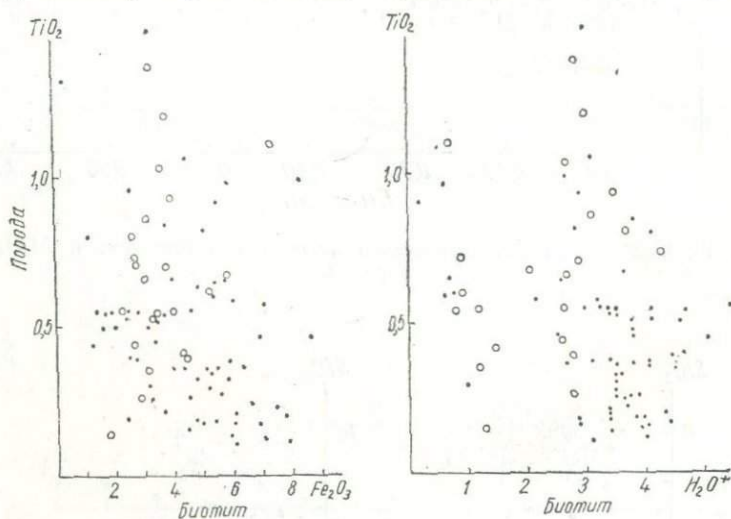


Рис. 20. Содержание  $Fe_2O_3$  и  $H_2O^+$  в биотитах в зависимости от титанистости породы для 88 анализов.

конституционной воды в биотите вполне объяснима (рис. 20). Недостаточно достоверная отрицательная корреляция титана в породе и окисного железа в биотите для метаморфических пород выглядит скорее положительной. Это может служить слабым доказательством того, чтобы в основных породах содержание  $Fe_2O_3$  в биотите повышается.

В меру повышения содержания железа в породах (от кислых к основным) в биотитах увеличивается количество магния и уменьшается содержание железа в окисной и закисной формах, т. е. уменьшается железистость биотитов (рис. 21). В этом же направлении в биотитах значительно возрастает количество кремния, вероятно, за счет вытеснения алюминия, а также замещения его окисным железом, о чем свидетельствует значительный коэффициент корреляции  $\Gamma_{Fe_2O_3-SiO_2}$  и уменьшается количество марганца, конституционной воды и калия, а также титана, о чем говорилось выше. Все отмеченные закономерности в отношении фемических пород вполне реальны, причем многие из них были известны и раньше. Графики (рис. 21, 22) достаточно наглядно иллюстрируют указанные связи. На рис. 21, кроме

того, видно, что биотиты гранитоидов несколько предпочтительнее сорбируют марганец.

Изменения состава биотитов в зависимости от содержания магния во вмещающих породах совершенно аналогичны связям по железу. Можно сделать вывод, что от кислых пород к основным в биотитах уменьшается содержание железа, марганца, воды, титана, калия и возрастает содержание магния и кремния,

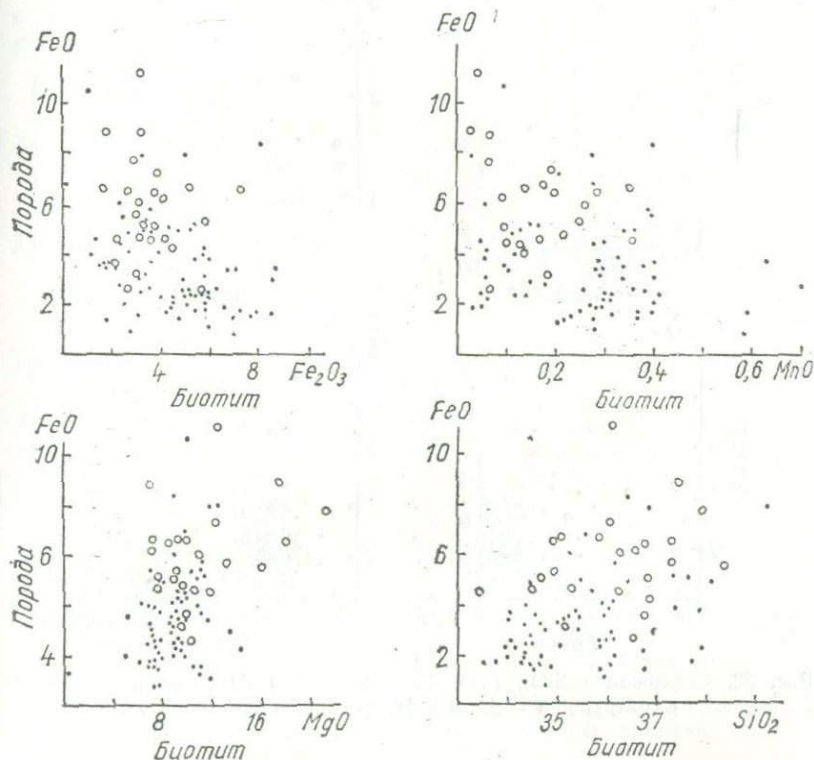


Рис. 21. Содержание  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $MgO$  и  $SiO_2$  в биотитах в зависимости от содержания  $FeO$  в породах для 88 пар анализов.

содержание алюминия в этой же последовательности по отношению к магнию изменяется незакономерно. На рис. 23 видна избирательная концентрация  $Ti$ ,  $FeO$  и  $Fe_2O_3$  в биотитах гранитоидов в сравнении с биотитами метаморфических пород.

В породах с повышенным содержанием марганца, какими являются некоторые кварциты, известняки, известково-силикатные сланцы и другие, биотит содержит меньше калия и окисного железа.

С повышением содержания в породе кальция, т. е. с возрастанием основности пород, в биотите возрастает содержание

кремния, магния и уменьшается — железа и, особенно, алюминия (рис. 24). Следовательно, статистически подтверждается относительно низкая глиноземистость биотитов в амфибол- и пироксенсодержащих породах в сравнении с метапелитами. Сильная отрицательная корреляция кальция в породе и алюминия

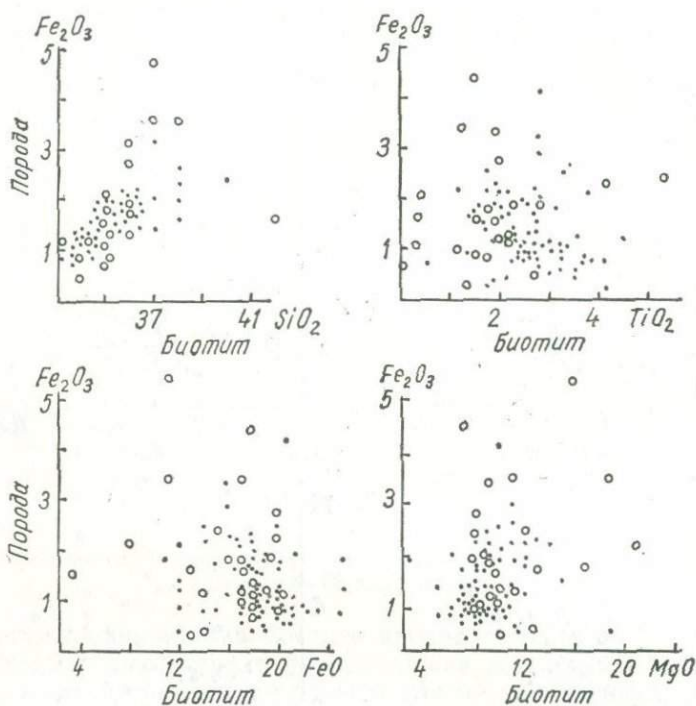


Рис. 22. Содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$  и  $\text{MgO}$  в биотитах в зависимости от содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в породах для 88 пар анализов.

в биотите является, вероятно, примером определяющего влияния внутренних причин.

С увеличением натровой щелочности породы до определенного предела (рис. 25), что совпадает обычно с возрастанием кислотности, в биотите уменьшается содержание магния, возрастает содержание железа и, что несколько неожиданно, — калия. Связь натрия в породе и магния в биотите из гранитоидов иная, чем для метаморфических пород — с увеличением содержания натрия в породе железистость биотита уменьшается. С возрастанием содержания калия в породе, в биотите значительно возрастает лишь содержание воды (рис. 25).

Породы с повышенным содержанием конституционной воды содержат низкотитанистый биотит с малым количеством калия.

В породах с высоким содержанием фтора биотит должен быть относительно высокоглиноземистым и обедненным на конституционную воду; такими качествами обладает биотит высокоглиноземистых пород гранулитовой фации.

Почти аналогичные выводы получим, если рассмотрим вертикальные колонки корреляционной матрицы, приняв за основу содержание отдельных элементов в биотите.

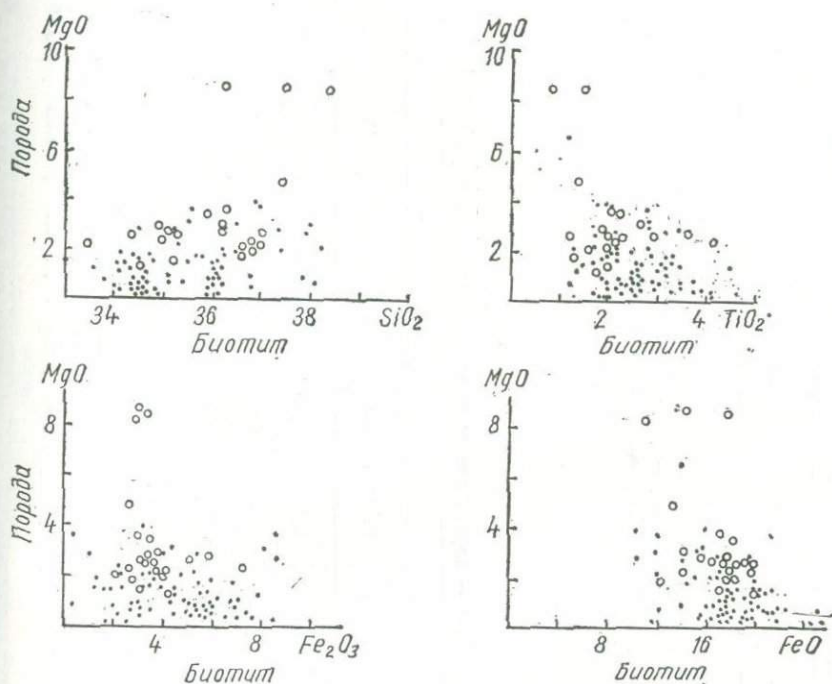


Рис. 23. Содержание  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  и  $\text{FeO}$  в биотитах в зависимости от содержания  $\text{MgO}$  в породах для 88 пар анализов.

Содержание кремния в биотитах увеличивается в фемических породах и уменьшается в кислых. Титанистость и железистость биотита возрастают в кислых породах и уменьшаются в фемических породах с высоким содержанием кальция. Содержание калия в биотите уменьшается в фемических породах, но с увеличением натровой щелочности породы возрастает. Возрастание количества конституционной воды идет параллельно с увеличением калия. Содержание кальция и фтора в биотите изменяется закономерно, возможно, ввиду недостаточной точности аналитических данных.

Вопрос о количественных соотношениях породообразующих минералов является наименее разработанным в теории метаморфизма. Оценивая количественные соотношения породообразую-

Таблица 3

Парные коэффициенты корреляции составов биотит — порода для групп пород с разным содержанием биотита

Содержание биотита, %	n	Si	Ti	Al	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	F	r <sub>05</sub>	r <sub>01</sub>
Для всех групп	88	-0,30	0,20	-0,11	-0,25	-0,31	-0,05	0,66	0,10	-0,06	0,08	-0,03	0,02	0,219	0,282
До 5	26	-0,009	-0,006	0,08	0,11	-0,10	-0,10	0,55	0,12	-0,06	-0,03	0,06	0,03	0,388	0,496
5—10	17	-0,26	0,008	-0,007	-0,27	-0,27	-0,18	0,87	0,45	-0,09	-0,40	-0,05	-0,33	0,482	0,606
10—20	19	-0,22	0,37	-0,17	0,24	0,01	0,51	0,74	0,19	0,39	0,31	0,21	0,24	0,456	0,575

Таблица 4

Парные коэффициенты корреляции состава биотит — порода при содержании биотита до 5% (n=26; r<sub>05</sub>=0,388; r<sub>01</sub>=0,496)

Порода	Биотит											
	Si	Ti	Al <sub>Σ</sub>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	F
SiO <sub>2</sub>	-0,009	0,49	0,05	-0,33	0,48	0,05	-0,38	-0,07	-0,04	-0,07	0,48	0,50
TiO <sub>2</sub>	-0,13	-0,06	-0,02	0,11	-0,09	-0,45	0,08	0,13	0,0004	0,003	-0,38	-0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,10	-0,41	0,08	0,30	-0,37	0,06	0,26	-0,07	-0,07	0,09	-0,52	-0,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	-0,43	0,005	0,11	-0,14	0,23	0,04	0,28	0,05	0,25	-0,08	0,17
FeO	0,07	-0,07	0,007	0,07	-0,10	-0,44	0,08	0,27	-0,09	-0,08	-0,22	-0,37
MnO	0,30	-0,19	-0,14	-0,04	-0,07	-0,10	0,08	0,31	0,13	-0,17	-0,42	-0,19
MgO	0,18	-0,34	-0,32	0,12	-0,50	-0,02	0,55	-0,008	0,0005	0,17	-0,39	-0,36
CaO	0,29	-0,28	-0,21	-0,04	-0,31	-0,005	0,37	0,12	0,009	0,02	-0,40	-0,34
Na <sub>2</sub> O	0,25	-0,27	-0,02	-0,21	-0,39	0,10	0,45	-0,06	-0,06	0,10	-0,37	-0,38
K <sub>2</sub> O	-0,35	-0,06	0,12	0,41	0,10	0,06	-0,24	-0,07	0,10	-0,03	0,26	0,13
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,14	-0,30	-0,14	0,49	-0,32	0,10	0,12	-0,11	0,04	-0,16	0,06	-0,27
F	-0,05	0,39	0,01	-0,30	0,22	-0,34	-0,11	0,11	0,08	-0,19	-0,003	0,03

Таблица 5

Парные коэффициенты корреляции составов биотит — порода при содержании биотита, 5—10% ( $n=17$ ;  $r_{05}=0,482$ ;  $r_{01}=0,606$ )

Порода	Биотит											
	Si	Ti	Al $\Sigma$	Fe $^{3+}$	Fe $^{2+}$	Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	F
SiO $_2$	-0,26	0,18	0,27	0,45	0,44	-0,20	-0,81	-0,23	-0,22	0,10	0,01	-0,01
TiO $_2$	0,35	0,005	-0,47	-0,28	-0,45	0,18	0,75	0,20	0,21	0,02	-0,20	0,24
Al $_2$ O $_3$	0,11	-0,09	-0,07	-0,47	-0,43	0,18	0,67	0,22	-0,04	0,006	0,07	-0,14
Fe $_2$ O $_3$	0,24	-0,31	-0,25	-0,27	0,19	0,39	0,52	-0,003	0,21	0,19	-0,05	-0,13
FeO	0,05	-0,15	-0,06	-0,52	-0,24	-0,06	0,65	0,12	0,21	-0,21	-0,05	-0,003
MnO	-0,16	0,06	0,18	-0,62	0,07	-0,18	0,29	0,06	0,09	-0,36	0,23	-0,21
MgO	0,17	-0,27	-0,21	-0,39	-0,53	0,14	0,87	0,24	0,32	-0,06	-0,15	-0,004
CaO	0,48	-0,17	-0,53	-0,12	-0,52	0,38	0,70	0,45	0,27	0,22	0,01	-0,007
Na $_2$ O	0,03	-0,12	0,08	0,29	-0,28	0,19	-0,09	-0,12	-0,09	0,49	-0,28	-0,20
K $_2$ O	-0,09	0,31	0,04	-0,12	0,33	-0,22	-0,21	-0,04	-0,11	-0,40	0,22	0,33
H $_2$ O+	0,57	-0,44	-0,41	0,12	-0,58	0,52	0,56	0,05	0,24	0,09	-0,05	-0,01
F	-0,17	0,11	0,38	-0,50	0,10	-0,18	0,03	0,11	-0,17	-0,39	0,15	-0,17

Таблица 6

Парные коэффициенты корреляции состава биотит — порода при содержании биотита 10—20% ( $n=19$ ;  $r_{05}=0,456$ ;  $r_{01}=0,575$ )

Порода	Биотит											
	Si	Ti	Al $\Sigma$	Fe $^{3+}$	Fe $^{2+}$	Mn	Mg	Ca	Na	K	OH	F
SiO $_2$	-0,22	-0,25	0,40	-0,08	0,37	-0,30	-0,52	-0,20	-0,18	-0,08	0,33	-0,38
TiO $_2$	0,10	0,37	-0,28	0,05	-0,18	0,24	0,34	0,07	-0,16	-0,06	-0,35	0,45
Al $_2$ O $_3$	0,10	0,21	-0,17	-0,06	-0,22	0,24	0,21	0,31	0,24	0,20	-0,32	0,22
FeO	0,41	0,16	-0,45	0,24	-0,48	0,21	0,51	0,11	0,09	-0,02	-0,06	0,16
Fe $_2$ O $_3$	-0,39	0,06	0,37	-0,33	0,01	-0,40	0,05	-0,30	-0,44	-0,10	-0,31	0,11
MnO	-0,05	-0,06	-0,14	-0,09	-0,16	0,51	0,47	0,18	-0,27	-0,29	-0,13	0,04
MgO	0,14	-0,03	-0,38	0,37	-0,68	0,08	0,74	-0,01	0,28	-0,10	-0,37	0,47
CaO	0,37	0,11	-0,68	0,41	-0,50	0,60	0,76	0,19	0,38	-0,08	-0,06	0,35
Na $_2$ O	0,48	0,05	-0,51	0,48	-0,54	0,29	0,32	0,24	0,39	0,50	-0,37	0,13
K $_2$ O	0,25	0,22	-0,07	-0,19	0,51	0,15	-0,52	0,31	0,0005	0,31	0,05	-0,03
H $_2$ O	-0,29	-0,16	0,12	-0,20	-0,10	0,06	0,39	-0,11	0,25	-0,55	0,21	0,08
F	-0,14	0,21	0,29	-0,21	0,23	-0,39	-0,45	0,09	-0,43	0,23	-0,40	0,24

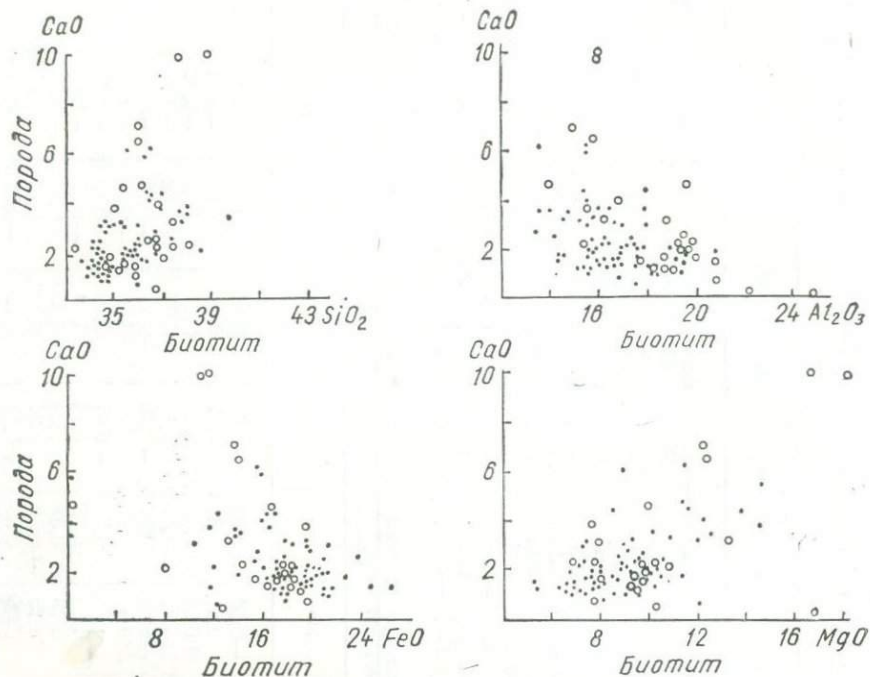


Рис. 24. Содержание  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $MgO$  в биотитах в зависимости от содержания  $CaO$  в породах для 88 пар анализов.

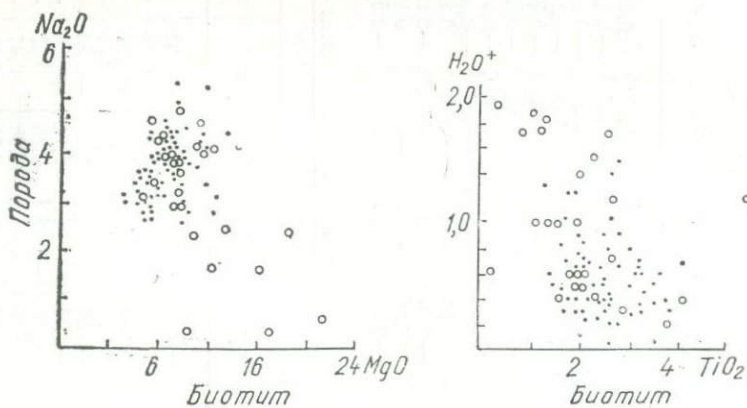


Рис. 25. Содержание  $Na_2O$  и  $H_2O^+$  в породе в зависимости от содержания  $MgO$  и  $TiO_2$  в биотите для 88 пар анализов.

щих минералов, обычно исходят из предпосылки, что количественное содержание регулируется составом исходных осадков, а качественный состав возникающих минералов и их индивидуальные особенности определяются внешними условиями. Естественно предположить, что с возрастанием количественного содержания минерала в породе, особенно, если состав его значительно отличается от валового состава породы, а сам такой минерал выступает в единственном числе, будут изменяться характер и сила связи составов минерал — порода. При этом следует ожидать усиления связи по тем компонентам, вхождение которых в минерал контролируется внутренними условиями, а ослабления — по тем, чья роль определяется внешними условиями.

С этой целью среди пар анализов биотит — порода по содержанию биотита выделено четыре группы (табл. 3, 4, 5, 6). Следует учесть, что достоверность этих данных сильно снижается из-за неравномерного содержания биотита в породах, подсчитанных по одному, реже — по двум-трем шлифам.

Как видно из табл. 3, по мере возрастания содержания биотита в породах значимой остается лишь корреляция составов по магнию, хотя достоверность ее снижается почти в два раза. Отрицательная корреляция по кремнию и железу в связи с уменьшением объема выборки становится незначимой. Это дает нам дополнительные основания считать, что магний является, быть может, одним из немногих компонентов, вхождение которого в биотит контролируется составом вмещающей породы при любом содержании биотита.

Из табл. 3 можно видеть, что в породах с наиболее высоким содержанием биотита заметно увеличиваются и становятся положительными связи по тем компонентам, по которым биотит в породах данного состава является единственным возможным минералом-носителем — титан, марганец, натрий, калий, фтор и вода. Отсюда можно сделать вывод, что при содержании биотита в породе выше определенного предела, когда некоторые компоненты, выступавшие ранее в рассеянной форме, концентрируются в форме минералов, ведущую роль в корреляции биотит — порода приобретают причины внутреннего порядка.

Рассмотренные выше компонентные связи для всех анализированных пар в общих чертах сохраняются и в пределах выделенных групп по содержанию биотита. Наиболее близки к общей матрице корреляционные связи составов биотит — порода в наиболее многочисленной группе пород с содержанием биотита до 5%. Здесь сохраняется корреляция кремния породы с титаном, закисным железом, магнием и водой в биотите, однако корреляция с окисным железом меняется на отрицательную; последнее должно означать, вероятно, что в лейкократовых породах с возрастанием их кислотности в биотите уменьшается степень окисления железа. Для этих же пород обнаруживается значимая положительная корреляция кремнекислоты в породе

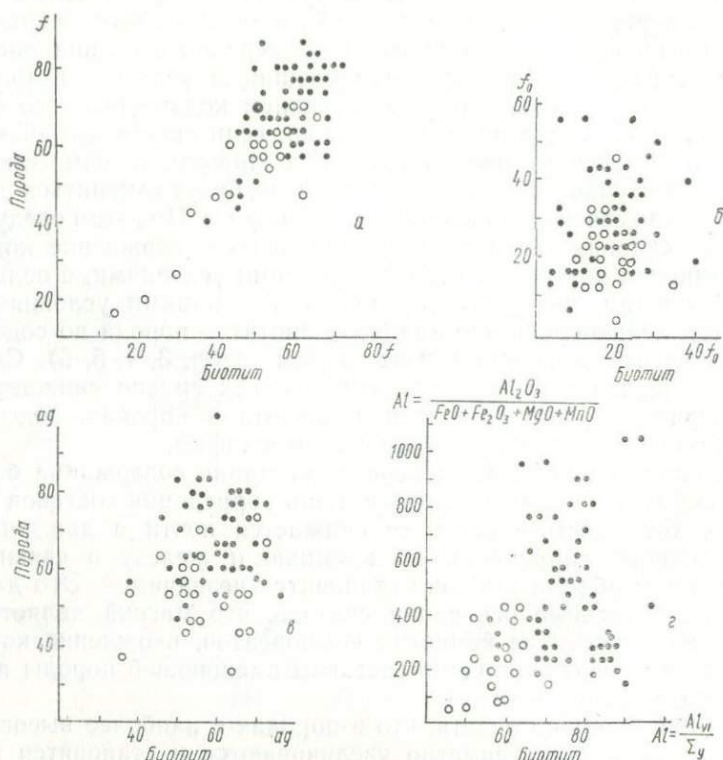


Рис. 26. Корреляция составов биотит — порода по коэффициентам, отражающим особенности их состава для 88 пар анализов.

и фтора в биотите. Кроме того, появляется отрицательная корреляция титана в породе и марганца в биотите, глинозема в породе и титана и фтора в биотите, закисного железа в породе и окисного железа в биотите и др. Некоторые связи в этой группе пород исчезают, например, титана в породе и окисного железа в биотите, закисного железа в породе и железа, магния и

Таблица 7

Парные коэффициенты корреляции составов биотит — порода для групп пород с разным содержанием биотита

Содержание биотита, %	n	Al	$f_0$		ag	$r_{0b}$	$r_{01}$
Для всех групп	88	0,33	0,13	0,78	0,17	0,207	0,272
До 5	28	0,41	-0,23	0,56	0,07	0,374	0,478
5—10	17	0,58	-0,09	0,72	-0,17	0,482	0,606
10—20	19	0,05	0,46	0,78	0,19	0,456	0,575

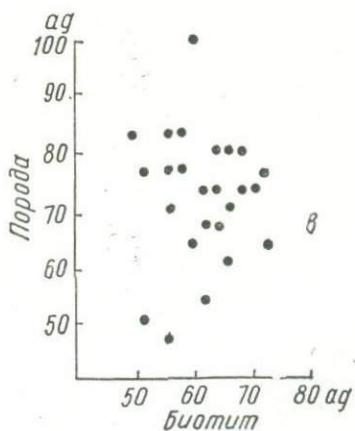
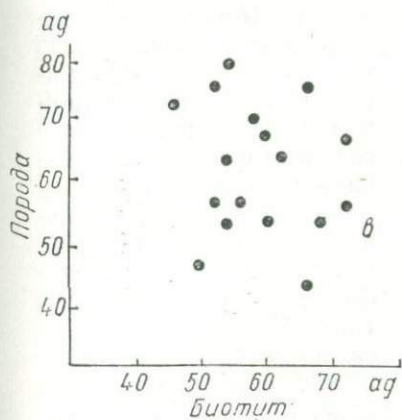
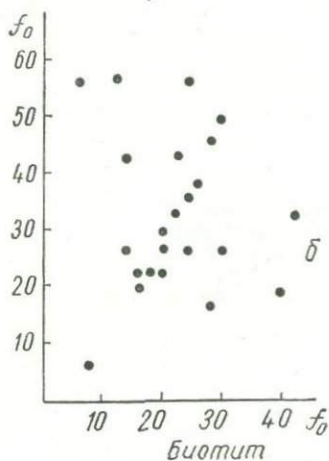
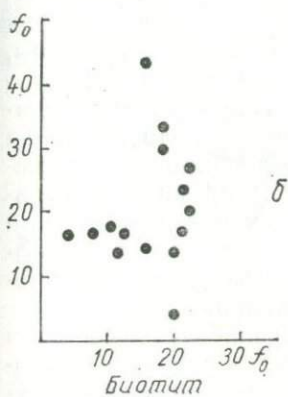
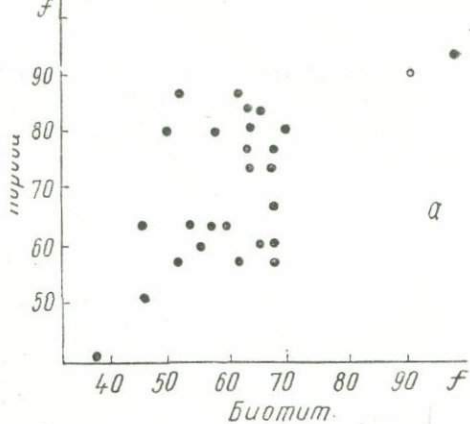
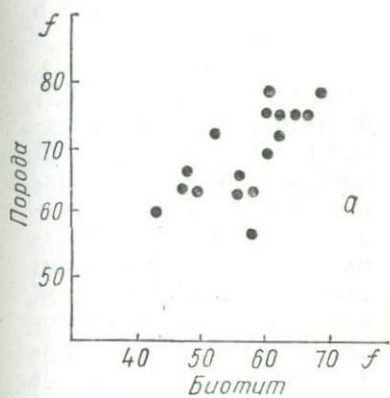


Рис. 27. Связь составов биотит — поро-  
рода при содержании биотита до 5%.

Рис. 28. Связь составов биотит — поро-  
рода при содержании биотита от 5  
до 10%.

калия в биотите, натрия в породе и калия в биотите, фтора в породе и алюминия в биотите и др.

Характерная черта корреляционных связей в группах пород,

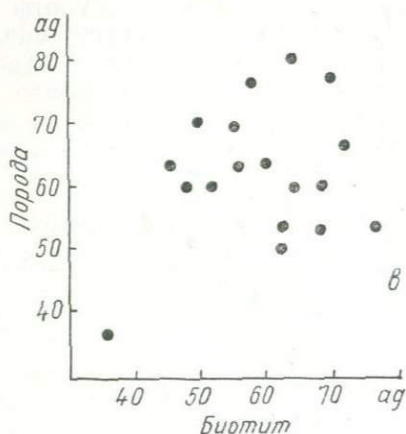
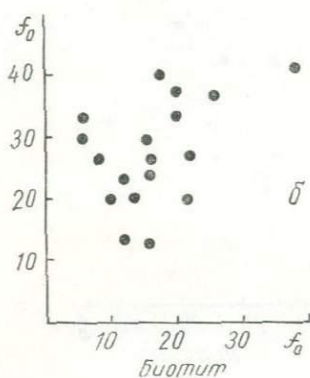
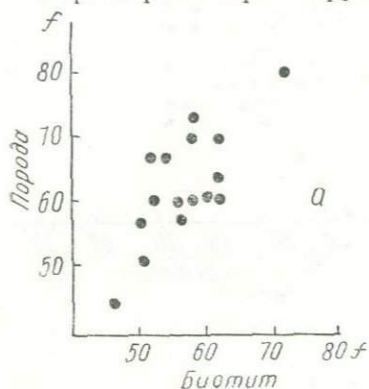


Рис. 29. Связь составов биотит — порода при содержании биотита от 10 до 20%.

содержащих более 5% биотита, — это возрастание абсолютных значений коэффициентов корреляции, однако в связи с малым числом коррелируемых пар количество значимых коэффициентов намного меньше. Интересно возрастание положительной корреляции магния в биотите с породообразующими окислами основных пород (табл. 5, 6), глиноземом, железом, кальцием, титаном. Примечательны значимая положительная корреляция окисного железа и кремния и отрицательная — алюминия и закисного железа в биотите с натровой щелочностью породы.

Сравнение составов биотит — порода по отношениям минералообразующих компонентов подтверждает показанные выше связи и обнаруживает новые (табл. 7), причем характерно, что все связи выше уровня значимости положительны.

Подтверждается сильная корреляционная связь составов по коэффициенту железистости (рис. 26), сохраняющаяся независимо от содержания в породе биотита (рис. 27, 28, 29).

Выявляется положительная корреляция составов породы и биотита

по отношению глинозема к сумме феррических компонентов (порода) и октаэдрического алюминия к сумме катионов октаэдрического окружения в биотите (см. рис. 26). Намечавшаяся выше связь составов биотит — порода по железу в обеих формах, в виде отношения окисного и закисного железа не подтверждается (рис. 26, б; 27, б; 28, б). Совершенно нет связи составов по апфайтности (рис. 26, в; 27, в, 28, в).

Это, возможно, свидетельствует о том, что насыщение породы калием при гранитизации опережает его вхождение в решетку

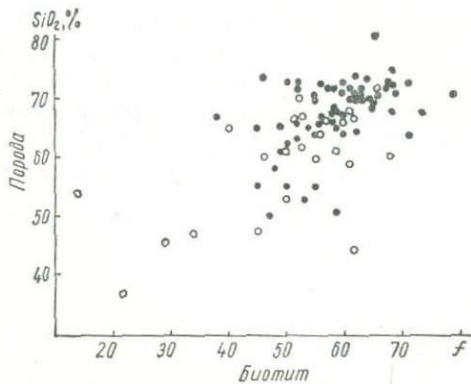


Рис. 30. Связь железистости биотита с содержанием  $\text{SiO}_2$  во вмещающей породе для 88 пар анализов.

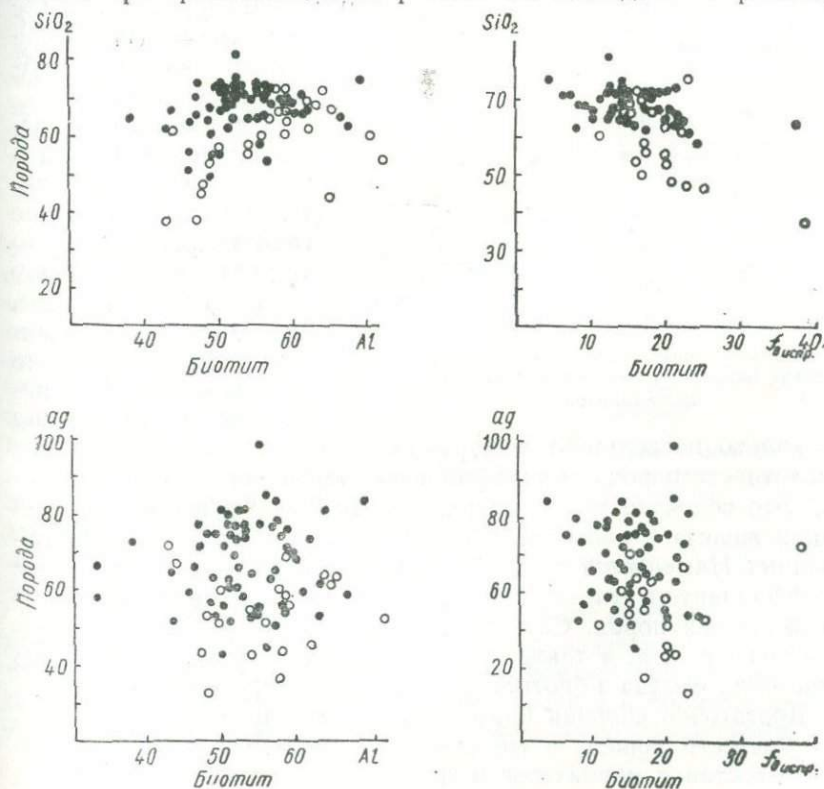


Рис. 31. Корреляция составов биотит — порода по коэффициентам, отражающим особенности их составов для 88 пар анализов.

биотита. На графике видна значительно более жесткая связь составов биотит — порода по железистости для метаморфических пород в сравнении с мигматитами и гранитоидами. Это хороший показатель смены изохимического регионального метаморфизма процессами метасоматоза и анатексиса, при которых связь составов определяется не только степенью подвижности компонентов, но и вариациями потенциала кислорода.

Зависимость железистости биотита от кислотности вмещающей породы достаточно хорошо видна на рис. 30. Здесь же видно, что железистость биотитов гранитоидов и метаморфических пород совмещена в довольно широкой области составов.

Для метаморфических пород с возрастанием кислотности намечается увеличение глиноземистости биотита, что можно было предполагать и ранее, исходя из обратной связи биотит — порода по  $\text{SiO}_2$  (рис. 31). Для метаморфических пород

несколько неожиданно обнаруживается обратная корреляция кислотности породы и коэффициента окисления железа в биотите. Это, вероятно, можно принимать как увеличение степени окисления железа в биотитах с возрастанием температуры их образования. Намечается обратная связь степени окисления железа с коэффициентом агпаитности, выраженная более четко для метаморфических пород. Связи агпаитности породы с глиноземистостью биотита, а также глиноземистости породы со степенью окисления железа в биотите (рис. 32) нет совершенно.

Достаточно сильная прямая связь устанавливается для глиноземистости породы и железистости биотита (рис. 33). В области составов мигматитов и гранитов связь резко ослабляется, что связано с выносом темноцветных компонентов при грани-

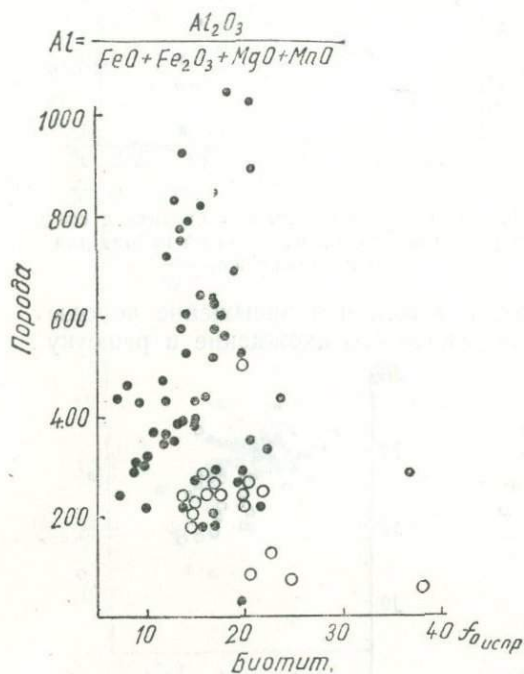


Рис. 32. Корреляция глиноземистости породы со степенью окисления железа в биотите для 88 пар анализов.

тизации. Связи асплантности породы и железистости биотита (рис. 33) практически нет.

Статистическое изучение силы связи минералообразующих компонентов и их отношений в биотитах и вмещающих породах позволяет сделать выводы разной достоверности.

1. Химический состав биотита в равной мере определяется как составом вмещающей породы, так и физико-химическими условиями образования породы и биотита.

2. Содержание в биотите кремния, закисного железа, титана, воды, отчасти глинозема, определяется главным образом физико-химическими условиями. Содержание магния, марганца, глиноземистость и железистость зависят от их количества и отношения во вмещающих породах.

3. В направлении от основных пород к кислым, что в общем случае, вероятно, равнозначно понижению температуры образования, в биотитах уменьшается содержание кремния, магния, возможно, окисного железа, и возрастает количество железа в закисной форме, конституционной воды, марганца, а также коэффициентов железистости и глиноземистости.

4. Сила связи биотит — порода по многим компонентам и их отношениям для метаморфических пород значительно сильнее, чем для мигматитов и гранитов, что, вероятно, можно рассматривать как результат изохимичности процесса и полного достижения равновесия в условиях регионального метаморфизма.

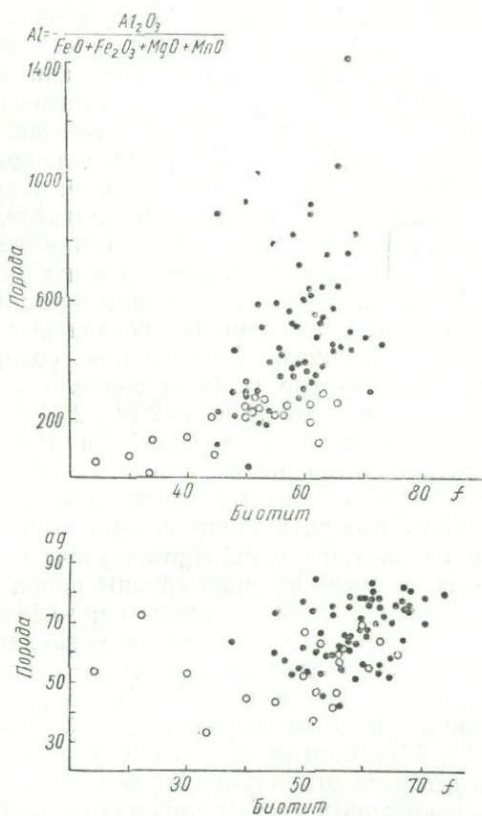


Рис. 33. Корреляция глиноземистости и асплантности породы с железистостью биотита для 88 пар анализов.

## СРАВНЕНИЕ СРЕДНИХ СОСТАВОВ БИОТИТОВ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

Для сравнения биотитов выбраны группы 1—10, объединяющие породы метаморфические и относительно слабо гранитизированные; биотиты из гранитоидов рассмотрены отдельно (приложение, табл. 6). Следует сразу же подчеркнуть, что вследствие несовершенства группировки сравниваются биотиты из пород не только различного генезиса, но и разной степени метаморфизма и в разных парагенезисах. Поэтому уже в самой группировке анализов заложена возможность различия, обусловленная не исходным составом пород.

Содержание кремния в биотитах, представляющего основу структуры минерала, имеет соответственно наименьшую из всех компонентов вариабильность в пределах 1,5—2,7%. Исключение составляют биотиты железисто-кремнистых пород, которые ввиду крайне специфического состава выделяются и по всем прочим характеристикам. По величине содержания кремния анализы биотитов можно условно разделить на две группы. К первой группе с величиной  $Si = 2,73—2,76$  формульных единиц принадлежат биотиты из пироксен- и амфиболсодержащих пород от ультрабазитов до амфиболовых гнейсов. Вторая группа с  $Si = 2,64—2,66$  включает биотиты из метапелитовых ассоциаций. Критерий Стьюдента обнаруживает между ними значимые различия, но не внутри групп. Промежуточное положение занимают биотиты из очень сборной группы пород основного состава предположительно гипабиссального и эффузивного происхождения.

Эти же две группы четко разделяются по содержанию октаэдрического алюминия (группа 3 и здесь промежуточная). Содержание  $Al_{VI}$  в первой группе равно 0,14—0,16 формульных единиц, а во второй — 0,26—0,35. Интересно, что по содержанию  $Al_{VI}$  биотиты силлиманит- и кордиеритсодержащих метапелитов не отличаются от биотитов из гнейсов, не содержащих высокоглиноземистых минералов. Содержание суммарного алюминия (1,35—1,48 и 1,59—1,69 соответственно) вполне подтверждает эту тенденцию.

По содержанию закисного железа (около 1,0) породы основного состава и метапелиты не различаются, но в пределах каждой из групп эти цифры существенно разнятся. Наименьшее содержание железа (0,68) имеют биотиты ультраосновных пород, за ними следуют биотиты metabазитов (0,91) и далее — биотиты чарнокитов и амфиболовых гнейсов. Среди биотитов метапелитов содержание  $Fe^{2+}$  самое низкое в высокоглиноземистых породах. Примерно такие же соотношения, но в обратном порядке, имеют биотиты и по содержанию магния. По содержанию калия и натрия метаморфические породы разного состава не различаются. Некоторые различия отмечены в содержании кальция. Биотиты амфибол- и пироксенсодержащих пород имеют в целом

более высокое содержание кальция (0,04—0,10 формульных единиц), причем пироксенсодержащие породы (чарнокиты) и метаультрабазиты в сравнении с амфиболсодержащими породами имеют содержание кальция значительно меньшее. В метapelитах количество кальция значительно ниже (0,02—0,04 формульных единиц).

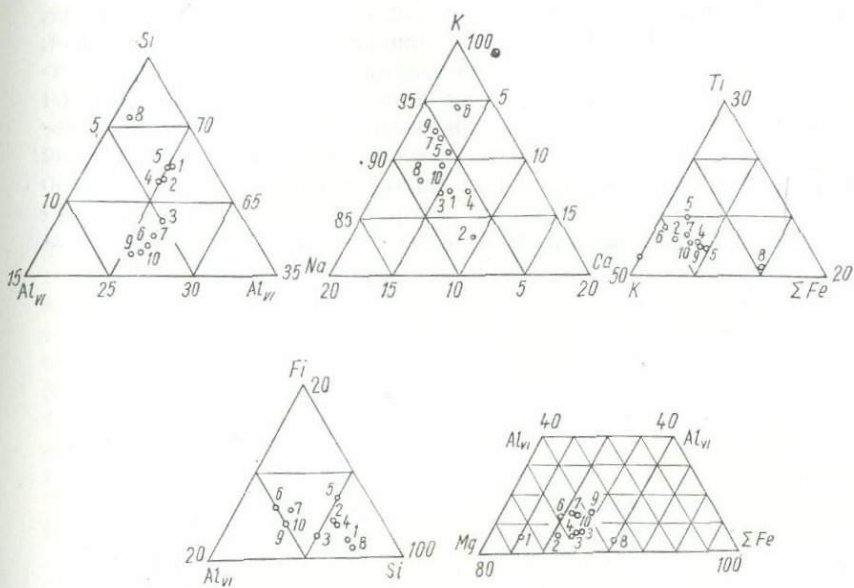


Рис. 34. Средние составы биотитов метаморфических пород.

Содержание титана в биотитах обусловлено главным образом генезисом и условиями метаморфизма вмещающих пород. Действительно, наибольшее содержание титана имеют биотиты из чарнокитов, т. е. гранатсодержащих пород гранулитовой фации. В биотитах метapelитов содержание титана понижается от высокоглиноземистых пород к умеренноглиноземистым породам с гранатом и другими титанофобными минералами и наименьшего содержания достигает в биотитовых гнейсах амфиболитовой фации, а также в биотитах амфиболсодержащих пород. Тройные диаграммы (рис. 34) наглядно иллюстрируют закономерности состава биотитов метаморфических пород, которые вполне подтверждаются и статистикой их отношений.

Разделение метаморфических пород на две группы по содержанию алюминия хорошо отражается в величине всех коэффициентов, где участвует глинозем, — коэффициентов глиноземистости (*al*), степени замещения Si — Al (*a<sub>Si</sub>*) и апгаитности. Намечается очень незначительное различие основных пород по железистости биотитов.

Общая картина особенностей составов биотитов из разных групп пород усложняется неоднородностью состава биотитов внутри групп. В этом отношении особенно неоднородна группа биотитизированных метаультрабазитов, где половина анализов принадлежит биотитам из явно реакционных метасоматических образований, залегающих в виде анхимономинеральных оторочек вокруг ксенолитов и в контактах с кислыми породами, хотя появление биотита в ультраосновных породах в любом случае, вероятно, следует связывать с привнесом — выносом вещества. Биотиты метасоматических образований по ультрабазитам отличаются в сравнении с другими анализами явно повышенным содержанием калия, железа, глинозема и пониженным — кальция и титана. Составы метасоматических биотитов, вероятно, не зависят от состава вмещающих пород и слагают свою особую группу, характерным отличием которой является низкое содержание кальция, титана и повышенное — калия и окисного железа.

## Глава V. Биотиты метаморфических пород

В качестве индикаторов температурных условий образований биотита обсуждалось содержание железа, кремния, алюминия и титана, представленных в виде различных отношений.

Долгое время считалось, что отношение железа к магнию является хорошим показателем температуры образования биотита и возрастает с ее понижением. Эта точка зрения, вероятно, впервые была высказана Т. Бартом (Barth, 1936) и поддержана полностью либо частично в работах Э. В. Гейнриха (Heinrich, 1946), Д. А. Великославинского (1960), Энджелов (Engel a. Engel, 1960), И. Б. Щербакова (1965), Т. Г. Хмарук и И. Б. Щербакова (1965), О. И. Вольнец и др. (1967) и других авторов. Теперь преобладает мнение об определяющем влиянии на железистость биотитов состава исходных пород, хотя в пределах одного изохимического ряда допускают повышение железистости биотита с уменьшением его температуры образования.

Чрезвычайно различны взгляды относительно поведения глинозема и кремния в биотитах с изменением температурных условий.

Н. Дж. Снеллинг (Snelling, 1957), Р. С. Дж. Ламберт (Lambert, 1958), П. Ф. Емельяненко (1964), А. А. Маракушев (1965), Б. К. М. Батлер (1967) и другие считают, что возрастание температуры образования биотитов ведет к увеличению содержания в них глинозема главным образом в результате замещения  $Si \rightarrow Al$  в тетраэдрах. В большинстве работ показано, что возрастание температуры ведет к уменьшению содержания в биотитах алюминия, однако структурное положение его рассматривается по-разному.

Л. П. Никитина и В. Я. Хильтова (1964), Б. И. Горошников (1967) и другие считают, что с возрастанием температуры происходит сокращение пределов изоморфизма  $Si \rightarrow Al$  в тетраэдрах, тогда как содержание алюминия в октаэдрической координации определяется составом породы. Напротив, Д. А. Великославинский (1960, 1965), а вслед за ним Энджелы (Engel a. Engel, 1960), И. Б. Щербаков (1963, 1964—1966), С. П. Кориковский (1964), А. А. Маракушев и И. А. Тарарин (1965),

## Статистические характеристики содержания главных элементов

Группа пород	Фация	n	K		
			$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Богатые СаО (основные) гнейсы	Гранулитовая	4	0,82	0,032	4
	Амфиболитовая	22	0,83	0,061	7
	Эпидот-амфиболитовая и ниже	7	0,81	0,07	9
Высокоглиноземистые (силлиманит-и кордиеритсодержащие) гнейсы	Гранулитовая	11	0,82	0,052	6
	Амфиболитовая и ниже	15	0,82	0,073	9
Умеренноглиноземистые (гранат-и мусковитсодержащие) гнейсы	Гранулитовая	3	0,82	0,06	7
	Амфиболитовая и ниже	8	0,86	0,05	6
Нормальноглиноземистые (биотитовые) гнейсы	Гранулитовая	6	0,83	0,11	13
	Амфиболитовая и ниже	27	0,82	0,078	10

Группа пород	Фация	n	Ti		
			$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Богатые СаО (основные) гнейсы	Гранулитовая	4	0,24	0,088	36
	Амфиболитовая	22	0,11	0,01	9
	Эпидот-амфиболитовая и ниже	7	0,09	0,028	31
Высокоглиноземистые (силлиманит-и кордиеритсодержащие) гнейсы	Гранулитовая	11	0,23	0,098	42
	Амфиболитовая и ниже	15	0,13	0,076	58
Умеренноглиноземистые (гранат-и мусковитсодержащие) гнейсы	Гранулитовая	3	0,21	0,103	50
	Амфиболитовая и ниже	8	0,14	0,09	64
Нормальноглиноземистые (биотитовые) гнейсы	Гранулитовая	6	0,23	0,035	15
	Амфиболитовая и ниже	27	0,11	0,0346	31

Е. Н. Ушакова (1968) и другие достаточно убедительно показали, что изменение содержания алюминия в биотитах, в связи с изменениями температуры образования, происходит главным образом в октаэдрической позиции.

Во многих работах почти единодушно признается повышение роли титана в биотитах с возрастанием температуры (Лавренко, 1957; Энджелы, 1960; Маракушев, 1961; Щербаков, 1963, 1965; Хмарук, 1965; Волынец и др., 1967; Ушакова, 1968; Закруткин и Григоренко, 1968).

Таблица 8

## в биотитах из разных метаморфических фаций

Na			Ca			Mg			Fe <sup>2+</sup>			Fe <sup>3+</sup>		
$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$
0,07	0,0109	15,5	0,055	0,026	48	1,37	0,124	9	0,93	0,129	14	0,20	0,095	47
0,05	0,017	34	0,08	0,041	51	1,31	0,26	20	1,03	0,083	8	0,21	0,084	25
0,06	0,031	51	0,03	0,023	76	1,39	0,38	27	1,05	0,31	29	0,16	0,033	21
0,02	0,014	70	0,023	0,017	77	1,47	0,187	13	0,70	0,125	17	0,20	0,088	44
0,04	0,021	53	0,03	0,016	53	1,10	0,158	14	0,94	0,194	21	0,25	0,126	50
0,05	0,027	54	0,022	0,017	79	1,51	0,25	16	0,76	0,16	21	0,17	0,123	72
0,05	0,02	40	0,025	0,016	65	1,02	0,17	17	1,14	0,21	18	0,19	0,08	42
0,05	0,02	40	0,03	0,014	46	1,28	0,23	18	1,00	0,19	19	0,22	0,114	52
0,06	0,038	6	0,03	0,014	46	1,13	0,245	21	1,00	0,204	20	0,23	0,094	40

Продолжение табл.

Al <sub>V1</sub>			Al <sub>IV</sub>			Si			OH <sup>-</sup>			Al <sub>Σ</sub>		
$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$
0,06	0,04	66	1,33	0,046	3,4	2,67	0,046	1,7	1,56	0,29	19	1,40	0,05	3
0,15	0,09	61	1,26	0,47	3,7	2,74	0,014	0,5	1,58	0,28	17	1,41	0,10	7
0,21	0,01	5	1,33	0,073	5	2,68	0,07	2,6	1,65	0,29	18	1,53	0,15	10
0,19	0,11	57	1,31	0,084	6,4	2,69	0,074	2,8	1,59	0,22	14	1,50	0,13	9
0,37	0,14	37	1,38	0,067	4,8	2,61	0,069	2,6	1,38	0,35	25	1,75	0,16	9
0,18	0,09	48	1,26	0,014	1,1	2,70	0,14	5,2	1,20	0,42	35	1,43	—	—
0,30	0,14	47	1,48	0,137	9,3	2,65	0,04	1,5	1,50	0,30	20	1,64	0,169	10
0,07	—	—	1,24	0,063	5	2,75	0,064	2,3	1,14	0,49	43	1,41	—	—
0,32	0,225	70	1,35	0,063	4,7	2,65	0,063	2,3	1,46	0,55	37	1,67	0,14	8

Из прочих минералообразующих компонентов биотита отмечают понижение роли воды в биотитах гранулитовой фации, возрастание роли калия с повышением температуры (Закруткин и Григоренко, 1968).

Для сравнительной характеристики состава биотитов в зависимости от степени метаморфизма и химического состава вмещающих пород можно использовать 104 анализа биотитов, отобранных по принципу наименьшей степени гранитизации и наиболее полной характеристики в отношении  $P - T$ -условий

образования (табл. 8). При таком отборе не удалось избежать некоторой условности: так, в число этих анализов вошли чарнокиты эндербитового состава, основные сланцы, содержащие до 70% лейкократовой составляющей и, вероятно, гранитизированные.

По химическому составу все породы можно разделить на богатые СаО (основные) гнейсы, бедные СаО (метапелиты) и железисто-кремнистые породы. Последние нами не рассматриваются ввиду малого количества анализов и недостаточно ясного представления об их генезисе. Кроме того, в числе метаморфических пород не рассматриваются и биотиты из довольно широко развитых реакционных и метасоматических образований, слагающих биотитовые контактовые оторочки вокруг тел основных пород среди мигматитов. Совершенно нет аналитического материала по известковисто-силикатным сланцам специфического минерального состава (феррисалит, известковистый гранат, сфен, скаполит и т. д.). В единичных анализах представлены железистые флогопиты из кальцифоров.

Бедные СаО породы метапелитового состава условно разделены на три группы: высокоглиноземистые (силлиманит- и кордьеритсодержащие) гнейсы, умеренноглиноземистые (гранат- и мусковитсодержащие) и нормальноглиноземистые метаморфические породы. Парагенезисы биотита со ставролитом, андалузитом и дистеном на УЩ совершенно не охарактеризованы.

Средние содержания  $Al_2O_3$  в этой группе пород соответственно составляют 20, 15 и 14%, а содержания  $SiO_2$  (среднее 65%) и СаО (среднее 2,0%) во всех метапелитах одинаковы. Богатые СаО основные гнейсы имеют широкие вариации содержаний всех окислов, но устойчиво отличаются повышенной основностью (среднее  $SiO_2 = 53\%$ ), высоким содержанием СаО (в среднем 6,5%) при умеренном содержании  $Al_2O_3$  (среднее 16%).

### БИОТИТЫ БОГАТЫХ СаО (ОСНОВНЫХ) ГНЕЙСОВ

Эта группа включает 33 анализа и может быть разделена на три подгруппы по степени метаморфизма.

Биотиты гранулитовой фации (№ 11, 12, 13, 62) относятся к пироксен-плаггиоклазовому сланцу, основным породам габбрового состава из чарнокитовых комплексов Побужья и Приазовья. Обр. 62, согласно авторам, относится к магматической породе — монцониту.

Биотиты амфиболитовой фации относятся к типичным амфиболитам с голубовато-зеленой роговой обманкой (№ 14, 21, 25, 26) и биотито-амфиболовым плаггиогнейсам (№ 38, 47, 49, 53) с повышенным содержанием салитовой составляющей.

Биотиты третьей подгруппы отнесены к эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фациям (№ 22, 23, 30, 32, 35). Большинство вмещающих эти биотиты пород принадлежит к туфогенно-

Таблица 9

Сравнение средних составов биотитов метаморфических пород по критерию Стьюдента

Изохимическая группа	Фация	Ca		Mg		Fe <sup>2+</sup>		Ti		Al <sub>VI</sub>		a <sub>Si</sub>			
		t	$\bar{x}$	t	$\bar{x}$	t	$\bar{x}$	t	$\bar{x}$	t	$\bar{x}$	t	$\bar{x}$	t <sub>01</sub>	t <sub>05</sub>
Основные	Гранулитовая	0,3	0,55	0,6	1,37	0,6	0,93	2,9	0,24	4,0	0,06	2,1	33,2	2,75	2,04
	Амфиболитовая		0,06		1,32		0,98		0,11		0,17		31,7		
Метапелиты	Гранулитовая	1,3	0,024	5,6	1,42	3,0	0,80	6,4	0,21	3,9	0,15	2,9	32,0	2,66	2,00
	Амфиболитовая		0,020		1,08		0,95		0,12		0,26		33,3		
Основные	Гранулитовая	2,2	0,055	0,6	1,37	2,7	0,93	0,7	0,24	3,0	0,06	1,5	33,2	2,82	2,07
Метапелиты			0,024		1,42		0,80		0,21		0,15		33,0		
Основные	Амфиболитовая	4,0	0,06	3,9	1,32	0,5	0,98	1,0	0,11	4,1	0,17	5,0	31,7	2,64	1,99
Метапелиты			0,02		1,08		0,95		0,12		0,26		33,3		

Таблица 10

Статистические характеристики коэффициентов, отражающих особенности химического состава биотитов из разных метаморфических фаций

n	a <sub>Si</sub>			f			f <sub>0</sub>			Al			ag		
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\nu$
4	33,2	1,3	3,9	45	6,6	14,5	18,2	7	40	49,7	6,5	15	63,3	3	5
22	31,4	1,3	3,1	48,9	2,8	57	19,0	7	40	51,9	11	21	62,0	6,5	10
7	33,2	5,3	16	47,1	13	28	16,2	7	40	52,6	5,6	11	57,6	9,6	17
11	32,7	1,8	5,5	38,2	6,5	17	22,3	8	36	52,7	5,5	10	57,2	6,8	12
15	34,5	1,6	4,6	51,8	7,3	14	30	15	51	62,5	6,4	10	50,1	7,9	16
3	31,3	1,4	4,5	39,3	7	18	16	8	52	50,7	5,8	11	62,0	8,6	14
8	33,4	2,0	6,7	57,0	6	11	16	4	27	58,6	6	11	55,9	6,2	11
6	30,8	0,7	2,3	49,7	7	14	17	8	46	47,0	5	11	67,6	9	13
27	33,8	2,1	6	52,5	8	15	19	7	40	59,5	6	10	52,1	6	12

осадочной толще Базавлукской структуры и рассматриваются как основные туфогенные породы или апоспилиты, несмотря на высокое содержание кварца в некоторых из них (Бойко, Щербаков, 1967).

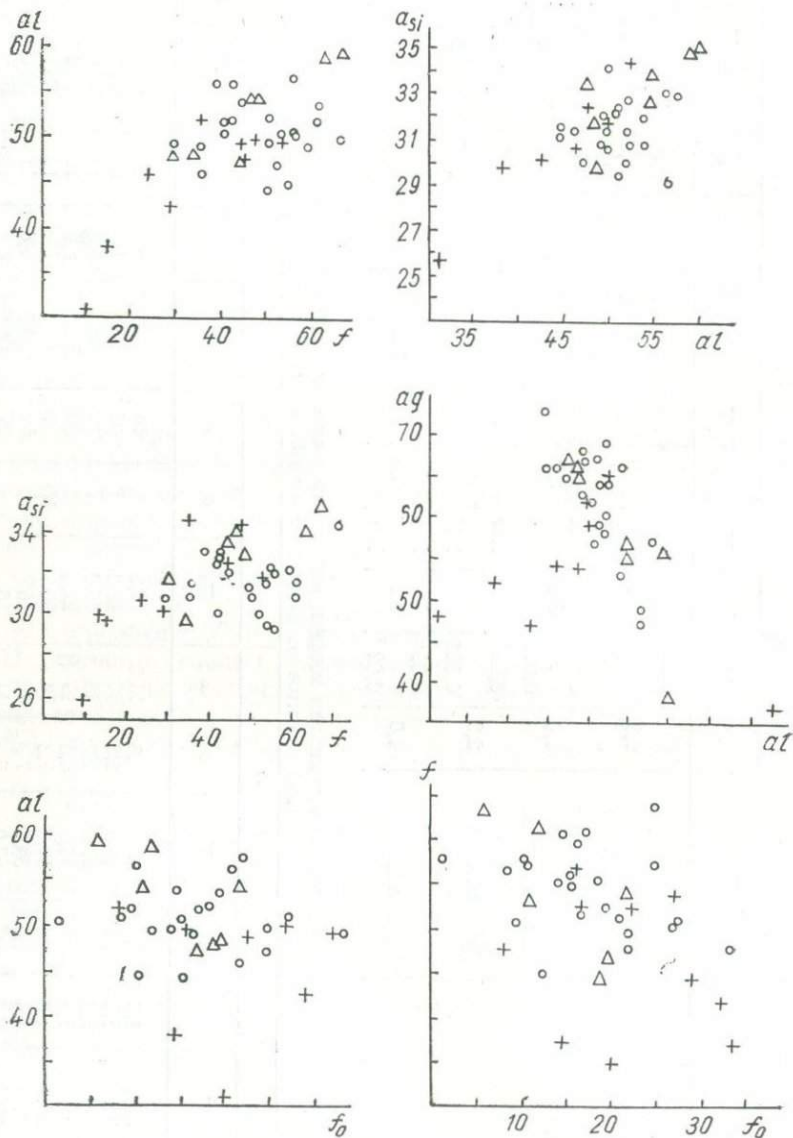


Рис. 35. Связь составов биотитов богатых CaO пород с условиями метаморфизма:

+ — биотиты гранулитовой фации, O — биотиты амфиболитовой фации, Δ — биотиты эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций.

Различия средних составов биотитов из богатых CaO пород в зависимости от степени метаморфизма невелики (табл. 9). Наиболее четко эти различия обнаруживаются по содержанию  $Fe^{2+}$ , Ti и октаэдрического Al. Содержание  $Fe^{2+}$  заметно увеличивается от биотитов первой подгруппы (0,93 формульных единицы) и мало от второй (1,03) к третьей подгруппе (1,05), хотя

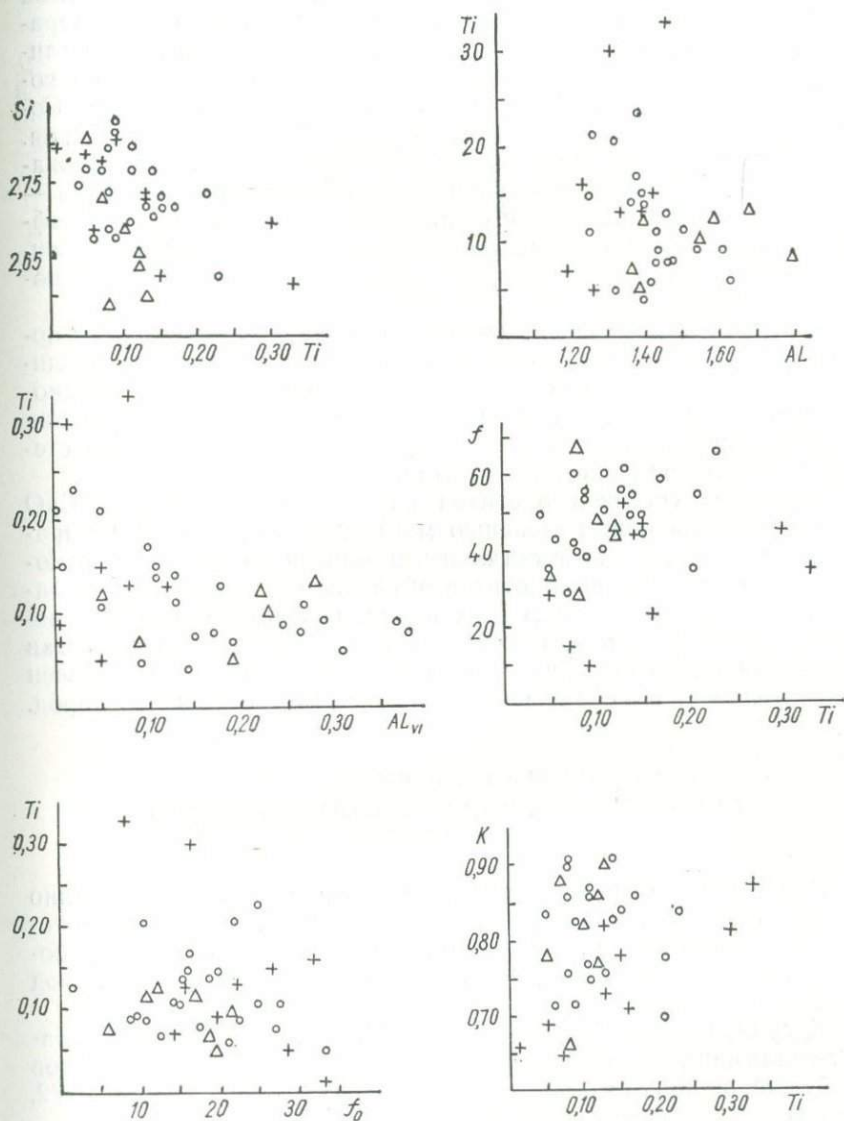


Рис. 36. Связь составов богатых CaO пород с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

по величине  $t$  критерия Стьюдента эти различия незначимы. В этом же направлении плавно и значительно возрастает содержание октаэдрического алюминия (0,06; 0,15 и 0,21 соответственно) и уменьшается содержание титана (0,24; 0,11 и 0,09 соответственно). Различия по  $Al_{VI}$  и  $Ti$  для всех трех подгрупп являются значимыми. Содержание кальция и окисного железа в общем уменьшается от высокотемпературных к низкотемпературным биотитам, а содержание воды (1,56—1,65) и суммы глинозема (1,40—1,53) возрастает. Незакономерно изменяются содержания магния, кремния и тетраэдрического алюминия. Совершенно отсутствуют различия в содержании калия и натрия.

Закономерные изменения состава биотитов вполне отражаются и на величине коэффициентов, включающих глинозем — коэффициентов агапайности и глиноземистости (табл. 10). Коэффициент  $a_{Si}$  изменяется закономерно; изменения коэффициентов железистости и степени окисления железа также мало показательны.

Графики, связывающие показатели биотитов этой группы пород (рис. 35, 36), показывают отсутствие существенных различий между ними. На основании этих графиков можно предположить наличие обратной связи между содержаниями титана и октаэдрического алюминия и между глиноземистостью и степенью окисления железа в биотитах.

Различия составов биотитов внутри группы богатых СаО пород, обусловленные степенью метаморфизма, наименее выразительны в сравнении с остальными типами пород. Такое относительное однообразие биотитов объясняется, возможно, магматическим происхождением этих пород, вследствие чего химический состав фемических минералов и, соответственно, состав возникающих по ним биотитов, в значительной мере определен относительным однообразием состава самих основных пород.

### БИОТИТЫ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ (СИЛЛИМАНИТ И КОРДИЕРИТСОДЕРЖАЩИХ) ГНЕЙСОВ

Эта группа, включающая 26 анализов, достаточно уверенно может быть разделена на две подгруппы: биотиты гранулитовой и биотиты более низкой фаций, главным образом, амфиболитовой. Биотиты корундосодержащих метасоматических пород нами не рассматриваются.

К гранулитовой фации отнесено 11 анализов из биотит-гранат-силлиманитовых и биотит-гранат-кордиеритовых гнейсов Побужья, западного Приазовья и Приднестровья (№ 63, 65—72, 85, 86).

Вмещающие биотит породы более низких фаций (№ 73—75, 77—79, 82, 89—95) значительно разнообразнее по составу. Из

глиноземистых минералов они обычно содержат кордиерит или мусковит. Очень часто эти породы графитоносны; графит развивается по биотиту, реже — в межзерновых пространствах.

Изменения состава биотитов в зависимости от степени метаморфизма в этой группе пород выявляются наиболее четко. От высокотемпературных к более низкотемпературным биотитам резко уменьшается содержание магния (от 1,47 до 1,10 формуль-

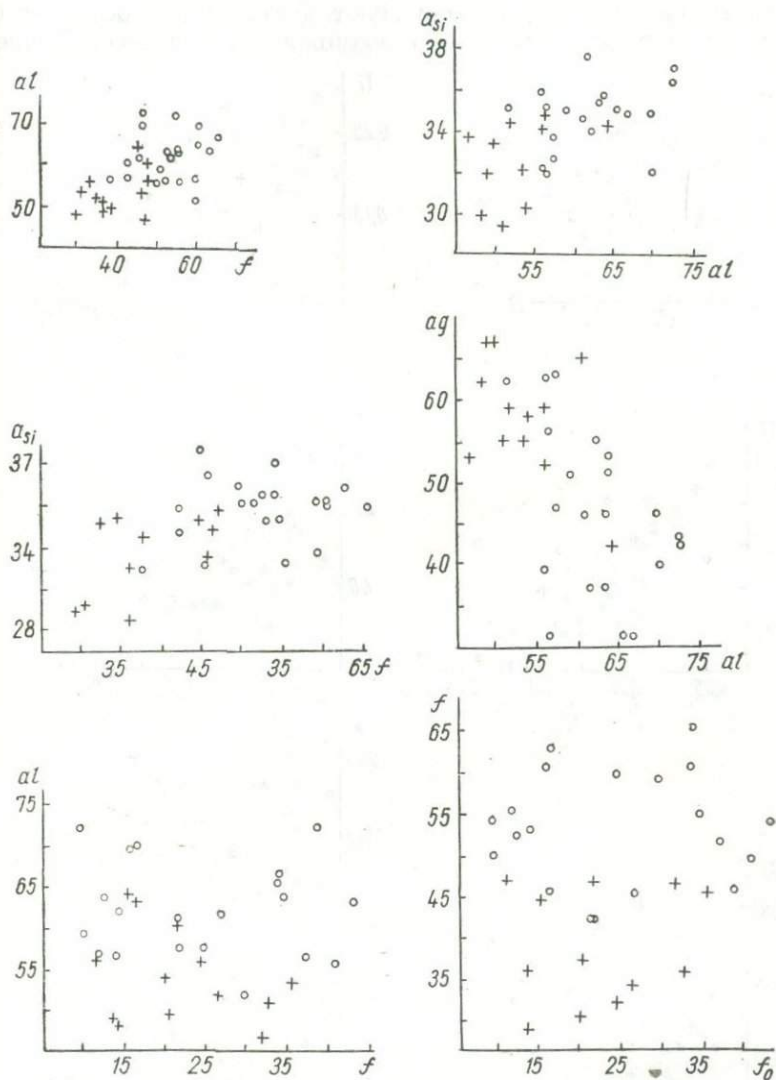


Рис. 37. Связь составов биотитов высокоглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

ных единиц), титана (от 0,23 до 0,13) и увеличивается содержание  $Fe^{2+}$  (от 0,70 до 0,94), сумма глинозема (от 1,50 до 1,75), октаэдрического алюминия (от 0,19 до 0,37). Изменения в содержании Si и  $Al_{VI}$  имеют такую же направленность, по величине вполне соизмеримы и невелики. Содержания элементов координации 12 в обеих подгруппах одинаковы.

Почти на всех графиках (рис. 37, 38) составы высоко- и низкотемпературных биотитов образуют достаточно обособленные поля, подтверждая тем самым возможность расчленения био-

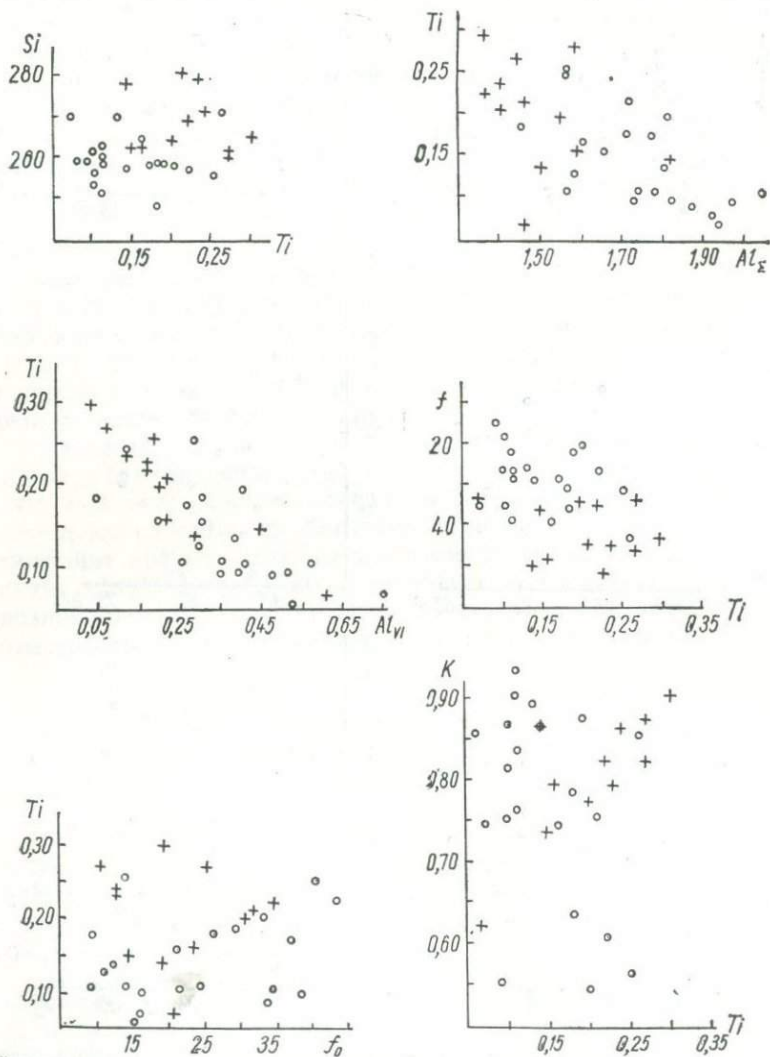


Рис. 38. Связь составов биотитов высокоглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

титов двух подгрупп по содержанию Ti, Si, Al и по коэффициентам  $f$ ,  $al$ ,  $ag$  и  $a_{si}$ . На рис. 38 видна четкая обратная связь Ti — Al<sub>VI</sub>, а для биотитов гранулитовой фации — K — Ti.

**БИОТИТЫ УМЕРЕННОГЛИНОЗЕМИСТЫХ  
(ГРАНАТ- И МУСКОВИТСОДЕРЖАЩИХ)  
ГНЕЙСОВ**

Биотиты гранулитовой фации представлены двумя образцами гранулитов и биотито-гранатовым гнейсом (№ 60, 98, 99).

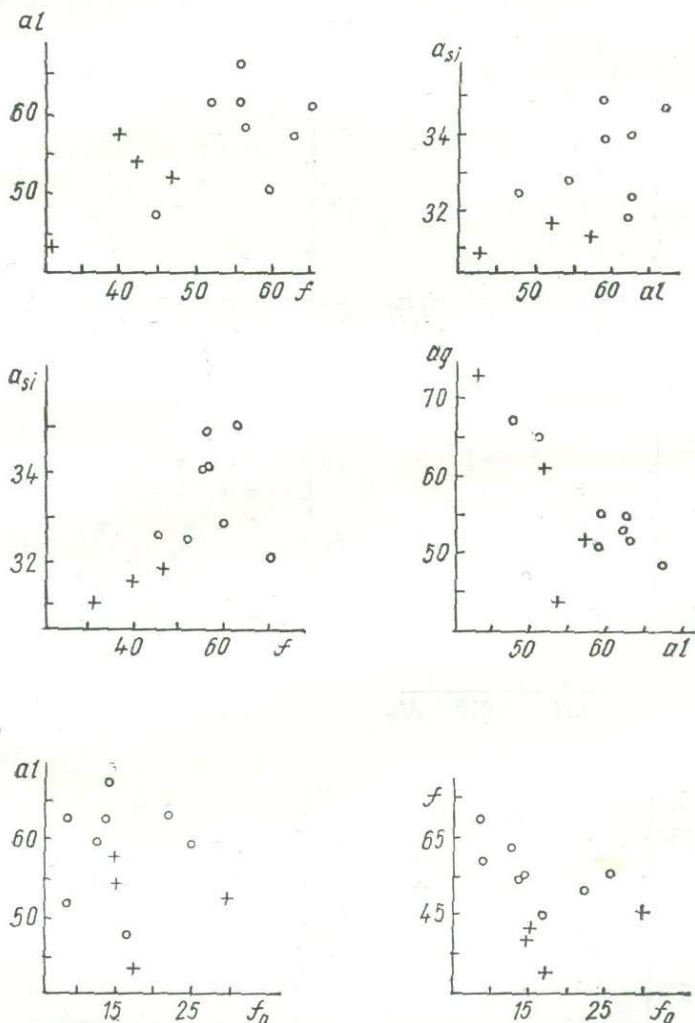


Рис. 39. Связь составов биотитов из умеренноглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

Биотиты низких фаций (№ 101—103, 105—108, 110) относятся к породам очень разной степени метаморфизма — от высокотемпературной амфиболитовой (102, 107) до зеленосланцевой (№ 108, 110) фации. Мусковит в них иногда является диафорическим минералом по биотиту.

Изменения в составе биотитов умеренноглиноземистых метapelитов по характеру и абсолютной величине вполне аналогичны предыдущей группе пород. С понижением степени метаморфизма в биотитах резко уменьшается содержание магния (от

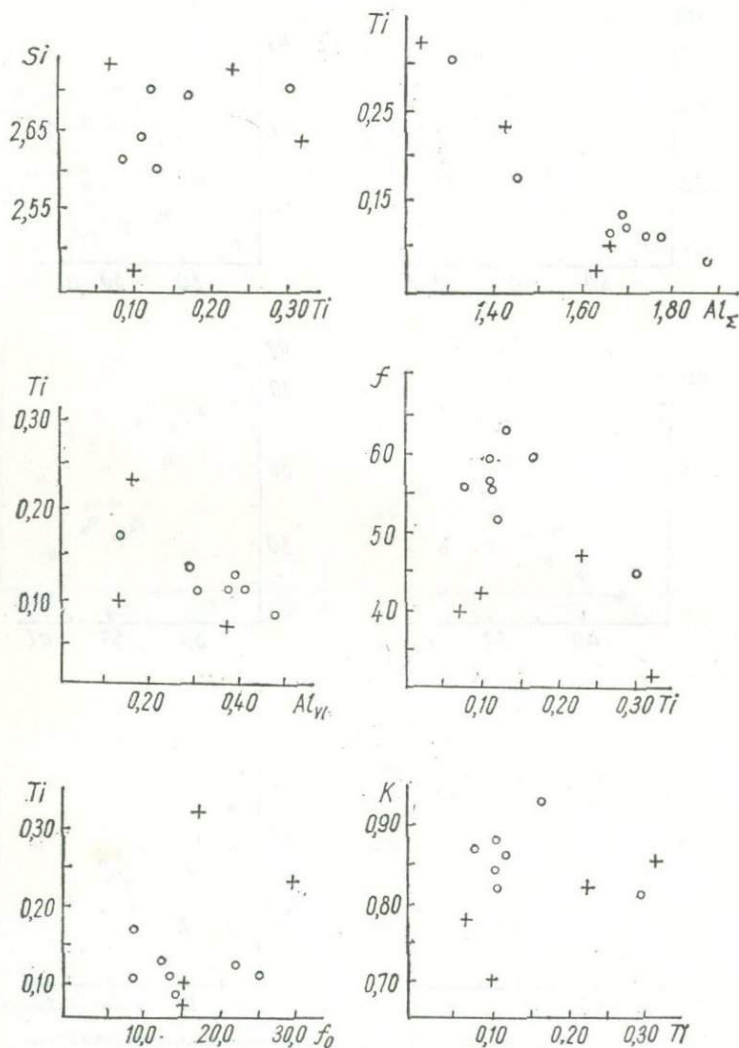


Рис. 40. Связь составов биотитов из умеренноглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

1,51 до 1,02 ф. е.), Ti (от 0,21 до 0,14) и увеличивается содержание  $Fe^{2+}$  (от 0,76 до 1,14), а также глинозема как в сумме, так и в отдельных позициях. Соответственно изменяются и коэффициенты  $a_{Si}$ ,  $f$ ,  $al$  и  $ag$ . На рис. 39, 40 устанавливаются те же зависимости, что и для высокоглиноземистых метapelитов.

### БИОТИТЫ НОРМАЛЬНОГЛИНОЗЕМИСТЫХ (БИОТИТОВЫХ) ГНЕЙСОВ

В этой группе к породам гранулитовой фации отнесены чарнокиты сабаровитового (эндербитового) минерального состава.

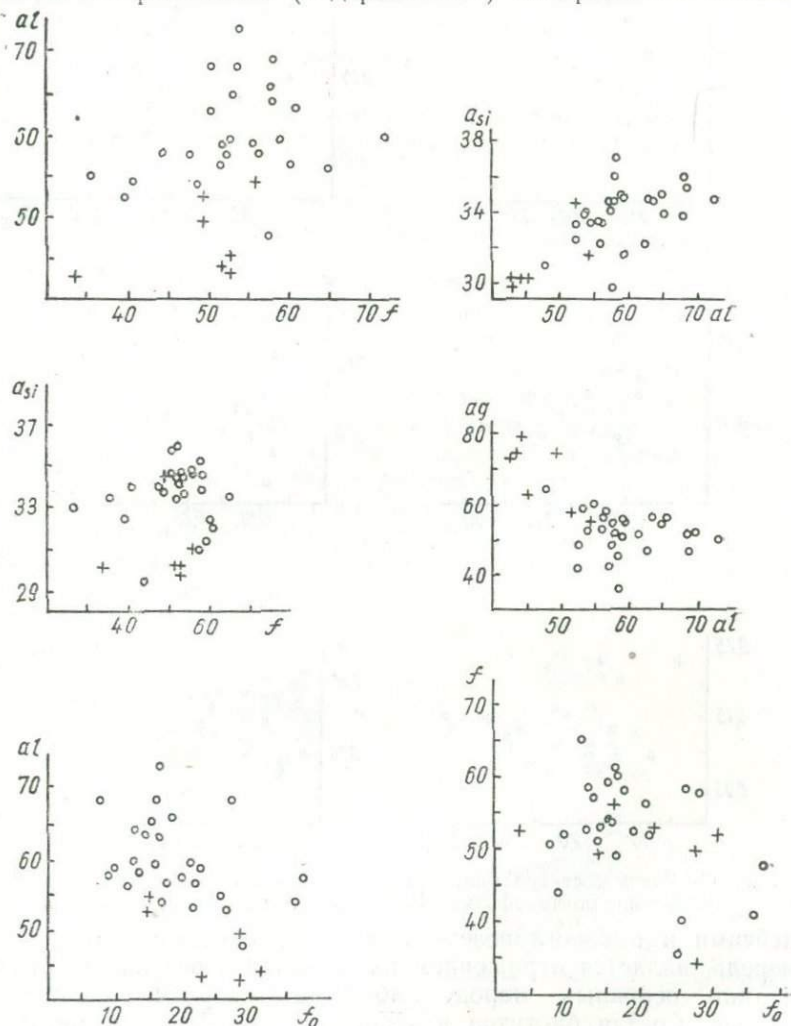


Рис. 41. Связь составов биотитов из нормальноглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

которые по химическому составу отвечают биотитовым гнейсам (№ 54, 56—59). К амфиболитовой фации отнесены биотиты из биотитовых плагиогнейсов и биотитовых плагиоклаз-микроклиновых гнейсов (№ 118—126, 128—145).

По общему химическому составу породы нормальноглиноземистого ряда являются промежуточными между основными

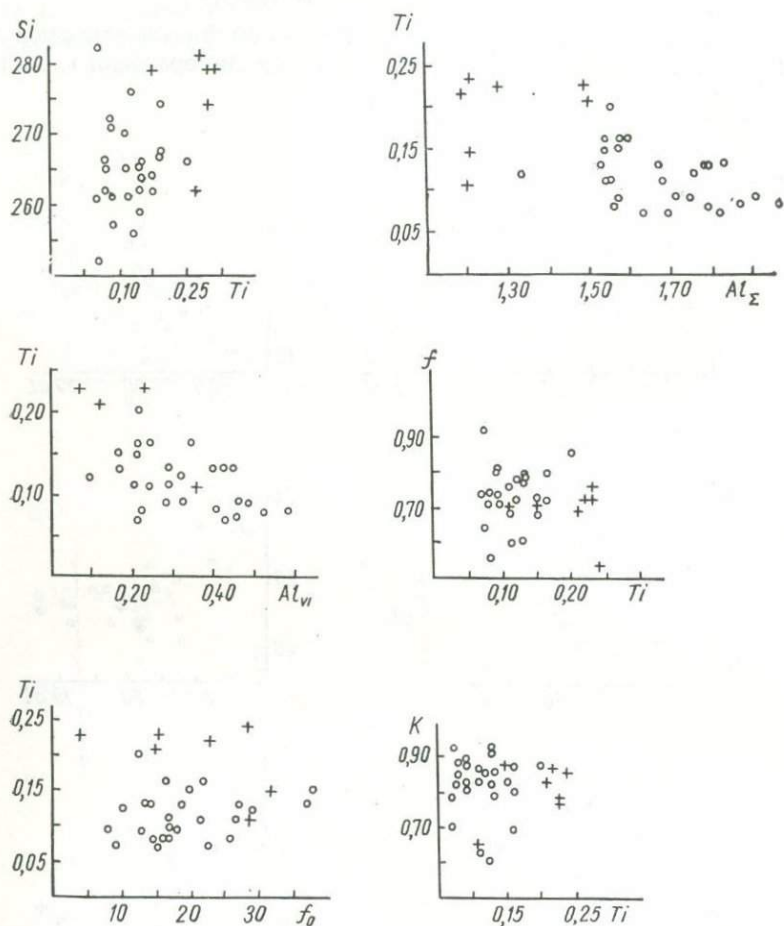


Рис. 42. Связь составов биотитов из нормальноглиноземистых гнейсов с условиями метаморфизма. Условные обозначения см. рис. 35.

гнейсами и высокоглиноземистыми метапелитами, что, в свою очередь, является отражением их генезиса в результате биотитизации основных пород либо метаморфизма пелитовых осадков. Состав биотитов в зависимости от степени метаморфизма в этой группе, соответственно, отражает своеобразие состава вмещающих пород. Интересно, что подобно основным

гнейсам, содержание магния в биотитах амфиболитовой фации нормальноглиноземистых пород уменьшается относительно мало, а содержание железа не изменяется совершенно. Биотиты гранулитовой фации этой группы в сравнении с другими группами менее магниальны. Это объясняется тем, что они сосуществуют главным образом не с гранатом, а с пироксенами, подобно биотитам основных пород. Как и в других группах, резко понижается содержание титана (от 0,23 до 0,11 ф. е.), более, чем обычно, понижается количество кремния (2,75—2,65) и увеличивается количество алюминия во всех позициях.

На рис. 41, 42 составы биотитов из нормальноглиноземистых пород образуют четко разделенные поля почти по всем показателям.

Средние составы биотитовых гнейсов плагиоклазового и плагиоклаз-микроклинового состава ничем не различаются.

### ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА БИОТИТОВ ИЗОХИМИЧЕСКИХ ГРУПП В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Сравнение биотита из пород метapelитового состава из разных фаций с помощью критерия Стьюдента значительных различий между ними не обнаруживает, за исключением различия по  $Fe^{2+}$  высокоглиноземистых и нормальноглиноземистых пород гранулитовой фации и высокоглиноземистых с умеренноглиноземистыми гнейсами в амфиболитовой фации. Содержание алюминия во всех видах понижается от высоко- к нормальноглиноземистым гнейсам, но эти различия не настолько велики и закономерны, чтобы быть значимыми. Величины изменения главных компонентов —  $Mg$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ti$  и  $Al$  — при переходе от высокотемпературных к низкотемпературным биотитам для разных подгрупп метapelитов вполне соизмеримы и направлены одинаково (рис. 43). Изменения особенно хорошо видны по  $Ti$ ,  $Mg$  и  $Al$  во всех позициях; изменения в содержании  $Fe^{2+}$  и  $OH$  — менее показательны, а по всем прочим компонентам, включая  $K$ , их вообще нет. Такое однообразие в содержании и поведении главных порообразующих компонентов позволяет все разновидности метapelитов объединять в одну группу.

Для средних составов метapelитов гранулитовой

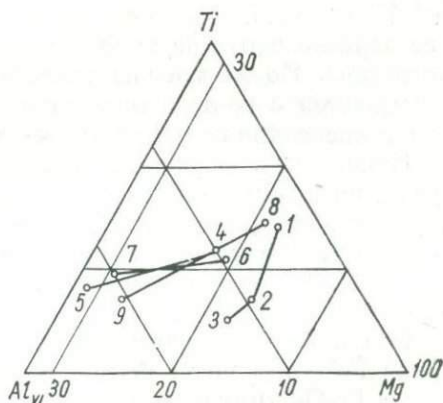


Рис. 43. Средний состав биотитов метаморфических пород (табл. 8).

фации и более низких фаций устанавливаются различия по тем же компонентам, что и для отдельных подгрупп метапелитов. Критерий Стюдента выявляет значимые различия по содержанию Mg, Fe<sup>2+</sup>, Ti, Al<sub>VI</sub> и величине  $a_{Si}$  (см. табл. 9). Для богатых СаО гнейсов между биотитами двух фаціальных групп устанавливаются значимые различия только по Ti, Al<sub>VI</sub> и  $a_{Si}$ .

Значительные различия существуют также между основными гнейсами и метапелитами одноименных фаций. Так, биотиты основных пород гранулитовой фации отличаются от биотитов из метапелитов более высоким содержанием Са, Fe<sup>2+</sup> и более низким — Al<sub>VI</sub>. По содержанию Mg, Ti и величине  $a_{Si}$  они не различаются. В амфиболитовой фации основные гнейсы отличаются от метапелитов по Са и Al<sub>VI</sub>. Исчезают различия по Fe<sup>2+</sup> и появляются — по Mg и  $a_{Si}$ .

Следует рассмотреть еще один интересный признак — содержание окисного железа и соответственно степень окисления железа в биотитах.

Поведение Fe<sup>3+</sup> в биотитах при метаморфизме изучалось в ряде работ паравне с другими компонентами, однако мнения высказаны очень различные. С. П. Кориковский, на наш взгляд, наиболее правильно оценил роль Fe<sup>3+</sup>, считая, что «степень окисления железа в биотитах  $f_0 = \frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}} \cdot 100\%$  не связана с температурой, а зависит от величины окислительного потенциала, который определяется местными условиями данного метаморфического региона» (1964, стр. 191). Он же отметил, что в основных гнейсах  $f_0$  в 1,5 раза выше, чем в метапелитах. Большое значение степени окисления железа придают Д. С. Штейнберг и Л. С. Малахова (1965), установившие закономерное возрастание  $f_0$  биотитов с уменьшением глубины становления интрузий. А. Д. Налдретт и Дж. Куллеруд (Naldrett a. Kullerud, 1964) высказали оригинальную точку зрения, отметив изменение окраски биотитов от бурой до зеленой по мере удаления от интрузива. По их мнению, железо в биотитах возле интрузива связывается с привносимой из него серой, а остальное железо для компенсации валентности окисляется.

Изменение содержания окисного железа в биотитах разных групп, по нашим данным (табл. 8), незакономерно: в основных породах количество Fe<sup>3+</sup> с повышением степени метаморфизма повышается, а во всех группах метапелитов — незначительно понижается. Средние содержания Fe<sup>3+</sup> в основных гнейсах и метапелитах одинаковы.

Одной из возможных причин такого незакономерного поведения Fe<sup>3+</sup> и  $f_0$  могут быть давно известные ошибки в определении Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> химическим путем. Для устранения этой ошибки мы воспользовались установленной выше закономерной связью 2V — Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> биотитов (см. рис. 12). Имеющихся у нас данных

Таблица 11

 $f_0$  и  $a_{Si}$  в биотитах по исправленным данным

Группа пород	Фация	$n$	$f_0$	$f_0$ сред- нее	$f_0$ сред- нее	$Fe^{3+}$	$Fe^{3+}$ сред- нее	$Fe^{3+}$ сред- нее
Основные	Гранулитовая	1	22	20,8	20,8	0,24	0,245	0,245
	Амфиболитовая	17	19,5			0,25		
Высокоглинозе- мистые	Гранулитовая	—	—	15,7	—	—	0,21	0,19
	Амфиболитовая	5	15,7			0,21		
Умеренногли- ноземистые	Гранулитовая	2	19,6	17,8	16,6	0,15	0,175	0,19
Нормальногли- ноземистые	Амфиболитовая	5	16,1			0,20		
Нормальногли- ноземистые	Гранулитовая	4	15,4	16,4	—	0,20	0,205	—
	Амфиболитовая	17	17,4			0,21		

слишком мало, чтобы делать достоверные выводы (табл. 11), однако и по ним можно видеть, что биотиты основных гнейсов имеют заметно большее содержание  $Fe^{3+}$  ( $\bar{x}=0,24$  ф. е.) в сравнении с биотитами из метапелитов ( $\bar{x}=0,19$  ф. е.) и соответственно больший коэффициент  $f_0$ . Различия в величине последнего несколько сглаживаются за счет более низкого содержания железа в биотитах из метапелитов. Закономерности в содержании  $Fe^{3+}$  и  $f_0$  в связи со степенью метаморфизма как будто бы не устанавливаются.

Следует отметить, что применяемый обычно коэффициент окисления железа в виде  $f_0 = \frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}} \cdot 100\%$  не всегда достаточно показателен, так как на его величину сильное воздействие оказывает общее содержание железа, что зачастую приводит к выравниванию общей картины. Возможно, для характеристики состояния железа в биотите лучше использовать непосредственно содержание  $Fe^{3+}$  либо отношение  $\frac{Fe^{3+}}{\Sigma Fe + Mg}$ .

Как видно из рис. 35—42, коэффициент  $f_0$  находится в хорошей обратной зависимости от  $f$ , что было известно и раньше (Бойко, Щербаков, 1967). Намечается обратная связь глиноземистости ( $al$ ) и  $f_0$  биотитов, однако эта связь в значительной мере, вероятно, объясняется изоморфизмом  $Fe^{3+} - Al^{3+}$ .

## Выводы

1. Биотиты пород метапелитового состава разной глиноземистости между собой не различаются.
2. Существуют значимые различия биотитов основных пород и пелитовых гнейсов по  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Al}_{\text{VI}}$ .
3. Для определения условий образования по биотиту наиболее показательным является  $\text{Ti}$ , содержание которого не зависит от состава исходных пород, а также  $\text{Al}_{\text{VI}}$  и в меньшей мере —  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и коэффициент  $a_{\text{Si}}$ .
4. Степень окисления железа ( $f_0$ ) определяется составом вмещающих пород.

## Глава VI. Биотиты гранитоидов

Биотит в гранитах обычно единственный фемический минерал и, в то же время, конечный член ряда в сложной эволюции фемических компонентов, в течение которой последние были последовательно связаны во многих минералах, начиная от оливина. В реакционном ряду Боуэна биотит (вместе с гранатом), если не считать оливина, является самым основным, наиболее глиноземистым и титанистым минералом, содержащим наибольшее количество щелочей. Вместе с тем, биотит представляет собой наименее магнезиальный минерал с наибольшей ролью окисного железа.

Давно известны последовательные превращения минералов, обусловленные главным образом возрастанием активности щелочей и понижением  $P-T$ -условий, которые в конечном счете приводят к образованию биотита. В ультраосновных и основных породах — это замещение типа оливин — серпентин — иддингсит — биотит, оливин — иддингсит — биотит, магнетит — биотит, ортопироксен — биотит, клинопироксен — роговая обманка — биотит и др.; в метапелитах: гранат — биотит, корднерит — биотит. Во многих случаях подобные превращения могут происходить без привноса каких-либо минералообразующих компонентов, за исключением  $K_2O$ , так как исходные минералы значительно богаче ими, чем сам биотит. Появление в основных гнейсах кварца при их биотитизации вызвано, вероятно, не столько привносом  $SiO_2$ , как обычно считают, сколько его освобождением при перекристаллизации более кислых минералов — пироксенов и роговой обманки.

Процесс образования биотита в основных породах является, вероятно, необратимым. При изучении биотитсодержащих пород УЩ мы не установили ни одного достоверного случая замещения биотита роговой обманкой или пироксенами, хотя для пород Балтийского щита такие указания имеются. Дальнейшее превращение биотита возможно только путем замещения его более низкотемпературными минералами.

Имея положительные данные о связи составов биотит — порода по ряду элементов, а также исходя из образования

## Средний состав биотита метаморфических пород

Группа пород	n	K			Na		
		$\bar{x}$	$\sigma$	v	$\bar{x}$	$\sigma$	v
1. Основные метаморфические породы	32	0,82	0,063	7,7	0,06	0,03	50
2. Мигматиты основных пород	40	0,81	0,069	8,5	0,07	0,03	43
3. Метаморфические породы пелитового состава	62	0,82	0,075	9,1	0,05	0,03	60
4. Мигматиты по метапелитам	42	0,85	0,061	7,1	0,049	0,08	168
5. Все граниты	158	0,80	0,086	10,7	0,07	0,04	63

Группа пород	n	Fe <sup>a+</sup>			Al <sub>VI</sub>		
		$\bar{x}$	$\sigma$	v	$\bar{x}$	$\sigma$	v
1. Основные метаморфические породы	32	0,20	0,083	4,1	0,16	0,096	60
2. Мигматиты основных пород	40	0,25	0,082	32,8	0,14	0,089	63
3. Метаморфические породы пелитового состава	62	0,23	0,1	43,4	0,31	0,136	44
4. Мигматиты по метапелитам	42	0,20	0,092	46,0	0,26	0,228	80
5. Все граниты	158	0,30	0,115	38,3	0,20	0,124	62

Примечание. В состав групп вошли следующие анализы:

- № 11—23, 25, 26, 30, 32—35, 38—43, 47, 49, 50—53.
- № 36, 37, 44, 46, 48, 54, 56—59, 61, 62, 155—159, 161—165, 178, 184, 185, 187—193,
- № 64—75, 77—80, 82, 85—87, 89—95, 99, 101—103, 105—108, 110, 118—122, 124—126,
- № 60, 63, 98, 146—154, 166—177, 179, 180, 182, 203—211, 213—218.
- № 219—405, кроме № 362, 363 и отбракованных анализов.

биотита путем замещения предыдущих минералов, можно надеяться, что некоторые из особенностей состава замещаемых биотитом темноцветных минералов будут унаследованы им и сохранятся в процессе превращения метаморфических толщ в гранитоиды. На существование такой «памяти» у биотитов метаморфических пород достаточно определенно указывают различия в составе биотита из пород разных изохимических рядов. Было бы очень важно проследить эволюцию состава биотитов от метаморфических пород до гомогенных гранитов, и если они действительно обладают «памятью», то использовать ее при реконструкции исходного состава гранитоидов.

К сожалению, для рассмотрения вариаций состава биотитов на конкретных примерах материала недостаточно, поэтому приходится изучать вопрос статистически.

Процесс образования гранитов можно условно расчленить на три этапа: образование и метаморфизм исходных пород, гра-

и образованных по ним мигматитов

Ca			Mg			Fe <sup>2+</sup>			Mn		
$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
0,06	0,042	70	1,34	0,274	20	1,01	0,241	22,8	0,014	0,008	60
0,06	0,11	183	1,23	0,208	17	1,01	0,162	16,0	0,018	0,007	38
0,03	0,0003	56	1,17	0,24	20	0,94	0,232	24,6	0,008	0,005	67
0,03	0,017	57	1,09	0,22	20	1,07	0,15	14,0	0,012	0,01	83
0,05	0,04	80	0,87	0,28	32	1,21	0,285	23,5	0,017	0,01	59

Продолжение табл. 12

Ti			Al <sub>IV</sub>			Si			OH <sup>-</sup>			F		
$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
0,12	0,064	53,3	1,28	0,063	4,9	2,72	0,063	2,3	1,59	0,215	13,6	0,05	0,049	98
0,12	0,049	40,8	1,25	0,084	6,7	2,74	0,06	2,2	1,61	0,34	21,1	0,06	0,083	140
0,14	0,056	40	1,34	0,089	6,6	2,65	0,089	3,3	1,49	0,44	29,0	0,06	0,058	96
0,10	0,077	77	1,32	0,06	4,6	2,67	0,06	2,2	1,55	0,42	27,4	0,04	0,063	160
0,14	0,046	32	1,30	0,08	6,2	2,72	0,084	3,0	1,7	0,33	19,5	0,12	0,117	97

195—202.

128—145.

нитизация их (мигматитизация) и собственно гранитообразования. Поведение состава биотитов на первом этапе уже рассматривалось в предыдущих главах. Сравнение небольших выборок, например, составленных из биотитов биотитовых плагиогнейсовых и биотитовых плагиоминоклиновых гнейсов, с одной стороны, и плагиоклазовых и микроклиновых мигматитов — с другой, а также средних составов биотитов из амфиболсодержащих гнейсов и отвечающих им мигматитов, не обнаруживает между ними существенных различий ни по одному компоненту.

Некоторые различия между биотитами метаморфических пород и их мигматитами выявляется лишь в более крупных выборках (табл. 12).

При мигматитизации в биотитах обеих выделенных групп — основных пород и метапелитов — происходит небольшое уменьшение содержания магния, причем лишь для биотитов основных пород оно в среднем близко к значимому ( $t_{05} < t_p < t_{01}$ ). Содержание закисного железа при мигматитизации основных пород не изменяется совершенно; в группе метапелитов при мигматитиза-

ции содержание  $Fe^{2+}$  возрастает на небольшую величину, но все же является значимым. Содержание окисного железа несколько возрастает в биотитах из мигматитов по основным породам и, наоборот, уменьшается при мигматитизации метапелитов. Имеется тенденция к уменьшению содержания  $Al_{VI}$  и  $Al_{IV}$  и соответствующему повышению кремния в биотитах из мигматитов, однако различия в средних незначительны. Намечается также очень слабая тенденция к возрастанию содержания марганца и воды при мигматитизации. В биотитах из метапелитов при мигматитизации значительно уменьшается содержание титана. Изменений в содержании элементов координации 12 нет.

Сравнение средних составов биотитов метаморфических пород и мигматитов по ним показывает, таким образом, что небольшие закономерные изменения происходят лишь в содержаниях магния и железа, отвечающие возрастанию их железистости на 2—3% (в биотитах основных пород и их мигматитах соответственно 48 и 50%, в метапелитах — 50—53%). Изменения в содержании прочих компонентов при мигматитизации настолько незначительны, что легко маскируются колебаниями состава, вызванными влиянием состава вмещающих пород.

Приведенные сравнения дают некоторые основания сделать вывод, что на промежуточном этапе образования гранитов (мигматитизация) происходит не перераспределение вещества, слагающего фемические минералы с последующим приспособлением их состава к новым условиям среды, а простое их растворение и вынос самого вещества за пределы системы с заполнением образующихся вакансий в объеме силикатными минералами. Как показали исследования, одновременно происходит разубоживание метаморфических пород на целый ряд элементов-примесей, носителями которых являются темноцветные минералы.

Изменения состава биотитов, происходящие в стадию гранитообразования, выступают более четко, хотя касаются далеко не всех минералообразующих компонентов.

При рассмотрении связей составов биотит — порода было показано, что в гранитоидах многие связи сильно ослабляются или совсем исчезают. Это говорит о том, что при переходе от метаморфической к метасоматической и магматической системам в действие вступают иные факторы равновесия, из которых главными являются не исходный состав пород, а состав и режим воздействующих на породы растворов. Из корреляционных графиков можно сделать выводы об изменениях состава биотитов при гранитизации. Было показано, например, что в гранитоидах повышается роль биотита как концентратора марганца, воды и титана; с повышением кислотности вмещающих пород заметно возрастает железистость биотитов.

Изучение среднего состава биотита гранитоидов, основанного на 158 анализах (см. табл. 12) вполне подтверждает высказанные выше предположения. В сравнении со средними соста-

вами обеих групп метаморфитов и мигматитов по ним средний состав биотитов гранитоидов имеет более низкое содержание магния и более высокое окисного и закисного железа, что выражается в значительно более высокой железистости биотитов гранитоидов — в среднем 63,5%. Биотиты гранитоидов обладают повышенным содержанием фтора, воды и, возможно, калия. Со-

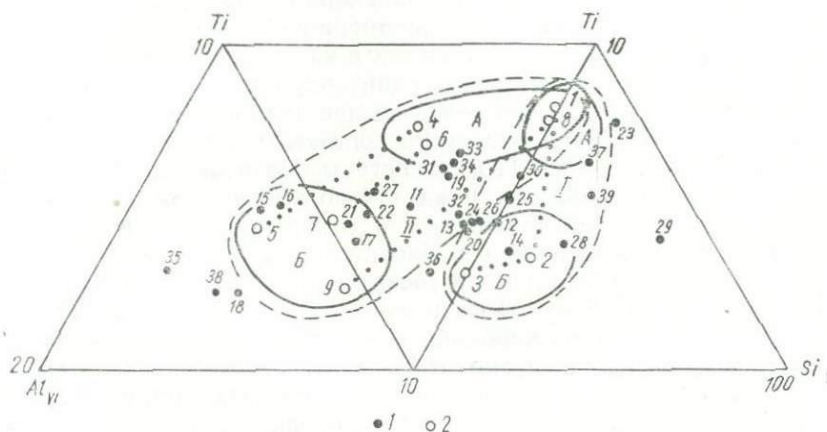


Рис. 44. Средний состав биотитов гранитоидов:

1 — биотиты гранитоидов, 2 — биотиты метаморфических пород (табл. 8); I — поле средних составов биотитов богатых CaO пород, II — поле средних составов биотитов из метапелитов; А — гранулитовая фация, Б — амфиболитозная фация.

держания марганца и титана недостаточно показательны, но имеют тенденцию к возрастанию. Содержания всех прочих компонентов представляют собой усредненные цифры содержаний в биотитах из разных групп мигматитов.

В пегматитовом процессе изменения состава биотитов, вероятно, более глубокие, чем при гранитизации, насколько можно судить по немногим анализам, и выражаются в значительном увеличении содержания  $Al_{VI}$  и некотором уменьшении содержания титана. Железистость биотитов пегматитов, в сравнении с биотитами вмещающих пород, может изменяться в обе стороны, что, вероятно, зависит от генезиса пегматитов.

Таким образом, есть основания надеяться, что некоторые из особенностей состава биотитов, обусловленные исходным составом материнских вмещающих пород, будут прослеживаться вплоть до стадии гранитообразования. Как показано ниже, биотиты гранитоидов действительно обладают «памятью».

Для сравнения составов биотитов из гранитоидов удобно выбрать тройную диаграмму, в состав которой входят наиболее показательные компоненты — Ti и  $Al_{VI}$ , а в качестве третьего — относительно нейтральный компонент — Si (рис. 44).

Составы биотитов основных гнейсов и метапелитов на этой диаграмме образуют соответственно две ветви с общим центром, что связано с одинаковым поведением титана при метаморфизме в обеих группах, а также с не вполне определенным положением чарнокитов как породы. В группе основных гнейсов, как уже было показано, изменение составов биотита при метаморфизме идет по линии изменения содержания  $Ti$  и  $Al_{VI}$ , тогда как в метапелитах одновременно изменяется содержание всех трех компонентов, выбранных в качестве главных. В размещении составов биотитов из гранитоидов и мигматитов можно усмотреть разложение составов на две аналогичных ветви, а также промежуточные между ними составы. Следует подчеркнуть, что в отношении  $Al_{VI}$ ,  $Ti$  и  $Si$  составы биотитов всех групп гранитоидов размещаются в пределах полей биотитов метаморфических пород, в чем также можно видеть вполне определенную закономерность. Вне полей биотитов метаморфических пород располагаются всего четыре точки, которые не могут нарушить общую картину: биотиты из клесовитов (2 анализа), биотиты из биотитовых гранитов коростенского комплекса, представляющие почти исключительно пегматиты, биотиты из антоновских гранитов р. Горного Тикича (2 анализа), из которых один представляет пегматит и биотиты токовских гранитов.

Интересно отметить, что большинство средних составов биотитов из гранитоидов, размещающихся в поле метапелитов, укладываются почти параллельно осевой линии поля, одновременно совпадающей с линией одинаковых составов относительно титана и кремния между линиями, соединяющими составы биотитов гранулитовой фации и амфиболитовой фации пород умеренноглиноземистого и нормальнглиноземистого состава. Распределение точек в поле биотитов основных пород более равномерное и таких точек немного. Большая группа средних составов биотитов размещается между двумя полями почти на линии, связывающей средние составы биотитов гранулитовой и амфиболитовой фаций из пород нормальнглиноземистого изохимического ряда, в полном соответствии с промежуточным характером этих пород как по составу, так и по генезису.

Закономерности, проявляющиеся в расположении средних составов биотитов в системе  $Al_{VI} - Ti - Si$  будут более понятны, если обратиться к рассмотрению тех групп и массивов пород, которые они представляют.

Сначала рассмотрим группы в поле биотитов из метапелитов в порядке повышения в них содержания  $Al_{VI}$ , что в самом общем случае отвечает понижению температуры образования биотитов.

В поле биотитов гранулитовой фации находятся биотиты из монзонитов Новоукраинского массива (группа 33), гранитоидов Вознесенского блока (группа 34), верблюжско-боковьянских (группа 31) и мокромосковских гранитов (группа 19).

Монцониты Новоукраинского массива, известные также под именем чарнокитов, образуют небольшие согласные тела среди трахитоидных гранитов, постепенно переходят в граниты и, в свою очередь, содержат реликты гнейсов. По мнению Е. Н. Голуб (1970), указанные породы по химическому и минералогическому составу полностью отвечают кислым калиевым чарнокитам Т. Холланда, чем существенно отличаются от эндербитовых чарнокитов Побужья. Калиевый полевой шпат чарнокитов является метасоматическим образованием и по величине угла  $2V$  полностью отвечает содержащемуся во вмещающих породах (Магидович, 1964). Чарнокиты Новоукраинского массива можно рассматривать как генетические и возрастные аналоги побужских, подвергшиеся интенсивной гранитизации в условиях несколько менее высокотемпературных, чем чарнокиты Побужья (вероятно, высокотемпературная часть амфиболитовой фации). Биотит новоукраинских монцонитов, к сожалению, представлен одним анализом, хотя второй анализ, отбракованный по элементам координации 12, в остальном вполне подтверждает первый анализ. Биотит монцонитов по содержанию  $Ti$ ,  $Al_{VI}$  и  $Si$  достаточно близок к биотиту эндербитовых чарнокитов Побужья и среднему биотиту метапелитов гранулитовой фации. Последнее подтверждает справедливость отнесения чарнокитов к высокометаморфизованным аналогам пелитов. Температура образования чарнокитов по биотит-гранатовому термометру Л. Л. Перчука (1968), исходя из данных по железистости минералов В. И. Магидовича, составляет  $640-690^{\circ}$ .

Здесь же удобно рассмотреть и новоукраинские граниты как генетически тесно связанные с монцонитами породы, хотя средний состав их биотитов (группа 32) несколько отличается в сторону приближения к биотитам амфиболсодержащих пород.

Новоукраинские красные трахитоидные граниты слагают массив изометричной формы площадью около  $3000 \text{ км}^2$  в верховьях рек Черный Ташлык, Плетеный Ташлык, Большая Выська. С востока и юга Новоукраинский массив окружен биотитовыми мигматитами, на севере контактирует с Корсунь-Новомиргородским плутоном, на северо-востоке — постепенно переходит в кировоградские граниты, а на юго-западе — в биотитовые мигматиты с включениями эндербитовых чарнокитов. Таким образом, в геологическом отношении Новоукраинский массив представляет собой переход от высокотемпературных пород — чарнокитов, к среднетемпературным — кировоградским гранитам.

Для новоукраинского гранита очень характерна порфирировидная и даже криптовая структура. Калиевый полевой шпат, который детально изучил А. С. Марфунин (1962), по структурному состоянию изменяется от ортоклаза до крипторешетчатого микроклина; он подобен калиевому полевому шпату бердичевских и коростенских гранитов. Степень упорядоченности калишпата увеличивается с юга на север. Кроме него есть плагиоклаз

№ 28—32, черный кварц и очень железистый гранат ( $f = 95$ ) спессартин-пироп-альмандинового состава; в числе аксессуаров обычен монацит. Биотит бурый, темно-бурый, иногда также ярко-коричневый или зеленовато-бурый. В отношении химизма характеризуется устойчиво низким содержанием  $Al_{VI}$  (0,14 ф. е.), высокой титанистостью ( $Ti = 0,19$  ф. е.) и достаточно высокой железистостью ( $f = 66,9$ ). Средняя температура образования биотита по биотит-гранатовому термометру —  $635^\circ$ , по скандиевому —  $560^\circ$ .

Нужно заметить, что Новоукраинский массив имеет принципиальное сходство с Чудново-Бердичевским. Это сходство выражается в геологическом положении обоих массивов — в переходе от высокотемпературного чарнокитового комплекса к более низкотемпературным образованиям амфиболитовой фации, в наличии ксенолитов чарнокитовых пород в массивах, в низкой степени упорядоченности калишпатов, одинаковой температуре образования по паре биотит — гранат (около  $630^\circ$ ), монацитонности гранитов и др. Различия в составе биотитов массивов, вероятно, обусловлены разным составом исходных пород: для бердичевского гранита такой основой послужили высокоглиноземистые породы и в меньшей степени — чарнокиты, а для новоукраинского — породы нормальноглиноземистого ряда. Разный исходный состав пород, очевидно, в какой-то мере определил степень развития процессов калиевого метасоматоза и соответствующего порфиробластеза.

Вознесенские или трикратские граниты, согласно Э. А. Ярощуку (устное сообщение), образуют изометричный массив до 18 км в поперечнике на нижнем Побужье и по реке Мертводол. По мнению Э. А. Ярощука, массив в целом представляет собой жесткий тектонический блок, окруженный породами гнейсового комплекса тетерево-бугской свиты, метаморфизованными в низкотемпературной части гранулитовой фации. По нашему мнению, Вознесенский массив следует рассматривать как куполовидное поднятие, возникшее в результате повторной гранитизации чарнокитов и пород гнейсового комплекса гранулитовой фации диафторированных до уровня высокотемпературной части амфиболитовой фации. В массиве преобладают серые и зеленовато-серые порфирировидные и трахитоидные граниты, дающие постепенные переходы к среднезернистым массивным мигматит-гранитам и аплитам. Граниты по составу микроклиновые, почти всегда содержат пироп-альмандиновый гранат. Микроклин — плохо- и среднерешетчатый. Биотит — преимущественно бурый с красноватым и оранжевым оттенком. Несмотря на неоднородность массива в целом, биотиты из вознесенских гранитов довольно близки по составу и обладают умеренно высоким содержанием  $Ti$  ( $\bar{x} = 0,17$  ф. е.) и средним по величине содержанием  $Al_{VI}$  (0,19 ф. е.). Температура вознесенских гранитов по биотит-гранатовому термометру  $620^\circ$ , по скандиевому —  $700^\circ$ .

Верблюжский и Боковьянский массивы расположены западнее Криворожского блока, в поле ингулецких гнейсов. По данным исследований Н. П. Семененко, Ю. Ир. Половинкиной, Л. Г. Ткачука, И. С. Усенко, Р. И. Сироштана и других, оба массива имеют в общем одинаковую концентрически зональную структуру: чарнокито-монцонитовое ядро окружено черно-кварцевыми порфиридовидными и аплитовидными гранитами. Соотношения монцонитов и гранитов в общем такие же, как и в Новоукраинском массиве. Это сходство проявляется и в особенностях биотитов из верблюжско-боковьянских гранитов — относительно высокой железистости ( $f = 67,2$ ) и умеренно высоком содержании титана (0,17 ф. е.). Минеральные парагенезисы монцонитов и гранитов верблюжского и боковьянского массивов позволяют отнести их к образованиям высокотемпературной части амфиболитовой фации. Р. И. Сироштан (устное сообщение) считает, что верблюжско-боковьянские граниты являются перемещенными. Температура их по биотит-гранатовому термометру 630—690°.

Массив мокромосковских (янцевских) серых и розовато-серых среднезернистых гранитов вскрыт р. Мокрой Московской и средним течением р. Днепра; массив вытянут в северо-западном направлении на 17—18 км. По данным В. И. Орсы (1967), Мокромосковский массив имеет следующие признаки аллохтонного происхождения: он резко обособлен от вмещающих пород и образует с ними активные контакты; гранит в основной своей массе относительно однородный, хотя имеются и первичные структуры; микроструктура гранитов типично гипидиоморфно-зернистая; нормативный состав мокромосковских гранитов укладывается в поле магм анхизвтектического состава. Состав гранита (в %): плагиоклаз № 8—15 (25—38), максимальный микроклин (20—42), кварц (24—33), мусковит в виде оторочек вокруг биотита (1—5), хлорит. Интересно, что граниты в акцессорном количестве содержат диопсид ( $f = 4$ ), зеленый клинопироксен ( $f = 40$ ), ортопироксен ( $f = 48$ ), гранат ( $f = 70$ ), а в участках гибридации — также и роговую обманку. Биотит мокромосковских гранитов темный коричнево-бурый или зеленовато-коричневый. Его характерной особенностью является низкая глиноземистость ( $Al_{VI} = 0,12$  ф. е.) при высокой железистости ( $f = 72,5$ ) и низком содержании титана (0,12 ф. е.).

Особенности геологической структуры и минерального состава позволяют рассматривать граниты Мокромосковского массива как перемещенные из области высокотемпературной части амфиболитовой фации в горизонтальный этаж амфиболитовой фации.

Промежуточное положение между составами гранулитовой и амфиболитовой фаций занимают средние составы биотитов из биотитовых мигматитов (группа 11) и коростышевских гранитов (группа 27).

Группа 11 — это наиболее распространенные на УЩ породы, чрезвычайно неоднородные как по составу, так и по условиям образования. Среди них, несомненно, есть образования всех частей амфиболитовой фации.

Коростышевские порфириформные граниты, по данным Н. П. Щербака и Э. И. Логвина (Логвин, 1970), образуют массив средней величины в районе г. Коростышева на р. Тетерева, вытянутый в субмеридиональном направлении согласно с вмещающей толщей гнейсов тетерево-бугской свиты, прогрессивно метаморфизованных на уровне средней или даже даже низкотемпературной части амфиболитовой фации. Массив имеет концентрически-зональное строение. Его центральная часть сложена крупнопорфириформными гранитами, которые к периферии постепенно сменяются мелкопорфириформными и аплито-пегматоидными гранитами. Средний состав гранитов: плагиоклаз (30%), микроклин (31), кварц (23), биотит (10), мусковит, акцессорные гранат и монацит. Биотит коростышевских гранитов имеет относительно высокое содержание титана (0,17 ф. е.) и железистость (66,8). Средняя температура по скандиевому термометру — 590°.

В поле биотитов амфиболитовой фации размещаются составы биотитов житомирских гранитов Прингуля (группа 17), кировоградских порфиробластических гранитов этого же района (группа 21), сходных с ними бобринецких гранитов (группа 22), а в поле высокоглиноземистых пород — биотиты бердичевских (группа 15) и житомирских гранитов северо-западной части УЩ (группа 16).

Серые равномернозернистые граниты житомирского типа образуют небольшие массивы среди порфириформных гранитов Прингуля и по составу ничем не отличаются от стратотипических гранитов Житомира. Биотит этих массивов коричневый, темно-коричневый, часто зональный, слабо мусковитизирован и от биотита типичных житомирских гранитов отличается несколько более низким содержанием  $Al_{VI}$  (0,30 ф. е.) и  $Ti$  (0,12 ф. е.).

Ю. В. Кононов и И. М. Этингер (1965) считают возможным объединить кировоградские и бобринецкие граниты в один Кировоградско-Бобринецкий массив, поскольку переходы между ними совершенно постепенные. Этот массив простирается в субмеридиональном направлении почти на 200 км и пересекает весь УЩ. С востока массив ограничен породами ингуло-ингулецкой гнейсовой толщи, на западе контактирует с Корсунь-Новомиргородским массивом, а на юге постепенно сменяется новоукраинскими гранитами. Кировоградская (северная) и бобринецкая (южная) части массивов сложены соответственно крупно- и мелкопорфириформными разновидностями гранитов. Кроме полевых шпатов, кварца и биотита, в этих гранитах обычно есть гранат. Биотит буровато-коричневый, редко — зеленовато-бурый. В бобринецких гранитах биотит большей частью оранжево-бурый. Определение температур образования по биотит-гра-

натовому термометру дает цифры 390—760°, а в среднем для всего массива — 620°. Р. Я. Белевцев (1969) приводит для гнейсов и порфиروبластических гранитов Приингуля среднюю цифру 630—650°. Температура, по-видимому, имеет тенденцию к снижению в направлении с севера на юг: в бобринецкой части массива она уменьшается до 500°.

Серые равномернозернистые граниты северо-западной части щита (стратотип житомирских гранитов), согласно Н. П. Щербаку, в виде небольших штокообразных тел до 15 км в диаметре, залегают среди пород гнейсовой толщи, метаморфизованных преимущественно в условиях среднетемпературной части амфиболитовой фации, и развиты в верховьях рр. Тетерева, Роси, Смолки и др. Секущие тела житомирских гранитов мощностью 2—3 м наблюдаются и в поле бердичевских мигматитов и гранитов. Житомирские граниты имеют относительно однородный минеральный состав: плагиоклаз (35%), микроклин (29), кварц (25), биотит (7), мусковит по биотиту, гранат, акцессорный монацит. Преобладает биотит, в окраске которого участвуют красноватые и оранжевые тона, хотя встречаются и зеленовато-коричневые биотиты. Отличительная особенность биотита житомирских гранитов — высокое содержание глинозема ( $Al_{VI} = 0,33$  ф. е.) при умеренном содержании титана (0,14 ф. е.). Биотит-гранатовый термометр дает для житомирских гранитов неожиданно высокие температуры — в среднем 660°, что позволяет рассматривать их в числе наиболее высокотемпературных гранитов УЩ.

Массив чудново-бердичевских гранитов и мигматитов, по данным Н. П. Щербака (1962) образует сплошную полосу, шириной свыше 50 км и длиной около 150 км в междуречье Тетерев — Ю. Буг — Случь. В геолого-структурном отношении Бердичевский массив является переходной зоной от метаморфических пород и гранитоидов гранулитовой фации Приднестровья и Побужья к житомирским гранитам и метаморфическому комплексу амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фации бассейна р. Тетерева на северо-западе.

Для бердичевских гранитов характерна тесная ассоциация с гранатовыми мигматитами, гранато-биотитовыми гнейсами и постепенные переходы в чарнокиты. Эти граниты секутся жилами житомирских гранитов, но сами никогда не дают интрузивных тел; они крайне бедны пегматитами. И. С. Усенко (1955) определяет чудново-бердичевские граниты как образования корневых частей архейской подвижной зоны, возникшие в результате гранитизации гнейсовой толщи. Чудново-бердичевские граниты крайне неоднородны по минеральному составу. Калиевый полевой шпат представлен промежуточным ортоклазом, плагиоклаз № 20—30, обычно антипертитовым, кварц в штуфе голубой, гранат имеет пироп-альмандинный состав с содержанием 12—15% спессартина (железистость 70—80%). Часто

встречаются кордиерит с железистостью 35—50%, значительно реже — силлиманит, дистен и графит.

Биотит почти всегда красноватого оттенка. По составу он очень близок к биотиту житомирских гранитов, хотя имеет более низкую железистость. Биотит-гранатовый термометр для бердичевских гранитов дает температуры в пределах 625—780°, а чаще всего — 650°. Эти температуры несколько понижаются в направлении с юга на север.

Вне поля средних составов биотитов метаморфических пород размещаются составы антоновских гранитов, клесовитов западной Вольны и биотитовых гранитов Коростенского массива.

Среднее по антоновским гранитам (группа 18) непредставительно, так как объединяет всего два, причем совершенно разных, анализа биотита из собственно антоновских гранитов и биотит из гигантозернистого пегматита, секущего антоновский гранит, хотя и отвечающего ему по составу. Состав биотита из самого антоновского гранита размещается поблизости от поля биотитов гранулитовой фации, возле среднего состава биотита мокромосковских гранитов (группа 19).

Массив антоновских гранитов в верховьях р. Горного Тикича имеет размер 1,5 × 3 км и, вероятно, является секущим по отношению к вмещающей толще. Его минеральный состав и геологическое положение вполне аналогичны таковым для гранитов житомирского типа (Мокромосковский, Житомирский и другие массивы). Биотит ярко- или красновато-коричневый, мусковитизирован, зональный, и по составу также отвечает биотиту житомирских гранитов.

Среднее по биотитовым гранитам Коростенского массива (группа 38) состоит главным образом из данных по биотиту из пегматитов, хотя единственный анализ биотита из гранитов от них совершенно не отличается. Тем не менее говорить об этой относительно низкой температуре образования биотитовых гранитов коростенского комплекса оснований недостаточно. Интересно, что биотиты из биотитовых гранитов Корсунь-Новомиргородского массива в соответствии со своим составом также должны располагаться в поле метапелитов амфиболитовой фации.

Биотиты клесовитов (группа 35) представлены двумя анализами, однако их близкий состав позволяет достаточно уверенно относить эти породы к эпидот-амфиболитовой фации, что вполне согласуется с данными А. Я. Хатунцевой (устное сообщение), которая рассматривает клесовиты как метаморфизованные кислые эффузивы и, вслед за Н. П. Семененко, называет их лептистами.

Биотиты амфиболсодержащих гранитов в области составов биотитов гранулитовой фации представлены долиньскими гранитами (группа 23); близко к ним располагаются средние составы биотитов коростенского комплекса (группы 37, 39).

Ю. В. Кононов и И. М. Этингоф (1965) считают, что граниты Долинского массива аналогичны крупнопорфировидным гранитам Кировоградско-Бобринецкого массива. Состав биотита заставляет сомневаться в таком определении. В соответствии с этим составом долинские граниты следует рассматривать как граниты высокотемпературные, хотя они могут быть почти с равным основанием отнесены как к метапелитовым, так и амфиболсодержащим породам.

Породы Коростенского и Корсунь-Новомиргородского массивов по ряду выразительных минералого-геохимических и петрохимических особенностей объединяют в один коростенский комплекс (Личак, 1958; Ивантишин, 1960). Кислые породы представлены рапакиви, биотито-амфиболовыми рапакививидными гранитами и биотитовыми гранитами, о которых уже говорилось. Граниты сложены промежуточным ортоклазом, короткопризматическим кварцем, зональным плагиоклазом, зональной базальтической роговой обманкой и почти непрозрачным бурым или зеленым биотитом. Нередко встречаются сильный железистый оливин и клинопироксен. Биотит рапакиви коростенского комплекса отличается чрезвычайно низкой глиноземистостью ( $Al_{VI} = 0,06—0,07$  ф. е.) и высоким содержанием титана (0,16—0,19 ф. е.), что обусловлено не только наличием в этих породах роговой обманки, но и явно высокотемпературным характером самих гранитов. Нельзя не отметить резкое различие составов биотитов из рапакиви и биотитовых гранитов этого комплекса; последние обычно связаны постепенными переходами с первыми и рассматриваются как их фаціальная разновидность. Особенности минералов биотитовых гранитов (нерешетчатый калиевый полевой шпат, темный красно-бурый биотит и др.) также характеризуют их как достаточно высокотемпературные породы. Температура биотитовых гранитов по биотит-гранатовому термометру около  $750^{\circ}$ , рапакиви — несколько выше ( $800—900^{\circ}$ ), так что эти различия не настолько велики, чтобы обусловить расположение средних составов биотитов в совершенно разных частях диаграммы  $Al_{VI}—Ti—Si$ : рапакиви — в поле биотитов амфиболсодержащих пород, а биотитов из биотитовых гранитов — в поле метапелитов. Для объяснения такого различия необходимо искать более глубокие генетические причины.

Поблизости от поля гранулитовой фации располагается точка среднего состава биотита азиатских гранитов, куда вошел также один анализ каранского гранита. Это — розовые и серые среднезернистые, однородные и массивные породы, в которых микроклин несколько преобладает над плагиоклазом, содержащие в незначительном количестве темно-зеленую роговую обманку, гранат, турмалин, монацит. Биотит темно-бурый и зелено-черный, отличается низкой глиноземистостью ( $Al_{VI} = 0,11$  ф. е.) и высоким для гранитов содержанием титана (0,17 ф. е.). Состав биотита вполне отражает двойственный характер

анатолийских гранитов: с одной стороны, они амфиболсодержащие, а с другой — содержат монацит, что является признаком гранитоидов метапелитового состава.

В поле биотита амфиболитовой фации располагаются биотиты богуславских и росинских гранитов (группа 25), порфиоровидных гранитов Приднепровья (группа 28), а также амфиболсодержащих (группа 12) и гранодиоритов (группа 14).

Богуславский массив простирается вдоль среднего течения р. Роси от г. Белой Церкви до г. Богуслава и включает собственно богуславские, а также росинские и тарашанские порфиоровидные граниты, переходящие в равномернозернистые граниты и мигматиты. Эти граниты не имеют никаких индивидуальных особенностей: роговая обманка встречается только в акцессорных количествах, еще реже встречается гранат и монацит, относительно мало развит сфен. Биотит коричневый с зеленоватым оттенком, часто мусковитизирован и зонален. Температура по скандиевому и биотит-гранатовому термометрам 550—600°.

Кировоградские граниты в Приднепровье, согласно Н. П. Семенову (1958), развиты в бассейне р. Базавлука. Отличительная особенность их — голубовато-зеленая роговая обманка, что достаточно четко отражается на составе биотитов этих гранитов. Биотит зеленовато-коричневый, замещается эпидотом.

Группы 12 и 14 объединяют биотиты из широко распространенных пород преимущественно гранитоидного состава, содержащих в том или ином количестве роговую обманку. Все они находятся в поле развития пород амфиболитовой фации, но разных субфаций. Роговая обманка почти всегда голубовато-зеленая и очень редко — зеленая или буровато-зеленая. Во многих случаях устанавливаются переходы от амфиболитов и амфиболовых гнейсов к диоритам, гранодиоритам и амфиболсодержащим гранитам, вплоть до перехода роговой обманки в акцессорное состояние. Массивные однородные породы среди них встречаются редко. Биотит в ассоциации с роговой обманкой как правило коричневый и зеленовато-коричневый. Во всех случаях неравновесной ассоциации биотит развивается по роговой обманке и никогда соотношения не бывают обратными. Для амфиболсодержащих пород особенно часто наблюдается унаследованность составов роговая обманка — биотит, чем и объясняется низкая глиноземистость биотита в породах этой группы ( $Al_{VI} = 0,17$  ф. е.), высокое содержание кремния (2,73 ф. е.) и низкое титана (0,11—0,13 ф. е.).

Промежуточное положение между метапелитами и амфиболсодержащими породами занимает компактная группа средних составов биотита из гранитоидов, генетическое и стратиграфическое положение которых на УЩ наиболее неясно. Эта группа точек, в сущности, продолжение промежуточной ветви средних составов биотита, началом которой являются составы биотитов

анатолийских и богуславских гранитов (группы 30 и 25). Наиболее типичные и наиболее полно охарактеризованные представители этой группы — уманские граниты (группа 24).

Уманский массив представляет собой поле развития порфировидных и равномернозернистых гранитов, простирающееся в субмеридиональном направлении почти на 70 км при ширине до 30 км. В массиве резко преобладают директивные структуры северо-западного направления, согласные с простираем пород вмещающей толщи. Преимущественно развиты серые и розово-серые равномернозернистые граниты; порфировидные граниты занимают не более 15% площади в южной и средней частях массива. По всем минералого-петрографическим признакам уманские граниты ничем не отличаются от богуславских. Граниты состоят из четко решетчатого максимального микроклина, плагиоклаза № 20—30, кварца, зеленовато-бурого, обычно зонального и мусковитизированного биотита. Наиболее характерный аксессуарный минерал — сфен, но в нескольких пунктах установлен и монацит. Роговая обманка для уманских гранитов также не редкость, а в аксессуарных количествах не очень часто наблюдаются гранат и пироксены. Температура образования биотита уманских гранитов по минералам, содержащимся в аксессуарных количествах (на основании оптических данных) находится в пределах 500—600°. Средняя температура по скандию в биотите — 535° (520—600°). Наиболее низкая температура устанавливается по содержанию  $TiO_2$  в магнетите — в среднем 510°. Последняя цифра заслуживает наибольшего доверия, учитывая вероятное образование магнетита в процессе гранитизации и насыщенность самой системы титаном, что выражается в постоянном наличии значительного количества сфена.

Порфировидные граниты кировоградского типа северо-западной части щита (группа 26) включают относительно мало исследованные массивы так называемых курчицких, корецких, новоград-вольнских гранитов. По данным Л. Г. Ткачука (1947), многие из этих массивов имеют зональное строение: центральная часть массивов сложена порфировидными гранитами, которые к периферии сменяются гранитами типа житомирских и далее — аплито-пегматоидными гранитами. Объединение этих гранитов в одну группу произведено искусственно, из-за недостатка фактического материала. По мнению А. П. Заяц, первых три анализа (№ 314—316) принадлежат биотитам из гранитов, близких к рапакиви: они часто содержат роговую обманку и даже имеют оvoidную структуру. Действительно, если анализы биотитов из этих гранитов разделить на две группы, то средний состав перечисленных анализов расположится вблизи средних составов биотитов рапакиви, а средние остальных трех анализов этой группы — в поле метапелитов амфиболитовой фации.

Салтычанские граниты (группа 20) в приазовской части УЩ образуют небольшие массивы размером  $2 \times 2$  км. К ним относят обычно радоловские, басанские граниты, а также ряд небольших жильных тел. Салтычанские граниты большей частью серые, среднезернистые, массивные, редко — неяснопорфировидные. Для этих гранитов характерно постоянное наличие ортита и сфена. Биотит разнообразен по окраске, но по химическим свойствам относительно однороден и очень близок к уманскому.

Плагнограниты (группа 13) с генетической точки зрения указывают на незавершенность процесса гранитизации, поэтому на УЩ распространены главным образом вне поля развития амфиболитовой фации, т. е. в районах прогрессивной эпидот-амфиболитовой фации (среднее Приднестровье) и гранулитовой, где они выступают в виде чарнокитов.

Плагнограниты и плаггиомигматиты, вероятно, могут возникать путем переработки пород разного состава: биотит-плаггиоклазовых гнейсов с последующим переходом в плаггиограниты и нормальные граниты либо путем биотитизации амфиболсодержащих пород. Биотиты в плаггиогранитах, возникшие по амфиболитам, как отчасти показано выше, должны унаследовать особенности химического состава роговой обманки. Средний состав биотита из плаггиогранитов несколько смещен в сторону биотитов из метапелитов и как будто бы подтверждает образование плаггиогранитов скорее за счет биотитовых гнейсов. Однако составы биотитов из плаггиогранитов настолько разнообразны, что отдельные их точки практически разбросаны по всем полям диаграммы  $Al_{VI} - Ti - Si$ . Содержание  $Al_{VI}$  в них изменяется от 0 до 0,35 ф. е., причем половина составов имеет содержание  $Al_{VI}$ , меньше 0,20 ф. е., а другая половина — более 0,20 ф. е. Если разделить таким образом все составы биотитов плаггиогранитов на две части и нанести их средние на диаграмму, то окажется, что составы с содержанием  $Al_{VI}$  менее 0,20 ф. е. размещаются в поле амфиболсодержащих пород амфиболитовой фации возле точки 28 (кировоградские граниты Приднестровья), а составы с  $Al_{VI}$  более 0,20 ф. е. — возле среднего состава биотитов умеренноглиноземистых пород амфиболитовой фации. Хотя в группе плаггиогранитов неодинаковый состав биотитов, обусловленный различиями в составе исходных пород, выражен наиболее рельефно, аналогичную картину можно обнаружить почти в каждой из групп гранитоидов, и особенно в группе биотитовых гнейсов.

Состав биотитов осницких гранитов (группа 36) наиболее глиноземистый в этой группе пород. Согласно Л. Г. Ткачуку (1948, 1958), осницкие граниты вместе с подчиненными им породами занимают площадь свыше 950 км<sup>2</sup> на крайнем северо-западе щита, образуя несколько массивов. Массивы осницких гранитов чрезвычайно разнообразны по составу и содержат многочисленные ксенолиты пироксен- и амфиболсодержащих пород,

а также и клесовиты, о которых говорилось выше. Осницкий гранит — равномернозернистый и порфировидный, серый и розовый, по составу плагиомикроклиновый. Особенностью его является почти постоянное наличие роговой обманки, эпидота и сфена. Биотит очень темный, почти черный, слабо мусковитизирован. Состав биотита и парагенезис минералов дают основание рассматривать осницкие граниты как образования амфиболит-

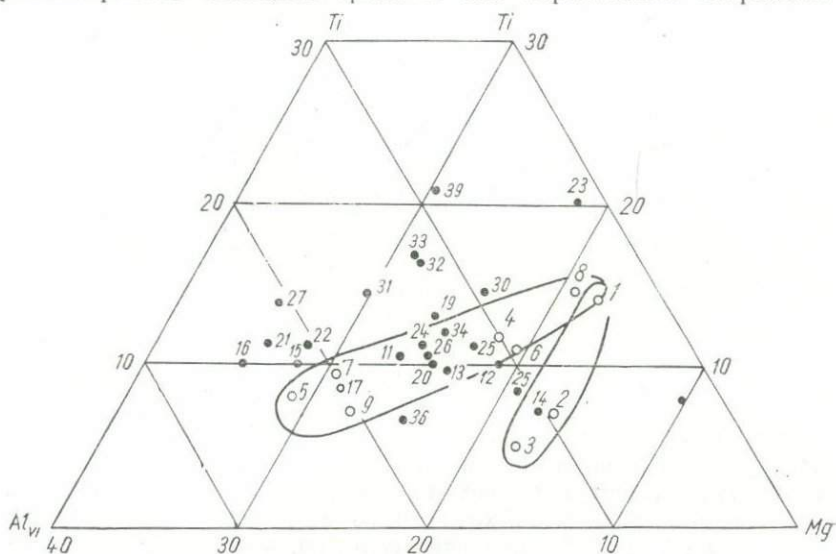


Рис. 45. Средний состав биотитов гранитоидов. Условные обозначения см. рис. 44.

товой фации, диафторированные в эпидот-амфиболитовой фации.

Совершенно особое положение по всем химическим характеристикам занимают биотиты токовских гранитов (группа 29), обнаженных по рр. Базавлуку и Каменке в районе среднего Приднепровья. Геологическое положение Токовского массива определяется его расположением в непосредственном контакте с чертомлыкской полосой амфиболитов и пород железисто-кремнистой формации, метаморфизованных на уровне зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций. Это один из немногих на УЩ массивов гранитов, минеральный состав которых резко гетерофациален с вмещающей толщей, хотя контакт их является пассивным (Бойко, Полетаева, 1970).

Собственно токовские розово-красные и красные порфировидные, иногда среднезернистые плагиомикроклиновые граниты содержат крупные тела серых равномернозернистых гранитов, которые рассматриваются как ксенолиты в токовских гранитах. Кроме существенно плагиоклазового состава, серые граниты по минеральному составу, в том числе и по биотиту, решительно ничем не отличаются от собственно токовских гранитов. Особен-

ностью токовских гранитов является аксессуарный парагенезис граната с титанитом, молибденитом, флюоритом, эпидотом и торитом, а также интенсивное гидротермальное изменение вдоль каменского разлома (Бойко, Полетаева, 1970). Состав биотитов,

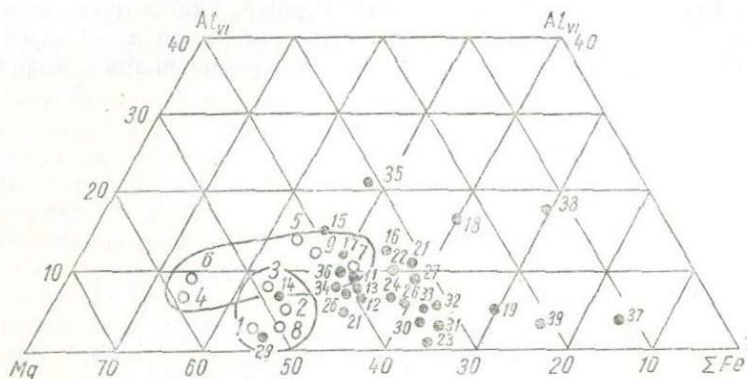


Рис. 46. Средний состав биотитов гранитоидов. Условные обозначения см. рис. 44.

к сожалению, охарактеризованных всего двумя анализами, также крайне своеобразен: они отличаются низкой глиноземистостью, титанистостью и железистостью, т. е. являются достаточно высокотемпературными, хотя по содержанию скандия их температура всего  $530^{\circ}$ . Токовские граниты, вероятно, следует рассматривать как перемещенные, возникшие в условиях амфиболитовой фации по первичным амфиболсодержащим породам.

На диаграмме  $Al_{VI} - Ti - Mg$  (рис. 45) средние составы биотитов гранитоидов располагаются почти аналогично диаграмме  $Al_{VI} - Ti - Si$  с той лишь разницей, что все средние составы в той или иной степени смещены от средних составов метаморфических пород в сторону менее магниальных составов, подтверждая тем самым выводы, сделанные в начале настоящей главы. Более высокая железистость биотитов гранитоидов, по сравнению со средними составами биотитов метаморфических пород, еще лучше видна на диаграмме (рис. 46). Биотиты лишь немногих гранитоидов по железистости приближаются к средним составам биотитов метаморфических пород; это — биотиты гранодиоритов, токовских, бердичевских, житомирских, амфиболсодержащих, салтычанских, кировоградских, вознесенских, осницких гранитов и биотитовых мигматитов. Сравнение средних составов биотитов гранитоидов по железистости не добавляет ничего нового к тому, что было известно раньше (Бурьянова, 1940; Соболев, 1947; 1950; Лапчик, 1951; и др.). Создается впечатление, что этот признак биотитов вряд ли может быть с успехом использован при сравнении гранитоидов.

Содержание  $Fe^{3+}$  и  $f_0$  биотитов, по оптическим данным

Номер группы	Номер анализа	$Fe^{3+}$	$f_0$	Номер группы	Номер анализа	$Fe^{3+}$	$f_0$	
1	2	0,30	47,5	Среднее	8	0,20	16,8	
	3	0,22	24,8			112	0,09	7,3
	4	0,24	18,3			113	0,09	3,4
Среднее 2		0,25	30,2	Среднее	9	0,21	16,3	
	11	0,24	22,0			114	0,13	8,9
	20	0,24	19,2			118	0,24	23,8
	21	0,22	19,8			119	0,16	10,6
	22	0,22	27,1			120	0,24	18,0
Среднее 3	23	0,22	25,3	Среднее	10	0,20	14,5	
	24	0,19	14,2			121	0,20	14,5
		0,22	21,2			122	0,22	16,9
	30	0,18	14,9			123	0,17	13,6
	31	0,24	21,3			124	0,23	17,7
	32	0,19	16,5			125	0,20	15,4
	34	0,22	18,5			126	0,22	18,6
Среднее 4	35	0,19	12,5	Среднее	11	0,21	16,5	
		0,20	16,7			129	0,19	10,4
	40	0,31	23,8			130	0,23	33,4
	41	0,28	20,6			138	0,24	20,6
	42	0,26	24,6			140	0,23	19,0
	44	0,16	11,4			141	0,19	14,3
	45	0,31	21,6			142	0,26	21,2
	46	0,20	15,9			143	0,19	13,5
	47	0,28	18,7			144	0,20	14,7
	49	0,25	20,0			146	0,22	18,4
	50	0,28	22,0			147	0,14	8,5
Среднее 5	51	0,26	17,6	Среднее	12	0,26	17,1	
	52	0,26	17,8			148	0,22	15,1
	53	0,25	15,1			149	0,20	15,9
		0,26	20,0			152	0,20	15,4
	54	0,12	9,0			153	0,16	11,6
	57	0,26	19,7			154	0,25	18,1
	59	0,09	6,8			156	0,20	14,5
Среднее 6	60	0,09	8,6	Среднее	13	0,23	16,6	
	61	0,33	26,2			157	0,37	26,2
		0,18	14,0			158	0,39	33,6
	73	0,19	13,6			159	0,20	14,8
	75	0,20	16,5			160	0,22	14,8
	77	0,24	16,2			162	0,20	12,4
Среднее 7	78	0,26	21,2	Среднее	14	0,27	19,7	
	79	0,14	10,8			166	0,14	10,6
	97	0,18	15,2			167	0,24	16,9
		0,20	15,6			168	0,23	15,1
	98	0,22	30,6			169	0,19	14,3
	103	0,25	20,3			170	0,23	19,6
	106	0,25	19,3			171	0,23	18,1
	107	0,17	13,4			173	0,19	13,7
	108	0,26	16,1			175	0,18	12,5
	109	0,19	16,8			179	0,17	12,8
	110	0,17	11,4			180	0,24	18,2
111	0,11	9,7	187	0,20	15,2			
					0,18	15,1		

Номер группы	Номер анализа	Fe <sup>3+</sup>	<i>l</i> <sub>0</sub>	Номер группы	Номер анализа	Fe <sup>3+</sup>	<i>l</i> <sub>0</sub>
Среднее 14	189	0,31	24,6	Среднее 22	262	0,21	16,9
	190	0,19	20,6		265	0,20	12,9
	191	0,22	19,9		266	0,33	23,4
	192	0,25	20,3		267	0,20	13,7
	193	0,19	14,5	Среднее 23	267	0,31	19,2
	194	0,24	17,1		269	0,28	18,8
	195	0,21	18,9		270	0,35	21,9
	196	0,16	15,0		271	0,20	12,4
Среднее 15	199	0,25	20,6	Среднее 24	271	0,23	13,6
		0,22	18,7		272	0,26	16,0
	203	0,11	9,2		272	0,17	13,3
	204	0,30	20,8		276	0,26	19,3
	205	0,17	13,9		278	0,34	25,0
	206	0,27	19,9		279	0,23	17,1
	207	0,12	10,1		281	0,12	9,0
	208	0,23	18,6		282	0,17	14,2
	214	0,20	15,6		283	0,24	17,4
	216	0,22	21,8		284	0,20	16,3
Среднее 16	217	0,22	16,6	285	0,26	18,7	
		0,20	16,2	287	0,18	10,8	
	219	0,19	15,4	288	0,27	17,5	
	220	0,24	17,6	289	0,25	17,4	
	221	0,17	14,7	290	0,20	16,4	
	222	0,31	21,7	291	0,20	16,8	
	223	0,32	25,0	292	0,25	20,8	
	225	0,29	19,1	293	0,20	13,7	
	226	0,34	23,5	294	0,38	23,0	
	227	0,36	26,4	295	0,34	21,8	
	229	0,28	16,5	298	0,22	18,6	
	Среднее 17		0,28	20,0	Среднее 25		0,24
231		0,19	14,3	299		0,27	22,9
232		0,17	15,6	300		0,20	17,4
233		0,24	18,5	301		0,28	19,2
		0,20	16,2	302		0,29	26,0
Среднее 18 19 20	234	0,20	11,8	303	0,23	13,3	
	237	0,27	14,0	305	0,27	19,6	
	240	0,38	25,0	306	0,20	20,5	
	241	0,27	16,9	307	0,26	15,3	
	242	0,28	17,0	308	0,23	14,2	
	243	0,22	16,4	309	0,33	20,8	
	244	0,26	21,8	310	0,23	14,4	
	246	0,25	19,8	311	0,19	12,8	
Среднее 21		0,28	19,5	313	0,32	20,6	
	248	0,15	9,2		0,25	18,2	
	250	0,26	18,7	Среднее 26	314	0,34	14,9
	251	0,28	16,2		317	0,29	19,7
	252	0,33	15,9		318	0,25	17,4
	254	0,20	13,7	Среднее 27		0,29	17,3
	255	0,13	8,5		321	0,22	12,8
	257	0,14	9,1		322	0,33	22,6
	259	0,14	9,1		325	0,23	15,5
	260	0,14	7,9	Среднее 28		0,26	17,0
	261	0,23	17,7		328	0,17	10,8

Номер группы	Номер анализа	Fe <sup>3+</sup>	f <sub>0</sub>	Номер группы	Номер анализа	Fe <sup>3+</sup>	f <sub>0</sub>		
Среднее 29	329	0,20	18,7	Среднее 35	356	0,22	15,6		
		0,18	14,7			357	0,27	21,6	
	331	0,55	46,3			358	0,19	14,3	
	31	335	0,41		23,4		359	0,18	12,4
		337	0,34		20,0		360	0,22	17,9
		338	0,29		22,3		361	0,23	21,0
Среднее 32	339	0,32	20,2	Среднее 36		0,22	17,1		
	340	0,35	24,1			362	0,30	26,8	
	341	0,28	15,0		364	0,23	20,7		
		0,33	20,8	38	347	0,44	24,4		
	345	0,23	13,4	Среднее 39	393	0,29	27,4		
	346	0,27	13,6			0,36	25,9		
	347	0,26	19,7			395	0,39	17,7	
	348	0,20	13,2			396	0,34	15,2	
350	0,25	15,2			397	0,31	13,5		
	351	0,30	16,4			401	0,30	13,3	
Среднее 33		0,25	15,2	Среднее 40	402	0,29	22,8		
	353	0,19	12,3			0,33	16,5		
34	354	0,24	17,1		404	0,34	17,3		

Обнадеживающие результаты для расчленения гранитоидов дает применение коэффициента окисления железа:  $f_0 = \frac{Fe^{3+}}{Fe^{3+} + Fe^{2+}}$ .

Величина  $f_0$  биотитов гранитоидов в значительной степени унаследована от исходных для гранитов пород гнейсовой толщи и на стадии мигматитообразования почти не изменяется.

Величина  $f_0$  биотитов рассчитана исходя из диаграммы связи  $2V - Fe_2O_3$  (табл. 13). К сожалению, данных по многим группам совершенно недостаточно, а отклонения в величине  $f_0$  внутри каждой группы настолько велики, что приведенные результаты можно рассматривать лишь как предварительные.

Средние значения  $f_0$  биотитов разных групп гранитоидов в общем близки к приведенным выше средним для богатых CaO пород и метапелитов (20,8 и 16,6 соответственно) с рядом промежуточных значений. По  $f_0$  биотиты гранитоидов группируются примерно в такие же группы, как и по глиноземистости, однако некоторые средние имеют относительно высокие  $f_0$ , необычные для своего типа пород. К таким относятся, например, биотиты стратотипических житомирских (группа 16), верблюжско-боковьянских (группа 31), токовских (группа 29) гранитов. Относительно высокую степень окисления железа в биотитах этих пород можно объяснить тем, что перечисленные граниты, возможно, являются магматическими породами, перемещенными в более высокий структурный этаж в сравнении с местом формирования магмы. Таким образом, повышенная величина  $f_0$  биотитов, как отражение возрастающего потенциала  $O_2$  в маг-

ме, может служить одним из признаков для определения перемещенных гранитоидов.

Для расчленения гранитов по величине  $f_0$  необходимо дальнейшее накопление материала, однако нельзя не отметить высокую степень окисления железа в биотите из клесовитов, для которых предполагается происхождение за счет эффузивных пород, и в биотитовых гранитах коростенского комплекса. Биотиты последних имеют высокое содержание  $Fe^{3+}$ , однако коэффициент  $f_0$  невелик благодаря их высокой железистости.

Возрастание активности кислорода, приводящего к увеличению степени окисления железа в биотитах, происходит, вероятно, не так в связи с магмообразованием, как с перемещением пород в более высокие структурные горизонты. Об этом, в частности, говорит широкое развитие зональных биотитов в породах, пространственно приуроченных к зоне наложения регрессивной эпидот-амфиболитовой фации на породы более высоко-температурных фаций.

Зональность в биотите хорошо видна в разрезах по базопинакoidу и заключается в значительном потемнении краев табличек без изменения характера окраски. Переход от более светлой средней части зерна к темноокрашенной периферии постепенный, ширина зон обычно не превышает 0,015—0,02 мм и не зависит от размеров самого зерна. В редких случаях ширина темных зон может быть настолько большой, что они достигают центра зерна. Показатели преломления биотита в темноокрашенных зонах на 0,010—0,015 выше, чем в центре.

В качестве объяснения зональности биотитов сначала принималось наиболее простое предположение: что к периферии табличек возрастает содержание одного из хромофоров — железа или титана. Однако измерения, выполненные методом рентгеноспектрального анализа на железо и титан в лаборатории ИГФМ АН УССР под руководством О. П. Шаркина показали, что содержание этих элементов остается неизменным либо даже несколько уменьшается в направлении от центра к периферии табличек. Очевидно, потемнение окраски биотита может быть вызвано лишь изменением валентного состояния железа; и в самом деле, угол  $2V$  биотита постепенно возрастает от центра к периферии на 2—3°, что отвечает увеличению содержания Fe на 0,05—0,10 ф. е.

Режим кислорода, казалось бы, должен отразиться на существовании связей между железистостью и  $f_0$  биотита и содержаниями магнетита и пирита во вмещающих породах, однако таких связей, равно как и связей между содержанием пирита и окраской биотита, не установлено (табл. 14).

При рассмотрении особенностей состава гранитоидов нельзя не отметить еще одно интересное обстоятельство — их относительно высокие температуры образования по биотит-гранатовому термометру Л. Л. Перчука, отвечающие в большинстве слу-

чаев границе амфиболитовой и гранулитовой фаций. Вероятно, здесь также сказывается унаследованность составов, но уже не биотита, магнезиальность которого значительно понижается при гранитообразовании, а, скорее всего, граната.

Таблица 14

Данные для выяснения связей железистости и степени окисления железа в биотитах с содержаниями магнетита и пирита во вмещающих породах

Номер образца	f	f <sub>0</sub>	Содержание, г/т		Номер образца	f	f <sub>0</sub>	Содержание, г/т	
			Магнетит	Пирит				Магнетит	Пирит
44	58	11	9	—	214	56	16	34	—
49	56	20	160	1,8	217	59	17	50	2,6
53	66	15	65	2,0	220	58	18	403	75,0
54	52	9	420	5,7	221	52	15	15	0,05
57	53	20	375	12,0	222	62	22	100	—
60	47	7	4	4,0	231	58	14	2400	280,0
73	59	14	50	0,4	233	61	18	—	—
77	63	16	600	0,5	248	66	9	13	0,02
106	56	19	112	—	254	59	14	300	18,0
107	55	13	—	1,1	255	60	8	80	4,0
121	57	14	42	1,0	259	61	9	200	8,0
124	58	18	6	0,04	260	74	8	170	0,3
125	59	15	—	3,5	261	53	18	—	74,0
141	56	14	3580	18,0	262	53	17	250	1,0
152	57	15	—	2,2	311	64	13	3	0,2
156	55	17	—	8,2	313	63	21	29	0,02
173	56	14	150	72,0	325	65	15	3	5,0
176	63	—	10	—	351	74	16	4	0,32
187	50	15	895	37,0	359	59	12	2	0,2
205	54	14	45	0,08	361	49	21	7	—
207	52	10	138	3,0	—	—	—	—	—

## Выводы

1. На стадии мигматизации составы биотитов основных пород не изменяются; в биотитах метапелитов возрастает железистость. На стадии гранитообразования происходит дальнейшее значительное увеличение железистости биотитов. В пегматитовом процессе в биотитах возрастает глиноземистость.

2. Биотиты гранитоидов наследуют от биотитов исходных пород величину глиноземистости и степени окисления железа. По этим признакам все гранитоиды можно разделить на два ряда — гранитоиды, образовавшиеся по богатым СаО породам, и гранитоиды, образовавшиеся по пелитам.

3. Намечается критерий различия перемещенных и неперемещенных гранитоидов по степени окисления железа в биотитах.

## Глава VII. Элементы-примеси биотитов

Структура биотитов содержит несколько типов координаций, допускающих различные позиции определенных элементов, поэтому биотиты являются потенциальными поглотителями микроэлементов с разными размерами и зарядами ионов. Степень насыщения биотита микроэлементами определяется целым рядом факторов, главные из которых — кристаллохимические свойства элементов, пределы изоморфной емкости минерала-хозяина, термодинамические условия образования породы, парагенезис главных породообразующих минералов и концентрация микроэлементов в системе. Можно ожидать, что закономерности вхождения элементов-примесей в биотит во многом аналогичны закономерностям вхождения породообразующих элементов в минералы, однако число элементов-примесей значительно превышает число главных элементов, что открывает дополнительные возможности для познания петрологических процессов.

Из всего разнообразия микроэлементов, ввиду несовершенства аналитических методов, можно использовать сравнительно немногие. Наиболее перспективным кажется использование лития, рубидия, скандия, циркония, никеля, кобальта, хрома.

**Литий.** Биотит является концентратором и часто носителем лития — элемента, который обладает типичными литофильными свойствами и проявляет тенденцию к образованию соединений с кремнием и алюминием. Предполагают, что в биотитах для лития наиболее характерны такие типы изоморфных замещений:



Наши данные показывают, что наиболее реальная схема  $2\text{Li}_{\text{VI}}^{+1} \rightarrow \text{Fe}_{\text{VI}}^{2+}$  (рис. 47). Это подтверждается существованием достаточно четкой прямой связи лития и закисного железа

(рис. 47, а), обратной связи  $\text{Li} - \text{Mg}^{2+}$  (рис. 47, б); связи между содержанием лития и суммой фемафильных компонентов скорее всего нет (рис. 47, в). Содержание лития в биотите оп-

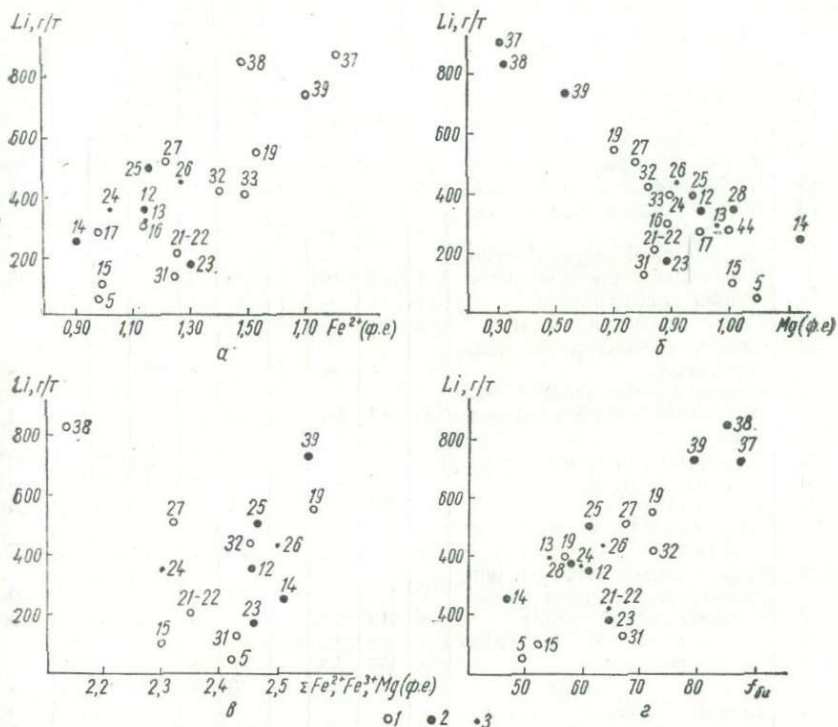


Рис. 47. Корреляционные связи  $\text{Li}$  в биотитах. Условные обозначения: 1 — биотиты гранитоидов по метапелитам, 2 — биотиты гранитоидов по богатым  $\text{CaO}$  породам, 3 — биотиты гранитоидов промежуточного состава.

ределяется в значительной мере его железистостью (рис. 47, г).

Содержание лития в биотитах гранитоидов УЩ изменяется от 50 г/т в биотитах чарнокитов до 800 г/т в биотитовых гранитах Коростенского массива; биотиты большинства типов архейских гранитоидов содержат 300—500 г/т лития (табл. 15).

На диаграмме  $\text{Li} - f$  средние составы биотитов расчленяются на две группы. Группу с наиболее низкими содержаниями лития (от 200 г/т и ниже) составляют средние составы биотитов из чарнокитов чудново-бердичевских, кировоградских, бобринецких, долиньских, верблюжско-боковьянских гранитов, относящихся к гранитоидам, образовавшимся по метапелитам (за исключением верблюжско-боковьянских гранитов, положение которых неопределенно). Для всех этих типов гранитов общие относительно высокие температуры образования. Предполагается, что все они, за исключением, быть может, кировоградских гра-

Таблица 15

Среднее содержание некоторых элементов-примесей в биотитах гранитоидов, г/т

Номер группы	Группа гранитоидов	n		Li	Rb	n		Zr	Ni	Co	Cr	n	Sc
5	Чарнокит	4	50	700	2	40	60	30	160	—	—	—	—
12	Амфиболсодержащий гранит	2	350	500	3	230	25	33	50	—	—	—	—
13	Плагιοгранит	3	400	390	8	200	60	40	70	2	50	—	—
14	Амфиболсодержащий гранодиорит и диорит	11	250	360	6	270	140	80	80	2	50	—	—
15	Чудново-бердичевский гранит	14	100	455	8	40	40	25	130	7	31	—	—
16	Житомирский гранит северо-запада УЩ	4	300	560	9	280	50	30	90	4	33	—	—
17	Житомирский гранит Ингуло-Ингулецкого водораздела	4	280	460	3	200	30	20	130	1	30	—	—
18	Антоновский гранит	—	—	—	1	300	10	—	30	1	30	—	—
19	Мокромосковский гранит	2	300	500	2	140	7	10	55	2	30	—	—
20	Гранит салтычанского типа Приазовья	—	—	—	2	155	100	100	60	—	—	—	—
21	Гранит кировоградского типа Ингуло-Ингулецкого водораздела	31	215	637	14	120	30	20	70	9	42	—	—
22	Гранит Бобринецкого массива	—	—	—	2	100	40	30	10	2	22	—	—
23	Долинский гранит	5	170	437	2	80	30	40	80	—	—	—	—
24	Уманский гранит	69	350	525	16	515	130	50	20	22	54,5	—	—
25	Богуславский и росинский гранит	23	505	509	13	370	50	40	35	8	57	—	—
26	Гранит кировоградского типа северо-западной части щита	8	440	715	6	80	20	35	35	4	70	—	—
27	Коростышевский гранит	6	512	782	2	375	20	20	65	6	50	—	—
28	Гранит кировоградского типа Приднестровья	3	350	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	Анатолийский гранит	—	—	—	3	40	80	70	10	—	—	—	—
31	Гранит Верблюжского и Боквянского массивов	13	130	728	8	150	26	20	70	5	64	—	—
32	Гранит Новоукраинского массива	2	420	645	2	65	30	30	35	3	30	—	—
33	Монзонит Новоукраинского массива	2	400	600	1	30	30	40	100	—	—	—	—
34	Гранит Вознесенского блока	—	—	—	3	180	35	30	100	2	10	—	—
35	Клесовит западной Вольны	3	70	400	—	—	—	—	—	2	70	—	—
36	Гранитоид Осницкого комплекса	—	—	—	—	300	6	20	50	2	60	—	—
37	Рапакиви Коростенского массива	52	620	700	—	100	3	—	60	2	90	—	—
38	Биотитовый гранит Коростенского массива	5	840	1200	3	40	—	—	40	2	40	—	—
39	Рапакиви Корсунь-Новомиргородского массива	5	730	600	7	150	5	10	40	6	73	—	—
40	Биотитовый гранит Корсунь-Новомиргородского массива	2	500	750	2	50	5	20	50	2	67	—	—

нитов Приингуля, образовались путем высокотемпературной гранитизации пород в условиях гранулитовой фации, что подтверждается как наличием среди них ксенолитов последних, так и относительно высокими температурами по биотит-грана-

товому термометру. Интересно, что в пределах самой группы содержание лития в биотитах также повышается от чарнокитов, т. е. наиболее высокотемпературных гранитоидов УЩ, до кирвоградских гранитов. Среди этих гранитоидов имеются как типичные мигматит-граниты, так и, возможно, перемещенные магматические граниты, однако на содержаниях лития в биотитах это не отражается.

Вторая группа включает биотиты всех типов гранитоидов, средние составы которых группируются возле прямой, наклоненной под углом  $45^\circ$  к оси абсцисс. Можно видеть, что содержание лития в биотитах этих пород связано четкой зависимостью с железистостью биотита. Кроме того, повышение содержания лития в общих чертах отвечает повышению кислотности и щелочности гранитоидов. Температурный контроль содержания лития в этой группе не проявляется. Значительные различия в содержании лития обусловлены исключительно генезисом и возрастом гранитоидов. Нижнепротерозойские синорогенные и посторогенные гранитоиды по среднему содержанию лития в биотитах резко отличаются от верхнепротерозойских платформенных гранитоидов. Уместно заметить, что сходство содержания лития в биотитах из рапакиви и биотитовых гранитов коростенского комплекса, в том числе так называемых искренных гранитов, еще раз подтверждает общность их генезиса.

Содержание лития (табл. 16) обнаруживает интересную закономерность: в биотитах метаморфических пород метапелитового состава оно имеет тот же порядок, что и в биотитах гранитоидов метапелитового происхождения, тогда как в биотитах, богатых СаО метаморфических пород, содержание лития значительно ниже, чем его содержание в биотитах из гранитоидов соответствующего состава. Среднее содержание лития в биотитах метаморфических пород метапелитового состава наиболее близко к содержанию его в биотитах гранитоидов, образовавшихся в условиях низкотемпературной части гранулитовой фации.

Таблица 16

Средние содержания некоторых элементов-примесей в биотитах и породах в зависимости от степени гранитизации пород, г/т

Группа пород	Биотит			Порода				Примечание	
	n	Li	Rb	n	Zr	Ni	Co		Cr
Основные метаморфические	8	100	150	5	130	100	50	55	Биотит Порода
	—	—	—	2	450	10	10	10	
Мигматит по основным породам	—	—	—	8	200	220	70	200	Биотит Порода
	—	—	—	5	210	25	18	46	
Металелиты	47	300	525	14	100	60	66	170	Биотит Порода
	—	—	—	9	200	50	18	110	
Мигматиты по метапелитам	—	—	—	21	207	60	40	96	Биотит Порода
	—	—	—	8	150	20	10	50	
Граниты	272	390	590	102	240	30	30	50	Биотит Порода
	—	—	—	44	250	10	10	20	

В биотитах амфиболсодержащих гранитоидов, которые относятся преимущественно к амфиболитовой фации, содержание лития в сравнении с метаморфическими породами заметно повышается, причем можно считать, что в общем оно возрастает по мере увеличения степени гранитизации и гомогенизации этих пород. Указанные наблюдения позволяют сделать вывод о том, что накопление лития в структуре биотита происходит в процессе превращения метаморфических пород в граниты при не слишком высокотемпературных условиях, т. е. отвечающих амфиболитовой фации.

**Рубидий.** Биотит является носителем и, в значительной мере, концентратором рубидия. В биотитах рубидий изоморфно замещает элементы координации 12, главным образом калий. Существование такого изоморфизма подтверждается обратной связью содержаний рубидия и калия в биотитах (рис. 48, верх).

Поведения рубидия в биотитах во многом подобно поведению лития, что выражается также в существовании прямой зависимости их содержаний (рис. 48, низ). Подобно литию, наблюдается хорошая связь железистости биотита и содержания в нем рубидия. В отличие от лития средние содержания рубидия в биотитах более постоянны: в большинстве гранитоидов содержание рубидия в биотитах составляет от 400 до 800 г/т.

Во всех связях рубидия — Rb — f; Rb — K; Li — Rb, — особенно четко выступают различия биотитов из двух выделенных нами по вещественному составу рядов гранитов. При этом биотиты амфиболсодержащих гранитоидов, за редким исключением, обеднены рубидием в сравнении с биотитами из гранитоидов метапелитового ряда.

Обращает на себя внимание сходство содержаний рубидия в биотитах рапакиви Коростенского и Корсунь-Новомиргородского массивов, с одной стороны, и разрыв в содержаниях ру-

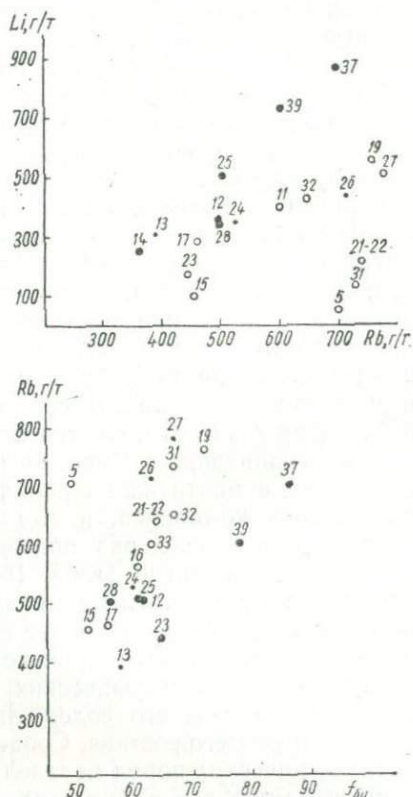


Рис. 48. Корреляционные связи Rb в биотитах. Условные обозначения см. рис. 47.

бидия между биотитами рапакиви и биотитовых гранитов этого комплекса — с другой.

Биотитовые разности гранитов Коростенского комплекса резко отличаются повышенным содержанием рубидия в биотитах (в среднем 1200 г/т). Никакой зависимости содержания рубидия в биотитах от генезиса или температурных условий образования не устанавливается. Наблюдаемая обратная связь содержания рубидия и калия в биотитах в соответствии с указаниями В. В. Закруткина, М. В. Григоренко (1968) о повышении содержания калия в биотитах с возрастанием степени метаморфизма, казалось бы, может рассматриваться как температурная зависимость. Однако наши данные не подтверждают существования указанной этими авторами зависимости, поэтому связь  $K - Rb$  скорее следует считать кристаллохимической.

Геохимическая история рубидия в процессе гранитизации принципиально не отличается от геохимии лития: средние содержания рубидия в биотитах гранитоидов метапелитового состава возрастают примерно в 1,5 раза, в биотитах гранитов по основным породам они увеличиваются в три раза.

**Скандий.** Содержание скандия в биотите обычно в 5—10 раз ниже, чем в сосуществующем с ним гранате или роговой обманке, поэтому в большинстве пород биотит выступает как носитель скандия, минералом-концентратором скандия он становится, когда выступает в породе как единственный темноцвет.

Скандий содержится в биотитах благодаря гетеровалентному изоморфизму:  $Sc^{3+}$  замещает  $Fe^{2+}$  или  $Mg^{2+}$  с компенсацией валентности за счет одновременного вхождения алюминия по схеме:  $(Fe, Mg^{2+}) + Si^{4+} \rightarrow Sc^{3+} + Al^{3+}$  (Геохимия, 1964). Н. Я. Некрасов, П. И. Лебедева (1968), В. В. Могаровский и др. (1960) указывают на существование линейной зависимости содержаний  $Sc - Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ; Дж. Норман и Л. Хаскин (1968) и др. говорят об отсутствии такой зависимости.

Наши данные по содержанию скандия в биотитах ограничены гранитоидами (см. табл. 15); возможна линейная связь  $Sc$  и  $Mg^{2+}$  (рис. 49, б); связи между содержаниями закисного железа и железистостью, вероятно, нет (рис. 49, а, в).

На диаграммах зависимости  $Sc - f$  (рис. 49, в) средние составы биотитов образуют две группы. Явно пониженным содержанием скандия (10—50 г/т) обладают биотиты из гранитсидов метапелитового состава, содержащих в том или ином количестве гранат (чудново-бердичевские, кировоградские, бобринецкие, новоукраинские, вознесенские, житомирские. Ингуло-Ингулецкого водораздела, коростышевские). Более высокие содержания скандия в биотитах (40—80 г/т) отмечаются в гранитондах, где биотит выступает в качестве единственного фемического минерала, либо в парагенезисе с роговой обманкой и пироксенами. Это говорит о том, что гранат в сравнении с роговой обманкой, очевидно, более сильный концентратор скандия.

Наибольшими содержаниями скандия, как и некоторых других элементов, обладают биотиты рапакиви коростенского плекса. Интересно заметить, что по содержанию скандия биотиты из биотитовых гранитов коростенского комплекса близки к биотитам гранитов метапелитового состава, чем резко отличаются от биотитов рапакиви.

Определение температуры образования биотитов по скандиевому термометру Офтедаля (Ингерсон, 1957) дает сопоставимые цифры с данными по другим геотермометрам лишь для некоторых типов гранитов: уманских, богуславских и других, т. е. преимущественно для тех гранитов, где биотит выступает в качестве единственного феррического минерала. Для биотитов большинства других гранитоидов получены цифры температур на  $50-60^\circ$  ниже, чем по биотит-гранатовому термометру (гл. VI). Таким образом, для достоверной оценки температуры образования гранитоидов необходимо в первую очередь учитывать тип парагенетической ассоциации и количественные соотношения сопричастующих минералов.

**Цирконий.** Для циркония допускается два типа изоморфных замещений: изовалентный с гафнием и титаном и гетеровалентный с железом и магнием, учитывающая близость ионного радиуса Zr в шестерной координации ( $0,79 \text{ \AA}$ ) и ионных радиусов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Многие исследователи склонны относить содержание циркония в биотитах на счет включений его минералов.

Нами была проведена проверка возможности вхождения циркония в структуру биотита следующим образом.

В пробе мономинерального биотита, выделенного обычным способом, содержание циркония по данным приближенного ко-

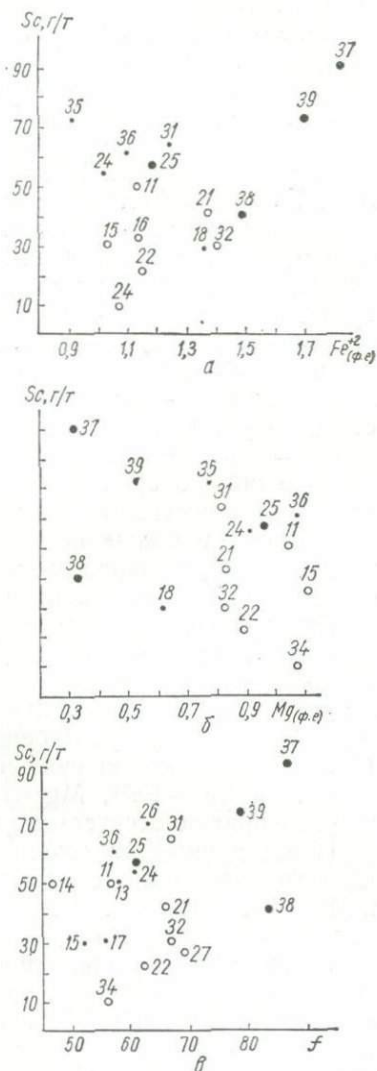


Рис. 49. Корреляционные связи Sc в биотитах. Условные обозначения см. рис. 47.

личественного анализа составило 40 г/т. Эта же проба подверглась тонкому дроблению (до 0,01 мм), а затем флотации, в результате чего получен максимально освобожденный от примеси циркония биотит, в котором количественным спектральным анализом установлено содержание циркония 36 г/т. Полученные косвенным путем данные, конечно, не исключают возможности нахождения циркония в виде минерала, но свидетельствуют о его существовании скорее в форме изоморфной примеси.

Биотит, как показывают наши данные, не является ни концентратом, ни носителем циркония. Во всех типах метаморфических пород (см. табл. 16) содержание циркония в биотитах меньше или, в лучшем случае, равно его содержанию во вмещающих породах. При этом можно видеть, что наибольшее содержание циркония (~ 400 г/т) имеют основные породы, за ними следуют высскоглиноземистые породы (~ 300 г/т), и наименьшее содержание циркония имеют нормальноглиноземистые породы (~ 180 г/т). Содержание циркония в биотитах в том же порядке уменьшается от 200 до 60 г/т.

Гранитизация метаморфических пород ведет к их общему разубоживанию на цирконий (см. табл. 16), но при этом происходит концентрация циркония в биотитах, в результате чего они обогащаются им почти в два раза. Больше всего циркония в биотитах гранитоидов, однако и здесь содержание циркония не превышает средних содержаний во вмещающей породе.

Содержание циркония в биотитах гранитоидов изменяется в очень широких пределах (от 40 до 515 г/т), не обнаруживая никаких закономерностей. Самые низкие содержания циркония в биотитах (около 40 г/т) установлены для чарнокитов, чудновобердичевских, анатолийских гранитов и пород Новоукраинского массива. Наибольшее содержание циркония имеют биотиты уманских и богуславских гранитов. В отношении циркония также проявляется разрыв средних содержаний между биотитами рачкиви и биотитовыми гранитами Коростенского комплекса.

**Никель, кобальт, хром.** Исходя из кристаллохимических представлений, вхождение никеля, кобальта и хрома в структуру железомagneзиальных минералов возможно объяснить изоморфизмом с  $Fe^{+2}$  и  $Mg^{+2}$ . Для биотитов из гранитоидов В. И. Серых (1964) и другими (Мищенко, Орса, 1969) показано, что никель в биотитах преимущественно замещает  $Fe^{2+}$ .

Биотит, наряду с другими минералами, является концентратом никеля, кобальта и хрома. Так, в основных метаморфических породах наблюдается десятикратное обогащение биотита никелем и пятикратное — кобальтом и хромом. В мигматитах по основным породам соотношения содержаний указанных элементов в биотитах сохраняются полностью, однако происходит почти двукратное обогащение породы никелем, кобальтом и хромом. Соответственно (в среднем в два раза) возрастает содержание этих элементов и в биотитах. Метаморфиче-

ские породы метапелитового состава существенно отличаются от основных пород более высокими содержаниями никеля, кобальта и хрома. Роль биотита, как их концентратора, здесь резко уменьшается.

При мигматитизации метапелитов, в отличие от основных пород, происходит заметный вынос никеля, кобальта и хрома, хотя содержание их в биотите почти не изменяется.

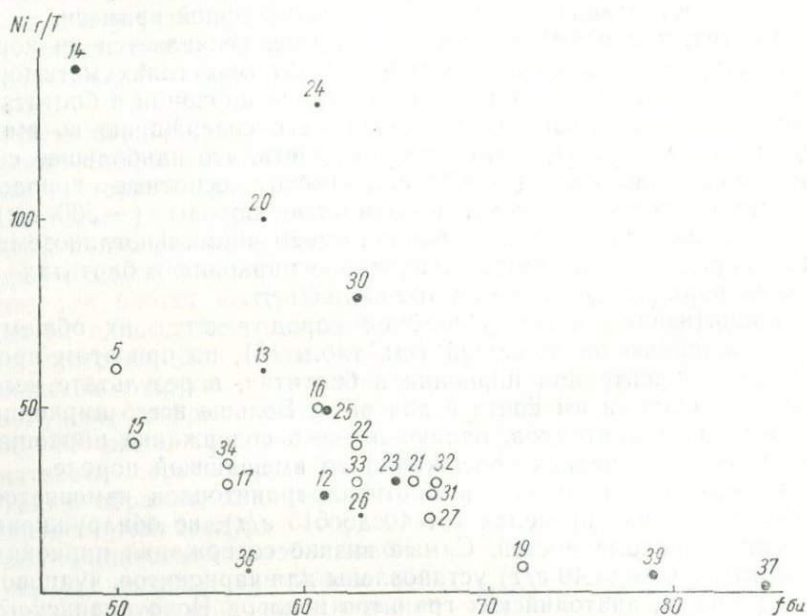


Рис. 50. Связь  $Ni - f$  в биотитах. Условные обозначения см. рис. 47.

Наименьшие содержания никеля, кобальта и хрома установлены для биотитов из гранитоидов, причем одновременно происходит выравнивание содержаний всех трех элементов.

Из всех возможных корреляций к достоверной приближается связь  $Ni - f$  в биотитах (рис. 50), причем на этой диаграмме средние составы биотитов расчленяются на три группы. В группе амфиболсодержащих гранитоидов метапелитового состава намечается обратная линейная зависимость  $Ni - f$ . В группе пород промежуточного состава, насколько можно судить по немногочисленным средним данным, этой связи нет совсем.

Таким образом, далеко не полный обзор немногих элементов-примесей в биотитах показывает, что они являются ценным информативным материалом для познания истории формирования гранитоидов, позволяя, в частности, восстанавливать литологический состав исходных для них пород.

## Заключение

Изучение закономерностей химического состава биотитов из метаморфических, метасоматических и магматических пород докембрия выполнено на примере биотитов УЩ, где этот минерал охарактеризован наиболее полно по сравнению с другими аналогичными регионами. Коллекция химических анализов, включающая 405 полных анализов биотитов, характеризует территорию УЩ: их составы находятся в пределах истонит-сидерофиллитового и флогопит-аннитового рядов. Почти половина всех анализов принадлежит авторам и публикуется впервые. Кроме того, для многих из ранее опубликованных анализов авторы имели возможность уточнить петрографическую привязку.

Относительно небольшое число анализов не дает возможности одинаково полно охарактеризовать биотиты всех зоохимических и фациальных групп горных пород, поэтому первичная группировка анализов выполнена недостаточно строго. Биотиты гранитоидов сгруппированы в соответствии с принятым для Украины традиционным разделением гранитоидов по территориально-генетическим признакам.

Серьезные трудности возникли при оценке качества анализов, так как обоснованных критериев в применении к биотитам в настоящее время нет. Критерий суммы, применяемый некоторыми авторами, на наш взгляд, совершенно не отражает качества анализа, поэтому авторы избрали искусственные, но достаточно жесткие критерии отбраковки анализов, исходя из структурной формулы биотита. В результате применения таких критериев отбраковано 45 анализов, эти анализы не принимались во внимание при всех расчетах, но оставлены в таблицах приложения в качестве вспомогательного материала для определения некоторых коэффициентов.

Особое внимание уделено определению оптических характеристик биотитов —  $N_g$  и  $2V$ . Показано, что в пределах одного небольшого образца имеются значительные отклонения в величине как  $N_g$ , так и  $2V$  биотитов, вследствие чего принимались средние арифметические из нескольких измерений.

Изучение связи химического состава и светопреломления биотитов не добавило ничего существенного к установленным ранее закономерностям. Для угла оптических осей выявлена достаточно четкая зависимость от содержания окисного железа; эта зависимость подтверждена путем выборочного определения  $Fe^{3+}$  методом ЯГР, а также косвенным путем — на материале биотитов, в которых все железо переведено в окисную форму.

Подтверждены закономерные связи состава биотитов с удельным весом и магнитной восприимчивостью.

Изучение связи составов биотит — порода проведено на основании 88 пар анализов в двух направлениях — с помощью парных коэффициентов корреляции и путем сравнения отдельных выборок, в которых анализы объединены по признаку общности состава вмещающих пород. При этом учитывалось, что химический состав породы зачастую отражает и условия ее формирования, так что связь составов биотит — порода в таких случаях непрямая.

Сравнение парных коэффициентов корреляции показало, что из всех элементов значимую корреляцию составов биотит — порода обнаруживают лишь магний, железо (положительная) и кремний (отрицательная) и отвечающие этим элементам коэффициенты. Надо заметить, что значимость корреляции для выборки в целом создается главным образом за счет метаморфических пород, так как для гранитов эти связи резко ослабляются или исчезают совсем. Сила связи составов биотит — порода значительно возрастает с увеличением содержания в породе биотита и при некотором определенном его количестве в породе перерастает в связь между минералообразующими компонентами биотита.

Биотиты из богатых СаО метаморфических пород независимо от условий образования значимо отличаются от биотитов из пелитовых пород по содержанию кремния, октаэдрического алюминия, магния, железа и кальция. Различия составов биотита в пределах группы метапелитов в зависимости от степени глиноземистости вмещающих пород невелики, что позволяет рассматривать их совместно. Таким образом, выделяется два главных ряда составов биотита, которые можно условно назвать апобазитовым и апопелитовым. Состав метасоматических биотитов, очевидно, не зависит от состава вмещающих пород.

Для определения фациальной принадлежности биотитов наиболее пригоден титан, содержание которого в биотите определяется исключительно  $P - T$ -условиями образования, в несколько меньшей мере —  $Al_{VI}$ ,  $Mg$  и  $Fe^{2+}$ . Степень окисления железа в биотитах метаморфических пород полностью определяется составом вмещающих пород.

При мигматитизации метаморфических пород в биотитах происходит незначительное уменьшение содержания магния и еще менее заметное уменьшение содержания  $Al_{VI}$ ,  $Al_{IV}$  и  $Ti$  при

некотором возрастании содержания железа. Однако все эти изменения, вопреки ожиданию, настолько невелики, что общая картина состава биотитов практически не меняется независимо от того, является биотит в породе единственным фемическим минералом или сосуществует с другими. Вместе с тем, количество биотита при мигматитизации значительно уменьшается, и это дает основание считать, что мигматитизация метаморфических пород ведет к простому растворению и выносу вещества, слагающего биотит, без его существенного перераспределения в породе.

Более глубокие изменения происходят в составе биотитов на стадии превращения мигматитов в более или менее гомогенные граниты. В сравнении со средними составами биотитов метаморфических пород биотиты гранитоидов отличаются более низким содержанием магния, более высоким — железа, а также несколько повышенным содержанием фтора, воды, калия, марганца и титана. Однако и здесь в процессе гранитизации изменения, происходящие в составе биотитов, не настолько велики, чтобы полностью стереть те их особенности, которые заложены благодаря специфике состава исходных для гранитов пород. Главная особенность состава биотита — содержание алюминия, точнее — октаэдрического алюминия, сохраняется вплоть до типичных магматогенных гранитов. Этот вывод представляется чрезвычайно важным для решения проблемы расчленения и классификации древнейших гранитоидов на основе двух главных признаков — состава исходных пород и  $P-T$ -условий образования.

Расположение средних составов биотита из разных гранитоидов УЩ на диаграмме  $Si-Ti-Al_{VI}$  вполне совпадает с конфигурацией полей соответствующих типов метаморфических пород и подчиняется определенной закономерности, на основании которой можно судить об относительных условиях образования гранитов. Расположение точек конкретных анализов биотита на диаграмме  $Si-Ti-Al_{VI}$  позволяет судить о генезисе вмещающих гранитоидов даже в том случае, если нет никаких других дополнительных признаков.

Намечается возможность использования степени окисления железа в биотитах для суждения о способе образования гранитов — автохтонном или аллохтонном.

Интересные данные получены при изучении элементов-примесей в биотитах — Li, Rb, Ni, Co, Cr и Sc. Установлена избирательная способность биотитов разных типов метаморфических пород и гранитоидов к поглощению определенных микроэлементов в зависимости от состава,  $P-T$ -условий и способа образования.

Настоящая работа не претендует на всеобъемлющее описание биотитов УЩ и является лишь первой попыткой упорядочения имеющихся сведений по этому минералу. Основной целью было показать ценность биотита как минерала, глубоко

отражающего условия формирования вмещающих пород, и если это в какой-то мере удалось авторам, то на данном этапе они считают свою задачу выполненной.

#### Литература

- Байраков В. В., Горошников Б. И.— В кн.: Конституция и свойства минералов. «Наукова думка», К., 1966.
- Барсуков В. Л.— Геохимия, 1957, 1.
- Батлер Б. К. М.— В кн.: Природа метаморфизма. «Мир», 1967.
- Безбородько М. І. Петрогенезис і петрогенетична карта Української кристалічної смуги. Вид-во АН УРСР, К., 1935.
- Белевцев Р. Я.— Доп. АН УРСР (сер. Б), 1969, 6.
- Белов Н. В.— Мин. сб. Львовского мин. об-ва, 1949, 3.
- Белов Н. В.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1951, 5.
- Бельштерли М. К., Турцев А. А.— Тр. Ин-та геол. наук АН СССР (В44, петр. сер.), 1940, 14.
- Бобровник Д. П.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1954, 8.
- Бойко В. Л., Шербаков И. Б.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1967, 2, 21.
- Бойко В. Л., Полетаева Л. Н.— В кн.: Вопросы геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. «Наукова думка», К., 1970.
- Бурьянова Е. З.— Зап. Всес. мин. об-ва, 1940, 4.
- Великославинский Д. А.— Тр. Лаб. геол. докембрия, 1960, в. 11.
- Великославинский Д. А.— В кн.: Региональный метаморфизм докембрийских формаций СССР, «Наука», М.—Л., 1965.
- Вистеллус А. Б.— ЗВМО, 1956, 85, 1.
- Волицец О. И., Колосков А. В., Флеров Г. Б., Шилин Н. Л., Долгова Т. В.— Тр. Ин-та вулканологии Сиб. отд. АН СССР, 1967, вып. 25. Геохимия редких элементов, т. I. «Наука», М., 1964.
- Гнатив Г. М., Матковский О. И.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1958, 12.
- Голуб Е. Н.— В кн.: Вопросы геохимии, минералогии, петрографии и рудообразования. «Наукова думка», К., 1970.
- Горошников Б. И.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1967, 2, 21.
- Данилович Ю. Р.— Мат. VI съезда Карп.-Балк. асс., 1965.
- Доброхотов С. М.— Геол. журн. АН УССР, 1968, 28, 1.
- Дир У. А., Хаун Р. А., Зусман Дж. Породообразующие минералы, т. 3, «Мир», 1966.
- Дриц В. А., Тепикин В. Е., Петрунина А. А.— В кн.: Конституция и свойства минералов, 1967, 2.
- Другова Г. М., Глебовицкий В. А.— В кн.: Региональный метаморфизм докембрийских формаций СССР. «Наука», М.—Л., 1965.
- Емельяненко П. Ф., Казанова А. Я., Кузнецов Е. А.— Вестник Моск. ун-та, геология, 1964, 3.
- Ермоменко Г. К., Швакова А. А.— Доп. АН УРСР, 1969, 11.
- Жуйкова М. П.— Тр. ГГИ УФ АН, 1963, 6.
- Завьялова И. В.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1960, 14.
- Закруткин В. В., Григоренко М. В.— ДАН СССР, 1968, 178, 3.
- Заяц А. П.— В кн.: Тезисы докладов третьей конференции молодых геологов Украины. «Наукова думка», К., 1964.
- Заяц А. П.— В кн.: Тезисы докладов молодых геологов Украины. «Наукова думка», К., 1966.
- Заяц А. П., Шербаков И. Б.— Геол. журн. АН УССР, 1967, 27, 5.
- Завягин Б. Б. Электронография и структурная кристаллография глинистых минералов. «Наука», М., 1964.
- Зинченко О. В.— В кн.: Свойства, морфология и генезис минералов. «Наукова думка», К., 1965.

- Ингерсон И.— В кн.: Земная кора. М., 1957.
- Ивантишин М. Н., Ключков В. Т., Личак И. Л., Царовский И. Д., Чернышкова Л. Пьезокварцевые пегматиты Волини. Изд-во АН УССР, 1957.
- Ивантишин М. М. Акцесорні, рідкісні та розсіяні елементи в гранітоїдах та пегматитах УКЩ. Вид-во АН УРСР, 1960.
- Ивантишин М. М., Заець А. П., Куц В. П. Акцесорні рідкісні мінерали та розсіяні елементи в метаморфічних породах УКЩ. «Наукова думка», К., 1965.
- Калинин Е. П.— ЗВМО, 1967, 96, 2.
- Коваленко Н. И., Кашаев А. А., Знаменский Е. Б., Журавлева Р. М.— Геохимия, 1968, 11.
- Кононов Ю. В., Этинггоф И. М.— В кн.: Геохронология докембрия Украины. «Наукова думка», К., 1965.
- Кононов Ю. В., Заець А. П.— В кн.: Геохронология докембрия Украины. «Наукова думка», К., 1965.
- Кононов Ю. В. Мигматиты центральной части Украинского щита. «Наукова думка», К., 1969.
- Кононова В. А., Борисевич И. В., Ломейко Е. И.— Изв. АН СССР, сер. геол., 1968, 10.
- Кориковский С. П.— ДАН СССР, 1963, 152, 1.
- Кориковский С. П.— ДАН СССР, 1965, 160, 1.
- Кориковский С. П. Метаморфизм, гранитизация и постмагматические процессы в докембрии Удокано-Становой зоны. «Наука», М., 1967.
- Костюк В. П. Парагенетический анализ кристаллических пород Подолли в районе г. Винницы. Изд-во АН УССР, К., 1955.
- Котловская Ф. И., Бурксер Е. С.— В кн.: Геохронология докембрия Украины. «Наукова думка», К., 1965.
- Кузьменко В. М.— Доп. АН УРСР, 1961, 140, 6.
- Кушев В. Г., Павлишин В. И.— Мин. сб. Львовского ун-та, 1964, в. 1, 18.
- Кравченко Г. Л., Хмарук Т. Г.— Геол. журн. АН УРСР, 1966, 26, 2.
- Круглякова Г. И.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1954, 8.
- Лавренко Е. И.— ЗВМО, 1957, 34, 1.
- Лазаренко Е. К.— В кн.: Исследование минерального сырья. Госгеолтехиздат, М., 1955.
- Лазаренко Е. К., Матковський О. І., Винар О. М., Шашкіна В. П., Гнатів Г. М. Мінералогія вивержених комплексів західної Волині. Вид-во Львівського ун-ту, 1960.
- Лапчик Ф. Е.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1951, 5.
- Лебедев В. И.— Геохимия, 1959, 6.
- Лебедев В. И.— В кн.: Вопросы магматизма и метаморфизма. Изд-во ЛГУ, т. 2, 1964.
- Лебедев П. И.— Тр. XVII сессии МГК, 1937.
- Литвин А. Л.— Наук. зап. Київського ун-ту, 1956, 15, 11.
- Литвин А. Л.— Доп. АН УРСР, 1961, 2.
- Личак И. Л.— Геол. журн. АН УРСР, 1954, 14, в. 1.
- Личак И. Л.— В кн.: Геология СССР, 5, 1958.
- Логвин Э. И.— В кн.: Геохронология докембрия Украины. «Наукова думка», К., 1965.
- Лутц Б. Г. Петрология гранулитовой фации Анабарского массива. «Наука», 1964.
- Лучицкий В. И.— Изв. Варш. политехн. ин-та, 1913.
- Лучицкий В. И., Лебедев П. И. Петрография Украины, 1934.
- Лучицкий В. И. и др. Украинский кристаллический массив. Изд-во АН УССР, К., 1947.
- Магидович В. М. Полевошпатовое сырье, его генетические типы и принципы оценки. «Наука», М., 1964.
- Макагон В. М., Шмакин Б. М.— Геохимия, 1964, 4.
- Малахова Л. В., Сазонова М. Д.— Тр. ИГ УФ АН СССР, 1963, 70.

- Маракушев А. А.— В кн.: Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд. Изд-во АН СССР, 1961.
- Маракушев А. А., Тарарин И. А.— Изв. АН СССР, сер. геол., 1965, 3.
- Марфуни А. С. Полевые шпаты — фазовые взаимоотношения, оптические свойства, геологическое распределение. Изд-во АН СССР, М., 1962.
- Матковский О. И., Павлишин В. И., Приказчиков Л. А.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1963, 17.
- Мельник Ю. П., Стрыгин А. И.— Мин. сб. Львовского об-ва, 1963, 17.
- Мищенко В. С., Оrsa В. И.— Геохимия, 1965, 4.
- Мищенко В. С., Оrsa В. И.— Геол. журн. АН УРСР, 1968, 28, 4.
- Могаровский В. В.— Докл. АН Тадж. ССР, 1960, 3, 4.
- Некрасов И. Я., Лебедева Л. И.— В кн.: Экспериментальные и термические исследования минеральных равновесий. «Наука», М., 1968.
- Никитина Л. П.— ЗВМО, 1963, 92, 1.
- Никитина Л. П., Хильтова В. Я.— В кн.: Петрография метаморфических и изверженных пород Алданского щита. «Наука», 1964.
- Никитина Л. П.— В кн.: Региональный метаморфизм декембрийских формаций СССР. «Наука», М.— Л., 1965.
- Никитина Л. П., Зевелева Е. Е., Марчак В. П.— Геохимия, 1967, 8.
- Оrsa В. И. Гнейсово-магматитовая формация и гранитоиды центральной части Среднего Приднепровья. Автореф. канд. дисс. К., 1967.
- Островский И. А., Петров В. П.— Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, 1940, 36, петр. сер.
- Павлишин В. И., Тепикин В. Е.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1964, 3, 18.
- Павлишин В. И.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1966, 1, 20.
- Перчук Л. Л. Равновесия породообразующих минералов. Автореф. канд. дисс., М., 1967.
- Повилайтис М. М., Органов Н. И.— Тр. Мин. музея, 1963, в. 14.
- Половинкина Ю. Ир., Шендерова А. Г.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1954, 8.
- Половинкина Ю. Ир., Соколова Е. П.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1958, 12.
- Половинкина Ю. Ир., Соколова Е. Л.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1962, 16.
- Половинкина Ю. Ир.— Петрогр. сб. ВСЕГЕИ, 1963, 5.
- Протченко А. П., Куц В. П.— Геол. журн. АН УРСР, 1962, 22, 6.
- Римская-Корсакова О. М., Соколова Е. П.— ЗВМО, 1964, 93, 4.
- Семененко Н. П.— В кн.: Геология СССР, 5, 1958.
- Семенов Е. И.— Тр. Мин. музея АН СССР, 1959, 9.
- Сердюченко Д. П.— ЗВМО, 1953, 80, 3.
- Серых В. Н.— Геохимия, 1964, 9.
- Сидоренко Е. Ф.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1961, 15.
- Сироштан Р. И., Оrsa В. И., Шербак Н. П.— Геол. журн. АН УССР, 1965, 25, 3.
- Скаржинская Т. А. Петрография и генезис пород метабазитовой свиты Белозерского железорудного района. Автореф. канд. дисс. К., 1967.
- Соболев В. С.— Уч. зап. Львовского ун-та, сер. петр., 1947, 5.
- Соболев В. С.— Мин. сб. Львовского геол. об-ва, 1950, 4.
- Соболев В. С.— ДАН СССР, 1965, 160, 2.
- Таусон Л. В.— Геохимия, 1958, 8.
- Таусон Л. В. Геохимия редких элементов в гранитоидах. Изд-во АН СССР, М., 1961.
- Тепикин В. Е.— В кн.: Химический состав и внутреннее строение минералов. «Наукова думка», К., 1964.
- Тепикин В. Е., Литвин А. Л.— В кн.: Химический состав и внутреннее строение минералов. «Наукова думка», К., 1964.
- Тепикин В. Е.— Минералого-кристаллохимические особенности слюд гранитов и пегматитов Коростенского плутона. Автореф. канд. дисс., К., 1968.

- Тепикин В. Е.— В кн.: Конституция и свойства минералов. «Наукова думка», К., 1968.
- Ткачук Л. Г.— Геол. журн. АН УССР, 1954, 14, 3.
- Усенко И. С.— Геол. журн. АН УССР, 1959, 19, 5.
- Усенко И. С. Оснóвные и ультраоснóвные породы западного Приазовья. Изд-во АН УССР, К., 1960.
- Усенко И. С., Щербаков И. Б., Заяц А. П., Тепикин В. Е.— В кн.: Материалы IV Всесоюзного петрографического совещания. Изд-во АН АзССР, Б., 1969.
- Ушакова Е. Н. Минералогия и петрография метаморфических пород хощевато-завальевской свиты Побужья. Автореф. канд. дисс., 1960.
- Ушакова Е. Н.— В кн.: Вопросы геологии, петрологии и металлогении метаморфических комплексов востока СССР. Владивосток, 1968.
- Фурман Е. П.— Мин. сб. Львовского ун-та, 1953, 7.
- Хмарук Т. Г.— В кн.: Тезисы докладов III конф. молодых геологов ИГН АН УССР, 1964.
- Хмарук Т. Г.— Геол. журн. АН УССР, 1965, 25, 2.
- Хмарук Т. Г., Щербаков И. Б.— Геол. журн. АН УССР, 1965, 25, 5.
- Цветков А. И., Вальяшихина Е. П.— Материалы по термическому исследованию минералов, III. Слюды. Тр. Ин-та геологии рудных мест-ний, петрол., минерал. и геохимии АН СССР, 1956.
- Цыганов Е. М.— ЗВМО, 1954, 83, 4.
- Штейнберг Д. С., Малахова Л. С.— Тр. Ин-та геологии Уральск. фил. АН СССР, 1965, вып. 70.
- Шустов В. А.— Мин. сб. Львовского ин-та, 1958, 12.
- Щербаков И. Б.— В кн.: Питання мінералогії і петрографії України, 1962.
- Щербаков И. Б. Петрография и генезис гнейсо-мигматитовой толщи Среднего Побужья. Автореф. канд. дисс. К., 1963.
- Щербаков И. Б.— В кн.: Матеріали з мінералогії і петрографії України. крист. шита. «Наукова думка», К., 1963.
- Щербаков И. Б.— В кн.: Тезисы докл. III конф. мол. геологов ИГН АН УССР, 1964.
- Щербаков И. Б.— Геол. журн. АН УССР, 1965, 25, в. 1.
- Щербаков И. Б.— В кн.: Конституция и свойства минералов. «Наукова думка», К., 1966.
- Юрк Ю. Ю. Петрология Уманского и Антоновского гранитных плутонов. Изд-во АН УССР, 1953.
- Юрьев Л. Д.— Доп. АН УССР, сер. Б., 1969, 11.
- Wart T. F. W.— Geol. Soc. Amer. Bull., 1936, (47), 11.
- Chinner G. A.— J. Petrol., 1960, (1), 2.
- Dodge F. W., Moore J. A.— Geol. Surv. Profess. Paper, 1968, 600—B.
- Dudek H. P.— Rozprawy Csl. Akad. Ved., Praha, 1954, 3.
- Eugster H. P., Wones D. R.— J. Petrol., 1962, 3.
- Engel A. E. I., Engel C.— Bull. Geol. Soc. Am., 1960, (1).
- Hall J.— Amer. Min., 1941, (26).
- Heinrich E. W.— Amer. J. Sci., 1946, (26).
- Hood W., Custer R. L. P.— Am. Min., 1967, (52).
- Kunitz W.— Neues J. Min., 1936, A70, 385.
- Lambert R. St. J.— Trans. Roy. Sci. Edinburg, 1958—1959, 58.
- Nockolds S. R.— Am. J. Sci., 1947, 7.
- Naldtrett A. J., Kullerud G.— Carnegie Inst., Annual Rep., 1964—1965.
- Norman J., Haskin L. A.— Geochim. et Cosmochim. Acta, 1968, 1, (32).
- Peikert E. F.— J. Geol., 1964, (4).
- Snelling N. J.— Geol. Mag., 1957, 4, (XCIV).
- Winchell A. M.— Am. Min., 1935, (20).
- Wones D. R.— Carnegie Inst., Year Book, 1965, 58, (138).
- Yoder H. S., Jr.— Am. J. Sci., 1952, Bowen Volume.

# Каталог вмещающих пород

## 1. Биотитизированные метабазиты

- 1.\* Биотитовый актинолитит; обр. 1625/5, Володарская магнитная аномалия. Анализ М. А. Ярошук.
2. Биотитовая оторочка вокруг ксенолита амфиболитизированного перидотита. Встречаются отдельные зерна актинолита, магнетита, талька; обр. 34/65, с. Гранитное, р. Мокрая Московка. Анализ В. И. Орсы.
3. Биотит в контакте альбитита с актинолитом: биотит (95)\*\*, актинолит (2—3), кварц (2—3); скв. 22005, гл. 126,65 м (Бойко, Щербаков, 1967).
4. Контакт хлорит-актинолитового сланца с альбит-кварц-биотитовым туфогенным сланцем: биотит (35), кварц (40), хлорит (25), магнетит; скв. 22001, гл. 180,5 м (Бойко, Щербаков, 1967).
5. Изумрудно-зеленый биотит из пегматоидного участка гиперстениста Каменных Могил, западное Приазовье (Половинкина, Соколова, 1962).
6. Биотитизированный пироксенит; скв. 9, гл. 48,8—51,0 м, с. Липовеньки, среднее Побужье.
7. Измененная ультраосновная порода; скв. 10, гл. 85,0 м, с. Липовеньки, среднее Побужье.
8. То же, скв. 1488, гл. 109, 95—220,0 м, среднее Побужье.
9. То же, скв. 894, гл. 39,8 м, среднее Побужье.
10. Флогопитовый бронзитит (ксенолит в чарноките): бронзит (85), флогопит (15); обр. 518, с. Завалье, «Казачий яр», р. Южн. Буг.

## 2. Пироксен- и амфиболсодержащие метабазиты

11. Габбро-норит: плагиоклаз (42), биотит (22), буровато-зеленая роговая обманка (0,8), клинопироксен (17), гиперстен (18), кварц, ортоклаз; обр. 210, с. Сальков, р. Южн. Буг (Щербаков, 1966).
12. Биотитовый габбро-амфиболит; скв. 8604, гл. 79,0 м, среднее Побужье.
13. Пироксен-плагиоклазовый гнейс: диопсид, гиперстен, биотит, плагиоклаз, магнетит, роговая обманка; обр. 3/64, заброшенный карьер возле ст. Верхний Токмак, западное Приазовье (Хмарук, Щербаков, 1965).
14. Амфиболит; обр. 900 г, с. Кашперовка, р. Рось (Сироштан, Орса, Щербаков, 1965).

\* Порядковые номера отвечают номерам анализов в таблицах.

\*\* В скобках указаны содержания минералов в объемных процентах.

15. Амфиболит; обр. 26/5, с. Михайловка, р. Рось (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
16. Амфиболит; обр. 26/9; то же.
17. Биотитовый амфиболит; скв. 7536, севернее г. Умани. Анализ В. А. Великанова.
18. Амфиболит; обр. 5203, правобережные магнитные аномалии (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
19. Амфиболит; обр. 9122, то же.
20. Гранатсодержащий амфиболит: роговая обманка, плагиоклаз, биотит (до 10%), гранат, эпидот, хлорит, сфен; обр. 123/169, с. Чапли, р. Днепр. Анализ В. И. Орсы.
21. То же, обр. 123/168 (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
22. Биотит-альбит-актинолитовый амфиболит: актинолит (30—55), биотит (10—30), альбит, эпидот (до 10%); обр. 93/2, устье балки Башмачки, с. Каменнозубиловка, р. Днепр. Анализ В. И. Орсы.
23. То же, обр. 93/137.
24. Биотитовая оторочка мощностью 15—20 см вокруг ксенолита амфиболита в граните; обр. 473/2, карьер КДЗ-2, р. Мокрая Московка. Анализ В. И. Орсы.
25. Биотитовый амфиболит: роговая обманка (41), плагиоклаз (22), биотит (37), эпидот, сфен; обр. 35/60, с. Аулы, р. Днепр.
26. Микроклинизированный амфиболит; обр. 32/50, с. Андровка, р. Кильтичия, западное Приазовье (Усенко, 1960).
27. Контакт габбро с пегматитовой жилой; с. Ясногорка, западная Волянь (Гнатив, Матковский, 1958).

### 3. Основные породы предположительно эффузивного и гипабиссального генезиса

28. Дайка амфиболита; обр. 10/50, г. Салтычья, западное Приазовье (Усенко, 1960).
29. Порфирит; обр. 133/1446, с. Томашгород, Волянь (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
30. Биотит-хлорит-альбитовый сланец туфогенного происхождения из железорудной толщи: альбит (35), хлорит (25), биотит (20), карбонат (10), кварц (7), ильменит (3); скв. 22005, гл. 282,95 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
31. Обогащенный биотитом участок метасоматического альбитита, залегающего среди апосилитов железорудной толщи: альбит (50), биотит (45), цонзит (2—3), ильменит, прит; скв. 22005, гл. 110,2 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
32. Альбит-кварц-биотитовый сланец в переслаивании с магнетитовыми роговиками: кварц (30), биотит (40), альбит (10), зеленая роговая обманка (10), цонзит (2), карбонат, турмалин, ильменит; скв. 22001, гл. 329,8 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
33. Серпичит-хлорит-альбитовый сланец туфогенного происхождения из толщ амфиболитов и спилитов: кварц (45—50), серпичит (15), альбит (10—

- 15), хлорит (8), биотит (7), цоизит (5), ильменит; скв. 22004, гл. 345,3 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
34. Апоспилит: биотит (20), кварц (47), синне-зеленая роговая обманка (15), альбит (10), хлорит (3), эпидот (3), карбонат, ильменит; скв. 13179, гл. 114,5 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
35. Хлорит-биотит-кварц-альбитовый сланец: плагиоклаз (55), кварц (25), биотит (10), мусковит (3—5), хлорит (3—5), эпидот; скв. 13641, гл. 94,6 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).

#### 4. Амфиболсодержащие гнейсы и мигматиты

36. Гранитоидная порода, образовавшаяся путем гранитизации амфиболита; обр. 1623/2, район Володарских магнитных аномалий. Анализ М. А. Ярошук.
37. То же, обр. 1623/1.
38. Амфибол-биотитовый гнейс; обр. 900-в, с. Кашперовка, р. Рось, (Сироштан, Орс, Щербак, 1965).
39. Биотит-амфиболовый гнейс; обр. 319/53, с. Березовка, р. Горный Тикич.
40. Амфибол-биотитовый гнейс (ксенолит в уманском среднезернистом граните): плагиоклаз (35), кварц (25), хорошорешетчатый микроклин (15), биотит (12), голубовато-зеленая роговая обманка (2), сфен; обр. 653, г. Умань, карьер возле шоссе Одесса — Киев.
41. Амфибол-биотитовый плагиогнейс; обр. 164/63, г. Звенигородка.
42. Амфибол-биотитовый гнейс, гранитизированный; обр. 96/56, с. Ольховец, бассейн р. Гнилого Тикича.
43. Амфибол-биотитовый гнейс зеленовской свиты; скв. 8565, гл. 165 м, восточная часть Ингуло-Ингулецкого водораздела. Анализ И. М. Этнгофа.
44. Амфибол-биотитовый мигматит: плагиоклаз (44), кварц (31), нерешетчатый микроклин (5), темная голубовато-зеленая роговая обманка, биотит (18), эпидот, сфен; обр. 69/56, с. Скелеватка.
45. Амфибол-биотитовый мигматит: плагиоклаз (35), слаборешетчатый микроклин (18), кварц (33), слабозональный биотит (9,5), грязно-зеленая роговая обманка (4); обр. 905, с. Михайловка, район г. Кировограда.
46. Мигматит; обр. 401/14, р. Днепр, с. Таромское (Сироштан, Орс, Щербак, 1965).
47. Амфибол-биотитовый гнейс; плагиоклаз, кварц, нечеткорешетчатый микроклин, роговая обманка, сфен; обр. 16/59, с. Пилипцы, р. Рось.
48. Биотит-амфиболовый мигматит; обр. 222, р. Юшанлы, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
49. Амфибол-биотитовый гнейс (ксенолит в уманском граните): плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, биотит, зеленая роговая обманка, сфен; обр. 14/56, карьер с. Польшарни, г. Умань.
50. Биотит-амфибол-плагиоклазовый гнейс (ксенолит в биотитовом мигматите): плагиоклаз (51), голубовато-зеленая роговая обманка (23), биотит (24); обр. 600, с. Чмыревка, р. Рось, ниже г. Белой Церкви.
51. Амфибол-биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (61), кварц (28), био-

- тит (8,9), зеленая со слабым голубоватым оттенком роговая обманка (1,9), нерешетчатый микроклин; обр. 712, с. Лысянка, р. Гнилой Тикич.
52. Биотит-амфиболовый плагиогнейс: плагиоклаз (54), кварц (13), биотит (28), темно-зеленая роговая обманка (4,5), сфен; обр. 64/56, ст. Мудреная, г. Кривой Рог.
53. Амфибол-биотитовый гнейс из ксенолита в долиньском граните: плагиоклаз (44), кварц (16), биотит (32), темная густо-зеленая роговая обманка (8,3); обр. 59/56, с. Новоданиловка.

### Б. Чарнокиты

54. Лейкократовый чарнокит: плагиоклаз (38), кварц (30), слаборешетчатый микроклин (25), реликты гиперстена, биотит (7); обр. 1026, с. Криковцы, Подолье.
55. Гранатовый чарнокит; обр. 8/4, район г. Винницы (Костюк, 1955).
56. Чарнокит: плагиоклаз (32), кварц (38), слаборешетчатый микроклин (28), биотит (2), реликты гиперстена; обр. 25/56, г. Первомайск, р. Синюха, нижнее Побужье.
57. Сабаровит: плагиоклаз (43), кварц (26), клинопироксен (3), гиперстен (4), биотит (24); обр. 945, с. Красноселье, бассейн р. Гнилого Тикича.
58. Чарнокит: клинопироксен, гиперстен, роговая обманка, биотит, плагиоклаз, кварц, калишпат; обр. 155, с. Могиляны, р. Токмак, западное Приазовье (Хмарук, Щербаков, 1965).
59. Сабаровит: плагиоклаз (45), кварц (37), биотит (14), гиперстен (2), клинопироксен (2); обр. 46/56, с. Александровка, нижнее Побужье.
60. Винницит: плагиоклаз (45), нерешетчатый калишпат (25), кварц (20), биотит (4), гранат (6); обр. 1018, г. Вороновица, бассейн р. Южн. Буга.
61. Сабаровит: плагиоклаз, кварц, биотит, реликты клинопироксена и гиперстена; обр. 44/56, с. Александровка, нижнее Побужье.
62. Монзонит; обр. 636а, с. Новая Рудня, р. Тетерев (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).

### 6. Высокоглиноземистые (силлиманит- и кордиеритсодержащие) гнейсы

63. Кордиерит-биотит-гранатовый мигматит; обр. 15, Приднестровье (Сидоренко, 1961).
64. Биотит-гранат-кордиерит-силлиманитовый гнейс; обр. 4/1, район г. Винницы (Костюк, 1955).
65. Биотит-гранат-силлиманитовый гнейс: ортоклаз, кварц, гранат, силлиманит, плагиоклаз, биотит, графит; обр. 3836-а, с. Соломия, р. Южн. Буг (Горошников, 1967).
66. Биотит-гранат-силлиманитовый гнейс: калишпат, плагиоклаз № 9—17, кварц, гранат, силлиманит; обр. 3276, район с. Грушки, среднее Побужье (Горошников, 1967).

67. Там же, обр. 3280.
68. Биотит-гранат-силлиманитовый гнейс: ортоклаз, плагиоклаз, кварц, силлиманит, гранат, биотит, графит; обр. 3087, с. Кошаро-Александровка, р. Южн. Буг (Горошников, 1967).
69. То же, обр. 3128.
70. То же, обр. 3583.
71. То же, обр. 3643.
72. То же, обр. 3551, р. Синюха (Горошников, 1967).
73. Графит-кордиерит-биотитовый гнейс: плагиоклаз (53), кварц (38), биотит (13,4), мусковит (2), кордиерит, графит; обр. 980, г. Мирополь, р. Случь.
74. Силлиманит-гранат-биотитовый гнейс; обр. 29/1050, с. Ягнятин, р. Роставица (Настенко, 1968).
75. Графит-гранат-биотит-кордиеритовый сланец (бескварцевая и бесполовошпатовая порода, ксенолит в бердичевском граните: кордиерит (8,3), гранат (46), биотит (46), графит; обр. 9/56, г. Жежелев.
76. Корундовый слюдит: метасоматическая порода по ультрабазиту; среднее Побужье.
77. Графит-гранат-биотитовый гнейс: плагиоклаз (49), кварц (48), биотит (12), мусковит (0,15), гранат, графит; обр. 914, с. Кишцы, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
78. Графит-амфибол-кордиерит-биотитовый гнейс: плагиоклаз (65), кварц (28), биотит (3), кордиерит, гранат (3), очень бледная желтовато-зеленая роговая обманка (3), мусковит (1,5), цоизит; обр. 912, с. Калиновка, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
79. Графит-турмалин-биотит-кордиеритовый гнейс: плагиоклаз (42), кварц (21), кордиерит (20), биотит (15), турмалин (2), графит; обр. 935, бассейн р. Гнилого Тикича.
80. Биотит-силлиманит-гранатовый гнейс: микроклин, кварц, биотит, гранат, силлиманит, графит; обр. 3004, Северо-Лозоватский участок Кривого Рога (Горошников, 1967).
81. То же, обр. 3956.
82. Биотит-силлиманитовый гнейс: калишпат, кварц, биотит, силлиманит (фибrolит), мусковит, графит; обр. 3930, Червоно-Каменский участок Кривого Рога (Горошников, 1967).
83. То же, обр. 3936.
84. То же, обр. 3945, Овнянский участок Кривого Рога.
85. Биотит-гранат-кордиеритовый гнейс; обр. 402, р. Токмак, западное Приазовье (Хмарук, 1965).
86. То же, обр. 416.
87. Биотит-силлиманит-корундовый гнейс: калишпат, плагиоклаз № 32—35, кварц, биотит, силлиманит, корунд; обр. 3, р. Конка, с. Зразковое, западное Приазовье (Горошников, 1967).
88. Биотит-гранат-силлиманитовый гнейс: плагиоклаз № 32—35, гранат, силлиманит, корунд, цейлонит (вокруг корунда), плеонаст (в основной массе); обр. 3914, там же.
89. Биотит-силлиманитовый гнейс: плагиоклаз № 35—38, кварц, силлиманит, гранат, шпинель, биотит; обр. 3032, там же.

90. Биотит-силлиманитовый гнейс: плагиоклаз № 32—35, гранат, корунд, силлиманит, шпинель; обр. 3804, там же.
91. То же, обр. 3187.
92. То же, обр. 3034.
93. То же, обр. 2233, с. Васильковка, р. Волчья, западное Приазовье.
94. То же, обр. 2262.
95. То же, обр. 3183.
96. То же, обр. 3928.
97. Корундовый слюдит; обр. 903, р. Конка, хутор Образцовый, западное Приазовье.

#### 7. Умеренноглиноземистые (гранат- и мусковитсодержащие) метаморфические породы

98. Биотитовый гранулит: плагиоклаз (51), микроклин (0,5), кварц (26), гранат (13), биотит (8,7); обр. 171, с. Хошеватое, р. Южн. Буг (Щербаков, 1966).
99. Гранат-биотитовый гнейс, с. Жежелев (Доброхотов, 1968).
100. Гранат-биотитовый сланец; обр. 6/14, Володарская магнитная аномалия. Анализ М. А. Ярошук.
101. Биотит-гранатовый гнейс: плагиоклаз (42), кварц (22), биотит, гранат; обр. 210, бассейн р. Тетерева.
102. Графит-гранат-биотитовый гнейс; обр. 22/1050, с. Ягнятин, р. Роставица (Настенко, 1968).
103. Мусковит-биотитовый гнейс; плагиоклаз (48), кварц (31), биотит (21), калишпат (0,3), мусковит; обр. 87/59, с. Левков, р. Тетерев.
104. Гранатовый мигматит; левый берег р. Соби, г. Липовец (Бобровник, 1954).
105. Гранат-биотитовый гнейс; чечелевская свита, восточная часть Ингуло-Ингулецкого водораздела. Анализ И. М. Эттингофа.
106. Мусковит-биотитовый гнейс; плагиоклаз (30), кварц (20), биотит (30), микроклин (10), мусковит; обр. 967, с. Александровка, р. Случь.
107. Гранат-биотитовый прослой в биотитовом гнейсе; обр. 906, с. Измайловка, район г. Кировограда.
108. Гранат-биотит-кварцевый сланец: кварц (30), биотит (25), гранат (15), карбонат (10), хлорит (8), альбит (7), цоизит (5); скв. 22003, гл. 403,8 м (Бойко, Щербаков, 1967).
109. Порода на контакте хлорит-тремолитового сланца с кварц-биотитовым туфосланцем: биотит (85), хлорит (15), кварц, пирит; скв. 22005, гл. 253,5 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
110. Мусковит-хлорит-биотитовый сланец: альбит (15), кварц (35—50), биотит (10—30), мусковит (5—10), хлорит (5—25), цоизит, гранат; скв. 13207, гл. 94,8 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
111. То же, скв. 13844, гл. 52,5 м.

## 8. Высокожелезистые метаморфические породы

112. Магнетит-слюдистый кварцит; Анновская полоса Кривого Рога (Кушев, Павлишин, 1964).
113. То же.
114. То же.
115. Магнетитовый роговик: кварц (35), магнетит (20), биотит (18), хлорит (12), куммингтонит (10), сидерит; скв. 22002, гл. 376,5 м, Чертомлыкская аномалия (Бойко, Щербаков, 1967).
116. Гранитизированный железистый кварцит; обр. 2, поле мигматитов Кривого Рога (Мельник, Стрыгин, 1963).
117. Гранат-биотит-магнетитовый сланец; обр. 1, поле мигматитов Кривого Рога (Мельник, Стрыгин, 1963).

## 9. Биотит-плагиоклазовые гнейсы

118. Биотит-плагиоклазовый гнейс; обр. 218/236, р. Волнянка, Приднепровье. Анализ В. И. Орсы.
119. Биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (70), кварц (24), биотит (5,9); обр. 710, с. Бужанка, р. Гнилой Тикич.
120. Биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (60), кварц (29), биотит (11); обр. 908, с. Петроостровские хутора, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
121. Биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (40), кварц (28), биотит (23), микроклин; обр. 909, с. Калиновка, р. Ингул.
122. Биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (58), кварц (28), биотит (11), микроклин (2,8); обр. 6/59, с. Андреевичи, водораздел рр. Уборти и Ужа.
123. Биотитовая оторочка вокруг ксенолита биотит-плагиоклазового гнейса; обр. 979, г. Мирополь, р. Случь.
124. Биотит-плагиоклазовый гнейс: плагиоклаз (33), кварц (43), биотит (23), гранат (0,6); обр. 978, г. Мирополь, р. Случь.
125. Биотитовый плагиогнейс: плагиоклаз (38), кварц (41), биотит (20); обр. 5/56, Соколова Гора, г. Житомир.
126. Мусковит-биотитовый плагиогнейс: плагиоклаз (37), кварц (38), биотит (23), микроклин (0,9), мусковит; обр. 4/59, г. Мирополь, р. Корчик.
127. Биотит-плагиоклазовая порода из оторочки вокруг ксенолита габбро-амфиболита: плагиоклаз (50), биотит (50), пленочный калишпат; обр. 493, с. Подгурье, р. Южн. Буг.

## 10. Биотитовые гнейсы

128. Биотитовый гнейс: микроклин (24), плагиоклаз (34), кварц (39), биотит (2,8); обр. 190, с. Сабатиновка, р. Южн. Буг (Щербаков, 1966).
129. Биотитовый гнейс из ксенолита в сером граните: плагиоклаз (38), хорошошорешетчатый микроклин (21), кварц (39), неяснозональный биотит (2); обр. 92/56, с. Пугачевка, р. Рось.
130. Биотитовый гнейс из ксенолита; обр. 90/60, с. Стрижевка.

131. Биотитовый гнейс; обр. 308, р. Кайкула, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
132. Биотитовый гнейс; обр. 344, р. Токмак, западное Приазовье (Хмарук, 1965).
133. Биотитовый гнейс; скв. 8756, гл. 148 м, Ингуло-Ингулецкий водораздел, зеленцовская свита. Анализ И. М. Этингофа.
134. Биотитовый гнейс; обр. 702/2, с. Алексеевка, р. Сугоклея. Анализ Ю. В. Кононова.
135. Биотитовый гнейс; обр. 300/3, с. Аджамка, р. Ингул (Кононов, 1969).
136. Биотитовый гнейс; обр. 2072/1, с. Лозоватка, р. Ингул. Анализ Ю. В. Кононова.
137. Биотитовый гнейс; обр. 704/1, с. Криничеватка, р. Березовка, Ингуло-Ингулецкий водораздел (Кононов, 1969).
138. Биотитовый гнейс: плагиоклаз, нерешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 33/59, с. Чечеловка, бассейн р. Боковеньки.
139. Биотитовый гнейс из ксенолита в мигматите; обр. 81/60, с. Реево, р. Ингулец.
140. Биотитовый гнейс: нерешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 923, г. Кировоград.
141. Биотитовый гнейс: нерешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит, кордиерит; обр. 915, с. Покровское, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
142. Биотитовый гнейс; обр. 32/59, с. Гуровка, бассейн р. Боковеньки.
143. Биотитовый гнейс: хорошорешетчатый микроклин (43), плагиоклаз (20), кварц (30), биотит (7); обр. 2/56, г. Коростышев.
144. Биотитовый гнейс из ксенолита в сером граните; обр. 58/56, г. Бобринец.
145. Биотитовый гнейс; обр. 7497, севернее г. Умани. Анализ В. А. Великанова.

#### 11. Биотитовые мигматиты и плагиомигматиты

146. Биотитовый мигматит: хорошорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 587, с. Глыбочка, р. Рось.
147. Биотитовый мигматит, порфиروبластический: хорошорешетчатый микроклин (21), плагиоклаз (37), кварц (38), зональный биотит (3,8); обр. 599, с. Чмыревка, р. Рось.
148. Гранитный материал в биотитовом инъекционном гнейсе: хорошорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, зональный биотит; обр. 708, с. Бужанка, р. Гнилой Тикич.
149. Биотитовый плагиомигматит: плагиоклаз (68), кварц (27), биотит (2,9), роговая обманка (0,7); обр. 69/60, г. Запорожье, р. Днепр.
150. Биотитовый мигматит; обр. 9/64, карьер Камыш-Заря, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
151. Мигматит; обр. 3, мигматитовое поле Кривого Рога (Мельник, Стрыгин, 1963).
152. Биотитовый мигматит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, неяснозональный биотит; обр. 934, с. Жабянка.
153. Биотитовый мигматит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, четкозональный биотит; обр. 949, Ингуло-Ингулецкий водораздел.

154. Порфиروبластический биотитовый мигматит: плохо- и среднерешетчатый микроклин (38), плагиоклаз (27), кварц (24), биотит (10); обр. 936, с. Новгородка.

## 12. Амфиболсодержащие граниты

155. Роговообманковый граносиенит: решетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, темная голубовато-зеленая роговая обманка, биотит; обр. 990, с. Буки, р. Тетерев.
156. Роговообманковый порфиروبластический гранит: плагиоклаз, кварц, зональный биотит, бледная желто-зеленая роговая обманка; обр. 940, с. Оситнянка, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
157. Розовый гранит: решетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, зональный биотит, синеовато-зеленая роговая обманка; обр. 149/56, с. Лозоватка (Ивантишин, 1960).
158. Серый порфиروبластический гранит: слабонерешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, голубовато-зеленая роговая обманка, биотит; обр. 82/56, с. Табурище, р. Днепр.
159. То же, обр. 86.
160. Серый крупнозернистый порфиروبластический гранит: слабонерешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, темно-зеленая роговая обманка, биотит; обр. 83/56, Цыбульниковский карьер, с. Табурище, р. Днепр.
161. Гранит; обр. 64/60, с. Днепроовское, р. Днепр (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
162. Серый плагиоклазовый гранит: плагиоклаз (65), кварц (25), среднерешетчатый микроклин (3), голубовато-зеленая роговая обманка, нечеткозональный биотит (7); обр. 80/56, с. Чикаловка, р. Днепр.
163. Анатектический гранит; обр. 1032, с. Радоловка, р. Сосикулак, западное Приазовье. Анализ К. Е. Есипчука.
164. Гранит; обр. 301/63, с. Янисоль, центральное Приазовье (Сироштан, Орса, Щербак, 1965).
165. То же; обр. 1152, хутор Шевченко, р. Обиточная, западное Приазовье. Анализ К. Е. Есипчука.

## 13. Плагиограниты

166. Серый среднезернистый плагиогранит: плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 700, с. Корсунка, р. Горный Тикич.
167. Плагиогранит: плагиоклаз (66), кварц (24), биотит (9), микроклин; обр. 734, с. Лысянка, р. Гнилой Тикич.
168. Плагиогранит; обр. 95/56, с. Ольховец, бассейн р. Гнилого Тикича.
169. Плагиогранит: плагиоклаз, кварц, мусковитизированный биотит, решетчатый микроклин; обр. 778, г. Звенигородка, р. Гнилой Тикич.
170. Плагиогранит: плагиоклаз (57), кварц (36), биотит (6), нерешетчатый микроклин, сфен; обр. 714, станция Звенигородка, р. Гнилой Тикич.

171. То же.
172. Гранит; обр. 76/57, г. Звенигородка, р. Гнилой Тикич (Ивантишин, 1960).
173. Порфиробластический плагиогранит: плагиоклаз, кварц, биотит, микроклин; обр. 917, с. Густой Гай, район г. Кировограда.
174. Плагиогранит; обр. 1, г. Запорожье, р. Днепр.
175. Плагиогранит: плагиоклаз (58), кварц (30), биотит (6,5), эпидот (5); обр. 65/56, станция Мудреная, г. Кривой Рог.
176. Плагиогранит: плагиоклаз (60), кварц (30), биотит (6), четкорешетчатый микроклин (1); обр. 90/56, с. Редуты, р. Днепр.
177. Плагиогранит: плагиоклаз (44), кварц (50), биотит (5), четкорешетчатый микроклин (1); обр. 89/56, с. Редуты, р. Днепр.
178. Гранодиорит; обр. 8/57, с. Полоузовка.
179. Плагиогранит; обр. 11/57, г. Запорожье, карьер ниже ж.-д. моста на р. Днепре.
180. Плагиоклазовый гранит; обр. 9/57, р. Ингулец (Ивантишин, 1960).
181. Серый гранит; обр. 2/56, г. Кременчуг, р. Днепр (Ивантишин, 1960).
182. Серый плагиогранит, жильный; обр. 10/64, с. Елисеевка, р. Чокрак.
183. Пегматит; обр. 59/60, с. Ст. Кайдаки, р. Днепр.

#### 14. Амфиболсодержащие гранодиориты и диориты

184. Гранодиорит осницкого комплекса; обр. 110, с. Каменное, Волянь. Анализ А. Я. Хатунцевой.
185. Кварцевый диорит осницкого комплекса; обр. 168, между селами Остки — Боровино, Волянь. Анализ А. Я. Хатунцевой.
186. Гибридизированный гранодиорит осницкого комплекса; станция Томашгород, Волянь (Гнатив, Матковский, 1958).
187. Гранодиорит: плагиоклаз (44), плохорешетчатый микроклин (6), кварц (27), биотит (13), светлая голубовато-зеленая роговая обманка (7,5); обр. 972, с. Суемцы, р. Смолка.
188. Гранодиорит; обр. 8/57, с. Тригурье, р. Тетерев (Сироштан, Оrsa, Щербак, 1965).
189. Гранодиорит: плагиоклаз (57), кварц (24), четкорешетчатый микроклин (2,3), биотит (12), голубовато-зеленая роговая обманка (14); обр. 625, с. Синява, р. Рось.
190. Гранодиорит: плагиоклаз, кварц, решетчатый микроклин, зональный и мусковитизированный биотит, голубовато-зеленая роговая обманка; обр. 681а, с. Антоновка, р. Горный Тикич.
191. Гранодиорит: плагиоклаз (51), кварц (19), четкорешетчатый микроклин (6), бледная голубовато-зеленая роговая обманка (12), нечеткозональный биотит (10); обр. 686, с. Буки, р. Горный Тикич.
192. Гранодиорит: плагиоклаз, кварц, биотит, голубовато-зеленая роговая обманка; обр. 691, с. Шаулиха, р. Горный Тикич.
193. Гранодиорит: плагиоклаз, кварц, биотит, темно-зеленая роговая обманка; среднерешетчатый микроклин; обр. 731, с. Бужанка, р. Гнилой Тикич.

194. Диорит из ксенолита в граните: плагиоклаз, кварц, темно-зеленая роговая обманка, биотит, сфен; обр. 60/56, с. Новоданиловка, бассейн р. Бокhovenьки.
195. Гранодиорит; обр. 157/199, хутор Запорожец, р. Днепр, (Сироштан, Орс, Щербак, 1965).
196. Диорит; обр. 5/12, с. Лощманская Каменка, р. Днепр (Сироштан, Орс, Щербак, 1965).
197. Гранодиорит, там же; обр. 2/3.
198. Гранодиорит; обр. 6/57, с. Осипенко, р. Берда, западное Приазовье.
199. Диорит; обр. 86/63, р. Обиточная, западное Приазовье.
200. Гранодиорит; обр. 83/50, р. Берда, западное Приазовье.
201. Гранодиорит в контакте с серым гранитом; обр. 32, р. Берда выше с. Осипенко, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
202. Гранодиорит; обр. 20/64 с. Успеновка, р. Кильтичия. Анализ Т. Г. Хмарук.

### 15. Чудново-бердичевские граниты

203. Бердичевский мигматит; скв. 14678, гл. 247,0—247,3 м, с Ольховец, р. Жван.
204. Чудново-бердичевский гранит; обр. 13/60, с. Клементовичи.
205. Неяснопорфиروبластический плагиоклазовый гранит: плагиоклаз (38), кварц (37), биотит (19), гранат (5), дистен (0,5), графит, мусковит; обр. 982, г. Чуднов.
206. Гранат-кордиеритовый гранит: плагиоклаз (31), кварц (34), среднерешетчатый микроклин (4,3), биотит (23,4), гранат (2,7), кордиерит (2,5), мусковит (1,2); обр. 71/64, окрестности г. Чуднова.
207. Голубовато-серый, массивный, среднезернистый плагиоклазовый гранит: плагиоклаз (46), кварц (39), биотит (12), микроклин, гранат (1,5); обр. 1004, с. Глуховцы.
208. Бердичевский гранит: плагиоклаз (51), кварц (27), среднерешетчатый микроклин (14), биотит (12), гранат; обр. 88/64, с. Райки.
209. Бердичевский гранит: плагиоклаз, кварц, биотит, калишпат, гранат, кордиерит; анализ 2, с. Соломирка (Доброхотов, 1968).
210. Бердичевский гранит: плагиоклаз, кварц, биотит, калишпат, гранат, кордиерит; анализ 1, с. Галиевка (Доброхотова, 1968).
211. Бердичевский гранит; анализ 3, с. Писаревка (Доброхотов, 1968).
212. Бердичевский гранит: кварц (40), плагиоклаз (36), плохорешетчатый микроклин (2,1), биотит (19), гранат (0,7), кордиерит (1,9), монацит; обр. 27/55, с. Жежелев (Ивантишин, 1960).
213. Бердичевский гранит; с. Жежелев (Половинкина, Соколова, 1962).
214. Бердичевский гранит: плагиоклаз (40), плохорешетчатый микроклин (4,7), кварц (26), биотит (22), мусковит (6,8); обр. 994, с. Слободище.
215. Гранатовый гранит; обр. 7/56, с. Жежелев.
216. Гранит; обр. 140/56, с. Соколец (Ивантишин, 1960).
217. Светло-серый гранит: плагиоклаз (50), кварц (36), биотит (13), обр. 992, г. Троянов.
218. Бердичевский гранит: микроклин (15), плагиоклаз (38), кварц (30), биотит (10,6), гранат (5,4); обр. 1014, с. Супрунов, р. Згар.

## 16. Граниты житомирского типа северо-западной части щита

219. Серый среднезернистый плагиоклазовый гранит: плагиоклаз (49), кварц (36), биотит (15); обр. 977, г. Мирополь, р. Случь.
220. Массивный среднезернистый гранит: плагиоклаз, кварц, плохорешетчатый микроклин, биотит, эпидот, сфен; обр. 962, с. Александровка, р. Случь.
221. Голубовато-серый массивный жильный гранит: плагиоклаз, кварц, средне-решетчатый микроклин, нечеткозональный биотит, мусковит; обр. 966, с. Александровка, р. Случь.
222. Серый мелкозернистый гранит: плагиоклаз (39), плохорешетчатый микроклин (15), кварц (32), четкозональный биотит (12); обр. 974, с. Дубровка, р. Смолка.
223. Серый мелкозернистый гранит: микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 5/59, с. Голычевка, Корецкий район (Протченко, Куц, 1962).
224. Житомирский гранит; г. Корец, западная Волянь (Гнатив, Матковский, 1958).
225. Гранит; обр. 3/55, г. Житомир, Соколова Гора (Ивантшин, 1960).
226. Серый мелкозернистый гранит; обр. 4/56, г. Житомир, Соколова Гора.
227. Светло-серый среднезернистый гранит. Среднерешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, широкозональный биотит; обр. 960, г. Житомир, Соколова Гора.
228. Серый среднезернистый гранит: плохорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, четкозональный биотит; обр. 991, г. Житомир, р. Тетерев.
229. Светло-серый среднезернистый гранит: плагиоклаз (58), среднерешетчатый микроклин (16), кварц (22), зональный биотит (1,8), мусковит (2,2); обр. 957, с. Городецкое, р. Тетерев.
230. Розовый пегматоидный гранит: плагиоклаз (30), кварц (35), четкорешетчатый микроклин (33), биотит (1,3), мусковит (0,7); обр. 993, г. Троянов.

## 17. Граниты житомирского типа Ингуло-Ингулецкого водораздела

231. Гранит равномернозернистый: четкорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, зональный биотит; обр. 947, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
232. Светло-серый среднезернистый массивный гранит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, четкозональный биотит, мусковит; обр. 948, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
233. Среднезернистый гранит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, зональный биотит, мусковит по плагиоклазу; обр. 911, Ингуло-Ингулецкий водораздел.

## 18. Антоновские граниты

234. Серый равномернозернистый гранит: плагиоклаз (38), среднерешетчатый микроклин (28), кварц (29), зональный биотит (2,9); обр. 684, с. Антоновка, р. Горный Тикич.
235. Крупнозернистый жильный пегматит в антоновском граните; обр. 150, там же (Юрк, 1953).

## 19. Мокромосковские граниты

236. Гранит; р. Мокрая Московка.
237. Розовато-серый гранит: плагиоклаз, кварц, микроклин, биотит, мусковит, хлорит; обр. 19/64, карьер КДЗ-2, р. Мокрая Московка. Анализ В. И. Орсы.
238. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз (33), хорошорешетчатый микроклин (41), кварц (22), биотит (21), мусковит (0,6); обр. 16/57, с. Янцево, р. Мокрая Московка (Протченко, Куц, 1962).
239. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, кварц, микроклин, биотит, мусковит; обр. 205/224, с. Янцево, р. Мокрая Московка. Анализ В. И. Орсы.

## 20. Граниты салтычанского типа Приазовья

240. Серый среднезернистый гранит; обр. 22/58, гора Салтычья, западное Приазовье (Протченко, Куц, 1962).
241. Светло-серый мелкозернистый гранит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, биотит, сфен, мусковит; обр. 2/57, гора Салтычья (Усенко, 1960).
242. Розово-серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, кварц, четкорешетчатый микроклин, биотит, сфен; обр. 1/57, с. Радиловка, р. Соснулак, западное Приазовье.
243. Розово-серый неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз, кварц, плохорешетчатый микроклин, биотит, сфен; обр. 3/57, с. Софиевка, западное Приазовье.
244. Серый мелкозернистый жильный гранит; обр. 1/64, балка Белая, с. Обиточное, р. Обиточная, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
245. Серый равномернозернистый гранит; обр. 14/64, с. Басань, р. Токмачка, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.
246. Светло-серый среднезернистый гранит, секущий гранодиорит; обр. 17/64, р. Берда, западное Приазовье. Анализ Т. Г. Хмарук.

## 21. Граниты кировоградского типа Ингуло-Ингулецкого водораздела

247. Порфиробластический гранатовый гранит: плагиоклаз, плохорешетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит, гранат; обр. 57/65, с. Липняжка.
248. Неравномернозернистый порфиробластический гранит: плагиоклаз (32), калишпат (35), кварц (28), биотит (5); обр. 928, с. Ивановка, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
249. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 104/57, с. Субботцы, водораздел рр. Ингула и Аджамки (Протченко, Куц, 1962).
250. Серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, плохорешетчатый ми-

- кроклин, кварц, зональный биотит, синевато-зеленая роговая обманка; обр. 106/57, с. Сурганы, бассейн р. Ингульца, (Протченко, Куц, 1962).
251. Серый порфиробластический гранит; обр. 110/57, с. Пантазиевка, бассейн р. Ингульца.
252. Равномернозернистый гранит: плагиоклаз (36), микроклин (27), кварц (33), биотит (4,3); обр. 37/64, с. Новая Прага, р. Бешка.
253. Гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит; обр. 35/64, с. Светлополье, бассейн р. Ингульца.
254. Светло-серый порфиробластический гранит; плагиоклаз, умереннорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 924, с. Червоный Кут, Ингуло-Ингулецкий водораздел.
255. Порфиробластический гранит: плагиоклаз, нерешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 946, с. Красноселье, север Ингуло-Ингулецкого водораздела.
256. Порфиробластический гранит: плагиоклаз, микроклин, кварц, биотит; обр. 74/65, г. Кировоград, р. Ингул.
257. Серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, биотит, гранат; обр. 1075, г. Кировоград, р. Ингул.
258. Светло-серый порфиробластический гранит; обр. 2, карьер Новоалексеевка, г. Кировоград (Завьялова, 1960).
259. Светло-серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, зональный биотит; обр. 925, с. Козарка, район г. Кировограда.
260. Розово-серый порфиробластический гранит: плагиоклаз (20), среднерешетчатый микроклин (23), кварц (40), биотит (16); обр. 929, с. Дарьевка.
261. Серый плагиоклазовый порфиробластический гранит: микроклин, плагиоклаз, биотит, кварц; обр. 918, с. Кандаурово, район г. Кировограда.
262. Розово-серый неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 951, северная часть Ингуло-Ингулецкого водораздела.
263. Пегматит; обр. 199/50, с. Пряжево (Ивантишин, 1960).
264. Пегматит; обр. 135/54, с. Лелековское (Ивантишин, 1960).

## 22. Бобринецкие граниты

265. Серый гранит; обр. 161/55, г. Бобринец, р. Сугоклея (Ивантишин, 1960).
266. Серый неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз (44), слаборешетчатый микроклин (30), кварц (23), биотит (3); обр. 57/56, г. Бобринец, р. Сугоклея.
267. Серый гранит; обр. 159/55, с. Живаново, р. Сугоклея (Ивантишин, 1960).
268. Порфиробластический мигматит; обр. 919, с. Крупское, р. Сугоклея.

## 23. Долинские граниты

269. Розовый порфиробластический гранит: плагиоклаз, неяснорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 63/57, с. Новоданиловка (Протченко, Куц, 1962).

270. Розовый порфиробластический гранит: плагиоклаз (41), среднерешетчатый микроклин (32), кварц (25), слабозональный биотит (1,5); обр. 61/56, с. Новоданиловка, водораздел рек Березовки и Боковеньки.
271. Порфиробластический гранит; обр. 63/56, там же.

#### 24. Уманские граниты

272. Неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз (24), четкорешетчатый микроклин (47), кварц (25), слабозональный биотит (2,9); обр. 673, с. Городецкое, район г. Умани.
273. Гранит уманского типа; обр. 35/55, с. Польшарня, окрестности г. Умани (Ивантишин, 1960).
274. Уманский гранит; обр. 3/55, там же (Ивантишин, 1960).
275. Розово-серый порфиробластический гранит: плагиоклаз (33), плохорешетчатый микроклин (25), кварц (33), нечеткозональный биотит (7,8); обр. 15/56, с. Польшарня, г. Умань.
276. Серый порфиробластический гранит; обр. 57/58, там же.
277. Уманский гранит; обр. 30/55, г. Умань, Боевский карьер (Ивантишин, 1960).
278. Серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, четкорешетчатый микроклин, кварц, нечеткозональный биотит (1,3); обр. 56/58, там же.
279. Серый равномернозернистый гранит: плагиоклаз (29), хорошорешетчатый микроклин (37), кварц (29), нечеткозональный биотит (4,3), сфен; обр. 652, г. Умань, карьер возле шоссе Киев — Одесса.
280. Порфиробластический гранит: плагиоклаз, очень четкорешетчатый микроклин, кварц, биотит, эпидот, сфен; обр. 649, с. Пиковец, р. Уманка.
281. Крупнопорфиробластический гранит: плагиоклаз, микроклин, кварц, биотит, голубовато-зеленая роговая обманка; обр. 647, с. Гроздево, р. Уманка.
282. Неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз (35), четкорешетчатый микроклин (26), кварц (34), зональный биотит (4,4), сфен, эпидот; обр. 644, с. Сушковка, р. Уманка.
283. Порфиробластический гранит: плагиоклаз (34), среднерешетчатый микроклин (23), кварц (32), нечеткозональный биотит (11); обр. 739, с. Ятрановка, р. Ятрань.
284. Темно-серый порфиробластический плагиогранит: микроклин, плагиоклаз, кварц, биотит, эпидот; обр. 112/63, с. Ладыжинка, р. Ятрань.
285. Порфиробластический гранит: плагиоклаз (34), хорошорешетчатый микроклин (38), кварц (21), зональный биотит (6,4), эпидот; обр. 665, с. Косеновка, р. Ревуха.
286. Уманский гранит; обр. 37/55, с. Старые Бабаны, р. Ревуха (Ивантишин, 1960).
287. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, зональный биотит (1,1), эпидот; обр. 16/56, с. Старые Бабаны, р. Ревуха.
288. Мелкозернистый гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, нечеткозональный биотит (3); обр. 18/56, там же.
289. Равномернозернистый гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 719, с. Краснополка, р. Ревуха.

290. Равномернозернистый гранит: плагиоклаз (33), хорошорешетчатый микроклин (32), кварц (34), зональный биотит (1); обр. 703, с. Конела, севернее г. Умани.
291. Равномернозернистый гранит: плагиоклаз (28), хорошорешетчатый микроклин (38), кварц (38), четкозональный мусковитизированный биотит (0,8); обр. 702, с. Бузовка, севернее г. Умани.
292. Неяснопорфиروбластический гранит: плагиоклаз, почти нерешетчатый микроклин, кварц, нечеткозональный биотит, эпидот; обр. 692, с. Папужицы, восточнее г. Умани.
293. Порфиробластический гранит: плагиоклаз (38), хорошорешетчатый микроклин (35), кварц (24), четкозональный биотит (1,7); обр. 662, с. Танское, восточнее г. Умани.
294. Розово-серый равномернозернистый гранит: плагиоклаз (39), хорошорешетчатый микроклин (29), кварц (30), неяснозональный биотит (1,7); обр. 689, с. Юрполь, р. Горный Тикич.
295. Аплитовидный гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 121/63, там же.
296. Розово-серый гибридизированный гранит; обр. 807, балка Паланка, г. Умань (Юрк, 1953).
297. Гибридизированный гранит; обр. 66, р. Горный Тикич, ниже г. Тального (Юрк, 1953).
298. Серый порфиробластический гранит; обр. 11, с. Жаданы.

#### 25. Богуславские и росинские граниты

299. Серый порфиробластический гранит: четкорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, неяснозональный биотит, роговая обманка; обр. 14/63, с. Глыбочка, р. Рось.
300. Порфиробластический гранит: четкорешетчатый микроклин, плагиоклаз, кварц, неяснозональный биотит; обр. 580, там же.
301. Порфиробластический гранит: микроклин (25), плагиоклаз (37), кварц (34), биотит (3,2); обр. 27 (63), с. Шкаровка, р. Рось ниже г. Белой Церкви.
302. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, кварц, среднерешетчатый микроклин, биотит; обр. 857, р. Рось, г. Белая Церковь.
303. Серый среднезернистый гранит; обр. 63/58, г. Белая Церковь, каменоломня на правом берегу р. Роси. (Протченко, Куц, 1962).
304. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз (37), кварц (36), четкорешетчатый микроклин (25), биотит (0,3); обр. 65/58, с. Синява, карьер на правом берегу р. Роси (Протченко, Куц, 1962).
305. Порфиробластический гранит: плагиоклаз (29), кварц (25), среднерешетчатый микроклин (40), биотит (4,3), эпидот, сфен; обр. 624, р. Рось, с. Синява.
306. Порфиробластический гранит: плагиоклаз (34), кварц (33), хорошорешетчатый микроклин (29), слабозональный биотит (4); обр. 641, с. Хохитва, р. Рось.
307. Розово-серый равномернозернистый гранит: плагиоклаз (26), среднерешетчатый микроклин (42), кварц (28), слабозональный биотит (3,9); обр. 602, с. Чмыревка, р. Рось.

308. Неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз, кварц, хорошорешетчатый микроклин, зональный биотит; обр. 631, с. Михайловка, р. Рось.
309. Серый гранит: плагиоклаз, кварц, четкорешетчатый микроклин, зональный биотит; обр. 71/55, там же (Ивантишин, 1960).
310. Светло-серый неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, нечеткозональный биотит; обр. 105/56, г. Богуслав, р. Рось.
311. Розово-серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, зональный биотит; обр. 950, северная часть Ингуло-Ингулецкого водораздела.
312. Пегматит: кварц, четкорешетчатый микроклин; обр. 70/55, г. Богуслав, р. Рось (Ивантишин, 1960).
313. Розовый порфиробластический гранит: плагиоклаз (41), кварц (27), хорошорешетчатый микроклин (27), биотит (4,7); обр. 19/56, г. Липовец, р. Собь.

## 26. Граниты кировоградского типа северо-западной части щита

314. Розовый порфиробластический гранит; обр. 35/57, с. Емельяновка, верховья р. Уборти (Протченко, Куц, 1962).
315. Розовый порфиробластический гранит; обр. 40/57, с. Андреевичи, верховья р. Уборти (Протченко, Куц, 1962).
316. Порфиробластический гранит: плагиоклаз, нерешетчатый микроклин, кварц, биотит, мусковит, сфен; обр. 12/60, с. Андреевичи, верховья р. Уборти.
317. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 38/57, с. Воровка, верховья р. Уборти (Протченко, Куц, 1962).
318. Серый гранит: плагиоклаз, плохорешетчатый микроклин, кварц, зональный биотит; обр. 10/60, там же.
319. Порфиробластический гранит; с. Поддубцы, западная Вольнь (Гнатив, Матковский, 1958).
320. Серый мелкозернистый гранит; обр. 43/57, г. Новоград-Волынский, карьер по дороге на с. Барановку (Протченко, Куц, 1962).

## 27. Коростышевские граниты

321. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз, средне- и хорошорешетчатый микроклин, кварц, зональный биотит, мусковит; обр. 955, с. Козиевка, р. Тетерев.
322. Серый среднезернистый гранит: плагиоклаз (45), хорошорешетчатый микроклин (23), кварц (25), зональный биотит (5,7); обр. 5/57, г. Коростышев, карьер возле дороги Киев — Житомир (Протченко, Куц, 1962).
323. Порфиробластический гранит; обр. 46/55, г. Коростышев (Ивантишин, 1960).

324. Порфиробластический гранит; обр. 1/56, г. Коростышев, р. Тетерев.  
 325. Светло-серый пегматонидный гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, четкозональный биотит, мусковит; обр. 3/56, г. Коростышев, р. Тетерев.  
 326. Пегматит; обр. 242/54, г. Коростышев (Ивантишин, 1960).

### 28. Граниты кировоградского типа Приднепровья

327. Серый порфиробластический гранит; балка Рекалова, р. Базавлук. Анализ В. Т. Латыша.  
 328. Серый неяснопорфиробластический гранит: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит, голубовато-зеленая роговая обманка (1); обр. 70/56, с. Скелеватка.  
 329. Розовый аплитонидный гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, мусковит, биотит; обр. 66/56, с. Скелеватка.

### 29. Токовские граниты

330. Розово-красный гранит: плагиоклаз, плохорешетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит, сфен, эпидот. Карьер станции Ток, бассейн р. Каменки. Анализ В. Т. Латыша.  
 331. Серый плагиоклазовый гранит из ксенолита в розовом токовском граните: плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 74/56, станция Ток, бассейн р. Каменки.

### 30. Анатолийские граниты

332. Розовый среднезернистый гранит; обр. 105/60, с. Анадоль, Приазовье (Протченко, Куц, 1962).  
 333. Розовый среднезернистый гранит; обр. 108/60, с. Лидино, Приазовье (Протченко, Куц, 1962).  
 334. Розовый среднезернистый гранит; обр. 104/60, станция Карань, Приазовье, (Протченко, Куц, 1962).

### 31. Граниты Верблюжского и Боковьянского массивов

335. Розовый порфиробластический гранит; обр. 64/57, с. Братолюбовка (Протченко, Куц, 1962).  
 336. Розовый гранит: плагиоклаз (10), решетчатый микроклин (28), кварц (59), биотит (3); обр. 52/56, там же (Ивантишин, 1960).  
 337. Розовый гранит: плагиоклаз, решетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 46/59, там же.  
 338. Розовый крупнозернистый гранит: плагиоклаз, слаборешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 80/60, с. Верблюжка.

339. Розовый гранит: слаборешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 36/59, с. Чечеловка, водораздел рек Боковеньки и Боковой.
340. Серый гранит: плагиоклаз (37), плохорешетчатый микроклин (23), кварц (29), биотит (4,1); обр. 38/59, с. Петрополь, р. Ингулец.
341. Розовый гранит: плагиоклаз, плохорешетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит; обр. 42/59, с. Боковое, р. Боковая.
342. Аплитоидный гранит: плагиоклаз (26), решетчатый микроклин (24), кварц (37), биотит (12); обр. 44/59, там же.
343. Гранит; обр. 17/16/1, с. Анновка, р. Боковая (Сироштан, Оrsa, Щербак, 1965).

### 32. Граниты Новоукраинского массива

344. Красный трахитоидный гранит; обр. 1, с. Капустино (Завьялова, 1960).
345. Розово-серый трахитоидный гранит: нерешетчатый микроклин, кварц, биотит, мусковит, гранат, плагиоклаз; обр. 104/56, с. Капустино.
346. Розово-серый трахитоидный гранит: плагиоклаз, слаборешетчатый калишпат, кварц, биотит, гранат; обр. 99/56, с. Войновка.
347. Гранит; обр. 103/56, с. Войновка.
348. Розово-серый среднезернистый жильный гранит: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит; обр. 52/65, с. Орехов Хутор, правый берег р. Черного Ташлыка, возле г. Новоукраинки.
349. Розовый трахитоидный гранит. В основной массе — плагиоклаз, кварц, слабозональный биотит (1), сфен; обр. 51/56, там же.
350. Розово-серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит; обр. 921, район г. Новоукраинки.
351. Красный трахитоидный гранит: плагиоклаз, микроклин, кварц, биотит, гранат; обр. 930, с. Липки—Водяное.

### 33. Монцониты Новоукраинского массива

352. Монцонит; обр. 48/55, с. Войновка (Ивантишин, 1960).
353. Темно-серый массивный порфиробластический монцонит; обр. 55/56, г. Адабаш.

### 34. Гранитоиды Вознесенского блока

354. Зеленовато-серый среднезернистый массивный гранатовый гранит: плагиоклаз, слаборешетчатый микроклин, кварц, биотит, гранат; обр. 33/56, с. Константиновка.
355. Темно-серый среднезернистый гранатовый гранит: плагиоклаз, хорошо-решетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит, гранат; обр. 36/56, там же.
356. Розово-серый среднезернистый гранит, неяснопорфиробластический плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, неяснозональный биотит; обр. 38/56, с. Александровка.

- 357. Зеленовато-серый массивный порфиробластический гранит; плагиоклаз, кварц, биотит; обр. 47/56, там же.
- 358. Серый среднезернистый аплитондный гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 40/56, там же.
- 359. Розово-серый порфиробластический гранит: плагиоклаз, слаборешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 49/56, там же.
- 360. Трахитоидный гранит: плагиоклаз, среднерешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 50/56, с. Трикраты.
- 361. Розово-серый катаклазированный неравномернозернистый гранит: плагиоклаз (28), микроклин двух генераций — решетчатый и нерешетчатый (всего 28), кварц (37), биотит (6,3); обр. 28/56, станция Синюха, р. Синюха.

### 35. Клесовиты западной Волыни

- 362. Клесовит: плагиоклаз, решетчатый микроклин, кварц, биотит, светло-зеленая роговая обманка; обр. 76/59, с. Клесово.
- 363. Серовато-розовый тонкополосчатый лептит; обр. 146, урочище Барсуки. Анализ А. Я. Хатунцевой.

### 36. Гранитоиды осницкого комплекса

- 364. Гранит: плагиоклаз, хорошорешетчатый микроклин, кварц, биотит, мусковит; обр. 96/56, г. Осницк (Ивантишин, 1960).
- 365. Гранит; с. Осницк (Гнатив, Матковский, 1958).
- 366. Слабогибридизированный гранит; с. Селище (Гнатив, Матковский, 1958).
- 367. Серый среднезернистый массивный мигматит; обр. 142, с. Дертъ. Анализ А. Я. Хатунцевой.
- 368. Бледно-розовый мелкозернистый аплитондный гранит; обр. 109, с. Каменное. Анализ А. Я. Хатунцевой.
- 369. Розовый крупнозернистый порфиробластический гранит; обр. 143, с. Балашовка. Анализ А. Я. Хатунцевой.
- 370. Розово-серый гибридизированный гранит; обр. 134, с. Виры. Анализ А. Я. Хатунцевой.

### 37. Рапакиви Коростенского массива

- 371. Зеленовато-серый оводный гранит; обр. 1540-32 (Матковский, Павлишин, Приказчиков, 1963).
- 372. Розовато-серый мелкоовондный гранит; обр. 1177-7, там же.
- 373. Пятнистый мало- и среднеовондный гранит; обр. 1507-7, там же.
- 374. Рапакиви: плагиоклаз (21), нерешетчатый калишпат (47), кварц (29), биотит (1,9), буро-зеленая роговая обманка (0,6); обр. 15/60, с. Островка.

### 38. Биотитовые граниты Коростенского массива

375. Розовый гранит: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит; обр. 19/55, с. Игнатполь (Протченко, Куц, 1962).
376. Серый гранит: плагиоклаз (29), нерешетчатый калишпат (39), кварц (24), биотит (6,3); обр. 20/55, с. Игнатполь (Ивантишин, 1960).
377. Гранит: плагиоклаз (28), нерешетчатый калишпат (32), кварц (35), биотит (2,8), мусковит (0,6); обр. 2/55, с. Лезники (Ивантишин, 1960).
378. Розовый среднезернистый гранит; обр. 1509-16 (Матковский, Павлишин, Приказчиков, 1963).
379. Дресва биотитового гранита; обр. 28/57, с. Новоселки.
380. Пегматит; обр. 26/55, с. Игнатполь (Ивантишин, 1960).
381. Пегматит; обр. 333/1-51, с. Краевщина.
382. Пегматит; обр. 102/45, с. Краевщина (Ивантишин, 1960).
383. Пегматит; обр. 73/45, с. Писаревка (Ивантишин, 1960).
384. Пегматит; обр. 356-1-51, с. Теренцы (Ивантишин, 1960).
385. Пегматит; обр. 47/45, с. Теренцы (Ивантишин, 1960).
386. Пегматит; обр. 15/52, с. Вишняковка (Ивантишин, 1960).
387. Пегматит; обр. 406/53, с. Дворище (Ивантишин, 1960).
388. Пегматит; обр. 174/54, с. Дворище (Ивантишин, 1960).
389. Пегматит; обр. 66/55, с. Стеблев (Ивантишин, 1960).
390. Пегматит (Бурьянова, 1940).
391. Пегматит (Бурьянова, 1940).
392. Пегматит (Боженко, Лиса, 1950).
393. Пегматит (Боженко, Лиса, 1950).
394. Пегматит; обр. 1540-24 (Матковский, Павлишин, Приказчиков, 1963).

### 39. Рапакиви Корсунь-Новомиргородского массива

395. Серый гранит: плагиоклаз (15), нерешетчатый калишпат (39), кварц (41), нечеткозональный биотит (4,2); обр. 183/63, с. Устиновка.
396. Рапакиви; обр. 42/55, с. Самгородок (Ивантишин, 1960).
397. Светло-серый мелкозернистый рапакиви: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит; обр. 195/63, с. Самгородок.
398. Рапакиви: плагиоклаз, нерешетчатый калишпат, кварц, биотит, бледная голубовато-зеленая роговая обманка; обр. 25/64, с. Малая Смелянка.
399. Мелкозернистый рапакиви: плагиоклаз, неяснорешетчатый микроклин, кварц, биотит; обр. 54/58, г. Шпола.
400. Крупнозернистый рапакиви: зональный плагиоклаз, слабонерешетчатый микроклин, кварц, биотит, роговая обманка; обр. 189/63, Прудянский карьер, р. Шпола, г. Шпола.
401. Мелкозернистый рапакиви: плагиоклаз, слабонерешетчатый микроклин, кварц, слабозональный биотит; обр. 3/64, там же.
402. Рапакиви; обр. 29/64, с. Малая Виска.
403. Пегматит рапакиви (Половинкина, Соколова, 1962).

40. Биотитовые граниты Корсунь-Новомиргородского  
массива

404. Серый гранит: плагиоклаз (31), нерешетчатый калишпат (29), кварц (33), мусковит (0,9), биотит (4,2); обр. 176/63, с. Искренное.
405. Пегматит, секущий серый гранит: плагиоклаз, калишпат, идиоморфный кварц, нечеткозональный биотит; обр. 179/63, с. Искренное.

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
1	38,70	0,90	14,91	4,38	9,77	0,07	19,04	0,70	0,28
2	38,01	0,42	15,44	2,86	8,04	0,07	21,50	0,10	0,20
3	37,24	0,87	16,91	3,37	11,66	0,18	16,49	0,13	0,19
4	35,23	1,28	16,92	3,76	17,42	0,11	12,04	0,06	0,55
5	34,80	0,56	13,57	4,63	26,33	0,03	7,18	0,75	0,47
6*	35,62	2,88	13,79	3,45	6,60	0,02	17,59	4,48	0,53
7	36,83	2,28	15,19	4,40	13,79	0,30	12,68	2,10	0,86
8	38,72	1,35	14,03	1,20	6,47	0,03	24,72	0,20	0,58
9*	37,70	1,65	11,74	1,15	4,17	0,03	26,88	0,21	0,51
10	41,84	0,24	25,46	1,80	3,23	0,03	16,83	0,10	0,66

## 1. Биотитизированные

11	36,26	5,39	14,99	3,23	14,66	0,05	12,27	0,56	0,50
12	35,81	5,92	16,97	1,24	12,74	0,01	14,26	0,24	0,55
13	34,52	2,59	15,86	5,86	14,36	—	12,32	0,84	0,47
14	38,02	1,45	17,00	1,76	15,23	0,17	13,12	0,82	0,21
15	36,59	1,45	15,07	3,75	12,01	0,25	15,89	0,83	0,71
16	36,30	1,64	18,42	3,73	11,77	0,25	13,43	0,55	0,63
17	37,01	2,12	13,99	5,95	15,34	0,27	10,66	2,46	0,28
18	35,38	2,27	16,23	0,32	22,16	0,05	10,03	0,97	0,57
19	36,96	3,59	13,98	2,62	19,74	0,13	10,52	1,38	0,90
20	36,72	2,49	15,33	4,09	16,24	0,30	11,18	0,75	0,32
21	36,22	2,71	15,75	3,88	14,25	0,21	12,47	0,86	0,55
22	37,75	1,29	15,97	2,74	10,87	0,21	18,55	0,10	0,21
23	38,90	0,87	16,21	3,04	11,49	0,38	16,18	0,56	0,83
24	35,13	1,34	18,12	1,76	19,54	0,28	10,15	0,14	0,36
25	36,23	1,08	18,68	4,02	13,58	0,28	13,19	0,42	0,24
26	37,41	0,93	15,16	5,54	10,03	0,21	15,61	1,19	0,48
27	38,13	—	17,60	2,90	12,52	0,48	15,01	0,70	—

## 2. Пироксен- и амфибол

28	34,16	1,24	15,50	8,87	9,90	0,15	13,59	1,47	1,22
29	37,10	1,50	15,85	2,37	16,22	0,44	12,47	1,26	0,53
30	35,34	2,04	15,66	3,61	16,12	0,08	13,92	0,13	0,49
31	37,42	2,25	17,38	2,49	15,70	0,14	11,35	0,13	0,34
32	35,68	2,18	18,05	2,27	17,00	0,16	12,49	0,56	0,61
33	32,95	1,28	19,37	1,60	24,44	0,10	7,24	0,56	0,10
34	35,67	1,73	17,31	3,17	15,98	0,18	11,66	0,96	0,37
35	33,81	2,22	18,53	3,07	20,74	0,21	7,99	0,06	0,37

## 3. Основные породы предположительно

36	39,70	1,20	14,63	5,00	13,94	0,28	12,60	2,38	0,37
37	36,18	1,38	16,10	4,53	18,38	0,30	10,06	0,84	0,61
38	38,22	1,21	16,64	1,71	10,99	0,16	17,02	0,69	0,38
39	36,28	1,48	16,71	4,98	12,17	0,23	14,06	0,49	0,69
40	36,16	2,72	14,04	3,63	17,56	0,36	12,00	1,05	0,45
41	35,56	2,96	15,58	3,67	18,09	0,28	10,13	0,55	0,21
42	36,51	2,08	16,38	5,14	12,37	0,33	13,45	0,63	0,31
43	37,45	1,58	16,09	2,01	19,09	0,10	10,17	0,94	0,09
44	36,10	1,66	16,89	4,00	18,68	0,31	9,02	0,80	0,18

## 4. Амфиболсодержащие

Таблица 1

биотита, вес. %

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
<b>метаультрабазиты</b>								
7,45	0,06	0,27	0,12	3,10	—	—	99,75	—
9,82	—	—	0,46	2,81	—	—	99,73	2,90
9,68	0,11	0,12	0,09	—	2,78	0,06	99,88	—
8,82	0,14	0,11	0,23	—	3,43	0,03	100,13	—
7,54	—	—	0,50	—	3,86	0,18	100,43 **	3,11
7,37	0,06	0,41	0,62	6,21	—	—	99,68	—
7,68	0,12	0,07	0,18	3,15	—	0,16	99,79	—
7,12	0,06	0,06	0,74	4,54	—	—	99,82	2,795
5,55	0,09	0,03	2,80	—	7,20	—	99,71	2,681
7,76	0,02	—	0,30	—	1,32	0,18	99,77	2,748
<b>содержащие метабазиты</b>								
8,55	0,11	0,10	0,29	—	3,02	0,20	100,18	3,047
9,35	0,09	0,04	0,43	—	2,42	—	100,07	3,032
8,00	0,60	0,17	0,40	—	4,42	—	100,41	3,007
9,13	0,09	—	0,04	2,88	—	0,50	100,42	3,00
8,16	0,08	0,10	0,19	3,73	—	0,40	99,21	—
8,78	0,12	0,32	0,21	3,28	—	0,78	100,21	—
8,00	—	—	0,33	—	3,10	—	99,51	—
7,74	—	—	0,09	4,38	—	0,07	100,26	3,046
7,20	—	—	0,22	3,39	—	0,18	99,81	3,092
8,64	0,23	0,31	0,07	2,90	—	0,40	99,97	3,074
8,84	0,14	0,15	0,20	3,53	—	0,64	100,40	—
9,48	—	—	0,11	2,62	—	—	99,90	3,035
8,41	—	—	0,20	2,68	—	0,18	99,93	—
9,32	—	—	0,04	3,36	—	0,30	99,84	3,04
7,66	0,03	—	0,97	—	3,63	0,57	100,58	3,132
8,84	—	—	0,62	—	3,68	—	99,70	—
8,20	—	—	0,41	3,80	—	—	99,75	—
<b>эффузивного и гипабиссального генезиса</b>								
6,11	—	—	1,40	—	6,44	0,26	100,31	—
7,90	0,34	0,11	0,39	2,82	—	0,34	99,64	3,014
8,99	0,14	0,10	0,10	—	3,33	0,10	100,15	—
9,21	0,11	0,10	0,13	—	3,29	0,04	100,08	—
8,18	0,11	—	—	—	3,14	—	100,43	—
6,60	0,11	—	0,08	—	5,25	—	99,68	—
8,54	0,11	0,08	0,14	—	4,13	0,10	100,13	—
9,11	0,14	0,10	0,12	—	3,53	0,03	100,03	—
<b>гнейсы и мигматиты</b>								
6,83	0,12	0,22	0,05	2,79	—	—	100,11	—
7,50	0,17	0,14	0,11	4,10	—	—	100,40	—
9,71	0,11	—	—	3,09	—	0,80	100,73	2,978
9,63	—	—	0,40	—	3,21	—	100,33	2,975
8,68	0,29	0,09	0,11	—	2,74	0,48	100,36	3,108
9,38	—	—	0,34	—	3,20	0,30	100,25	3,081
9,17	—	—	0,35	3,13	—	0,12	99,97	—
8,66	—	—	—	—	3,50	0,16	99,84	—
9,00	0,02	—	0,04	3,75	—	—	100,45	3,170

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
45*	38,23	2,76	13,94	5,34	18,50	0,36	8,12	3,90	0,77
46	37,96	1,09	16,01	3,82	16,76	0,34	11,42	0,42	0,43
47	35,76	1,45	15,82	4,51	19,44	0,41	8,56	2,08	0,49
48	35,21	2,99	16,16	3,21	15,95	0,21	12,56	0,58	0,23
49	38,34	1,63	17,63	2,32	18,05	0,23	9,14	1,72	0,20
50	36,32	2,01	15,55	3,14	17,28	0,26	11,33	0,84	0,44
51	35,46	3,03	15,29	4,18	19,29	0,40	9,10	0,59	0,13
52	36,81	1,98	16,85	3,82	19,74	0,29	8,35	0,91	0,29
53	35,03	4,12	15,72	7,32	19,90	0,35	7,60	—	0,12

5. Чарнокиты

54	37,06	2,62	13,63	7,40	14,40	0,11	11,01	0,32	0,60
55*	43,50	2,00	14,00	4,98	11,22	0,40	9,10	1,60	1,66
56	34,70	3,75	16,89	3,20	16,69	0,23	11,33	0,28	0,23
57	36,84	4,09	14,35	0,83	20,11	0,20	10,64	0,91	0,25
58	36,98	4,45	13,90	4,57	10,35	0,06	16,02	0,42	0,27
59	37,66	3,88	13,60	5,40	16,59	0,17	10,83	0,03	0,22
60	37,67	4,20	16,70	6,03	12,78	—	11,56	—	0,28
61	36,83	4,14	17,03	3,42	17,23	0,19	9,03	0,50	0,40
62	35,89	2,21	15,59	3,76	17,99	0,10	10,60	1,12	0,33

6. Высокоглиноземистые (силлиманит-

63	36,68	4,39	15,68	2,21	12,53	0,01	14,48	0,02	0,27
64*	43,80	1,40	17,46	3,29	10,65	0,25	8,80	1,32	2,35
65	38,58	4,20	15,88	1,77	9,98	0,05	15,93	—	0,28
66	35,79	2,72	21,01	2,75	13,68	—	11,27	—	0,16
67	36,12	4,00	16,56	6,80	11,13	—	11,52	—	0,10
68	38,11	3,84	16,00	4,90	9,05	—	13,43	0,13	—
69	38,70	2,67	17,63	2,63	9,48	0,05	15,23	0,10	0,04
70	35,40	4,80	16,50	3,99	10,06	0,02	14,55	0,80	0,13
71	35,97	5,30	15,83	3,34	11,71	—	13,66	0,50	0,09
72	35,97	3,60	17,88	6,20	12,03	—	11,38	0,70	0,27
73	35,48	1,96	17,47	6,04	16,35	0,18	8,51	0,15	0,34
74	35,51	1,74	19,90	7,63	12,96	0,13	9,32	0,49	0,27
75	34,70	3,15	19,46	2,09	17,42	0,01	10,75	0,07	0,56
76	36,27	0,40	20,37	3,18	7,33	0,18	19,36	0,07	0,44
77	34,46	1,82	20,70	4,34	19,90	0,11	7,90	—	0,11
78	35,24	1,96	19,72	3,10	16,95	0,18	9,90	0,24	0,35
79	35,89	2,34	17,73	2,66	18,19	0,14	9,48	0,25	0,57
80	36,58	1,34	22,24	2,74	12,64	0,07	10,16	—	0,22
81*	33,40	3,50	19,88	7,51	13,36	—	7,37	0,60	0,09
82	32,70	3,70	18,51	8,58	10,06	0,27	8,59	0,70	0,16
83*	34,08	1,54	20,81	8,71	15,16	—	6,81	0,55	0,18
84*	33,36	2,92	17,48	9,27	13,94	—	9,02	1,00	0,11
85	34,93	4,77	17,90	2,18	15,44	0,007	10,98	0,42	0,30
86	35,87	3,00	18,43	3,53	9,86	0,005	15,34	0,56	0,26
87	34,80	1,90	22,94	6,81	9,69	0,09	10,50	0,65	0,44
88*	32,82	4,20	16,95	8,32	10,78	0,10	10,45	1,00	0,18
89	33,20	3,25	15,74	7,73	16,40	0,10	9,06	—	0,10
90	34,29	1,13	21,61	3,59	17,26	0,21	7,58	—	0,23
91	34,14	1,98	23,37	1,94	16,97	0,16	8,89	0,55	0,22
92	33,86	2,40	20,10	2,66	16,66	0,08	9,62	—	0,34

## Продолжение таблицы 1

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес, г/см <sup>3</sup>
6,75	—	—	0,15	0,82	—	0,45	100,09	—
7,56	—	—	0,25	3,75	—	0,16	99,97	—
7,76	—	—	0,16	—	3,28	0,12	99,84	3,103
7,88	0,05	0,08	0,31	—	4,40	0,44	100,26	3,032
7,60	0,05	—	0,24	—	2,75	0,16	100,06	3,223
8,94	0,34	0,08	0,11	—	3,10	0,59	100,33	3,071
8,75	0,10	0,04	0,20	—	3,58	0,24	100,38	3,122
7,80	0,14	—	0,13	—	2,99	0,14	100,24	3,206
8,80	—	—	0,24	0,70	—	0,25	100,15	—

## и виннициты

9,18	—	—	0,23	1,04	—	1,50	99,10	—
7,19	—	—	3,00	—	2,00	—	100,65	—
8,62	—	—	0,16	—	3,89	0,50	100,47	3,054
8,00	0,06	—	0,14	—	3,51	0,45	100,38	3,104
9,11	0,14	0,11	0,28	2,94	—	0,40	100,00	2,984
9,13	—	—	0,44	0,21	—	1,50	99,66	—
8,92	—	—	0,19	0,60	—	1,40	100,33	—
8,20	0,14	—	0,30	2,37	—	0,09	99,87	3,055
8,47	—	—	0,38	3,17	—	—	99,61	3,109

## и корднеритсодержащие) гнейсы

9,25	—	—	0,32	3,59	—	—	99,43	—
6,90	—	—	2,50	—	1,80	—	100,52	—
8,64	0,05	—	0,61	3,73	—	0,65	100,35	—
7,92	—	—	1,10	3,50	—	0,65	100,55	—
8,88	0,01	0,29	2,25	2,40	—	0,33	100,39	—
8,10	0,03	0,03	2,29	3,18	—	—	99,09	—
9,46	—	—	0,66	2,74	—	0,80	100,19	—
8,82	0,02	—	1,92	3,66	—	0,09	100,76	—
9,60	0,03	—	1,44	2,70	—	0,26	100,43	—
8,28	0,02	—	0,88	3,13	—	0,06	100,40	—
9,71	—	—	0,27	1,46	—	0,65	98,57	—
9,29	0,10	—	0,40	—	2,98	—	100,72	—
8,33	—	—	0,13	—	3,30	0,10	100,07	—
9,30	—	—	0,44	—	2,31	0,16	99,81	2,90
8,59	—	—	0,12	1,50	—	—	99,55	—
9,55	—	—	0,29	1,24	—	0,23	98,95	—
9,30	—	—	0,19	0,90	—	0,80	98,44	—
7,94	0,03	0,87	1,12	4,31	—	—	100,26	—
5,52	0,09	—	1,84	6,64	—	0,30	100,10	—
6,07	—	0,10	3,05	6,59	—	0,43	99,51	—
5,76	0,03	0,10	1,68	4,19	—	0,35	99,95	—
4,80	—	0,36	1,52	6,02	—	0,53	100,33	—
9,24	0,23	0,06	0,15	—	3,14	0,22	99,967	3,048
8,54	0,05	0,08	0,32	—	3,80	0,16	99,805	—
8,20	0,01	0,03	0,84	2,34	—	0,54	99,78	—
5,76	0,01	0,25	2,70	5,53	—	0,60	99,65	—
8,82	0,03	0,43	2,38	3,18	—	0,12	100,54	—
8,84	—	—	1,12	3,50	—	0,30	99,66	—
8,90	0,01	0,05	0,75	1,65	—	0,05	99,63	—
8,94	0,05	—	0,64	3,92	—	0,40	99,67	—

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
93	35,54	2,82	18,80	3,96	12,90	—	12,54	—	0,12
94	36,73	4,63	17,85	2,08	11,42	0,05	12,45	—	0,09
95	34,58	1,90	19,50	3,88	12,68	—	12,49	0,35	0,12
96 *	32,40	3,10	19,51	5,07	12,50	—	11,72	1,10	0,16
97	34,93	2,63	21,24	3,22	16,15	0,13	9,11	0,56	0,33

7. Умеренноглиноземистые (гранат- и мусковит

98	35,90	5,71	14,27	2,65	11,21	0,01	16,85	0,07	0,38
99	37,40	1,36	18,92	2,60	13,28	—	13,18	0,56	0,42
100 *	33,20	1,74	18,94	3,24	16,24	0,16	14,89	1,01	0,14
101	36,26	5,39	14,99	3,23	14,66	0,05	12,27	0,56	0,50
102	36,87	2,12	19,53	4,46	14,36	0,13	9,74	0,47	0,46
103	34,77	1,40	21,12	3,02	16,83	0,18	8,89	0,42	0,27
104 *	36,80	—	19,65	2,16	18,26	—	10,24	0,70	1,50
105	35,05	3,00	15,96	2,23	21,46	0,07	9,00	0,15	0,09
106	34,86	1,87	18,62	5,80	15,64	0,25	9,35	0,30	0,15
107	35,24	1,92	20,07	3,00	17,50	0,15	9,27	0,06	0,28
108	34,10	1,92	19,00	2,34	22,84	0,06	6,02	0,55	0,49
109	36,46	1,43	15,35	4,24	14,75	0,12	14,87	0,28	0,63
110	33,78	2,17	18,60	3,27	20,74	0,13	7,97	0,06	0,32
111	34,38	1,84	19,44	3,65	14,65	0,27	11,76	0,34	0,44

8. Высокожелезистые

112	38,92	0,05	4,25	8,58	18,63	0,06	14,77	0,32	0,24
113	35,36	0,05	3,65	8,22	36,72	0,01	4,29	0,13	0,33
114	39,14	0,21	0,41	12,52	20,71	0,22	13,78	0,40	0,50
115	37,00	1,02	15,85	3,49	24,85	0,10	3,74	0,34	0,46
116	34,81	1,67	17,66	4,43	18,63	0,31	9,05	0,50	0,56
117	36,89	0,87	17,48	4,70	13,23	0,55	12,67	0,57	1,19

9. Биотит-плагио

118	37,15	1,97	18,00	4,93	12,21	0,23	14,26	0,42	0,20
119	34,86	3,56	17,17	3,17	20,73	0,31	7,21	0,20	0,07
120	33,39	2,07	19,52	2,27	18,82	0,17	10,84	0,49	0,25
121	34,70	2,30	18,70	3,37	18,89	0,14	9,44	—	0,15
122	34,36	1,59	19,11	2,90	17,84	0,19	10,28	0,14	0,52
123	35,20	2,23	20,15	4,05	16,21	0,17	8,06	—	0,58
124	34,68	2,36	19,96	2,99	17,85	0,15	8,40	0,11	0,43
125	36,94	2,87	18,54	3,72	17,35	0,10	8,00	0,28	0,16
126	35,21	1,41	20,45	3,07	16,25	0,20	10,42	0,21	0,76
127	37,54	1,52	19,75	3,22	17,92	0,07	6,97	0,84	0,66

10. Биотитовые

128	36,10	2,45	17,69	6,76	10,42	0,24	13,73	0,49	0,19
129	31,73	1,23	18,07	7,01	21,83	0,27	6,12	0,84	0,30
130	36,37	2,92	17,80	2,67	8,69	0,08	17,07	0,42	0,42
131	35,90	1,74	17,83	4,14	10,64	0,23	14,86	0,41	0,52
132	35,26	2,66	17,80	7,60	11,24	0,004	11,07	0,56	0,26
133	38,16	1,22	18,68	1,57	14,73	0,44	11,65	0,52	0,14
134	35,90	1,50	21,50	3,35	15,65	—	9,00	0,65	—
135	35,00	1,60	22,10	1,60	16,95	—	10,00	0,42	1,18
136	35,82	1,45	22,78	3,30	14,93	—	8,60	0,50	1,07

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес, г/см <sup>3</sup>
7,92	—	—	0,76	3,84	—	1,20	100,40	—
9,10	—	—	1,10	4,27	—	0,60	100,37	—
8,04	—	—	1,22	4,48	—	1,20	100,44	—
6,48	0,03	0,14	2,28	4,82	—	0,25	99,56	—
8,40	0,04	—	0,05	—	3,22	0,11	100,12	3,08

## содержание) метаморфические породы

9,05	0,05	—	0,64	—	2,93	0,12	99,84	3,027
8,39	0,08	0,52	0,10	—	3,75	—	100,56	—
7,42	0,07	0,12	0,05	2,99	—	—	100,21	—
8,55	0,11	0,10	0,29	—	3,02	0,20	100,18	3,047
9,18	0,10	—	0,56	—	2,78	—	100,76	—
9,11	—	—	0,52	—	3,60	0,15	100,28	3,056
11,20	—	—	—	0,30	—	—	100,81	3,12
9,50	—	—	—	—	3,45	0,23	100,19	—
8,50	—	—	0,25	2,12	—	0,45	98,16	—
9,23	—	—	0,14	1,37	—	0,40	98,63	—
8,49	0,17	0,09	0,09	—	3,67	—	99,83	—
7,96	0,12	0,09	0,17	—	3,24	—	99,71	—
9,00	0,11	0,08	0,12	3,73	—	0,06	100,14	—
8,11	0,11	0,10	0,22	—	4,52	—	99,83	—

## метаморфические породы

8,86	—	—	—	5,00	—	—	99,68	2,95
5,22	—	—	—	5,55	—	—	99,53	3,05
8,40	—	—	—	3,95	—	—	100,24	2,95
8,63	0,11	0,12	0,39	—	4,22	—	100,32	—
8,90	—	—	0,36	—	2,90	—	100,08 **	—
8,24	—	—	0,28	—	2,74	—	99,77 **	—

## клазовые гнейсы

6,75	0,21	0,45	0,34	2,90	—	0,22	100,24	—
8,92	0,11	0,05	0,10	—	3,63	0,32	100,41	3,105
6,18	0,06	—	0,15	—	6,01	0,28	100,50	2,989
8,80	—	—	0,20	1,18	—	0,50	98,37	—
9,12	—	—	0,48	—	3,34	0,15	100,02	3,096
9,50	—	—	0,35	1,33	—	0,70	98,53	—
9,60	—	—	0,35	0,94	—	0,45	98,27	—
9,20	0,05	—	0,02	—	2,94	0,09	100,26	3,102
8,61	—	—	0,20	—	3,34	0,14	100,27	3,040
8,40	0,07	—	0,05	—	2,75	0,10	99,86	3,015

## гнейсы

8,42	—	—	0,20	—	3,60	—	100,29	—
7,01	—	—	0,57	5,16	—	0,28	100,42	3,14
7,42	0,06	—	0,88	5,33	—	0,38	100,51	3,077
9,29	0,11	0,06	0,18	—	4,14	—	100,05	2,991
8,59	0,08	0,06	0,42	—	4,09	0,22	99,914	—
8,30	—	—	—	—	4,39	0,19	99,99	—
9,36	—	—	0,15	—	1,88	—	98,94	—
8,76	—	—	0,23	—	2,65	—	100,49	—
9,00	—	—	0,06	—	2,40	0,11	100,02	—

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
137	34,80	2,30	20,85	5,98	14,37	—	8,00	0,77	0,94
138	34,50	2,62	17,21	5,41	15,37	0,09	10,39	0,69	0,54
139	35,49	2,93	17,91	4,75	15,36	0,25	10,39	0,28	0,37
140	35,30	1,20	20,82	3,30	16,70	0,22	9,78	0,17	0,52
141	35,08	1,95	19,13	5,24	17,17	0,18	9,72	0,03	0,18
142	35,29	1,93	17,54	3,66	16,25	0,29	11,67	0,21	0,57
143	35,76	1,55	17,61	4,39	18,69	0,30	8,52	0,42	0,16
144	36,56	1,61	19,85	4,02	17,95	0,10	7,74	0,42	0,16
145	35,82	2,10	14,66	7,30	16,15	0,26	9,43	0,41	0,10

### 11. Биотитовые мигматиты

146	34,03	2,40	17,22	2,60	23,04	0,53	6,73	0,40	0,13
147	35,04	2,27	15,72	5,53	19,15	0,42	8,46	0,31	0,11
148	34,41	2,94	17,61	2,81	20,16	0,29	8,01	0,23	0,10
149	35,23	2,77	15,67	6,78	13,58	0,14	10,68	0,56	1,10
150	35,17	1,98	17,26	5,00	16,09	0,34	12,40	0,56	0,25
151	36,22	2,58	18,76	2,55	15,37	0,54	10,98	0,27	0,16
152	35,92	2,65	17,59	5,06	16,09	0,39	8,93	0,14	0,18
153	33,95	2,04	18,48	4,99	17,81	0,30	8,65	0,21	0,35
154	34,52	3,54	18,23	3,16	19,25	0,05	7,75	0,48	0,20

### 12. Амфиболсодержащие

155	35,66	2,66	15,18	4,21	19,58	0,26	8,21	1,02	0,69
156	35,48	3,12	15,14	1,63	20,11	0,34	10,13	1,12	0,32
157	36,12	1,56	16,91	4,56	18,03	0,10	7,48	2,80	0,60
158	35,19	2,08	16,21	8,70	10,60	0,29	12,00	0,42	0,21
159	36,58	2,42	14,33	5,74	16,19	0,27	11,09	0,56	0,50
160*	38,13	1,21	16,72	7,00	17,74	0,25	6,33	2,73	0,34
161	34,82	2,38	17,50	5,60	12,90	0,12	13,38	0,70	0,16
162	34,83	2,42	15,24	5,88	19,69	0,34	7,51	0,35	0,29
163	36,47	1,53	17,48	4,90	16,13	0,28	8,72	0,98	1,08
164	35,58	3,48	12,64	3,65	29,52	0,33	1,60	0,64	0,35
165	35,59	1,35	17,82	5,82	14,08	0,18	10,39	1,10	0,79

### 13. Плаггио

166	35,64	4,12	14,72	2,72	18,21	0,26	10,76	0,36	0,85
167	35,29	2,68	16,77	4,62	18,00	0,61	8,55	0,18	0,21
168	33,21	2,48	18,66	6,01	18,19	0,10	7,01	0,49	0,61
169	36,20	2,52	16,36	3,62	17,57	0,36	9,60	0,25	0,33
170	36,72	2,55	18,86	2,42	17,23	0,26	9,26	0,42	0,33
171	35,76	2,26	17,15	2,68	18,14	0,31	9,96	0,33	0,41
172	35,49	1,27	16,80	6,05	18,08	0,25	9,62	0,42	0,10
173	33,02	2,58	19,25	2,40	20,12	0,28	9,99	0,42	0,12
174	34,34	1,90	17,42	4,61	17,17	0,17	10,53	0,91	0,50
175	34,18	1,94	18,11	3,65	19,19	0,17	9,18	0,42	0,38
176	35,40	2,37	18,04	3,13	19,83	0,40	7,44	0,30	0,22
177	35,09	2,25	16,61	6,01	18,48	0,41	7,93	0,56	0,19
178	35,02	1,81	10,51	11,30	16,44	0,25	10,07	0,42	0,43
179	36,75	2,52	16,39	6,03	15,79	0,14	9,73	0,60	0,50
180	36,47	1,52	18,80	4,73	17,10	0,19	8,63	1,23	0,22
181*	32,98	1,62	13,65	6,88	20,89	0,70	6,88	3,50	0,49
182	34,58	1,77	15,87	7,22	16,67	0,28	10,31	0,56	0,90
183*	31,74	0,59	18,50	3,57	12,20	0,30	20,16	0,88	0,29

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес, г/см <sup>3</sup>
8,64	—	—	0,54	—	3,30	—	100,49	—
8,51	—	—	0,64	—	3,92	0,38	100,27	3,098
8,42	0,03	—	0,28	—	3,74	0,34	100,54	2,987
9,70	—	—	0,22	0,82	—	0,40	99,15	—
8,76	—	—	0,11	0,95	—	0,45	98,95	—
8,92	—	—	0,16	—	3,20	0,15	99,84	3,082
9,20	0,06	—	0,26	—	2,96	0,16	100,04	3,123
8,40	0,05	—	0,21	—	2,64	0,15	99,86	3,126
8,60	—	—	0,21	—	4,82	—	99,86	—

## и плагиомигматиты

8,47	0,11	0,05	0,10	—	4,27	0,56	100,64	3,131
9,05	0,08	0,05	0,16	—	3,71	0,50	100,56	3,108
9,09	0,11	0,06	0,23	—	4,08	0,22	100,35	3,108
7,34	0,06	—	0,72	—	4,80	0,22	99,65	3,122
8,00	0,06	—	0,20	—	2,86	0,40	100,57	3,109
7,93	—	0,35	0,27	—	3,48	0,38	99,84	—
9,77	—	—	0,20	1,04	—	0,27	98,23	3,114
9,20	—	—	0,17	—	4,03	0,20	100,38	—
8,34	—	—	0,02	—	4,13	0,30	99,97	—

## граниты

8,92	0,07	—	0,06	—	3,44	0,28	100,24	—
7,50	0,09	—	0,30	—	4,64	—	99,92	3,104
7,16	—	—	0,40	3,80	—	0,40	99,92	—
9,61	—	—	0,12	4,34	—	—	99,77	3,09
9,10	—	—	0,11	—	3,12	0,27	100,28	3,030
7,00	0,08	—	0,01	—	2,27	0,10	99,91	3,051
7,98	0,11	—	1,23	3,30	—	0,19	100,37	3,127
9,27	—	—	0,19	—	3,62	0,15	99,78	3,110
8,24	0,45	—	0,28	3,82	—	—	100,36	—
8,14	—	—	0,50	3,79	—	—	100,22	3,317
7,65	0,59	—	0,29	3,96	—	—	99,61	—

## граниты

9,01	0,25	0,04	0,18	—	2,98	0,11	100,21	3,088
9,10	0,10	0,05	0,18	—	3,85	0,14	100,33	3,072
8,18	—	—	0,50	4,67	—	0,40	100,51	3,110
9,11	0,17	0,03	0,26	—	3,68	0,17	100,23	3,029
9,20	0,05	—	0,27	—	2,17	0,17	99,91	3,11
9,15	0,08	0,05	0,16	—	3,69	0,12	100,25	3,045
8,90	—	—	0,38	2,03	—	0,16	99,55	—
6,70	0,04	—	—	—	5,48	—	100,40	3,101
8,75	—	—	0,22	—	3,81	—	100,33	3,063
8,55	—	—	0,06	4,37	—	0,25	100,45	3,05
9,14	—	—	0,16	—	3,54	—	99,97	3,120
9,20	—	—	0,10	—	3,45	0,15	100,43	3,082
9,40	—	—	0,59	3,69	—	0,12	100,05	—
8,00	0,05	—	0,13	—	2,94	—	99,57	3,096
8,62	—	—	0,27	1,70	—	0,04	99,52	—
5,61	—	—	0,26	6,17	—	0,25	99,88	—
8,27	0,07	—	0,27	—	3,44	—	100,21	3,107
0,62	0,05	—	0,60	—	10,94	—	100,44	2,940

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
-----------------------	------------------	------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-------------------

14. Амфиболсодержащие

184	36,17	1,91	16,60	4,68	15,22	0,47	11,42	0,42	0,77
185	36,55	1,85	16,49	3,22	16,09	0,28	11,25	0,89	0,48
186 *	33,86	2,32	18,03	1,02	16,77	0,70	12,94	0,91	3,16
187	37,87	1,78	15,80	5,78	14,08	0,33	10,95	1,58	0,30
188	35,87	1,22	16,43	3,45	17,55	0,30	11,22	0,70	0,30
189	36,23	2,15	15,32	3,58	16,70	0,39	11,61	0,60	0,51
190	38,00	1,66	15,96	4,01	11,95	0,31	14,67	0,27	0,74
191	37,01	1,99	12,01	8,64	12,35	0,18	13,79	0,42	0,85
192	35,48	2,81	15,60	4,42	15,79	0,34	11,36	0,42	0,50
193	36,47	2,15	18,03	4,82	17,23	0,13	8,53	1,44	0,50
194 *	36,47	2,82	13,57	8,21	15,80	0,40	9,14	3,26	0,66
195	36,53	1,73	16,14	4,70	13,69	0,26	13,18	0,98	0,59
196	35,83	2,06	16,30	4,95	12,70	0,17	14,04	0,42	0,46
197	35,97	2,26	16,61	4,19	13,14	0,18	13,84	0,56	0,42
198	36,20	1,29	17,06	3,46	14,26	0,28	12,66	0,70	0,53
199	35,88	2,87	16,19	4,10	16,08	0,36	11,69	0,28	0,16
200	36,92	1,81	15,76	4,04	13,75	0,27	13,84	0,49	0,55
201	36,77	1,71	18,51	3,62	14,36	0,44	12,48	0,42	0,27
202	35,85	1,77	20,96	2,70	15,66	0,23	8,69	0,84	0,75

15. Чудново-берди

203	37,62	2,97	21,52	2,90	16,82	0,04	5,91	0,35	0,45
204	36,09	1,19	17,65	4,88	18,38	0,34	8,88	0,61	0,45
205	35,26	1,66	20,92	2,41	17,24	0,06	9,18	0,14	0,16
206	34,78	2,22	17,35	5,30	16,73	0,05	9,72	0,25	0,10
207	35,71	2,85	19,62	1,39	17,81	0,05	9,80	0,35	0,30
208	34,02	1,79	20,97	2,15	17,78	0,07	9,69	0,09	0,14
209	36,74	5,12	17,16	1,46	11,92	0,003	14,24	0,28	0,29
210	35,02	2,72	19,02	2,14	16,38	0,02	10,79	0,21	0,41
211	35,98	4,98	16,90	1,87	13,78	0,03	12,38	0,56	0,12
212 *	42,80	1,32	19,95	2,54	12,21	—	7,39	1,33	1,88
213	36,30	3,24	18,74	2,14	17,35	0,02	9,17	0,30	0,35
214	34,79	2,37	19,44	2,21	18,14	0,13	8,87	0,21	0,67
215	34,80	2,88	18,72	3,69	16,26	0,03	10,09	0,42	0,19
216	38,44	2,40	18,59	2,34	14,31	—	10,91	0,28	0,46
217	34,62	2,95	19,35	3,48	18,15	0,15	8,36	—	0,21
218	36,44	3,85	17,77	2,60	16,65	0,04	10,37	—	0,27

16. Граниты житомирского типа

219	34,75	2,56	19,49	3,29	16,99	0,06	8,69	0,28	0,53
220	35,95	1,47	17,01	1,67	20,26	0,38	9,11	0,98	0,50
221	35,00	1,96	20,08	2,80	16,37	0,21	9,83	0,14	0,15
222	35,77	2,22	18,97	5,45	18,17	0,29	8,03	0,37	0,19
223	34,92	2,92	19,15	4,78	16,18	0,10	10,03	0,41	0,22
224	35,34	2,33	16,40	4,80	16,93	0,92	5,95	0,26	0,80
225	34,68	2,70	16,45	4,21	19,40	—	7,45	1,12	0,35
226	33,43	3,45	18,05	6,88	16,61	—	8,73	0,28	0,16
227	35,87	2,47	18,60	5,10	16,81	0,24	7,09	0,98	0,45
228	34,46	2,69	19,43	6,40	17,24	0,16	6,24	0,49	0,08
229	33,16	1,42	20,31	8,47	18,36	0,62	4,72	—	0,50
230	33,92	3,04	19,37	3,96	18,54	0,10	8,57	0,04	0,16

Продолжение таблицы 1

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
гранодиориты и диориты								
8,12	0,14	0,12	0,42	—	2,96	0,12	99,54	3,003
8,20	0,14	—	0,20	—	3,96	0,20	99,80	3,074
7,44	—	—	0,45	2,56	—	—	100,16	—
8,78	—	—	0,32	0,83	—	0,38	98,78	—
8,97	—	—	0,23	3,46	—	0,20	99,90	3,107
8,91	0,28	0,07	0,20	—	3,44	0,09	100,08	3,065
9,42	0,14	0,07	0,14	—	2,74	0,14	100,22	2,991
8,75	0,08	0,21	0,05	—	2,73	1,25	100,31	—
8,22	0,69	0,28	0,07	—	3,13	0,85	99,96	—
7,76	0,03	—	0,05	—	2,63	—	99,77	3,075
6,74	—	—	0,07	—	2,74	0,38	100,26	—
8,41	0,15	—	0,23	3,23	—	0,12	99,94	—
9,05	0,14	0,16	0,36	3,05	—	0,05	99,74	—
9,09	0,14	0,14	0,14	3,03	—	0,06	99,77	—
9,32	—	—	0,44	3,65	—	0,24	100,09	—
8,24	0,02	0,12	0,12	—	3,05	—	99,64 **	3,334
8,90	—	—	0,01	—	3,59	—	99,93	2,900
7,18	0,02	0,07	0,26	—	3,49	—	99,60	3,139
8,07	0,06	—	0,43	—	4,14	—	100,15	3,092
чешские граниты								
8,80	0,06	—	0,06	—	2,32	0,13	99,95	3,030
7,20	0,03	—	0,48	—	3,51	0,15	99,84	3,114
8,90	0,03	—	0,08	—	3,52	—	99,56	3,080
9,82	0,12	—	0,11	—	3,22	0,97	100,82 **	3,091
9,02	—	—	0,05	—	3,21	0,30	100,46	3,125
9,80	0,05	—	—	—	3,52	0,40	100,55 **	3,035
9,45	0,05	0,11	0,44	—	2,86	0,33	100,453	—
9,45	0,05	0,13	0,32	—	3,40	0,33	100,39	—
9,64	0,50	0,05	0,24	—	2,49	—	99,52	—
6,91	—	—	0,36	2,92	—	—	99,56	—
8,85	—	—	0,39	—	3,10	—	99,95	3,04
9,42	0,04	—	0,09	—	3,59	0,12	100,09	—
9,36	—	—	0,22	—	3,38	0,10	100,14	—
8,36	—	—	0,38	3,19	—	0,40	100,06	—
8,97	—	—	0,28	2,26	—	0,35	99,13	—
9,32	—	—	0,20	0,66	—	0,65	98,82	—
северо-западной части щита								
9,33	0,05	—	0,05	—	3,84	—	99,91	3,091
8,16	0,27	—	0,10	4,13	—	0,40	100,39	3,077
9,00	0,05	—	0,19	3,98	—	0,23	99,99	3,082
8,62	—	—	0,26	0,70	—	1,42	100,46	—
6,45	—	—	0,50	3,92	—	0,38	99,96	3,113
8,27	0,22	—	1,56	5,35	—	0,40	99,66 **	—
8,25	—	—	0,38	4,04	—	1,15	100,18	—
7,98	—	—	0,22	—	4,04	—	99,83	3,110
6,66	0,03	—	0,15	—	5,09	0,34	99,88	3,020
8,16	0,04	—	0,16	—	4,48	—	100,03	3,082
5,90	—	—	0,29	4,58	—	1,37	99,70	—
7,80	—	—	0,34	2,67	—	0,30	98,81	—

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
-----------------------	------------------	------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-------------------

17. Граниты житомирского типа

231	36,13	2,61	16,10	4,85	17,57	0,15	8,95	0,28	0,63
232	36,02	1,75	19,86	4,90	13,21	0,31	10,31	0,21	0,25
233	35,15	1,96	19,63	4,90	16,09	0,28	7,51	0,42	0,34

18. Антоновские

234	33,76	2,49	16,63	5,38	21,96	0,21	6,23	0,79	0,27
235	35,70	2,15	23,75	1,78	20,61	0,39	4,57	0,20	0,56

19. Мокромосковские

236	33,47	3,03	15,79	5,29	22,05	0,32	6,48	0,76	0,23
237	33,40	1,02	16,83	5,80	24,57	0,23	5,40	1,27	0,20
238 *	28,96	5,70	15,34	6,71	24,65	0,72	5,88	1,64	0,29
239 *	30,84	2,03	16,83	5,99	24,13	0,38	6,14	1,05	0,41

20. Граниты салтычанского

240	33,83	2,94	15,14	5,53	18,07	0,23	8,13	0,56	0,77
241	34,75	1,93	15,71	5,29	19,93	0,27	8,02	0,42	0,57
242	34,36	1,79	16,24	6,05	19,79	0,23	7,01	0,70	0,39
243	34,80	1,74	17,13	7,17	14,55	0,34	9,56	0,56	0,57
244	35,50	3,88	15,74	3,82	15,51	0,22	11,78	0,75	0,23
245	35,75	2,49	18,19	4,01	18,29	0,11	7,52	0,27	0,30
246	36,24	1,27	19,55	9,84	11,78	0,31	8,83	0,56	0,50

21. Граниты кировоградского типа

247	32,86	2,40	19,29	1,53	23,92	0,14	6,03	0,14	0,49
248	35,08	2,64	16,09	5,38	20,37	0,12	7,35	0,09	0,22
249	34,28	1,96	19,14	3,75	19,39	0,12	8,07	0,28	0,89
250	35,24	1,92	17,43	4,90	17,52	0,34	8,97	0,42	1,19
251	33,51	1,88	18,09	4,46	22,44	0,22	5,15	0,10	1,02
252	32,71	2,26	16,00	4,31	26,88	0,10	4,16	0,35	0,08
253	32,63	1,57	16,82	7,11	23,65	0,21	3,52	0,21	0,08
254	34,09	3,23	16,18	1,88	20,97	0,29	9,70	1,20	0,32
255	34,47	3,25	15,49	2,69	21,31	0,11	8,88	0,42	0,62
256	34,01	3,24	19,28	1,59	21,73	0,09	6,50	0,09	0,54
257	34,35	2,58	19,29	2,81	21,55	0,12	6,48	0,28	0,10
258	35,34	1,82	19,64	3,20	19,13	0,05	6,86	0,29	1,22
259	34,06	3,31	13,40	5,97	20,01	0,40	9,20	1,12	0,25
260	34,55	2,95	16,00	2,04	25,14	0,10	5,44	0,46	0,30
261	34,45	3,23	18,03	1,07	19,54	0,10	10,40	0,42	0,34
262	36,77	1,83	16,29	3,59	16,56	0,59	10,20	0,85	0,83
263	36,08	1,27	17,94	4,19	19,98	0,09	6,46	0,53	0,60
264 *	45,79	0,73	23,24	7,16	1,29	0,10	9,09	1,26	0,07

22. Бобринецкие

265	35,37	2,01	18,29	4,84	17,74	—	7,85	0,42	0,32
266	35,08	2,48	18,07	7,12	16,76	0,11	7,13	0,42	0,30
267	33,98	1,89	18,37	5,14	20,32	0,11	6,28	0,42	0,53
268	33,86	3,43	17,43	4,43	17,17	0,18	9,72	0,03	0,18

$K_2O$	$P_2O_5$	$SO_2$	$H_2O^-$	$H_2O^+$	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес, г/см <sup>3</sup>
Ингуло-Ингулецкого водораздела								
9,05	0,04	—	0,01	—	3,48	0,24	100,09	—
9,06	0,03	—	0,22	—	4,13	0,28	100,54	3,017
9,02	—	—	0,17	—	4,47	0,40	100,34	3,054
граниты								
8,10	—	0,06	0,18	3,91	—	0,08	100,05	3,156
8,92	0,05	—	0,60	1,08	—	—	100,36	—
граниты								
8,54	—	—	0,08	4,11	—	—	100,21	3,109
6,47	0,12	—	0,13	4,51	—	0,20	100,20	3,020
5,02	—	—	0,21	4,76	—	0,34	100,22	—
5,47	0,12	—	0,56	5,99	—	0,23	100,27	—
типа Приазовья								
8,68	—	—	0,88	4,89	—	0,33	99,98	3,179
9,05	—	—	0,57	—	3,81	0,24	100,56	—
8,98	—	—	0,71	3,84	—	0,36	100,45	—
9,03	—	—	0,47	3,91	—	0,36	100,19	—
8,82	0,20	—	0,20	—	3,49	0,50	100,64	3,030
9,74	0,09	—	0,28	—	3,03	0,60	100,67	3,130
8,14	0,04	—	0,11	—	2,58	0,50	100,25	3,089
Ингуло-Ингулецкого водораздела								
8,85	0,05	—	0,19	—	3,68	0,20	99,77	3,124
8,57	—	—	0,19	1,48	—	3,05	100,63	—
7,60	—	—	0,44	4,30	—	0,19	100,41	—
8,22	0,25	—	0,52	3,43	—	0,21	100,56	3,120
8,46	0,11	—	0,10	—	4,26	0,64	100,44	3,213
8,54	0,20	—	0,25	—	3,70	1,24	100,78	3,173
9,17	0,10	—	0,26	—	4,11	1,06	100,50	3,165
7,56	—	—	0,07	—	4,67	0,14	100,30	—
9,02	0,07	—	0,06	—	3,49	0,36	100,24	—
9,12	0,05	—	0,16	—	3,35	0,14	99,89	3,119
8,16	—	—	0,01	—	4,52	0,40	100,65	—
8,42	0,04	0,14	0,28	3,27	—	—	99,70	—
8,33	—	—	0,41	2,25	—	1,13	99,84	—
9,15	—	—	0,11	—	3,81	0,44	100,49	3,087
7,76	—	—	0,05	—	4,18	0,20	99,77	3,065
8,94	0,13	—	0,05	—	3,33	0,36	100,32	—
8,56	—	—	0,57	3,75	—	0,20	100,40**	—
4,99	—	—	5,58	1,25	—	—	100,55	—
граниты								
9,22	—	—	0,36	3,59	—	0,40	100,41	—
8,94	—	—	0,08	—	3,25	—	99,74	3,077
8,43	—	—	0,30	3,93	—	1,06	100,76	—
8,76	—	—	0,33	1,16	—	1,35	98,03	—

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
-----------------------	------------------	------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-------------------

23. Долинские

269	34,30	3,90	16,03	5,61	20,01	0,28	7,89	0,68	0,32
270	34,39	3,63	14,28	6,56	19,62	0,33	8,07	0,42	0,34
271	34,84	3,62	14,28	6,15	20,62	0,27	7,23	0,80	0,25

24. Уманские

272	36,46	2,60	16,52	6,73	15,51	0,24	7,46	0,21	0,35
273	35,50	3,97	16,49	7,19	15,23	0,23	6,15	2,24	0,33
274	35,18	4,58	16,36	6,00	14,51	0,30	9,23	2,52	0,50
275	36,07	2,12	15,98	9,53	12,75	0,30	10,14	0,70	0,20
276	35,74	2,21	20,61	6,50	15,25	0,21	5,23	0,10	0,68
277	36,30	4,08	15,97	4,97	16,16	0,30	8,50	1,26	0,58
278	36,08	2,56	17,41	7,21	15,37	0,31	9,50	0,50	0,22
279	36,50	2,31	15,59	5,77	16,37	0,41	9,88	0,14	0,28
280	36,27	2,21	15,81	5,30	16,08	0,42	9,95	0,28	0,26
281	36,63	2,03	16,56	4,55	16,94	0,37	9,14	0,28	0,66
282	36,58	2,15	16,57	5,26	14,65	0,35	10,08	0,56	0,34
283	37,81	2,17	15,46	4,39	17,78	0,40	7,66	0,32	0,58
284	35,76	2,58	14,94	5,16	14,93	0,41	12,49	0,41	0,31
285	35,95	2,99	16,43	5,23	18,66	0,26	7,98	0,42	0,55
286	35,88	3,51	14,44	12,31	14,79	0,46	6,44	1,04	0,69
287	34,47	2,18	16,03	7,39	19,05	0,37	6,70	0,28	0,39
288	34,87	1,73	16,93	7,68	17,69	0,37	6,99	0,42	0,22
289	35,86	2,73	15,56	5,59	18,04	0,32	8,58	0,34	0,41
290	36,79	1,92	16,58	6,87	14,07	0,28	10,57	0,56	0,74
291	36,10	1,79	17,56	8,46	11,90	0,32	10,39	0,56	0,42
292	36,50	2,17	15,59	6,89	12,96	0,61	11,00	0,55	0,72
293	36,71	2,42	16,13	7,46	16,65	0,27	6,60	0,14	0,36
294	34,80	2,27	15,46	7,03	19,01	0,58	6,83	0,42	0,34
295	35,40	2,26	15,18	10,62	14,64	0,57	7,82	0,27	0,18
296	36,26	2,46	15,96	5,35	14,37	0,45	10,86	1,25	1,19
297	35,94	0,74	16,72	5,84	22,27	0,37	5,27	0,40	0,55
298	36,51	2,58	16,31	4,22	15,04	0,22	11,11	1,68	0,43

25. Богуславские

299	36,82	1,33	15,97	6,29	12,93	0,48	11,71	0,42	0,27
300	36,87	1,77	15,51	3,17	15,98	0,58	12,28	0,48	0,57
301	34,23	2,07	16,23	10,22	13,49	0,43	8,96	0,56	0,37
302	36,92	2,04	17,86	3,68	14,66	0,63	11,38	0,49	0,10
303	34,40	2,37	16,38	5,21	21,75	0,33	6,30	0,41	0,40
304	36,25	2,22	15,50	3,47	17,69	0,46	10,46	1,51	0,40
305	35,60	2,82	15,63	0,19	21,24	0,28	9,97	0,53	0,62
306	33,54	3,38	15,65	5,15	21,45	0,27	7,46	0,35	0,24
307	34,39	3,20	15,17	5,77	20,88	0,25	7,08	0,35	0,42
308	34,55	3,53	15,86	4,90	20,95	0,22	6,85	0,29	0,64
309	34,40	3,00	15,70	5,48	19,68	0,12	7,09	1,05	0,98
310	34,15	2,08	17,20	6,06	19,79	0,23	6,94	0,35	0,53
311	35,04	2,58	18,06	7,36	16,85	0,32	7,44	0,30	0,20
312	32,62	3,09	17,20	8,73	17,82	0,14	6,32	1,12	0,15
313	34,39	3,85	15,37	4,49	19,87	0,27	7,87	0,21	0,78

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
граниты								
6,96	—	—	0,46	3,61	—	0,28	100,33	—
8,76	—	—	0,16	3,49	—	0,38	100,43	3,140
8,57	—	—	0,20	0,99	—	0,87	98,69	—
граниты								
7,76	0,08	0,22	1,07	—	3,84	2,10	101,15	—
8,53	—	—	0,36	3,59	—	0,39	100,20	—
6,42	—	—	0,48	3,67	—	0,34	100,09	—
9,03	—	—	0,09	—	2,96	—	99,87	3,079
8,64	0,11	—	0,36	3,87	—	0,20	99,71	—
8,03	—	—	0,48	3,42	—	0,36	100,41	—
6,95	—	—	0,37	2,97	—	0,64	100,09	—
8,44	0,07	0,29	0,20	—	3,26	1,27	100,78	—
8,28	—	—	0,53	—	3,38	0,93	99,70	—
8,57	—	—	0,59	—	3,38	0,85	100,55	—
8,24	—	—	0,72	—	3,04	1,13	99,67	—
9,04	0,17	0,03	0,36	—	3,78	0,31	100,26	3,025
9,24	—	—	0,30	—	3,40	0,79	100,72	2,997
7,27	—	—	—	—	3,53	0,85	100,12	—
5,85	—	—	0,48	3,50	—	1,40	100,79	—
9,32	—	—	0,12	—	3,55	0,45	100,30	3,107
9,03	—	—	0,15	—	3,45	0,55	100,08	3,105
8,96	0,14	0,06	0,10	—	3,13	0,30	100,12	3,126
8,42	—	—	—	—	2,94	0,40	100,14	—
7,60	—	—	—	—	4,17	—	99,27	—
9,12	0,29	0,07	0,26	—	3,35	0,22	100,30	3,053
7,64	—	—	0,92	—	3,60	0,83	99,73	—
8,49	0,23	0,09	0,27	—	3,99	0,52	100,33	3,130
7,84	—	—	0,38	—	4,23	0,80	100,19	3,114
6,93	—	—	0,58	0,59	—	0,04	96,29	3,061
7,33	—	—	0,86	3,66	—	—	99,95**	3,26
8,25	—	—	0,10	—	3,14	0,25	99,84	3,051
и росинские граниты								
8,26	—	—	0,77	—	4,21	0,18	99,64	3,007
9,47	0,17	0,04	0,15	—	2,98	0,23	100,25	3,023
7,48	—	—	1,33	—	4,14	0,16	99,67	3,072
8,66	—	—	0,04	—	3,83	0,10	100,39	—
8,43	—	—	0,25	3,53	—	0,60	100,36	3,132
8,09	—	—	0,20	3,16	—	0,50	99,91	3,086
9,01	0,28	0,06	0,15	—	3,64	0,27	100,29	3,091
7,83	0,16	0,06	0,20	—	4,35	0,20	100,29	3,120
8,82	0,16	0,07	—	—	3,39	0,13	100,08	3,164
8,48	0,14	0,07	0,17	—	3,38	0,12	100,15	3,151
8,92	—	—	0,15	3,52	—	0,34	100,47**	—
8,91	—	—	0,40	3,56	—	0,28	100,48	—
8,57	—	—	0,27	1,46	—	0,70	99,15	—
6,48	—	—	0,58	5,90	—	0,25	100,40	—
8,75	0,05	—	0,17	3,78	—	0,60	100,45	—

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
26. Кировоградские граниты									
314	30,95	2,48	14,93	6,26	27,71	0,21	3,26	0,69	1,03
315	34,40	2,33	14,70	7,26	13,92	0,72	11,54	0,96	1,34
316	35,82	2,37	15,83	5,21	14,93	0,82	11,42	0,81	0,36
317	33,47	2,09	19,17	2,96	20,30	0,14	8,29	0,68	0,74
318	34,24	2,86	18,31	3,54	19,24	0,20	8,12	0,54	0,55
319	35,30	1,50	19,53	5,15	21,30	0,27	5,95	1,09	0,81
320 *	30,86	1,87	17,71	7,03	21,17	0,38	7,60	0,96	0,35
27. Коростышевские									
321	34,93	2,67	18,05	8,87	18,82	0,35	4,42	0,17	0,22
322	34,30	3,05	18,09	4,84	18,56	0,36	7,83	1,37	0,37
323	34,12	3,19	16,71	6,33	17,09	0,30	7,82	1,25	0,28
324	33,95	2,76	16,54	5,62	18,48	0,39	8,25	0,70	0,33
325	35,01	3,11	16,75	3,22	20,46	0,31	7,27	0,46	0,32
326	33,50	2,41	18,76	4,09	20,40	0,22	5,54	0,28	0,08
28. Кировоградские гра									
327	37,10	1,99	14,69	5,79	17,24	0,14	7,83	3,01	1,22
328	34,74	1,94	14,56	6,82	18,12	0,29	9,39	0,42	0,28
329	36,01	1,99	17,55	6,01	12,32	0,28	12,06	0,56	0,24
29. Токовские									
330	37,74	2,09	14,17	6,67	13,05	0,30	11,76	1,58	1,01
331	36,36	2,19	13,12	10,60	11,06	0,30	13,03	0,21	0,14
30. Анатолийские									
332	33,66	2,79	15,60	8,60	15,35	0,21	8,96	0,56	0,93
333	33,95	3,08	16,64	8,25	16,71	0,20	6,24	0,42	0,45
334	33,46	2,89	15,40	7,90	16,71	0,18	7,98	0,28	1,21
31. Граниты Верблюжского									
335	33,98	1,81	15,75	5,77	21,60	0,46	7,38	0,82	0,65
336	33,64	2,58	14,27	7,86	19,89	0,59	7,37	0,70	0,36
337	34,72	3,39	13,62	7,69	19,85	0,52	7,40	0,41	0,60
338	35,09	3,55	16,76	4,44	16,30	0,06	9,19	0,28	0,41
339	33,83	3,03	17,77	4,79	20,14	0,07	6,59	0,80	0,32
340	33,95	2,44	22,02	7,00	15,25	0,20	5,23	0,13	0,47
341	34,17	3,52	15,08	9,14	20,14	0,35	4,07	0,27	0,60
342 *	36,74	2,13	17,81	5,50	18,41	0,27	4,90	2,91	0,67
343	35,26	3,54	14,00	5,38	20,10	0,30	8,85	0,84	0,30
32. Граниты Новоукра									
344	35,11	2,14	17,30	3,32	24,59	0,03	5,45	0,25	1,06
345	33,52	3,20	16,51	4,23	23,09	0,06	6,37	0,56	0,51
346	34,01	3,10	15,57	4,42	22,56	0,05	7,02	0,42	0,46
347	34,96	3,77	16,60	3,54	18,04	0,04	9,01	0,42	0,47
348	34,51	4,11	15,61	2,29	21,84	0,07	7,38	0,32	0,23
349	34,69	2,58	16,87	5,77	17,62	0,28	8,10	0,70	0,45
350	34,54	4,11	14,59	3,43	22,27	0,03	8,05	0,56	0,50
351	33,20	3,44	16,65	5,23	23,34	0,18	5,60	0,49	0,25

Продолжение таблицы I

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
северо-западной части щита								
7,64	—	—	0,50	4,44	—	0,51	100,61	—
7,11	—	—	0,70	3,85	—	1,44	100,27	—
7,73	0,14	—	0,39	—	3,55	0,92	100,30	3,071
7,84	—	—	0,42	4,13	—	0,39	100,62	—
7,12	0,05	—	0,49	—	4,30	0,34	99,90	3,253
6,13	—	—	0,42	2,38	—	—	99,83	—
5,58	—	—	0,52	5,41	—	0,66	100,10	—
граниты								
8,97	—	—	0,18	1,21	—	1,08	99,94	—
6,94	—	—	0,26	3,46	—	0,34	99,77	—
7,52	—	—	0,66	4,12	—	0,82	100,21	—
8,64	—	—	0,12	—	3,92	0,40	100,10	3,093
8,20	0,11	—	0,24	—	4,29	—	99,75	3,121
10,21	—	—	0,46	3,88	—	—	99,83	—
ниты Приднепровья								
6,61	0,11	—	0,58	3,49	—	0,05	99,85	—
9,23	—	—	0,17	—	3,83	0,28	100,07	3,090
9,45	—	—	0,14	—	3,13	—	99,74	3,067
граниты								
6,47	0,02	—	0,55	3,80	—	—	99,21	3,042
9,06	0,05	0,01	0,34	2,74	—	2,09	101,30	—
граниты								
6,52	—	—	0,86	5,29	—	0,50	99,83	3,149
7,14	—	—	0,70	5,65	—	0,31	99,74	3,212
8,33	—	—	0,95	4,72	—	0,39	100,40	3,139
и Боквянского массивов								
7,86	—	—	0,40	3,02	—	1,10	100,60	3,200
7,94	—	—	0,46	3,95	—	1,00	100,61	—
7,52	0,23	—	0,38	—	3,22	0,53	100,08	3,195
8,36	0,09	—	0,66	—	4,19	0,41	99,79	3,108
8,04	0,06	—	0,44	—	3,81	0,05	99,74	3,157
7,40	0,07	—	0,60	—	5,46	0,13	100,35	3,081
7,21	0,21	—	1,02	—	4,21	0,50	100,49	3,196
6,80	0,06	—	0,62	—	3,08	0,37	100,27	3,190
8,40	0,17	—	0,33	2,83	—	0,17	100,47	3,130
инского массива								
7,47	0,05	0,09	0,18	3,24	—	—	100,28	—
8,43	—	—	0,30	3,35	—	0,40	100,53	3,170
8,35	—	—	0,33	3,76	—	0,40	100,45	—
9,06	—	—	0,71	3,46	—	0,36	100,44	—
9,03	—	—	0,09	—	4,44	0,60	100,52	—
8,88	—	—	0,10	—	3,45	0,30	99,79	3,106
8,68	—	—	0,10	—	3,30	0,30	100,46	3,122
7,54	0,08	—	0,08	—	3,88	0,40	100,36	3,242

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
33. Монциты Ново									
352 *	34,44	4,12	10,57	3,97	27,95	0,34	2,10	6,16	2,65
353	36,14	3,66	14,41	1,23	22,70	0,06	7,72	0,35	0,10
34. Граниты Возне									
354	34,21	3,52	17,55	4,53	18,05	0,06	8,89	0,42	0,51
355	34,25	2,48	16,62	5,48	18,48	0,08	9,00	0,35	0,49
356	34,08	2,30	18,25	5,05	17,55	0,05	9,09	0,28	0,29
357	34,80	2,48	17,35	3,84	16,30	0,08	10,87	0,56	0,45
358	34,23	3,17	17,61	5,98	15,93	0,03	9,57	0,21	0,05
359	36,00	4,52	14,19	5,80	17,85	0,06	8,82	0,10	0,23
360	34,42	3,08	20,01	4,76	15,28	0,06	8,66	0,28	0,48
361	37,39	2,47	17,27	3,39	15,29	0,15	10,64	0,56	0,80
35. Клесовиты запад									
362	38,25	1,48	21,39	4,30	14,10	0,59	5,66	1,52	0,61
363	38,27	1,77	17,09	5,35	15,51	0,40	8,25	1,26	0,71
36. Граниты осниц									
364	37,21	1,37	17,48	4,77	13,80	0,43	11,93	1,16	0,42
365	37,27	2,22	14,15	2,66	18,44	1,03	7,66	0,79	1,00
366*	35,02	1,60	21,56	2,20	17,45	0,24	9,15	1,90	3,00
367	35,77	1,77	17,84	2,86	18,81	0,28	9,74	0,28	0,68
368	36,30	1,49	15,76	7,19	12,77	0,85	12,00	0,28	0,49
369	34,86	1,17	16,87	4,98	23,12	0,31	5,05	0,56	0,43
370	36,58	1,42	16,12	5,00	17,37	0,45	10,49	0,42	0,53
37. Рапакиви Коростен									
371	34,18	2,52	13,37	5,55	27,48	0,26	2,61	0,94	0,11
372	34,52	3,42	11,06	7,14	27,37	0,31	2,68	1,10	0,06
373	33,23	3,31	14,80	6,05	25,59	0,23	2,68	0,70	0,08
374 *	36,25	2,73	12,25	4,56	26,53	0,29	2,86	3,41	0,60
38. Биотитовые граниты									
375 *	36,00	3,07	13,40	6,04	25,75	0,36	2,03	1,54	0,85
376 *	28,94	4,10	18,40	2,57	24,72	0,40	5,36	2,21	0,27
377	35,90	1,88	18,34	1,81	25,56	0,21	0,18	1,82	1,40
378 *	33,22	3,38	15,97	6,61	25,03	0,21	2,68	1,82	0,11
379 *	39,39	0,88	29,01	12,15	2,01	—	0,80	0,56	0,30
380 *	27,82	1,32	16,87	13,07	25,86	0,53	0,83	0,98	0,91
381 *	43,28	0,08	18,99	2,02	11,77	0,21	0,44	0,33	6,88
382 *	43,90	—	35,74	12,66	0,16	0,20	0,68	0,46	1,55
383 *	45,64	—	35,44	1,81	0,86	—	0,50	—	2,79
384 *	40,70	0,78	21,41	0,93	16,94	0,40	0,96	0,27	3,74
385 *	39,34	0,85	16,44	21,46	0,10	0,25	0,68	0,91	5,86
386 *	40,36	0,97	22,28	3,28	15,52	0,14	0,42	0,50	1,16
387 *	40,99	0,56	21,89	1,60	15,23	0,14	0,51	0,42	3,29
388 *	41,08	0,49	22,56	2,15	15,09	0,35	0,25	0,35	1,25
389	31,89	2,99	16,68	5,96	19,76	0,18	6,44	1,68	0,25
390	32,53	0,88	17,90	4,45	30,93	0,49	0,13	0,20	0,10
391	36,91	0,55	18,20	5,18	21,97	0,29	0,20	0,23	0,28

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
украинского массива								
3,99	—	—	0,22	2,90	—	0,56	100,03 **	—
8,34	—	—	0,20	—	5,07	0,60	100,58	—
сенского массива								
9,02	—	—	0,07	—	3,03	0,45	100,31	3,110
8,90	—	—	0,38	3,74	—	0,12	100,37	3,100
8,48	—	—	0,16	4,08	—	0,35	100,01	3,100
9,20	—	—	0,84	3,65	—	0,32	100,74	—
8,45	—	0,03	0,30	3,45	—	1,29	100,30	—
9,14	—	—	0,31	0,56	—	1,30	99,88	—
9,42	—	—	0,08	—	3,24	—	99,77	3,110
8,42	0,04	—	0,11	—	3,37	0,25	100,15	—
ной Вольни								
7,57	0,17	—	0,46	—	3,65	0,14	99,89	2,987
7,30	0,14	0,12	0,25	—	3,51	0,18	100,11	3,043
кого комплекса								
8,80	—	—	0,25	1,76	—	0,15	99,53	—
8,23	0,28	—	0,47	4,60	—	1,54	100,38 **	—
5,40	—	—	0,30	2,38	—	0,46	100,66	—
8,44	0,14	0,11	0,41	—	3,37	0,06	100,56	3,015
8,32	0,14	0,06	0,45	—	3,48	0,46	100,04	3,010
8,30	0,17	0,06	0,24	—	3,83	0,12	100,07	3,105
8,26	0,17	0,10	0,23	—	3,30	0,12	100,56	3,046
ского массива								
7,59	—	—	0,58	4,50	—	0,75	100,57 **	—
7,81	—	—	0,59	3,57	—	0,50	100,24 **	—
7,36	—	—	1,19	4,46	—	0,60	100,55 **	—
5,23	0,22	—	0,56	—	3,87	0,70	100,09	—
Коростенского массива								
5,72	—	—	0,32	4,57	—	0,32	99,97	—
6,70	—	—	0,56	4,67	—	0,80	99,62 **	—
7,85	—	—	0,32	4,38	—	1,15	100,80	—
4,47	—	—	0,99	5,62	—	0,75	101,07 **	—
1,83	—	—	0,54	13,14	—	—	100,61	—
2,87	—	—	0,46	8,18	—	0,06	99,76	—
9,78	—	—	0,69	5,66	—	—	100,13	—
3,68	—	—	0,03	1,48	—	—	100,54	—
6,76	—	—	0,65	4,74	—	—	100,09 **	—
8,99	—	—	0,07	4,04	—	—	99,23	—
12,98	—	—	—	0,80	—	—	99,67	—
9,63	—	—	0,12	4,05	—	1,50	101,01 **	—
9,33	—	—	0,40	1,28	—	2,40	100,81 **	—
10,37	—	—	0,40	4,07	—	—	100,42 **	—
8,34	—	—	—	4,62	—	0,50	99,36 **	—
7,19	—	—	—	—	3,57	1,21	100,35 **	—
8,22	—	—	—	4,51	—	3,15	101,17 **	—

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
392 *	36,03	1,20	19,02	9,65	13,90	1,02	6,01	0,82	—
393	35,21	—	19,57	6,42	10,56	0,77	8,94	0,85	—
394	35,55	1,46	15,62	7,44	24,86	0,32	1,26	0,85	0,08

39. Рапакиви Корсунь-Ново

395	31,04	1,77	15,96	12,88	20,59	0,28	2,82	0,42	0,88
396	33,80	3,56	13,29	3,36	29,72	0,28	1,52	1,46	0,90
397 *	31,17	1,82	14,49	15,01	20,11	0,30	2,66	0,42	1,10
398	34,09	2,29	16,66	4,79	21,17	0,22	7,00	0,28	0,50
399 *	30,33	2,10	16,64	8,67	24,17	0,39	4,39	0,55	1,17
400 *	34,61	2,19	12,38	4,97	30,24	0,14	2,07	1,59	0,84
401	33,94	4,03	11,89	2,73	31,82	0,14	1,75	1,53	1,18
402	39,97	3,75	12,21	2,99	17,86	0,07	10,88	0,90	0,90
403	34,25	0,71	13,76	5,03	31,01	0,34	3,48	—	0,19

40. Биотитовые граниты Корсунь-

404 *	30,00	2,27	19,82	5,59	24,34	0,15	4,97	0,14	1,06
405	32,22	3,34	18,18	3,40	24,48	0,11	4,28	0,41	1,24

\* Анализы отбракованы.

\*\* В отдельных образцах в сумму входят следующие окислы: 5. Li<sub>2</sub>O — 0,03%; 208. Li<sub>2</sub>O — 0,08%; 213. Li<sub>2</sub>O (вместе с Na<sub>2</sub>O) — 0,35%; 224. Li<sub>2</sub>O — 0,13%; 263. Li<sub>2</sub>O — 0,04%; 371. Li<sub>2</sub>O — 0,13%; 372. Li<sub>2</sub>O — 0,11%; 373. Li<sub>2</sub>O — 0,27%; 376. Li<sub>2</sub>O — 388. Li<sub>2</sub>O — 2,01%; 389. Li<sub>2</sub>O — 0,07%; 390. Li<sub>2</sub>O — 0,77%; 391. Li<sub>2</sub>O — 1,48%;

## Продолжение таблицы 1

K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Уд. вес. г/см <sup>3</sup>
5,70	—	—	1,99	4,80	—	—	100,14	3,020
9,05	—	—	2,00	5,15	—	—	98,52	2,997
6,42	—	—	1,14	4,36	—	1,05	100,70**	—

## миргородского массива

6,06	—	—	1,37	—	6,13	0,18	100,38	3,213
6,96	—	—	0,24	5,00	—	—	100,09	—
4,85	—	—	1,51	—	6,92	0,16	100,52	3,218
8,74	—	—	0,28	—	3,91	0,30	100,23	3,138
4,24	0,06	—	0,78	—	6,93	0,20	100,62	3,227
5,49	—	—	0,49	—	5,08	0,15	100,24	3,196
7,15	—	—	0,18	—	3,50	0,20	100,04	3,331
6,66	—	—	0,23	—	3,29	0,18	99,89	3,064
7,36	—	—	0,30	—	3,31	0,59	100,33	3,260

## Новомиргородского массива

5,05	—	—	0,39	—	6,37	0,15	100,30	3,101
7,64	—	—	0,28	—	4,62	0,18	100,38	3,150

116. CO<sub>2</sub> — 0,30%; 117. CO<sub>2</sub> — 0,36%; 199. BaO — 0,48%; 206. Li<sub>2</sub>O — 0,08%;  
— 0,18%; 297. Li<sub>2</sub>O — 0,05%; 309. Li<sub>2</sub>O — 0,04%; 352. Li<sub>2</sub>O — 0,06%; 365. Li<sub>2</sub>O —  
0,12%; 378. Li<sub>2</sub>O — 0,21%; 383. LiO — 0,90%; 386. Li<sub>2</sub>O — 1,08%; 387. Li<sub>2</sub>O — 2,77%;  
394. Li<sub>2</sub>O — 0,29%.

Коэффициенты кристаллохимических

Номер анализа	K	Na	Ca	$\Sigma x$	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Al <sub>VI</sub>
1. Биотитизированные									
1	0,69	0,04	0,05	0,78	2,05	0,59	0,004	0,24	0,05
2	0,90	0,03	0,01	0,94	2,31	0,48	0,004	0,15	0,05
3	0,90	0,03	0,01	0,94	1,80	0,71	0,01	0,18	0,18
4	0,85	0,08	0,02	0,95	1,36	1,10	0,007	0,21	0,18
5	0,76	0,08	0,07	0,91	0,85	1,75	—	0,27	0,04
6*	0,71	0,08	0,36	1,15	1,98	0,42	0,001	0,12	—
7	0,73	0,12	0,17	1,02	1,41	0,86	0,02	0,25	0,07
8	0,65	0,08	0,02	0,75	2,64	0,39	0,002	0,03	—
9*	0,53	0,07	0,02	0,62	2,98	0,26	0,002	—	—
10	0,66	0,09	0,01	0,76	1,68	0,18	0,002	0,09	0,80
2. Пироксен- и амфиболсодер-									
11	0,81	0,07	0,04	0,92	1,36	0,91	0,003	0,18	0,01
12	0,87	0,08	0,02	0,97	1,55	0,78	0,001	0,07	0,03
13	0,78	0,07	0,07	0,92	1,40	0,91	—	0,34	0,05
14	0,86	0,03	0,07	0,96	1,44	0,94	0,01	0,10	0,27
15	0,78	0,10	0,07	0,95	1,77	0,75	0,015	0,21	0,06
16	0,83	0,09	0,04	0,96	1,48	0,73	0,016	0,21	0,29
17	0,77	0,04	0,20	1,01	1,20	0,97	0,01	0,32	0,05
18	0,76	0,08	0,08	0,92	1,15	1,42	0,003	0,02	0,18
19	0,70	0,13	0,11	0,94	1,20	1,26	0,008	0,15	—
20	0,83	0,05	0,06	0,94	1,26	1,02	0,019	0,23	0,13
21	0,84	0,08	0,07	0,99	1,40	0,89	0,013	0,22	0,11
22	0,88	0,03	0,01	0,92	2,00	0,66	0,013	0,15	0,09
23	0,78	0,12	0,04	0,94	1,74	0,69	0,02	0,17	0,19
24	0,91	0,05	0,01	0,97	1,15	1,24	0,02	0,10	0,30
25	0,72	0,03	0,03	0,78	1,46	0,84	0,02	0,22	0,31
26	0,84	0,07	0,09	1,00	1,72	0,62	0,01	0,31	0,09
27	0,77	—	0,06	0,83	1,64	0,77	0,03	0,16	0,32
3. Основные породы предположительно									
28	0,60	0,18	0,12	0,90	1,56	0,64	0,01	0,51	0,04
29	0,76	0,08	0,10	0,94	1,39	1,02	0,03	0,13	0,18
30	0,86	0,07	0,01	0,94	1,56	1,01	0,005	0,20	0,05
31	0,87	0,05	0,01	0,93	1,25	0,97	0,009	0,14	0,30
32	0,77	0,09	0,04	0,90	1,38	1,05	0,01	0,13	0,22
33	0,66	0,02	0,05	0,73	0,85	1,61	0,007	0,09	0,38
34	0,82	0,05	0,08	0,95	1,31	1,01	0,01	0,18	0,23
35	0,90	0,06	0,005	0,965	0,92	1,34	0,01	0,18	0,28
4. Амфиболсодержащие									
36	0,64	0,05	0,19	0,88	1,37	0,85	0,02	0,27	0,16
37	0,73	0,09	0,07	0,89	1,14	1,17	0,02	0,26	0,19
38	0,90	0,05	0,05	1,00	1,84	0,67	0,01	0,09	0,19
39	0,91	0,10	0,04	1,05	1,55	0,75	0,01	0,28	0,15
40	0,84	0,07	0,09	1,00	1,35	1,11	0,02	0,19	—
41	0,91	0,03	0,04	0,98	1,15	1,15	0,006	0,21	0,11
42	0,87	0,04	0,05	0,96	1,49	0,77	0,02	0,29	0,13
43	0,83	0,01	0,08	0,92	1,14	1,20	0,006	0,11	0,25
44	0,87	0,03	0,06	0,96	1,02	1,18	0,02	0,23	0,25

## формул биотита

Ti	Σy	Al <sup>IV</sup>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	ΣOH, F	OH <sub>изб</sub>
металультрабазиты								
0,05	2,984	1,21	2,79	—	1,49	—	1,49	—
0,02	3,014	1,26	2,74	—	1,35	—	1,35	—
0,05	2,93	1,28	2,72	—	1,35	0,01	1,36	—
0,07	2,927	1,33	2,67	—	1,73	0,01	1,74	—
0,03	2,94	1,24	2,76	—	1,95	0,05	2,00	0,07
0,16	2,681	1,23	2,69	0,08	2,00	—	2,00	1,13
0,13	2,74	1,26	2,74	—	1,57	0,04	1,61	—
0,07	3,132	1,19	2,78	0,03	2,00	—	2,00	0,17
0,03	3,332	1,03	2,81	0,06	2,00	—	2,00	1,58
0,01	2,762	1,20	2,80	—	0,59	0,04	0,63	—
жашне метабазиты								
0,30	2,763	1,30	2,70	—	1,50	0,05	1,55	—
0,33	2,811	1,38	2,62	—	1,18	—	1,18	—
0,15	2,85	1,37	2,63	—	2,00	—	2,00	0,25
0,08	2,84	1,20	2,80	—	1,41	0,11	1,52	—
0,08	2,885	1,26	2,74	—	1,86	0,09	1,95	—
0,09	2,816	1,32	2,68	—	1,62	0,18	1,80	—
0,11	2,66	1,20	2,80	—	1,57	—	1,57	—
0,13	2,903	1,28	2,72	—	1,98	0,02	2,00	0,26
0,21	2,828	1,26	2,74	—	1,72	0,04	1,76	—
0,14	2,799	1,23	2,77	—	1,46	0,10	1,56	—
0,15	2,783	1,28	2,72	—	1,77	0,15	1,92	—
0,07	2,983	1,27	2,73	—	1,26	—	1,26	—
0,05	2,860	1,19	2,81	—	1,29	0,04	1,33	—
0,08	2,890	1,33	2,67	—	1,71	0,07	1,78	—
0,06	2,910	1,32	2,68	—	1,79	0,13	1,92	—
0,05	2,80	1,23	2,77	—	1,82	—	1,82	—
—	2,920	1,20	2,80	—	1,86	—	1,86	—
гипабиссального и эффузивного генезиса								
0,07	2,83	1,37	2,63	—	1,94	0,06	2,00	1,37
0,08	2,83	1,22	2,78	—	1,41	0,08	1,49	—
0,12	2,945	1,34	2,66	—	1,67	0,02	1,69	—
0,13	2,799	1,22	2,78	—	1,63	0,01	1,64	—
0,12	2,91	1,36	2,64	—	1,55	—	1,55	—
0,08	3,017	1,41	2,59	—	2,00	—	2,00	0,75
0,10	2,84	1,31	2,69	—	1,98	0,02	2,00	0,10
0,13	2,86	1,40	2,60	—	1,81	0,01	1,82	—
гнейсы и мигматиты								
0,07	2,74	1,10	2,90	—	1,36	—	1,36	—
0,08	2,86	1,25	2,75	—	2,00	—	2,00	0,08
0,07	2,87	1,23	2,77	—	1,50	0,18	1,68	—
0,08	2,82	1,31	2,69	—	1,59	—	1,59	—
0,15	2,82	1,25	2,73	0,02	1,38	0,11	1,49	—
0,14	2,766	1,29	2,71	—	1,63	0,07	1,70	—
0,11	2,81	1,30	2,70	—	1,55	0,03	1,58	—
0,09	2,796	1,18	2,82	—	1,76	0,04	1,80	—
0,09	2,79	1,26	2,74	—	1,90	—	1,90	—

Номер анали- за	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	AlVI
45*	0,64	0,11	0,31	1,06	0,89	1,14	0,02	0,30	0,06
46	0,72	0,06	0,03	0,81	1,27	1,05	0,02	0,21	0,25
47	0,76	0,07	0,17	1,00	0,98	1,24	0,03	0,26	0,17
48	0,76	0,03	0,05	0,84	1,42	1,01	0,01	0,18	0,11
49	0,72	0,03	0,14	0,89	1,01	1,12	0,01	0,13	0,37
50	0,86	0,06	0,07	0,99	1,28	1,09	0,02	0,18	0,14
51	0,86	0,02	0,05	0,93	1,04	1,24	0,03	0,24	0,10
52	0,75	0,04	0,07	0,86	0,94	1,24	0,02	0,22	0,27
53	0,84	0,02	—	0,86	0,85	1,25	0,02	0,41	0,02

### 5. Чарнокиты

54	0,88	0,09	0,03	1,00	1,24	0,91	0,007	0,42	—
55*	0,66	0,23	0,12	1,01	0,98	0,68	0,02	0,27	0,36
56	0,83	0,03	0,02	0,88	1,28	1,05	0,01	0,18	0,12
57	0,77	0,04	0,07	0,88	1,20	1,27	0,01	0,05	0,07
58	0,86	0,04	0,03	0,93	1,76	0,64	0,004	0,18	—
59	0,87	0,03	0,002	0,902	1,20	1,03	0,01	0,30	—
60	0,82	0,04	—	0,86	1,25	0,77	—	0,33	0,16
61	0,78	0,06	0,04	0,88	1,00	1,07	0,01	0,19	0,23
62	0,82	0,05	0,09	0,96	1,20	1,14	0,006	0,21	0,12

### 6. Высокоглиноземистые (силлиманит-

63	0,87	0,04	0,002	0,912	1,60	0,78	0,001	0,12	0,12
64*	0,63	0,32	0,10	1,05	0,93	0,63	0,015	0,18	0,58
65	0,80	0,04	—	0,84	1,72	0,61	0,003	0,10	0,16
66	0,74	0,02	—	0,76	1,24	0,84	—	0,15	0,45
67	0,79	0,01	—	0,80	1,28	0,69	—	0,38	0,16
68	0,76	—	0,01	0,77	1,48	0,56	—	0,27	0,22
69	0,87	0,00	0,01	0,88	1,64	0,57	0,003	0,14	0,29
70	0,83	0,02	0,06	0,91	1,61	0,62	0,001	0,22	0,06
71	0,91	0,01	0,04	0,96	1,51	0,73	—	0,19	0,04
72	0,78	0,04	0,06	0,88	1,25	0,74	—	0,34	0,20
73	0,94	0,05	0,01	1,00	0,96	1,04	0,01	0,35	0,25
74	0,87	0,04	0,04	0,95	1,03	0,80	0,008	0,42	0,35
75	0,79	0,08	0,006	0,876	1,20	1,09	0,001	0,12	0,30
76	0,85	0,06	0,005	0,915	2,06	0,44	0,01	0,17	0,30
77	0,82	0,02	—	0,84	0,88	1,24	0,007	0,24	0,39
78	0,91	0,05	0,02	0,98	1,10	1,06	0,01	0,17	0,41
79	0,90	0,08	0,02	1,00	1,07	1,15	0,01	0,15	0,29
80	0,75	0,03	—	0,78	1,12	0,78	0,004	0,15	0,65
81*	0,55	0,01	0,05	0,61	0,85	0,87	—	0,44	0,40
82	0,61	0,02	0,06	0,69	1,01	0,66	0,02	0,51	0,30
83*	0,56	0,03	0,04	0,63	0,77	0,97	—	0,50	0,47
84*	0,48	0,02	0,08	0,58	1,04	0,90	—	0,54	0,19
85	0,88	0,04	0,03	0,95	1,22	0,97	—	0,12	0,19
86	0,80	0,04	0,04	0,88	1,67	0,60	—	0,19	0,22
87	0,76	0,06	0,05	0,87	1,14	0,59	0,006	0,37	0,51
88*	0,57	0,03	0,08	0,68	1,22	0,70	0,007	0,49	0,12
89	0,88	0,02	—	0,90	1,05	1,07	0,007	0,45	0,04
90	0,86	0,03	—	0,89	0,86	1,10	0,014	0,20	0,52

Ti	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	$\Sigma$ OH, F	OH <sub>изб.</sub>
0,15	2,56	1,16	2,84	—	0,41	0,10	0,51	—
0,06	2,86	1,16	2,84	—	1,87	0,04	1,91	—
0,08	2,76	1,26	2,74	—	1,67	0,03	1,70	—
0,17	2,90	1,33	2,67	—	1,90	0,10	2,00	0,32
0,09	2,73	1,17	2,83	—	1,36	0,04	1,40	—
0,11	2,81	1,25	2,75	—	1,57	0,14	1,71	—
0,17	2,82	1,28	2,72	—	1,83	0,06	1,89	—
0,11	2,80	1,23	2,77	—	1,50	0,03	1,53	—
0,23	2,78	1,37	2,63	—	0,35	0,06	0,41	—

## И ВИННИЦЫ

0,15*	2,727	1,21	2,79	—	0,52	0,36	0,88	—
0,11	2,42	0,84	3,16	—	0,97	—	0,97	—
0,21	2,85	1,38	2,62	—	1,88	0,12	2,00	0,08
0,23	2,83	1,21	2,79	—	1,77	0,11	1,88	—
0,24	2,824	1,21	2,79	0,07	1,44	0,09	1,53	—
0,22	2,76	1,19	2,81	—	0,10	0,35	0,45	—
0,23	2,74	1,27	2,73	—	0,29	0,32	0,61	—
0,23	2,73	1,26	2,74	—	1,17	0,02	1,19	—
0,13	2,806	1,27	2,73	—	1,61	—	1,61	—

## и кордиеритсодержащие) гнейсы

0,24	2,861	1,28	2,72	—	1,77	—	1,77	—
0,07	2,405	0,88	3,12	—	0,85	—	0,85	—
0,23	2,823	1,20	2,80	—	1,80	0,15	1,95	—
0,15	2,83	1,37	2,63	—	1,72	0,15	1,87	—
0,22	2,73	1,30	2,70	—	1,20	0,08	1,28	—
0,21	2,74	1,18	2,82	—	1,57	0,00	1,57	—
0,14	2,783	1,21	2,79	—	1,32	0,18	1,50	—
0,27	2,78	1,38	2,62	—	1,81	0,02	1,83	—
0,30	2,77	1,34	2,66	—	1,33	0,06	1,39	—
0,20	2,73	1,35	2,65	—	1,54	0,01	1,55	—
0,11	2,72	1,31	2,60	—	0,74	0,16	0,90	—
0,10	2,708	1,38	2,62	—	1,47	—	1,47	—
0,18	2,891	1,41	2,59	—	1,64	0,02	1,66	—
0,02	3,00	1,41	2,59	—	1,10	0,04	1,14	—
0,10	2,857	1,43	2,57	—	0,75	—	0,75	—
0,11	2,86	1,37	2,63	—	0,62	0,05	0,67	—
0,13	2,80	1,29	2,71	—	0,45	0,19	0,64	—
0,07	2,774	1,29	2,71	—	2,00	—	2,00	0,16
0,20	2,76	1,41	2,59	—	1,93	0,07	2,00	1,50
0,22	2,72	1,42	2,58	—	1,89	0,11	2,00	1,57
0,09	2,80	1,40	2,60	—	1,92	0,08	2,00	0,21
0,17	2,84	1,41	2,59	—	1,87	0,13	2,00	1,24
0,27	2,77	1,39	2,61	—	1,57	0,05	1,62	—
0,16	2,84	1,37	2,63	—	1,86	0,04	1,90	—
0,10	2,716	1,46	2,54	—	1,14	0,12	1,26	—
0,25	2,787	1,44	2,56	—	1,85	0,15	2,00	1,02
0,19	2,807	1,41	2,59	—	1,66	0,03	1,69	—
0,06	2,754	1,40	2,60	—	1,78	0,07	1,85	—

Номер анализа	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	AlVI
91	0,84	0,03	0,04	0,91	0,98	1,05	0,01	0,11	0,56
92	0,87	0,05	—	0,92	1,09	1,06	0,01	0,15	0,38
93	0,75	0,02	—	0,77	1,39	0,80	—	0,22	0,30
94	0,86	0,01	—	0,87	1,38	0,71	0,003	0,12	0,28
95	0,77	0,02	0,03	0,82	1,40	0,80	—	0,22	0,35
96*	0,64	0,02	0,09	0,75	1,34	0,80	—	0,29	0,26
97	0,79	0,05	0,04	0,88	1,01	1,00	0,008	0,18	0,45

7. Умеренноглиноземистые (гранат-

98	0,85	0,05	0,005	0,905	1,85	0,69	0,001	0,03	—
99	0,78	0,06	0,04	0,88	1,44	0,81	—	0,14	0,37
100*	0,70	0,02	0,08	0,80	1,65	1,01	0,01	0,18	0,13
101	0,81	0,07	0,04	0,92	1,36	0,91	0,003	0,18	0,01
102	0,86	0,07	0,04	0,97	1,06	0,88	0,008	0,25	0,39
103	0,87	0,04	0,03	0,94	0,99	1,06	0,01	0,17	0,48
104*	1,05	0,21	0,06	1,32	1,11	1,11	—	0,12	0,37
105	0,93	0,01	0,01	0,95	1,03	1,38	0,005	0,13	0,14
106	0,82	0,02	0,02	0,86	1,06	0,99	0,02	0,33	0,30
107	0,88	0,04	0,005	0,925	1,03	1,10	0,01	0,17	0,41
108	0,84	0,07	0,05	0,96	0,70	1,48	0,004	0,14	0,38
109	0,76	0,09	0,02	0,87	1,65	0,92	0,008	0,24	0,07
110	0,88	0,05	0,005	0,935	0,91	1,34	0,008	0,19	0,29
111	0,78	0,06	0,03	0,87	1,32	0,92	0,02	0,21	0,32

8. Высокожелезистые

112	0,90	0,04	0,03	0,97	1,74	1,23	0,004	—	—
113	0,57	0,05	0,01	0,63	0,55	2,64	0,001	—	—
114	0,86	0,08	0,03	0,97	1,64	1,38	0,01	—	—
115	0,86	0,07	0,03	0,96	0,44	1,63	0,01	0,21	0,37
116	0,87	0,08	0,04	0,99	1,03	1,19	0,02	0,25	0,23
117	0,78	0,17	0,05	1,00	1,40	0,82	0,03	0,26	0,25

9. Биотито-плагно-

118	0,63	0,03	0,03	0,69	1,55	0,74	0,01	0,27	0,24
119	0,87	0,01	0,02	0,90	0,82	1,33	0,02	0,18	0,21
120	0,60	0,04	0,04	0,68	1,24	1,20	0,01	0,13	0,32
121	0,85	0,02	—	0,87	1,06	1,19	0,009	0,19	0,29
122	0,88	0,08	0,01	0,97	1,16	1,13	0,01	0,17	0,32
123	0,91	0,08	—	0,99	0,90	1,02	0,01	0,23	0,44
124	0,92	0,06	0,009	0,99	0,94	1,13	0,01	0,17	0,40
125	0,87	0,02	0,02	0,91	0,89	1,09	0,006	0,21	0,34
126	0,82	0,11	0,02	0,95	1,15	1,01	0,01	0,17	0,41
127	0,80	0,09	0,07	0,96	0,77	1,11	0,004	0,18	0,52

10. Биотитовые

128	0,79	0,03	0,04	0,86	1,50	0,64	0,01	0,37	0,17
129	0,71	0,05	0,07	0,83	0,72	1,46	0,02	0,42	0,21
130	0,69	0,06	0,03	0,78	1,87	0,53	0,005	0,15	0,21
131	0,88	0,07	0,03	0,98	1,64	0,66	0,01	0,23	0,22
132	0,82	0,04	0,04	0,90	1,24	0,70	—	0,43	0,21
133	0,78	0,02	0,04	0,84	1,28	0,91	0,03	0,09	0,45
134	0,88	—	0,05	0,93	0,99	0,97	—	0,19	0,52

Ti	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб</sub>
0,11	2,82	1,48	2,52	—	0,81	0,01	0,82	—
0,14	2,83	1,42	2,58	—	1,90	0,10	2,00	0,09
0,16	2,87	1,35	2,65	—	1,72	0,28	2,00	0,19
0,26	2,753	1,28	2,72	—	1,86	0,14	2,00	0,25
0,11	2,88	1,39	2,61	—	1,71	0,29	2,00	0,55
0,18	2,87	1,51	2,49	—	1,94	0,06	2,00	0,55
0,15	2,798	1,41	2,59	—	1,59	0,03	1,62	—
и мусковитсодержащие метаморфические) породы								
0,32	2,891	1,24	2,64	0,12	1,44	0,03	1,47	—
0,07	2,83	1,26	2,74	—	1,88	—	1,88	—
0,10	3,08	1,53	2,47	—	1,48	—	1,48	—
0,30	2,763	1,30	2,70	—	1,50	0,05	1,55	—
0,12	2,708	1,30	2,70	—	1,36	—	1,36	—
0,08	2,79	1,39	2,61	—	1,80	0,04	1,84	—
—	2,71	1,31	2,69	—	0,15	—	0,15	—
0,17	2,855	1,31	2,69	—	1,77	0,06	1,83	—
0,11	2,81	1,36	2,64	—	1,10	0,11	1,21	—
0,11	2,83	1,36	2,64	—	0,68	0,09	0,77	—
0,11	2,814	1,36	2,64	—	1,90	—	1,90	—
0,08	2,968	1,28	2,72	—	1,61	—	1,61	—
0,13	2,868	1,40	2,60	—	1,92	0,01	1,93	—
0,10	2,89	1,41	2,59	—	2,00	—	2,00	0,27
метаморфические породы								
0,003	2,977	0,40	3,08	0,51	2,00	—	2,00	0,64
0,003	3,194	0,37	3,06	0,53	2,00	—	2,00	1,18
0,01	3,04	0,04	3,12	0,75	2,00	—	2,00	0,10
0,06	2,72	1,10	2,90	—	2,00	—	2,00	0,21
0,10	2,82	1,35	2,65	—	1,47	—	1,47	—
0,05	2,81	1,27	2,73	—	1,35	—	1,35	—
кварцевые гнейсы								
0,11	2,92	1,30	2,70	—	1,41	0,05	1,46	—
0,20	2,76	1,34	2,66	—	1,86	0,08	1,94	—
0,12	3,02	1,44	2,56	—	1,93	0,07	2,00	1,14
0,13	2,869	1,38	2,62	—	0,60	0,12	0,72	—
0,09	2,88	1,39	2,61	—	1,69	0,04	1,73	—
0,13	2,73	1,35	2,65	—	0,67	0,17	0,84	—
0,13	2,78	1,38	2,62	—	0,47	0,11	0,58	—
0,16	2,696	1,26	2,74	—	1,46	0,02	1,48	—
0,08	2,83	1,38	2,62	—	1,66	0,03	1,69	—
0,08	2,66	1,21	2,79	—	1,36	0,02	1,38	—
гнейсы								
0,13	2,82	1,36	2,64	—	1,76	—	1,76	—
0,07	2,90	1,48	2,52	—	1,93	0,07	2,00	0,80
0,16	2,92	1,33	2,67	—	1,91	0,09	2,00	0,70
0,08	2,84	1,34	2,66	—	2,00	—	2,00	0,05
0,15	2,73	1,36	2,64	—	1,95	0,05	2,00	0,09
0,07	2,83	1,18	2,82	—	1,96	0,04	2,00	0,20
0,08	2,75	1,35	2,65	—	0,93	—	0,93	—

Номер анали- за	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Al <sub>VI</sub>
135	0,82	0,17	0,03	1,02	1,10	1,04	—	0,09	0,48
136	0,84	0,15	0,04	1,03	0,94	0,91	—	0,18	0,58
137	0,82	0,14	0,06	1,02	0,89	0,89	—	0,33	0,42
138	0,82	0,08	0,06	0,96	1,18	0,98	0,005	0,21	0,16
139	0,80	0,05	0,02	0,87	1,16	0,96	0,016	0,27	0,24
140	0,92	0,07	0,01	1,00	1,08	1,03	0,01	0,18	0,43
141	0,83	0,03	0,002	0,862	1,08	1,07	0,01	0,29	0,29
142	0,86	0,08	0,02	0,96	1,31	1,02	0,02	0,21	0,20
143	0,89	0,02	0,03	0,94	0,96	1,19	0,02	0,25	0,28
144	0,80	0,02	0,03	0,85	0,86	1,12	0,004	0,24	0,46
145	0,85	0,01	0,03	0,89	1,08	1,04	0,02	0,42	0,09

### 11. Биотитовые мигматиты

146	0,84	0,02	0,03	0,89	0,78	1,50	0,04	0,15	0,25
147	0,89	0,02	0,03	0,94	0,97	1,23	0,03	0,32	0,13
148	0,89	0,01	0,02	0,92	0,92	1,30	0,01	0,16	0,25
149	0,72	0,16	0,05	0,93	1,22	0,87	0,01	0,39	0,11
150	0,76	0,04	0,04	0,84	1,38	1,00	0,02	0,28	0,14
151	0,75	0,02	0,02	0,79	1,22	0,96	0,03	0,14	0,35
152	0,94	0,03	0,01	0,98	1,00	1,01	0,02	0,29	0,26
153	0,90	0,05	0,02	0,97	0,99	1,14	0,02	0,29	0,27
154	0,81	0,03	0,04	0,88	0,88	1,23	0,003	0,18	0,28

### 12. Амфиболсодержащие

155	0,87	0,10	0,08	1,05	0,93	1,26	0,02	0,24	0,11
156	0,74	0,05	0,09	0,88	1,16	1,30	0,02	0,09	0,11
157	0,70	0,09	0,23	1,02	0,85	1,15	0,009	0,26	0,28
158	0,92	0,03	0,03	0,98	1,35	0,67	0,02	0,49	0,10
159	0,88	0,07	0,04	0,99	1,25	1,02	0,02	0,33	0,03
160*	0,67	0,05	0,22	0,94	0,70	1,10	0,02	0,39	0,31
161	0,76	0,02	0,06	0,84	1,49	0,81	0,008	0,31	0,14
162	0,92	0,04	0,03	0,99	0,87	1,28	0,02	0,34	0,11
163	0,79	0,16	0,08	1,03	0,98	1,02	0,02	0,28	0,31
164	0,84	0,05	0,06	0,95	0,19	1,99	0,02	0,22	0,07
165	0,74	0,11	0,09	0,94	1,17	0,89	0,01	0,33	0,28

### 13. Плаггио

166	0,87	0,13	0,03	1,03	1,22	1,16	0,01	0,16	0,02
167	0,89	0,03	0,02	0,94	0,97	1,15	0,04	0,27	0,21
168	0,81	0,09	0,04	0,94	0,81	1,18	0,01	0,35	0,27
169	0,88	0,05	0,02	0,95	1,09	1,12	0,02	0,21	0,21
170	0,87	0,05	0,03	0,95	1,02	1,07	0,02	0,13	0,35
171	0,89	0,06	0,03	0,98	1,12	1,15	0,02	0,15	0,24
172	0,85	0,02	0,03	0,90	1,08	1,15	0,01	0,35	0,28
173	0,66	0,02	0,03	0,71	1,14	1,29	0,02	0,14	0,27
174	0,85	0,07	0,07	0,99	1,19	1,09	0,01	0,26	0,16
175	0,84	0,06	0,03	0,93	1,05	1,23	0,01	0,21	0,26
176	0,89	0,03	0,02	0,94	0,85	1,27	0,03	0,18	0,32
177	0,90	0,03	0,05	0,98	0,90	1,18	0,03	0,35	0,18
178	0,94	0,07	0,04	1,05	1,18	1,08	0,02	0,39	—
179	0,76	0,07	0,05	0,88	1,08	0,99	0,009	0,34	0,18
180	0,82	0,03	0,10	0,95	0,95	1,06	0,01	0,26	0,35
181*	0,58	0,08	0,30	0,96	0,83	1,41	0,05	0,38	—

Ti	Σy	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	ΣOH, F	OH <sub>изб</sub>
0,09	2,80	1,43	2,57	—	1,30	—	1,30	—
0,08	2,69	1,38	2,62	—	1,17	0,03	1,20	—
0,13	2,66	1,41	2,59	—	1,64	—	1,64	—
0,15	2,685	1,38	2,62	—	1,91	0,09	2,00	0,08
0,16	2,806	1,34	2,66	—	1,87	0,03	1,95	—
0,07	2,800	1,39	2,61	—	0,41	0,09	0,50	—
0,11	2,85	1,39	2,61	—	0,47	0,11	0,58	—
0,11	2,87	1,35	2,65	—	1,60	0,04	1,64	—
0,09	2,79	1,29	2,71	—	1,50	0,04	1,54	—
0,09	2,774	1,28	2,72	—	1,30	0,04	1,34	—
0,12	2,77	1,24	2,76	—	2,00	—	2,00	0,48
<b>и плагиоклигматиты</b>								
0,14	2,86	1,34	2,66	—	1,86	0,14	2,00	0,37
0,13	2,81	1,30	2,70	—	1,88	0,12	2,00	0,03
0,17	2,82	1,35	2,65	—	1,95	0,05	2,00	0,15
0,16	2,76	1,30	2,70	—	1,95	0,05	2,00	0,50
0,11	2,93	1,38	2,62	—	1,42	0,09	1,51	—
0,14	2,84	1,30	2,70	—	1,73	0,09	1,82	—
0,15	2,73	1,30	2,70	—	0,52	0,06	0,58	—
0,12	2,83	1,40	2,60	—	1,95	0,05	2,00	0,11
0,20	2,773	1,36	2,64	—	1,93	0,07	2,00	0,17
<b>граниты</b>								
0,15	2,71	1,26	2,74	—	1,76	0,07	1,83	—
0,18	2,86	1,27	2,73	—	2,00	—	2,00	0,39
0,09	2,639	1,24	2,76	—	1,90	0,10	2,00	0,04
0,12	2,75	1,34	2,66	—	2,00	—	2,00	0,16
0,13	2,78	1,24	2,76	—	1,57	0,06	1,63	—
0,07	2,59	1,16	2,84	—	1,13	0,02	1,15	—
0,13	2,888	1,40	2,60	—	1,64	—	1,64	—
0,14	2,76	1,29	2,71	—	1,88	0,04	1,92	—
0,09	2,70	1,24	2,76	—	1,92	—	1,92	—
0,21	2,70	1,13	2,87	—	2,00	—	2,00	0,04
0,08	2,76	1,31	2,69	—	2,00	—	2,00	—
<b>граниты</b>								
0,24	2,81	1,30	2,70	—	1,51	0,03	1,54	—
0,16	2,80	1,30	2,70	—	1,96	0,04	2,00	0,01
0,14	2,76	1,43	2,57	—	1,90	0,10	2,00	0,41
0,14	2,79	1,25	2,75	—	1,86	0,04	1,90	—
0,14	2,73	1,28	2,72	—	1,07	0,04	1,11	—
0,13	2,81	1,29	2,71	—	1,87	0,03	1,90	—
0,07	2,94	1,22	2,78	—	1,03	0,04	1,07	—
0,15	3,01	1,47	2,53	—	2,00	—	2,00	0,80
0,11	2,82	1,40	2,60	—	1,93	—	1,93	—
0,11	2,87	1,38	2,62	—	1,94	0,06	2,00	0,29
0,14	2,79	1,30	2,70	—	1,80	—	1,80	—
0,13	2,77	1,32	2,68	—	1,76	0,04	1,80	—
0,11	2,78	0,97	2,75	0,28	1,94	0,03	1,97	—
0,14	2,739	1,26	2,74	—	1,47	—	1,47	—
0,08	2,71	1,29	2,71	—	0,84	0,01	0,85	—
0,10	2,77	1,30	2,66	0,04	1,94	0,06	2,00	1,38

Номер анали- за	K	Na	Ca	$\Sigma x$	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sub>3+</sub>	AlVI
182	0,80	0,13	0,05	0,98	1,17	1,06	0,02	0,41	0,07
183*	0,06	0,04	0,07	0,17	2,39	0,78	0,02	0,21	0,11
14. Амфиболсодержащие									
184	0,78	0,11	0,03	0,92	1,28	0,96	0,03	0,26	0,19
185	0,79	0,07	0,07	0,93	1,27	1,02	0,02	0,18	0,22
186*	0,72	0,46	0,07	1,25	1,45	1,05	0,04	0,06	0,14
187	0,83	0,04	0,13	1,00	1,21	0,87	0,02	0,32	0,18
188	0,87	0,04	0,06	0,97	1,27	1,11	0,02	0,20	0,19
189	0,86	0,07	0,05	0,98	1,31	1,06	0,03	0,20	0,11
190	0,88	0,10	0,02	1,00	1,60	0,73	0,02	0,22	0,15
191	0,84	0,12	0,03	0,99	1,55	0,78	0,01	0,35	—
192	0,80	0,07	0,03	0,90	1,29	1,01	0,02	0,25	0,10
193	0,74	0,07	0,12	0,93	0,95	1,08	0,008	0,27	0,38
194*	0,65	0,10	0,26	1,01	1,03	1,00	0,03	0,41	—
195	0,80	0,09	0,08	0,97	1,46	0,85	0,02	0,26	0,14
196	0,86	0,07	0,03	0,96	1,56	0,79	0,01	0,28	0,10
197	0,86	0,06	0,04	0,96	1,53	0,82	0,01	0,23	0,12
198	0,89	0,08	0,06	1,03	1,42	0,89	0,02	0,20	0,22
199	0,79	0,02	0,02	0,83	1,31	1,01	0,02	0,23	0,14
200	0,84	0,08	0,04	0,96	1,53	0,85	0,02	0,23	0,10
201	0,68	0,04	0,03	0,75	1,37	0,89	0,03	0,20	0,31
202	0,77	0,11	0,07	0,95	0,97	0,98	0,01	0,15	0,51

15. Чудново-бердичев

203	0,82	0,06	0,03	0,91	0,64	1,03	0,002	0,16	0,62
204	0,70	0,07	0,05	0,82	1,00	1,16	0,02	0,28	0,30
205	0,85	0,02	0,01	0,88	1,02	1,08	0,004	0,14	0,49
206	0,95	0,01	0,02	0,98	1,10	1,06	0,003	0,30	0,19
207	0,86	0,04	0,03	0,93	1,09	1,11	0,003	0,08	0,37
208	0,94	0,02	0,007	0,967	1,09	1,12	0,004	0,12	0,42
209	0,88	0,04	0,02	0,94	1,55	0,73	—	0,08	0,35
210	0,90	0,06	0,02	0,98	1,21	1,03	0,001	0,12	0,31
211	0,91	0,02	0,04	0,97	1,37	0,85	0,002	0,10	0,15
212*	0,63	0,26	0,10	0,99	0,78	0,73	—	0,14	0,71
213	0,84	0,05	0,02	0,91	1,02	1,08	0,001	0,12	0,36
214	0,91	0,10	0,02	1,03	1,00	1,15	0,01	0,13	0,46
215	0,90	0,03	0,03	0,96	1,13	1,02	0,002	0,21	0,27
216	0,78	0,07	0,02	0,88	1,19	0,88	—	0,13	0,41
217	0,87	0,03	—	0,90	0,94	1,15	0,0196	0,20	0,34
218	0,88	0,04	—	0,92	1,14	1,03	0,003	0,14	0,25

16. Граниты житомирского типа

219	0,90	0,08	0,02	1,00	0,98	1,07	0,004	0,19	0,37
220	0,80	0,07	0,08	0,95	1,04	1,29	0,02	0,10	0,29
221	0,86	0,02	0,01	0,89	1,10	1,03	0,01	0,16	0,41
222	0,82	0,03	0,03	0,88	0,89	1,13	0,02	0,30	0,32
223	0,62	0,03	0,03	0,68	1,12	1,01	0,006	0,27	0,31
224	0,84	0,12	0,02	0,98	0,70	1,12	0,06	0,29	0,33
225	0,82	0,05	0,09	0,96	0,87	1,27	—	0,25	0,24
226	0,78	0,02	0,02	0,82	0,99	1,06	—	0,39	0,17
227	0,65	0,07	0,08	0,80	0,80	1,07	0,02	0,29	0,40
228	0,79	0,01	0,04	0,84	0,71	1,10	0,01	0,37	0,37

Tl	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	ОН	F	$\Sigma \text{ОН, F}$	ОН <sub>изб</sub>
0,10	2,83	1,36	2,64	—	1,75	—	1,75	3,6
0,03	3,54	1,56	2,44	—	2,00	—	2,00	—
гранодiorиты и диориты								
0,11	2,83	1,28	2,72	—	1,48	0,03	1,51	—
0,11	2,82	1,24	2,76	—	1,95	0,05	2,00	0,04
0,13	2,87	1,46	2,54	—	0,41	—	0,41	—
0,10	2,70	1,20	2,80	—	0,41	0,09	0,50	—
0,07	2,86	1,28	2,72	—	1,75	0,05	1,80	—
0,12	2,83	1,26	2,74	—	1,74	0,02	1,76	—
0,09	2,81	1,22	2,78	—	1,34	0,03	1,37	—
0,11	2,80	1,07	2,79	0,14	1,37	0,30	1,67	—
0,16	2,83	1,30	2,70	—	1,59	0,20	1,79	—
0,12	2,808	1,21	2,79	—	1,31	—	1,31	—
0,16	2,63	1,20	2,75	0,05	1,38	0,09	1,47	—
0,10	2,83	1,28	2,72	—	1,60	0,03	1,63	—
0,12	2,86	1,33	2,67	—	1,52	0,01	1,53	—
0,12	2,83	1,33	2,67	—	1,50	0,01	1,51	—
0,07	2,82	1,29	2,71	—	1,83	0,06	1,89	—
0,16	2,87	1,30	2,70	—	1,53	—	1,53	—
0,10	2,83	1,28	2,72	—	1,78	—	1,78	—
0,10	2,90	1,30	2,70	—	1,72	—	1,72	—
0,10	2,72	1,33	2,67	—	2,00	—	2,00	0,06
ские граниты								
0,16	2,612	1,24	2,76	—	1,13	0,03	1,16	—
0,07	2,83	1,27	2,73	—	1,77	0,03	1,80	—
0,09	2,824	1,36	2,64	—	1,76	—	1,76	—
0,13	2,783	1,36	2,64	—	1,63	0,23	1,86	—
0,16	2,813	1,34	2,66	—	1,60	0,07	1,67	—
0,10	2,854	1,44	2,56	—	1,77	0,10	1,87	—
0,28	2,99	1,32	2,68	—	1,39	0,08	1,47	—
0,15	2,821	1,37	2,63	—	1,50	0,08	1,58	—
0,28	2,752	1,33	2,67	—	1,23	—	1,23	—
0,07	2,43	0,93	3,04	—	1,39	—	1,39	—
0,18	2,761	1,29	2,71	—	1,54	—	1,54	—
0,13	2,88	1,37	2,63	—	1,81	0,03	1,84	—
0,16	2,792	1,39	2,61	—	1,69	0,02	1,71	—
0,13	2,74	1,19	2,81	—	1,56	0,09	1,65	—
0,17	2,81	1,33	2,62	—	1,14	0,08	1,22	—
0,21	2,773	1,30	2,70	—	0,33	0,15	0,48	—
северо-западной части щита								
0,15	2,764	1,37	2,63	—	1,94	—	1,94	—
0,08	2,820	1,25	2,75	—	1,90	0,10	2,00	0,21
0,11	2,820	1,37	2,63	—	1,95	0,05	2,00	0,05
0,12	2,780	1,34	2,66	—	0,35	0,33	0,68	—
0,16	2,87	1,38	2,62	—	1,91	0,09	2,00	0,05
0,14	2,64	1,20	2,80	—	1,90	0,10	2,00	0,93
0,16	2,79	1,28	2,72	—	1,72	0,28	2,00	0,39
0,20	2,81	1,45	2,55	—	2,00	—	2,00	0,06
0,14	2,72	1,27	2,73	—	1,92	0,08	2,00	0,66
0,15	2,71	1,37	2,63	—	2,00	—	2,00	0,28

Номер анали- за	K	Na	Ca	$\Sigma x$	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Al <sub>VI</sub>
229	0,59	0,08	—	0,67	0,55	1,20	0,04	0,50	0,46
230	0,76	0,02	0,003	0,783	0,97	1,18	0,006	0,23	0,32
17. Граниты житомирского типа									
231	0,88	0,09	0,02	0,99	1,01	1,12	0,009	0,28	0,18
232	0,86	0,04	0,02	0,92	1,14	0,82	0,02	0,27	0,41
233	0,87	0,05	0,03	0,95	0,85	1,02	0,02	0,28	0,43
18. Антоновские									
234	0,81	0,04	0,07	0,92	0,73	1,43	0,01	0,32	0,18
235	0,84	0,08	0,02	0,94	0,50	1,27	0,02	0,10	0,69
19. Мокромосковские									
233	0,85	0,03	0,06	0,94	0,76	1,45	0,02	0,31	0,08
237	0,67	0,03	0,11	0,81	0,65	1,62	0,02	0,35	0,31
238 *	0,52	0,05	0,14	0,71	0,71	1,66	0,05	0,20	—
239 *	0,56	0,06	0,09	0,71	0,74	1,63	0,03	0,36	0,10
20. Граниты салтычанского									
240	0,87	0,12	0,05	1,04	0,96	1,19	0,02	0,33	0,08
241	0,90	0,09	0,03	1,02	0,93	1,29	0,02	0,31	0,14
242	0,90	0,06	0,06	1,02	0,81	1,29	0,01	0,35	0,16
243	0,83	0,08	0,05	1,01	1,09	0,93	0,02	0,41	0,19
244	0,85	0,03	0,06	0,94	1,32	0,98	0,01	0,22	0,06
245	0,94	0,04	0,02	1,00	0,85	1,16	0,007	0,23	0,33
246	0,76	0,07	0,04	0,87	0,98	0,72	0,02	0,54	0,35
21. Граниты кировоградского типа									
247	0,88	0,07	0,01	0,96	0,70	1,57	0,01	0,09	0,35
248	0,84	0,03	0,007	0,877	0,85	1,32	0,003	0,31	0,17
249	0,74	0,13	0,02	0,89	0,92	1,24	0,01	0,22	0,34
250	0,80	0,18	0,03	1,01	1,01	1,11	0,02	0,28	0,24
251	0,85	0,16	0,01	1,02	0,60	1,47	0,01	0,26	0,31
252	0,87	0,01	0,03	0,91	0,50	1,81	0,007	0,26	0,15
253	0,94	0,01	0,02	0,97	0,42	1,59	0,01	0,43	0,21
254	0,75	0,05	0,10	0,90	1,12	1,35	0,02	0,11	0,10
255	0,89	0,09	0,03	1,01	1,02	1,38	0,007	0,16	0,07
256	0,89	0,08	0,01	0,98	0,74	1,40	0,006	0,09	0,36
257	0,80	0,01	0,02	0,83	0,74	1,38	0,008	0,16	0,39
258	0,82	0,18	0,02	1,02	0,78	1,21	0,003	0,18	0,44
259	0,78	0,04	0,09	0,91	1,07	1,31	0,03	0,24	—
260	0,92	0,05	0,04	1,01	0,64	1,65	0,007	0,12	0,19
261	0,75	0,05	0,03	0,83	1,18	1,24	0,003	0,06	0,24
262	0,86	0,12	0,07	1,05	1,14	1,04	0,04	0,20	0,22
263	0,84	0,09	0,04	0,97	0,74	1,28	0,006	0,24	0,39
264 *	0,43	0,01	0,09	0,53	0,92	0,07	0,006	0,37	1,00
22. Бобринецкие									
265	0,89	0,05	0,03	0,97	0,89	1,13	—	0,23	0,33
266	0,86	0,04	0,03	0,93	0,81	1,06	0,01	0,40	0,27

Ti	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб</sub>
0,08	2,83	1,41	2,59	—	1,66	0,34	2,00	0,72
0,17	2,87	1,42	2,58	—	1,35	0,07	1,42	—
Ингуло-Ингулецкого водораздела								
0,15	2,75	1,26	2,74	—	1,76	0,06	1,82	—
0,10	2,76	1,33	2,67	—	1,93	0,07	2,00	0,11
0,11	2,71	1,33	2,67	—	1,90	0,10	2,00	0,36
граниты								
0,15	2,82	1,36	2,64	—	1,98	0,02	2,00	0,06
0,12	2,70	1,37	2,63	—	0,53	—	0,53	—
граниты								
0,18	2,80	1,38	2,62	—	2,00	—	2,00	0,15
0,06	3,01	1,30	2,70	—	1,95	0,05	2,00	0,49
0,35	2,97	1,46	2,33	0,21	1,91	0,09	2,00	0,65
0,12	2,98	1,50	2,50	—	1,94	0,06	2,00	1,29
типа Приазовья								
0,17	2,75	1,33	2,67	—	1,92	0,08	2,00	0,71
0,11	2,80	1,30	2,70	—	1,94	0,06	2,00	0,04
0,11	2,73	1,32	2,68	—	1,91	0,09	2,00	0,09
0,10	2,74	1,35	2,65	—	1,91	0,09	2,00	0,08
0,22	2,81	1,33	2,67	—	1,75	0,12	1,87	—
0,14	2,717	1,29	2,71	—	1,53	0,14	1,67	—
0,07	2,68	1,34	2,66	—	1,27	0,12	1,39	—
Ингуло-Ингулецкого водораздела								
0,14	2,86	1,43	2,57	—	1,92	0,05	1,97	—
0,15	2,80	1,29	2,71	—	0,76	0,74	1,50	—
0,11	2,84	1,38	2,62	—	1,95	0,05	2,00	0,24
0,11	2,77	1,32	2,68	—	1,73	0,05	1,78	—
0,11	2,76	1,37	2,63	—	1,84	0,16	2,00	0,39
0,14	2,867	1,37	2,63	—	1,68	0,32	2,00	0,30
0,10	2,76	1,38	2,62	—	1,73	0,27	2,00	0,48
0,19	2,89	1,37	2,63	—	1,97	0,03	2,00	0,44
0,19	2,827	1,34	2,66	—	1,80	0,09	1,89	—
0,19	2,786	1,39	2,61	—	1,72	0,03	1,75	—
0,15	2,828	1,36	2,64	—	1,90	0,10	2,00	0,42
0,10	2,713	1,32	2,68	—	1,66	—	1,66	—
0,19	2,84	1,23	2,66	0,11	1,17	0,28	1,45	—
0,17	2,777	1,29	2,71	—	1,89	0,11	2,00	0,10
0,18	2,906	1,38	2,62	—	1,95	0,05	2,00	0,17
0,10	2,74	1,23	2,77	—	1,67	0,09	1,76	—
0,07	2,72	1,23	2,77	—	1,92	0,05	1,97	—
0,04	2,406	0,87	3,13	—	0,57	—	0,57	—
граниты								
0,11	2,74	1,31	2,69	—	1,82	0,10	1,92	—
0,14	2,69	1,34	2,66	—	1,64	—	1,64	—

Номер анали- за	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	AlVI
267	0,83	0,08	0,03	0,94	0,73	1,32	0,007	0,30	0,31
268	0,86	0,03	0,002	0,892	1,11	1,10	0,01	0,26	0,17
23. Долинские									
269	0,68	0,05	0,06	0,79	0,90	1,28	0,02	0,32	0,08
270	0,87	0,05	0,03	0,95	0,93	1,27	0,02	0,34	—
271	0,85	0,04	0,07	0,96	0,83	1,33	0,02	0,36	—
24. Уманские									
272	0,76	0,05	0,02	0,83	0,85	0,99	0,02	0,39	0,29
273	0,83	0,05	0,18	1,06	0,70	0,97	0,01	0,41	0,18
274	0,62	0,07	0,20	0,89	1,03	0,91	0,02	0,34	0,09
275	0,85	0,03	0,06	0,94	1,13	0,80	0,02	0,53	0,11
276	0,83	0,10	0,018	0,94	0,59	0,96	0,01	0,37	0,53
277	0,77	0,08	0,10	0,95	0,95	1,02	0,02	0,28	0,15
278	0,66	0,03	0,04	0,73	1,06	0,96	0,02	0,40	0,22
279	0,82	0,04	0,01	0,87	1,12	1,04	0,03	0,33	0,16
280	0,81	0,04	0,02	0,87	1,13	1,03	0,03	0,30	0,19
281	0,84	0,10	0,02	0,96	1,03	1,07	0,03	0,26	0,22
282	0,80	0,05	0,05	0,90	1,14	0,93	0,02	0,30	0,25
283	0,88	0,09	0,03	1,00	0,87	1,13	0,03	0,25	0,27
284	0,89	0,05	0,03	0,97	1,41	0,94	0,03	0,29	0,03
285	0,71	0,08	0,03	0,82	0,90	1,19	0,02	0,30	0,20
286*	0,57	0,10	0,08	0,75	0,73	0,94	0,03	0,71	0,03
287	0,92	0,06	0,02	1,00	0,77	1,24	0,02	0,43	0,14
288	0,89	0,03	0,03	0,95	0,80	1,14	0,02	0,44	0,22
289	0,87	0,06	0,03	0,96	0,97	1,15	0,02	0,32	0,13
290	0,80	0,11	0,04	0,95	1,17	0,87	0,02	0,38	0,18
291	0,73	0,06	0,04	0,83	1,16	0,74	0,02	0,48	0,25
292	0,87	0,10	0,04	1,01	1,23	0,81	0,04	0,39	0,12
293	0,75	0,05	0,01	0,81	0,75	1,07	0,02	0,43	0,28
294	0,85	0,05	0,04	0,94	0,79	1,24	0,04	0,41	0,13
295	0,77	0,03	0,02	0,82	0,90	0,94	0,04	0,62	0,10
296	0,67	0,17	0,10	0,94	1,22	0,91	0,03	0,30	0,15
297	0,73	0,08	0,03	0,84	0,61	1,45	0,02	0,34	0,32
298	0,79	0,06	0,13	0,98	1,24	0,94	0,01	0,24	0,17
25. Богуславские									
299	0,80	0,04	0,03	0,87	1,32	0,82	0,03	0,36	0,20
300	0,91	0,08	0,04	1,03	1,37	1,00	0,04	0,18	0,13
301	0,74	0,06	0,05	0,85	1,03	0,87	0,03	0,59	0,12
302	0,82	0,01	0,04	0,87	1,26	0,91	0,04	0,21	0,29
303	0,84	0,06	0,03	0,93	0,73	1,42	0,02	0,31	0,18
304	0,78	0,06	0,12	0,96	1,18	1,12	0,03	0,20	0,14
305	0,88	0,09	0,04	1,01	1,14	1,36	0,02	0,01	0,15
306	0,78	0,04	0,03	0,85	0,87	1,40	0,02	0,30	0,06
307	0,87	0,06	0,03	0,96	0,82	1,36	0,02	0,34	0,06
308	0,84	0,10	0,02	0,96	0,79	1,36	0,01	0,29	0,11
309	0,88	0,15	0,09	1,12	0,82	1,27	0,008	0,32	0,09
310	0,88	0,08	0,03	0,99	0,80	1,28	0,02	0,35	0,20
311	0,83	0,03	0,02	0,88	0,84	1,06	0,02	0,42	0,25

Ti	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sub>IV</sub> <sup>3+</sup>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб</sub>
0,11	2,777	1,37	2,63	—	1,74	0,26	2,00	0,29
0,20	2,85	1,40	2,60	—	0,59	0,33	0,92	—
граниты								
0,23	2,83	1,37	2,63	—	1,85	0,07	1,92	—
0,21	2,77	1,30	2,66	0,04	1,80	0,09	1,89	—
0,21	2,75	1,30	2,70	—	0,51	0,21	0,72	—
граниты								
0,15	2,69	1,20	2,80	—	1,49	0,51	2,00	0,47
0,23	2,50	1,30	2,70	—	1,82	0,09	1,91	—
0,26	2,65	1,36	2,64	—	1,84	0,08	1,92	—
0,11	2,70	1,30	2,70	—	1,50	—	1,50	—
0,12	2,58	1,30	2,70	—	1,95	0,05	2,00	—
0,23	2,65	1,27	2,73	—	1,72	0,09	1,81	—
0,14	2,80	1,31	2,69	—	1,48	0,15	1,63	—
0,13	2,81	1,23	2,77	—	1,65	0,30	1,95	—
0,13	2,81	1,23	2,77	—	1,72	0,22	1,94	—
0,11	2,72	1,23	2,77	—	1,72	0,20	1,94	—
0,12	2,76	1,23	2,77	—	1,53	0,27	1,80	—
0,12	2,67	1,12	2,88	—	1,92	0,07	1,99	—
0,15	2,85	1,30	2,70	—	1,71	0,19	1,90	—
0,17	2,78	1,27	2,73	—	1,79	0,20	1,99	—
0,20	2,64	1,27	2,73	—	1,66	0,34	2,00	0,12
0,13	2,73	1,33	2,67	—	1,84	0,11	1,95	—
0,10	2,72	1,32	2,68	—	1,77	0,13	1,90	—
0,16	2,74	1,27	2,73	—	1,59	0,07	1,66	—
0,11	2,73	1,27	2,73	—	1,46	0,09	1,55	—
0,10	2,75	1,30	2,70	—	2,00	—	2,00	0,08
0,12	2,71	1,26	2,74	—	1,68	0,05	1,73	—
0,14	2,69	1,18	2,82	—	1,80	0,20	2,00	0,04
0,13	2,74	1,29	2,71	—	1,87	0,13	2,00	0,20
0,13	2,73	1,27	2,73	—	1,81	0,19	2,00	0,36
0,14	2,75	1,27	2,73	—	0,30	0,01	0,31	—
0,04	2,78	1,21	2,79	—	1,90	—	1,90	—
0,14	2,74	1,27	2,73	—	1,56	0,06	1,62	—
и росинские граниты								
0,08	2,81	1,22	2,78	—	1,96	0,04	2,00	0,16
0,10	2,82	1,24	2,76	—	1,49	0,05	1,54	—
0,12	2,73	1,36	2,64	—	1,95	0,05	2,00	0,22
0,11	2,82	1,27	2,73	—	1,89	0,02	1,91	—
0,14	2,80	1,32	2,68	—	1,83	0,15	1,98	—
0,13	2,80	1,25	2,75	—	1,60	0,12	1,72	—
0,16	2,84	1,26	2,74	—	1,87	0,07	1,94	—
0,20	2,85	1,38	2,62	—	1,95	0,05	2,00	0,32
0,19	2,79	1,33	2,67	—	1,76	0,03	1,79	—
0,21	2,77	1,33	2,67	—	1,72	0,03	1,75	—
0,17	2,678	1,34	2,66	—	1,82	0,08	1,90	—
0,12	2,77	1,36	2,64	—	1,84	0,07	1,91	—
0,15	2,74	1,35	2,65	—	0,73	0,17	0,90	—

Номер анализа	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Al <sub>v</sub> I
312	0,65	0,02	0,09	0,76	0,74	1,17	0,01	0,52	0,15
313	0,87	0,12	0,02	1,01	0,91	1,29	0,02	0,26	0,06
26. Граниты кировоградского типа									
314	0,80	0,16	0,06	1,02	0,40	1,90	0,01	0,38	—
315	0,69	0,23	0,08	1,00	1,32	0,89	0,05	0,38	—
316	0,75	0,05	0,07	0,87	1,29	0,94	0,05	0,30	0,12
317	0,77	0,11	0,06	0,94	0,95	1,30	0,01	0,17	0,31
318	0,70	0,08	0,04	0,82	0,93	1,24	0,01	0,20	0,29
319	0,59	0,12	0,09	0,80	0,67	1,34	0,02	0,29	0,39
320*	0,57	0,05	0,08	0,70	0,90	1,41	0,03	0,42	0,12
27. Коростышевские									
321	0,87	0,03	0,01	0,91	0,50	1,20	0,02	0,51	0,28
322	0,67	0,05	0,11	0,83	0,89	1,18	0,02	0,28	0,23
323	0,74	0,04	0,10	0,88	0,90	1,10	0,02	0,37	0,16
324	0,85	0,05	0,06	0,96	0,95	1,19	0,02	0,33	0,13
325	0,81	0,05	0,04	0,90	0,84	1,32	0,02	0,19	0,24
326	1,02	0,02	0,02	1,06	0,64	1,33	0,01	0,25	0,44
28. Граниты кировоградского									
327	0,64	0,18	0,25	1,07	0,89	1,10	0,009	0,33	0,14
328	0,91	0,04	0,03	0,98	1,09	1,18	0,02	0,40	0,02
329	0,90	0,03	0,04	0,97	1,33	0,76	0,02	0,34	0,20
29. Токовские									
330	0,62	0,15	0,13	0,90	1,32	0,82	0,02	0,38	0,08
331	0,87	0,02	0,02	0,91	1,46	0,70	0,02	0,49	—
30. Анатолийские									
332	0,65	0,14	0,05	0,84	1,04	1,00	0,01	0,51	0,07
333	0,72	0,07	0,04	0,83	0,73	1,10	0,01	0,49	0,20
334	0,84	0,19	0,02	1,05	0,94	1,10	0,01	0,43	0,07
31. Граниты Верблюжского и									
335	0,78	0,10	0,07	0,95	0,86	1,41	0,03	0,34	0,10
336	0,80	0,06	0,06	0,92	0,87	1,31	0,04	0,45	—
337	0,75	0,09	0,03	0,87	0,86	1,29	0,03	0,40	—
338	0,82	0,06	0,02	0,90	1,05	1,04	0,004	0,26	0,20
339	0,79	0,05	0,07	0,91	0,76	1,30	0,005	0,28	0,24
340	0,72	0,07	0,01	0,80	0,59	0,97	0,01	0,40	0,56
341	0,73	0,09	0,02	0,84	0,48	1,33	0,02	0,54	0,10
342*	0,66	0,10	0,24	1,00	0,55	1,16	0,02	0,31	0,37
343	0,82	0,04	0,07	0,93	1,01	1,29	0,02	0,28	—
32. Граниты Ново									
344	0,74	0,16	0,02	0,92	0,63	1,59	0,002	0,19	0,28
345	0,83	0,08	0,05	0,96	0,75	1,51	0,01	0,25	0,13
346	0,83	0,07	0,04	0,94	0,82	1,47	0,003	0,26	0,09
347	0,88	0,07	0,03	0,98	1,02	1,15	0,003	0,20	0,15
348	0,90	0,03	0,03	0,96	0,86	1,42	0,004	0,13	0,12
349	0,87	0,07	0,06	1,00	0,93	1,13	0,02	0,33	0,18

Продолжение таблицы 2

Ti	$\Sigma g$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sub>IV</sub> <sup>3+</sup>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб</sub>
0,18	2,77	1,44	2,56	—	1,94	0,06	2,00	1,15
0,22	2,76	1,34	2,66	—	1,85	0,15	2,00	0,10
северо-западной части щита								
0,15	2,84	1,45	2,54	0,01	1,87	0,13	2,00	0,56
0,13	2,77	1,33	2,64	0,03	1,65	0,35	2,00	0,28
0,13	2,83	1,29	2,71	—	1,78	0,22	2,00	0,01
0,12	2,86	1,43	2,57	—	1,91	0,09	2,00	0,21
0,17	2,84	1,37	2,63	—	1,92	0,08	2,00	0,28
0,09	2,80	1,34	2,66	—	1,20	—	1,20	—
0,11	2,99	1,54	2,46	—	1,83	0,17	2,00	1,05
граниты								
0,15	2,66	1,34	2,66	—	0,61	0,26	0,87	—
0,17	2,77	1,39	2,61	—	1,76	0,08	1,84	—
0,19	2,72	1,36	2,64	—	1,80	0,20	2,00	0,32
0,16	2,78	1,38	2,62	—	1,90	0,10	2,00	0,12
0,18	2,79	1,29	2,71	—	2,00	—	2,00	0,21
0,14	2,81	1,28	2,72	—	2,00	—	2,00	0,02
типа Приднепровья								
0,11	2,579	1,18	2,82	—	1,77	0,01	1,78	—
0,11	2,82	1,31	2,69	—	1,93	0,07	2,00	0,05
0,11	2,76	1,33	2,67	—	1,55	—	1,55	—
граниты								
0,12	2,74	1,17	2,83	—	1,90	—	1,90	—
0,12	2,79	1,16	2,73	0,11	1,37	0,50	1,87	—
граниты								
0,16	2,79	1,37	2,63	—	1,88	0,12	2,00	0,88
0,18	2,71	1,34	2,66	—	1,92	0,08	2,00	1,04
0,17	2,72	1,36	2,64	—	1,90	0,10	2,00	0,58
Боковьянского массивов								
0,11	2,85	1,31	2,65	—	1,57	0,27	1,84	—
0,15	2,82	1,35	2,65	0,02	1,75	0,25	2,00	0,32
0,20	2,78	1,25	2,70	0,05	1,67	0,13	1,80	—
0,20	2,744	1,31	2,69	—	1,90	0,10	2,00	0,24
0,18	2,765	1,38	2,62	—	1,97	0,01	1,98	—
0,14	2,670	1,42	2,58	—	1,97	0,03	2,00	0,80
0,21	2,680	1,30	2,70	—	1,88	0,12	2,00	0,34
0,12	2,53	1,22	2,78	—	1,55	0,09	1,64	—
0,20	2,80	1,27	2,70	0,03	1,45	0,04	1,49	—
украинского массива								
0,12	2,81	1,29	2,71	—	1,67	—	1,67	—
0,19	2,85	1,40	2,60	—	1,73	0,10	1,83	—
0,18	2,82	1,34	2,66	—	1,90	0,10	2,00	0,06
0,22	2,743	1,34	2,66	—	1,76	0,09	1,85	—
0,24	2,774	1,31	2,69	—	1,85	0,15	2,00	0,46
0,15	2,74	1,34	2,66	—	1,76	0,07	1,83	—

Номер анализа	K	Na	Ca	Σx	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	Al VI
350	0,86	0,07	0,05	0,98	0,93	1,44	0,002	0,20	—
351	0,75	0,04	0,04	0,83	0,65	1,53	0,01	0,30	0,14
33. Монцониты Ново									
352 *	0,41	0,41	0,53	1,35	0,25	1,88	0,02	0,01	—
353	0,83	0,02	0,03	0,88	0,90	1,48	0,004	0,07	0,15
34. Гранитоиды Возне									
354	0,87	0,08	0,03	0,88	1,00	1,14	0,004	0,26	0,17
355	0,87	0,07	0,03	0,97	1,03	1,19	0,005	0,32	0,13
356	0,83	0,04	0,02	0,89	1,04	1,12	0,003	0,29	0,25
357	0,89	0,07	0,05	1,01	1,23	1,03	0,005	0,22	0,19
358	0,82	0,01	0,02	0,85	1,09	1,02	0,002	0,34	0,18
359	0,89	0,03	0,01	0,93	1,00	1,13	0,004	0,33	0,01
360	0,90	0,07	0,02	0,99	0,97	0,96	0,004	0,27	0,34
361	0,80	0,11	0,04	0,95	1,17	0,95	0,01	0,19	0,27
35. Клесовиты западной									
362	0,71	0,09	0,12	0,92	0,62	0,88	0,04	0,24	0,68
363	0,69	0,10	0,10	0,89	0,92	0,97	0,03	0,30	0,35
36. Гранитоиды									
364	0,83	0,06	0,09	0,98	1,31	0,85	0,03	0,26	0,24
365	0,82	0,15	0,07	1,04	0,89	1,21	0,07	0,16	0,21
366 *	0,51	0,43	0,15	1,09	1,00	1,07	0,01	0,12	0,44
367	0,81	0,10	0,02	0,93	1,10	1,19	0,02	0,16	0,29
368	0,80	0,07	0,02	0,89	1,35	0,80	0,05	0,41	0,13
369	0,83	0,07	0,05	0,95	0,59	1,52	0,02	0,29	0,29
370	0,79	0,08	0,03	0,90	1,18	1,09	0,03	0,28	0,18
37. Рапакиви Коростен									
371	0,79	0,02	0,08	0,89	0,32	1,87	0,02	0,34	0,06
372	0,81	0,01	0,09	0,91	0,33	1,86	0,02	0,31	—
373	0,76	0,01	0,06	0,83	0,32	1,74	0,02	0,37	0,12
374 *	0,53	0,09	0,29	0,91	0,34	1,77	0,02	0,27	0,05
38. Биотитовые граниты									
375 *	0,58	0,13	0,13	0,84	0,24	1,72	0,02	0,36	0,13
376 *	0,69	0,04	0,19	0,92	0,65	1,68	0,03	0,16	0,11
377	0,79	0,21	0,15	1,15	0,02	1,69	0,01	0,11	0,55
378 *	0,46	0,02	0,16	0,64	0,32	1,68	0,01	0,40	0,17
379 *	0,17	0,04	0,04	0,25	0,09	0,12	—	0,67	1,40
380 *	0,31	0,15	0,09	0,55	0,11	1,84	0,04	0,84	0,06
381 *	0,94	1,00	0,03	1,97	0,05	0,74	0,01	0,11	0,93
382 *	0,30	0,19	0,03	0,52	0,07	0,01	0,01	0,61	1,53
383 *	0,58	0,36	—	0,94	0,05	0,05	—	1,09	1,84
384 *	0,86	0,54	0,02	1,42	0,11	1,06	0,03	0,05	0,93
385 *	1,22	0,84	0,07	2,13	0,07	0,006	0,02	1,19	0,32
386 *	0,92	0,17	0,04	1,13	0,05	0,97	0,009	1,18	0,99
387 *	0,89	0,48	0,03	1,40	0,06	0,96	0,009	0,09	1,02
388 *	0,99	0,18	0,03	1,20	0,03	0,95	0,02	0,12	1,07

Ti	$\Sigma y$	AlIV	Si	Fe <sup>3+</sup> <sub>IV</sub>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб.</sub>
0,24	2,812	1,33	2,67	—	1,70	0,07	1,77	—
0,20	2,83	1,40	2,60	—	1,90	0,10	2,00	0,13
украинского массива								
0,25	2,41	1,00	2,77	0,23	1,56	0,14	1,70	—
0,21	2,814	1,18	2,82	—	1,85	0,15	2,00	0,78
сенского массива								
0,20	2,774	1,40	2,60	—	1,53	0,11	1,64	—
0,14	2,815	1,37	2,63	—	1,92	0,03	1,95	—
0,13	2,833	1,40	2,60	—	1,92	0,08	2,00	0,16
0,14	2,815	1,36	2,64	—	1,85	0,08	1,93	—
0,13	2,812	1,40	2,60	—	1,69	0,31	2,00	0,06
0,26	2,73	1,26	2,74	—	0,28	0,33	0,61	—
0,17	2,714	1,42	2,58	—	1,62	—	1,62	—
0,14	2,73	1,23	2,77	—	1,67	0,06	1,73	—
Вольни								
0,08	2,54	1,18	2,82	—	1,79	0,03	1,82	—
0,10	2,67	1,15	2,85	—	1,74	0,04	1,78	—
осницкого комплекса								
0,08	2,77	1,27	2,73	—	0,86	0,03	0,89	—
0,13	2,67	1,09	2,91	—	1,62	0,38	2,00	0,77
0,09	2,73	1,43	2,57	—	1,16	0,11	1,27	—
0,10	2,86	1,30	2,70	—	1,70	0,01	1,71	—
0,08	2,82	1,27	2,73	—	1,75	0,11	1,86	—
0,07	2,78	1,27	2,73	—	1,97	0,03	2,00	0,03
0,08	2,84	1,25	2,75	—	1,66	0,03	1,69	—
ского массива								
0,15	2,76	1,22	2,78	—	1,81	0,19	2,00	0,63
0,21	2,73	1,06	2,81	0,13	1,87	0,13	2,00	0,07
0,20	2,77	1,30	2,70	—	1,85	0,15	2,00	0,56
0,16	2,61	1,10	2,90	—	1,82	0,18	2,00	0,24
Коростенского массива								
0,1	2,65	1,13	2,87	—	1,92	0,08	2,00	0,51
0,25	2,88	1,65	2,35	—	1,79	0,21	2,00	0,74
0,11	2,49	1,16	2,84	—	1,71	0,29	2,00	0,60
0,20	2,78	1,34	2,66	—	1,81	0,19	2,00	1,20
0,05	2,33	1,11	2,89	—	2,00	—	2,00	4,43
0,03	2,97	1,63	2,37	—	1,98	0,02	2,00	2,66
0,005	1,845	0,75	3,25	—	2,00	—	2,00	0,84
—	2,23	1,18	2,82	—	0,63	—	0,63	—
—	2,03	0,95	3,03	—	2,00	—	2,00	0,11
0,04	2,22	0,96	3,04	—	2,00	—	2,00	0,02
0,05	1,656	1,11	2,89	—	0,39	—	0,39	—
0,05	2,249	0,98	3,02	—	1,64	0,36	2,00	0,38
0,03	2,169	0,92	3,08	—	0,64	0,57	1,21	—
0,03	2,22	0,92	3,08	—	2,00	—	2,00	0,04

Номер анали- за	K	Na	Ca	$\Sigma x$	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Mn	Fe <sup>3+</sup>	AlVI
389	0,85	0,04	0,14	1,03	0,76	1,32	0,01	0,36	0,11
390	0,75	0,02	0,02	0,79	0,02	2,12	0,03	0,27	0,39
391	0,84	0,04	0,02	0,90	0,02	1,47	0,02	0,31	0,68
392 *	0,55	0,00	0,06	0,61	0,68	0,88	0,06	0,55	0,46
393	0,90	—	0,07	0,97	1,03	0,69	0,05	0,37	0,52
394	0,66	0,01	0,07	0,74	0,15	1,67	0,02	0,45	0,32

39. Рапаквити Корсунь-

395	0,63	0,14	0,04	0,81	0,34	1,41	0,02	0,79	0,08
396	0,73	0,14	0,13	1,00	0,19	2,03	0,02	0,21	0,04
397 *	0,51	0,18	0,04	0,73	0,33	1,39	0,02	0,91	—
398	0,87	0,08	0,02	0,97	0,81	1,38	0,01	0,28	0,19
399 *	0,44	0,19	0,05	0,68	0,53	1,65	0,03	0,53	0,08
400 *	0,57	0,13	0,14	0,84	0,25	2,07	0,010	0,31	0,02
401	0,75	0,19	0,13	1,07	0,21	2,17	0,01	0,08	—
402	0,63	0,13	0,07	0,83	1,21	1,11	0,004	0,17	0,04
403	0,76	0,03	—	0,79	0,42	2,10	0,02	0,31	0,08

40. Биотитовые граниты Корсунь-

404*	0,52	0,16	0,01	0,69	0,59	1,63	0,01	0,34	0,30
405	0,77	0,19	0,03	0,99	0,51	1,62	0,007	0,20	0,25

Ti	$\Sigma y$	Al <sub>IV</sub>	Si	Fe <sub>IV</sub> <sup>3+</sup>	OH	F	$\Sigma OH, F$	OH <sub>изб</sub>
0,18	2,74	1,46	2,54	—	1,87	0,13	2,00	0,58
0,05	2,88	1,34	2,66	—	1,69	0,31	2,00	0,26
0,03	2,53	1,04	2,96	—	1,20	0,80	2,00	1,21
0,07	2,70	1,25	2,75	—	2,00	—	2,00	0,44
—	2,66	1,27	2,73	—	2,00	—	2,00	0,67
0,09	2,70	1,15	2,85	—	1,73	0,27	2,00	0,60

## Новомиргородского массива

0,10	2,74	1,46	2,54	—	1,95	0,05	2,00	1,40
0,22	2,71	1,24	2,76	—	2,00	—	2,00	0,73
0,11	2,76	1,41	2,57	0,02	1,96	0,04	2,00	1,85
0,13	2,80	1,34	2,66	—	1,93	0,07	2,00	0,12
0,13	2,95	1,52	2,48	—	1,95	0,05	2,00	1,83
0,13	2,79	1,17	2,83	—	1,96	0,04	2,00	0,81
0,25	2,72	1,14	2,77	0,09	1,91	0,05	1,96	—
0,21	2,744	1,03	2,97	—	1,63	0,04	1,67	—
0,04	2,97	1,23	2,77	—	1,79	0,15	1,94	—

## Новомиргородского массива

0,14	3,01	1,57	2,43	—	1,96	0,04	2,00	1,45
0,20	2,787	1,45	2,55	—	1,95	0,05	2,00	0,49

Таблица 3

## Физические свойства и коэффициенты, отражающие особенности состава биотитов

Номер анализа	$f$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$Ng$	Угол $2V$	Цвет по $Ng$
1. Биотитизированные метальтрабазиты									
1	28,7	28,7	57	42,3	30,2	0,95	1,625 **	—	—
2	21,8	24,2	71	43,5	31,5	0,97	1,617	9,3	Буровато-коричневый
3	33,6	20,6	64	49,8	32,0	0,97	1,632	6,2	Коричнево-зеленый
4	49,4	16,3	62	51,6	33,2	0,91	1,649	6,6	Зеленовато-коричневый
5	70,3	13,4	66	43,5	31,0	0,91	1,653 **	—	Изумрудно-зеленый
6 *	23,7	32,0	64	45,9	30,7	0,90	—	—	—
7	44,4	22,3	64	48,5	31,5	0,85	—	—	—
8	14,7	14,3	62	38,0	29,8	0,89	—	—	—
9 *	9,8	19,9	58	31,0	25,8	0,88	—	—	—
10	14,0	33,4	37	72,5	30,0	0,89	1,596	—	Светло-коричневый
2. Пироксен-и амфиболсодержащие метабазиты									
11	44,6	16,5	67	47,5	32,5	0,92	1,668	6,7	—
12	35,3	8,1	65	52,0	34,5	0,92	—	—	—
13	47,2	26,8	59	49,8	34,3	0,92	1,653	—	—
14	42,1	9,4	60	51,7	30,0	0,97	1,635 **	—	—
15	35,6	21,9	66	45,8	31,5	0,88	1,630 **	—	—
16	39,1	22,2	57	57,3	33,0	0,90	1,630 **	—	—
17	52,0	24,8	65	47,0	30,0	0,95	1,638	—	—
18	55,7	1,3	57	50,4	32,0	0,90	1,642 **	—	—
19	54,2	10,7	66	44,5	31,5	0,84	1,673 **	—	—
20	50,4	18,5	64	52,1	30,8	0,95	1,651	6,7	Коричнево-бурый и зеленовато-бурый
21	44,7	19,7	66	53,6	32,0	0,91	1,649	6,3	То же
22	29,1	18,5	66	48,0	31,8	0,97	1,625	6,1	Зеленовато-бурый
23	33,6	19,2	65	48,3	29,8	0,87	1,629	6,3	То же
24	54,2	7,5	59	56,5	33,2	0,94	1,651	5,5	Коричнево-бурый и зеленовато-бурый
25	42,6	21,0	47	56,0	33,0	0,96	1,625	—	Буро-зеленый
26	35,4	33,2	68	49,1	30,8	0,92	1,615	—	—
27	36,8	17,2	50	52,1	30,0	1,00	1,631 **	—	—

3. Основные породы предположительно эффузивного и гипабиссального генезиса

28	42,7	44,6	56	49,9	34,3	0,77	1,645	—	—
29	45,8	11,6	59	49,5	30,5	0,91	1,634 **	—	—
30	43,9	16,8	67	47,3	33,5	0,92	1,639	5,0	Зеленовато-коричневый
31	47,2	12,5	61	54,3	30,5	0,95	1,646	7,0	То же
32	46,3	10,7	55	54,3	34,0	0,90	1,648	5,4	» »
33	66,8	5,6	38	59,3	35,2	0,98	1,657	—	Красно-бурый
34	47,8	21,5	57	54,2	32,8	0,94	1,643	6,4	Темно-коричневый
35	62,5	11,8	56	58,8	35,0	0,94	1,653	5,2	То же

4. Амфиболсодержащие гнейсы и мигматиты

36	45,5	24,4	55	46,0	27,5	0,92	1,638 **	—	Буровато-коричневый
37	55,9	18,2	57	50,4	31,2	0,89	1,649 **	—	То же
38	29,5	12,3	67	49,5	30,7	0,94	1,615 **	—	—
39	40,3	26,9	69	51,7	32,8	0,90	—	—	—
40	49,8	15,7	72	44,3	31,2	0,93	1,648	9,6	Зеленовато-бурый
41	55,2	15,4	67	50,5	32,2	0,95	1,640	8,7	То же
42	42,0	27,2	64	50,9	32,5	0,95	1,645	7,8	—
43	53,7	8,7	59	51,1	29,5	0,99	—	—	—
44	58,4	16,2	59	54,1	31,5	0,97	1,655	4,3	Зеленовато-бурый
45 *	62,0	20,7	62	45,9	29,0	0,92	1,656	9,6	Коричневый
46	50,2	17,0	56	49,3	29,0	0,92	1,642	5,9	—
47	61,1	17,3	58	51,8	31,5	0,93	1,662	8,6	Густо-зеленый до черного
48	46,0	15,3	55	49,6	33,2	0,96	1,631 **	—	—
49	55,6	10,4	49	56,4	29,2	0,96	1,651	7,2	Зеленовато-коричневый
50	50,2	14,1	67	49,5	31,3	0,93	1,641	8,7	Коричневато-зеленый
51	59,1	16,3	63	49,0	32,0	0,98	1,660	7,7	Зеленовато-коричневый
52	61,2	14,8	53	53,6	30,8	0,95	1,661	7,7	Темный зеленовато-коричневый
53	66,5	24,9	62	49,6	34,3	0,98	1,681	7,2	Зеленовато-коричневый

5. Чарнокиты

54	51,9	31,6	80	44,3	30,2	0,91	1,642	3,0	Грязно-коричневый
55 *	49,8	28,5	75	49,5	21,0	0,74	1,650 **	—	Красно-бурый до черного
56	49,5	14,8	58	52,6	34,5	0,96	1,629	—	Оранжево-бурый
57	52,6	3,6	63	45,2	30,2	0,95	1,662	7,7	Красно-коричневый

Номер анали- за	<i>f</i>	<i>f</i> <sub>0</sub>	<i>ag</i>	Al	<sup>a</sup> Si	K'	<i>Ng</i>	Угол 2 <i>V</i>	Цвет по <i>Ng</i>
58	33,7	28,4	74	43,0	30,2	0,96	1,647	—	Красно-коричневый
59	52,8	22,7	75	43,2	29,8	0,97	1,658	1,9	Ярко-коричневый
60	46,9	29,8	61	52,2	31,8	0,97	1,648	2,3	Оранжево-бурый
61	56,0	15,2	56	54,5	31,5	0,93	1,669	10,3	Коричневый
62	53,2	15,8	62	49,5	31,7	0,94	1,664 **	—	—
6. Высокглиноземистые (силлиманит- и кордиеритсодержащие) гнейсы									
63	36,0	13,7	67	49,0	32,0	0,96	1,658 **	—	Красно-бурый
64 *	46,9	21,7	65	60,6	22,0	0,66	1,643 **	—	То же
65	29,1	13,8	62	48,3	30,0	0,95	1,640 **	—	Красновато-коричневый
66	44,6	15,3	42	64,2	34,3	0,97	1,645 **	—	То же
67	45,7	35,5	55	53,5	32,5	0,98	1,654 **	—	» »
68	36,0	32,8	55	51,0	29,5	1,00	1,649 **	—	Коричневый
69	30,5	20,0	58	54,0	30,3	0,99	1,638 **	—	»
70	34,5	26,3	59	51,8	34,5	0,98	1,643 **	—	»
71	37,7	20,4	67	49,8	33,5	0,99	1,647 **	—	»
72	46,5	31,7	53	46,7	33,8	0,95	1,652 **	—	Темно-бурый
73	59,2	24,9	63	57,4	32,7	0,91	1,658	5,2	Оранжево-бурый
74	54,6	34,6	53	63,8	34,5	0,96	—	—	—
75	50,2	9,7	51	59,1	35,2	0,91	1,668	5,6	Красно-коричневый
76	23,1	28,1	53	57,0	35,2	0,93	—	—	—
77	62,9	16,4	46	63,6	35,8	0,98	1,649	6,8	Оранжево-коричневый
78	53,0	14,1	55	62,2	34,2	0,95	1,644	7,9	Оранжево-бурый
79	55,1	11,6	63	56,4	32,2	0,92	1,649	3,6	Оранжево-коричневый
80	45,6	16,3	40	70,0	32,2	0,94	1,648 **	—	Темно-бурый
81 *	60,5	33,6	31	65,5	35,2	0,98	1,664 **	—	То же
82	54,1	43,4	37	63,2	35,5	0,96	1,655 **	—	Темно-коричневый
83 *	65,5	34,1	31	66,8	35,0	0,95	1,659 **	—	То же
84 *	58,1	37,4	31	56,4	35,2	0,97	1,664 **	—	» »
85	47,1	11,3	59	56,1	34,8	0,95	1,657	—	Ярко-красный
86	32,3	24,4	52	56,0	34,2	0,96	—	—	Красно-бурый

87	45,9	38,7	42	72,5	36,5	0,92	1,649 **	—	Красновато-коричневый
88 *	49,7	41,0	39	55,9	36,0	0,95	1,654 **	—	Темно-бурый
89	59,2	30,0	62	51,6	35,2	0,98	1,659 **	—	Красновато-коричневый
90	60,5	15,8	46	69,8	35,0	0,96	1,658 **	—	Темно-бурый
91	54,4	9,3	43	72,3	37,0	0,96	1,652 **	—	То же
92	52,7	12,6	51	63,6	35,5	0,95	1,648 **	—	« »
93	42,4	21,6	47	57,5	33,8	0,98	1,648 **	—	Темно-коричневый
94	37,6	14,1	56	56,7	32,0	0,99	1,650 **	—	То же
95	42,1	21,6	46	61,0	34,8	0,98	1,646 **	—	—
96 *	45,0	26,7	37	61,7	37,7	0,96	1,646 **	—	—
97	54,2	15,2	45	66,5	35,2	0,94	1,672	5,1	—

## 7. Умеренноглиноземистые (гранат- и мусковитсодержащие) метаморфические породы

98	31,2	17,5	73	43,0	31,0	0,94	1,644	6,3	—
99	39,9	15,0	52	57,5	31,5	0,93	1,634 **	—	—
100 *	42,1	15,2	44	54,0	38,2	0,97	1,638 **	—	Коричневый и зеленовато-бурый
101	44,6	16,5	67	47,5	32,5	0,92	—	—	—
102	51,6	21,8	55	62,4	32,5	0,93	—	—	—
103	55,5	13,9	49	67,0	34,8	0,96	1,643	—	Коричневый
104 *	52,5	9,8	75	62,0	32,8	0,83	—	—	Темно-коричневый
105	59,5	8,5	65	50,8	32,8	0,99	—	—	—
106	55,9	25,0	51	59,0	34,0	0,97	1,647	7,6	Зеленовато-коричневый
107	55,2	13,4	52	62,5	34,0	0,96	1,664	4,8	—
108	70,0	8,4	53	62,0	32,0	0,92	1,660	7,8	Зеленовато-коричневый
109	41,4	20,5	63	45,5	31,2	0,89	1,643	5,4	—
110	62,6	12,4	55	58,8	35,0	0,95	1,654	4,9	Темно-коричневый
111	46,5	18,3	49	59,8	35,2	0,92	1,641	2,6	Ярко-коричневый

## 8. Высокожелезистые метаморфические породы

112	50,1	29,3	235	13,4	10,0	0,96	1,681 **	2,0 **	Густой коричнево-красный (Np)
113	85,2	16,8	170	11,6	9,2	0,91	1,718 **	2,0 **	Зеленовато-бурый
114	56,7	35,2	2419	1,3	1,0	0,92	1,679 **	6,0 **	Коричнево-бурый
115	80,8	11,2	64	2,2	27,4	0,93	1,658	—	Грязно-зеленый
116	58,7	17,6	60	3,5	33,8	0,91	—	—	—
117	44,4	24,2	62	1,8	31,8	0,82	—	—	—

Номер анали- за	$\gamma$	$\gamma_e$	$ag$	Al	$^{28}Si$	$K'$	$N_g$	Угол 2V	Цвет по $N_2$
9. Биотит-плагноклазовые гнейсы									
118	39,9	26,6	42	52,7	32,5	0,96	1,649	6,7	Коричнево-бурый
119	65,0	12,1	57	56,1	33,5	0,99	1,657	4,4	Зеленовато-бурый
120	52,1	9,8	36	58,3	36,0	0,94	1,644	6,8	Светло-коричневый
121	56,7	13,8	52	58,1	34,6	0,98	1,655	5,8	Оранжево-бурый
122	53,0	12,8	56	59,4	34,8	0,97	1,644	6,4	Бурый
123	58,2	18,3	56	65,6	33,8	0,92	1,658	4,7	—
124	58,3	13,1	56	64,0	34,6	0,94	1,669	6,6	—
125	59,3	16,2	55	59,3	31,5	0,97	1,647	5,6	Коричневый
126	50,9	14,5	52	63,2	34,6	0,92	1,644	6,3	Буровато-коричневый
127	62,7	13,9	52	65,0	30,2	0,89	1,633	—	Зеленовато-коричневый
10. Биотитовые гнейсы									
128	40,6	36,8	53	54,2	34,0	0,97	1,644	—	—
129	72,3	22,4	45	58,4	37,0	0,94	1,654	5,4	Коричневый
130	26,9	21,6	49	52,7	33,3	0,97	1,622	6,2	—
131	35,5	25,9	61	55,0	33,5	0,92	1,629**	—	—
132	47,8	37,8	55	57,5	34,0	0,96	—	—	Зеленовато-бурый
133	44,4	8,8	49	57,6	29,5	0,98	—	—	—
134	53,8	16,1	47	68,0	33,8	1,00	—	—	—
135	50,8	7,8	52	68,3	35,8	0,83	—	—	—
136	53,9	16,6	50	72,9	34,5	0,85	1,632**	—	—
137	58,1	27,2	52	68,8	35,2	0,86	—	—	—
138	52,4	19,7	43	57,5	34,5	0,88	1,658	7,1	Коричневый
139	51,8	21,8	54	56,4	33,5	0,96	1,648	—	Буровато-зеленый
140	53,3	15,1	55	65,0	34,8	0,95	1,642	6,2	Коричневый
141	56,0	21,5	51	59,0	34,8	0,97	1,641	5,5	»
142	48,8	16,8	60	54,0	33,8	0,93	1,650	7,9	—
143	60,2	17,4	58	56,4	32,3	0,97	1,655	5,5	Зеленовато-коричневый
144	61,1	16,8	47	62,8	32,0	0,97	1,649	5,9	—
145	57,8	28,9	65	48,0	31,0	0,98	—	—	—

## 11. Биотитовые мигматиты и плагиомигматиты

146	68,4	9,2	54	55,6	33,5	0,98	1,662	3,7	Зеленовато-бурый
147	62,0	20,6	63	51,0	32,5	0,98	1,658	8,1	Зеленовато-коричневый
148	61,7	11,1	57	56,8	33,8	0,98	1,657	6,3	Оранжево-коричневый
149	51,0	31,0	62	51,0	32,5	0,82	1,639	5,6	Зеленый
150	48,6	21,8	53	51,9	34,5	0,95	—	—	—
151	48,2	13,0	47	58,1	32,5	0,97	—	—	—
152	56,9	22,0	62	57,1	32,5	0,97	1,653	5,7	Ярко-коричневый
153	59,5	20,1	57	59,0	35,0	0,95	1,683	4,5	Коричневый
154	61,6	12,9	51	59,1	34,0	0,96	1,654	7,6	Бурый

## 12. Амфиболсодержащие граниты

155	61,8	16,2	71	50,5	31,5	0,89	1,668	—	Зеленовато-коричневый
156	54,8	6,8	57	48,3	31,8	0,94	1,654	6,6	Коричневый
157	62,5	18,5	52	57,6	31,0	0,89	1,657	11,3	Темно-бурый
158	71,2	42,3	66	52,4	33,5	0,97	1,651	11,7	Зеленовато-бурый
159	52,3	24,2	74	45,6	31,0	0,92	1,650	5,6	То же
160*	68,3	26,2	49	56,8	29,0	0,93	1,663	6,3	Зеленовато-коричневый
161	43,1	28,1	51	53,3	35,0	0,97	1,651**	—	—
162	65,4	21,2	69	50,6	32,3	0,95	1,660	5,7	Зеленовато-коричневый
163	57,3	21,5	61	57,5	31,0	0,83	—	—	—
164	92,1	10,0	74	44,5	28,3	0,94	1,683**	—	—
165	52,3	27,1	54	57,6	32,8	0,86	—	—	—

## 13. Плагиограниты

166	52,1	11,8	76	47,0	32,5	0,87	1,654	3,6	Зеленовато-коричневый
167	60,1	19,0	61	54,0	32,5	0,97	1,657	6,9	Темно-коричневый
168	65,5	22,9	53	61,6	35,8	0,90	1,653	6,2	Красно-бурый
169	55,3	15,6	64	52,5	31,3	0,95	1,644	5,2	Зеленовато-коричневый
170	54,4	11,2	56	59,6	32,0	0,95	1,648	6,7	Зеленовато-бурый
171	54,0	11,7	62	54,5	32,3	0,94	1,648	6,7	То же
172	58,4	23,3	61	51,0	30,5	0,98	—	—	—
173	55,8	9,7	39	57,8	36,8	0,97	1,652	5,5	Красновато-коричневый
174	53,4	19,4	59	55,3	35,0	0,92	—	—	—
175	58,1	14,6	55	57,1	34,5	0,94	1,654	—	Зеленовато-коричневый
176	63,5	12,4	57	58,0	32,5	0,96	1,659	5,1	Коричневый

Номер анали- за	$f$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$Ng$	Угол $2V$	Цвет по $Ng$
177	63,2	22,6	62	54,1	33,0	0,97	1,647	—	Зеленовато-бурый
178	60,0	38,2	104	34,9	25,2	0,94	1,647	—	—
179	55,2	25,6	58	52,5	31,4	0,91	1,647	4,8	—
180	58,4	19,9	52	60,5	32,3	0,96	1,656	6,9	Буровато-коричневый
181*	69,4	22,8	50	46,9	32,5	0,88	1,652	—	—
182	56,1	28,0	66	50,5	34,0	0,86	1,649	—	—
183*	30,4	20,8	6	47,2	39,0	0,60	1,654	—	—

## 14. Амфиболсодержащие гранодиориты и диориты

184	49,4	21,7	61	51,9	32,0	0,87	—	—	—
185	49,0	15,2	59	51,8	31,0	0,92	—	—	—
186*	44,4	5,2	73	55,6	36,5	0,61	1,637**	—	—
187	50,1	27,0	63	51,1	30,0	0,97	1,646	5,2	Грязно-коричневый
188	51,2	15,0	62	51,4	32,0	0,95	1,657**	—	—
189	49,6	16,2	68	48,8	31,5	0,92	1,642	9,8	Темно-коричневый
190	37,8	23,2	72	48,8	30,5	0,89	1,638	5,5	Зеленовато-коричневый
191	45,2	38,6	91	38,2	26,9	0,87	1,639	6,4	Темно-коричневый
192	49,8	20,1	62	49,5	32,5	0,92	1,650	7,4	Зеленовато-коричневый
193	58,8	20,1	51	56,5	30,2	0,91	1,659	5,5	Коричневый
194*	59,2	31,8	62	45,6	30,0	0,87	1,667	6,9	Зеленовато-бурый
195	43,6	23,6	62	50,1	32,0	0,90	1,647	6,0	—
196	40,9	26,0	65	50,0	33,3	0,93	1,643	4,3	—
197	40,9	22,3	63	51,2	33,3	0,93	1,640	—	—
198	43,9	17,9	64	53,5	32,2	0,92	1,629	—	—
199	49,1	18,6	57	50,2	32,5	0,97	1,648	7,5	—
200	41,7	20,9	67	48,7	32,0	0,91	1,641	—	—
201	44,8	18,5	44	50,5	32,5	0,95	—	—	—
202	54,2	13,4	48	67,6	33,2	0,88	1,650	—	—

## 15. Чудново-бердичевские граниты

203	64,9	13,4	48	71,2	31,0	0,93	1,654	2,7	—
204	59,4	19,3	48	55,9	31,7	0,91	1,655	9,3	—
205	54,3	11,2	47	65,6	34,0	0,97	1,646	4,8	Ярко-коричневый
206	55,4	22,2	63	55,7	34,0	0,98	1,644	8,0	Буровато-коричневый
207	52,3	6,6	52	60,8	33,5	0,95	1,655	3,0	Оранжево-коричневый
208	53,4	9,8	52	65,3	36,0	0,98	1,645	6,3	Бурый
209	34,3	9,9	62	55,9	33,0	0,96	1,632 **	—	Оранжево-коричневый
210	48,8	10,5	57	59,6	34,2	0,94	1,642 **	—	То же
211	41,3	10,9	63	53,9	33,2	0,98	1,636 **	—	» »
212 *	52,4	15,8	53	67,1	24,0	0,71	1,644	—	Буровато-красный
213	54,1	10,0	54	59,8	32,3	0,94	1,642 **	—	Оранжево-коричневый
214	56,2	9,9	58	63,5	34,3	0,90	1,649	5,7	Красновато-коричневый
215	52,2	17,0	56	59,5	34,8	0,97	1,652	—	—
216	45,8	12,8	53	58,4	29,8	0,92	—	6,2	—
217	59,0	14,7	52	61,1	34,5	0,97	1,659	6,3	Красновато-коричневый
218	50,7	12,3	59	56,0	32,5	0,96	—	—	—

16. Граниты житомирского типа северо-западной части шнта

219	56,4	14,8	56	63,0	34,3	0,92	1,651	5,5	Оранжево-коричневый
220	57,7	69,0	57	54,6	31,3	0,91	1,649	7,1	Зеленовато-коричневый
221	52,2	13,3	50	63,1	34,3	0,97	1,652	5,0	Оранжево-бурый
222	62,0	21,2	51	59,6	33,5	0,96	1,650	9,8	Грязно-бурый
223	53,5	21,0	38	58,8	34,5	0,95	1,651	9,8	Зеленовато-черный
224	67,7	20,3	63	58,0	30,0	0,87	1,654 **	—	—
225	63,6	16,3	58	54,5	33,0	0,94	1,655	8,9	—
226	59,4	27,1	49	57,6	36,2	0,97	1,650	10,5	—
227	63,1	21,4	43	61,4	31,8	0,91	1,668	10,8	Оранжево-бурый
228	67,6	25,0	46	64,3	34,3	0,98	1,660	—	Красновато-коричневый
229	76,0	29,3	35	66,0	35,2	0,88	1,651	8,8	Коричневый
230	59,3	16,1	45	60,6	35,5	0,97	1,651	—	Оранжево-бурый

17. Граниты житомирского типа Ингуло-Ингулецкого водораздела

231	58,1	19,9	67	52,4	31,5	0,90	1,652	5,3	Темно-коричневый
232	49,4	25,0	51	63,1	33,2	0,96	1,648	4,8	Коричневый
233	60,8	21,5	53	65,0	33,2	0,95	1,667	7,0	Грязно-бурый

Номер анали- за	$f$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$N_g$	Угол 2V	Цвет по $N_g$
18. Антоновские граниты									
234	70,9	18,1	55	54,6	34,0	0,95	1,657	5,9	Темно-коричневый
235	73,5	7,2	44	76,2	34,2	0,91	1,664 **	—	—
19. Мокромосковские граниты									
236	70,1	17,7	61	52,1	34,5	0,96	1,654	—	—
237	74,6	17,7	43	53,5	32,5	0,96	1,672	8,5	Темно-коричневый
238 *	75,0	19,7	39	49,2	36,5	0,92	1,678	—	Зеленовато-коричневый
239 *	73,2	18,2	39	53,6	37,5	0,90	1,672 **	—	Темно-коричневый
20. Граниты салтычанского типа Приазовья									
240	61,6	21,6	70	51,4	33,3	0,88	1,660	11,6	Темно-зеленый
241	63,6	19,3	68	51,5	32,5	0,91	1,652	8,4	Густо-зеленый
242	66,0	21,0	65	54,2	33,0	0,94	1,657	8,6	Коричневый
243	55,6	30,7	63	56,2	33,8	0,91	1,646	6,1	Зеленовато-коричневый
244	47,7	18,1	63	49,5	33,3	0,96	1,651	7,8	—
245	62,2	16,5	61	59,5	32,2	0,96	1,654	—	—
246	57,1	42,9	49	63,0	33,5	0,91	1,640	7,3	—
21. Граниты кировоградского типа Ингуло-Ингулецкого водораздела									
247	70,3	5,4	54	62,3	35,8	0,92	—	—	Бурый
248	65,9	19,2	60	52,1	32,2	0,96	1,648	4,1	Зеленый
249	61,4	14,8	51	60,5	34,5	0,85	1,658	—	Буровато-коричневый
250	58,2	20,1	62	56,3	33,0	0,82	1,667	7,6	Темно-коричневый
251	74,4	15,2	60	60,9	34,2	0,85	1,668	8,4	—
252	80,6	12,6	59	53,0	34,2	0,99	—	10,1	Грязно-зеленый
253	82,8	21,3	60	57,6	34,5	0,99	1,673	—	Зеленовато-коричневый
254	59,0	7,5	54	50,8	34,2	0,94	1,659	5,6	Коричневый
255	60,1	10,2	70	49,8	33,5	0,91	1,662	3,3	Темно-коричневый

256	66,7	6,2	56	62,6	34,8	0,92	1,646	—	Бурый
257	67,7	10,7	47	61,9	34,0	0,98	1,654	3,6	Красно-бурый
258	64,3	13,1	57	65,0	33,0	0,82	1,656 **	—	Коричнево-бурый
259	61,1	21,2	67	43,3	30,8	0,95	1,670	3,5	Ярко-коричневый
260	73,6	6,8	65	51,4	32,2	0,95	1,671	3,5	Коричневый
261	52,6	4,7	50	55,6	34,5	0,94	1,660	6,6	Красно-коричневый
262	52,9	16,3	68	53,0	30,8	0,88	1,651	6,0	Зеленовато-бурый
263	67,4	15,9	57	59,5	30,8	0,90	—	—	—
264 *	32,6	83,3	24	77,6	21,8	0,98	1,656	—	—

#### 22. Бобринецкие граниты

265	61,2	19,7	57	59,9	32,7	0,95	1,645	10,2	—
266	64,7	27,6	56	60,2	33,5	0,95	1,651	5,7	Оранжево-бурый
267	69,1	18,5	54	60,5	34,2	0,91	1,657	8,5	—
268	55,2	18,8	56	55,0	35,0	0,96	—	—	—

#### 23. Долинские граниты

269	64,3	20,1	50	51,2	34,2	0,93	1,670	10,9	Черный
270	64,3	23,1	70	47,0	32,5	0,94	1,661	5,7	Коричневый
271	67,2	21,1	68	47,3	32,5	0,95	1,668	6,5	—

#### 24. Уманские граниты

272	62,1	28,1	54	55,4	30,0	0,94	1,651	4,8	Зеленовато-коричневый
273	66,7	29,8	59	59,1	32,5	0,94	—	—	—
274	55,1	27,1	47	54,7	34,0	0,89	—	—	—
275	54,4	39,5	62	52,2	32,5	0,97	1,654	—	Зеленовато-коричневый
276	69,6	27,7	51	71,0	32,5	0,89	1,646	7,7	—
277	58,0	21,7	60	53,5	31,7	0,90	—	—	—
278	56,7	29,7	45	54,6	32,7	0,95	—	10,6	Грязно-зеленый
279	55,5	24,1	62	49,5	30,7	0,95	1,644	6,7	Зеленовато-бурый
280	54,6	22,9	59	50,5	30,7	0,95	1,660	—	Зеленовато-черный
281	57,0	20,0	63	54,8	31,8	0,89	1,653	3,0	Зеленовато-бурый
282	52,4	24,4	57	53,6	30,5	0,94	1,651	5,0	Зеленовато-коричневый
283	61,9	18,2	69	52,0	28,0	0,91	1,647	6,8	То же
284	47,3	23,7	70	46,6	32,5	0,95	1,643	5,6	Серовато-зеленый
285	62,4	20,1	53	52,9	31,8	0,90	1,655	7,8	Коричневый

Номер эпиди- аза	$t$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$Ng$	Угол $2V$	Цвет по $Ng$
286 *	69,6	42,8	52	49,2	31,8	0,85	—	—	—
287	68,6	25,9	67	64,4	33,3	0,94	1,658	5,1	Зеленовато-коричневый
288	66,7	28,1	60	56,6	33,0	0,96	1,654	8,5	Зеленовато-бурый
289	60,5	21,8	67	51,1	31,8	0,94	1,650	7,6	Зеленовато-коричневый
290	52,2	30,5	62	53,1	31,8	0,88	1,654	5,9	Зеленовато-бурый
291	51,7	39,0	51	56,4	32,5	0,92	1,643	5,9	То же
292	50,2	32,3	71	51,0	31,5	0,89	1,647	7,5	» »
293	66,8	28,7	55	54,3	29,5	0,93	1,658	5,9	Черно-бурый
294	68,0	25,0	63	51,8	32,3	0,94	1,662 **	11,4	Темно-коричневый
295	64,0	39,5	58	50,1	31,8	0,97	—	10,4	Зеленовато-бурый
296	50,4	25,1	59	51,6	31,8	0,79	1,644 **	—	—
297	74,8	19,1	53	55,0	30,2	0,90	1,672 **	—	—
298	49,0	20,1	59	52,5	31,8	0,93	1,644	6,4	—

## 25. Богуславские и росинские граниты

299	47,8	30,4	59	50,5	30,5	0,95	1,659	8,1	Зеленовато-коричневый
300	47,0	15,1	72	48,6	31,0	0,92	1,637	5,9	То же
301	59,1	40,5	54	54,3	34,0	0,93	1,642	8,4	» »
302	47,9	18,4	53	55,3	31,8	0,98	1,652	8,9	» »
303	70,5	17,7	60	53,5	33,0	0,93	1,658	6,4	—
304	53,3	15,0	61	49,6	31,3	0,93	1,649	—	Темно-зеленый до черного
305	55,0	0,8	69	49,6	31,5	0,91	1,653	8,4	Темно-зеленый
306	66,5	17,8	57	50,6	34,5	0,91	1,653	5,8	Темно-коричневый
307	67,6	19,9	67	49,8	33,3	0,93	1,661	7,8	То же
308	67,7	17,4	65	52,0	33,3	0,90	1,667	6,7	Зеленовато-коричневый
309	66,2	20,0	72	53,4	33,5	0,86	1,663	10,1	Коричневый
310	67,3	21,6	61	56,4	34,0	0,92	1,658	6,7	»
311	64,2	28,2	53	58,4	33,8	0,96	1,656	5,2	Грязно-коричневый
312	69,6	30,6	42	57,5	36,0	0,97	—	—	—
313	63,3	16,9	70	50,7	33,5	0,88	1,662	10,0	Зеленовато-коричневый

## 26. Граниты кировоградского типа северо-западной части щита

314	85,2	16,9	67	51,1	35,3	0,83	1,698	10,5	Зеленовато-черный
315	50,5	31,6	69	48,0	33,3	0,78	1,654	—	Коричневый
316	50,1	23,9	57	49,8	32,3	0,93	1,655	—	Зеленый
317	61,0	11,6	51	60,8	35,8	0,87	1,654	8,6	Коричнево-бурый
318	61,0	14,2	47	58,5	34,3	0,89	1,655	7,5	Темно-бурый
319	71,2	17,9	41	61,8	33,5	0,83	1,666 **	—	—
320 *	67,3	23,0	37	55,5	38,5	0,91	1,659	—	Густо-зеленый

## 27. Коростышевские граниты

321	77,5	29,8	56	60,9	33,5	0,95	1,658	6,2	Коричневый
322	62,5	19,0	45	58,5	34,8	0,93	1,654	10,1	Темно-бурый
323	62,4	25,0	51	55,9	34,0	0,95	—	—	—
324	61,9	21,5	60	54,4	34,6	0,94	1,656	—	—
325	64,6	12,4	56	54,9	32,3	0,94	1,658	6,7	Красновато-коричневый
326	71,2	15,3	60	61,2	32,0	0,98	—	—	—

## 28. Граниты кировоградского типа Приднепровья

327	61,8	23,2	62	51,6	29,5	0,78	1,662 **	—	—
328	59,5	25,3	72	47,2	32,8	0,96	1,652	4,8	Зеленовато-коричневый
329	45,6	30,5	61	55,5	33,3	0,96	1,639	5,8	—

## 29. Токовские граниты

330	48,0	31,5	62	45,6	29,3	0,81	1,646 **	—	Коричневый
331	47,4	46,3	77	41,6	29,0	0,98	1,650	16,8	Бурый

## 30. Анатолийские граниты

332	59,4	33,5	55	51,6	34,3	0,82	1,667	—	Зеленовато-черный
333	68,6	30,7	51	56,9	33,5	0,91	1,664	—	То же
334	62,2	27,9	71	52,6	34,0	0,82	1,657	—	» »

Номер анализа	$f$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$N_g$	Угол 2V	Цвет по $N_c$
------------------	-----	-------	------	----	----------	------	-------	------------	---------------

## 31. Граниты Верблюжского и Боковьянского массивов

335	67,5	19,4	61	50,9	33,8	0,89	1,668	12,4	Зеленовато-черный
336	67,7	26,2	64	49,2	33,8	0,94	—	—	Черный
337	67,4	25,8	67	45,0	31,3	0,89	1,658	10,7	—
338	55,4	19,7	58	55,0	32,8	0,93	1,660	8,6	Бурый
339	67,6	17,6	52	58,6	34,6	0,94	1,651	9,8	Черный
340	70,0	29,2	40	74,2	35,5	0,91	1,654	10,1	Коричневый
341	79,8	29,0	58	52,2	32,5	0,89	—	8,5	Зеленовато-коричневый
342 *	73,0	21,2	48	63,0	30,5	0,87	1,647	—	Черно-зеленый
343	61,5	19,4	68	45,3	31,8	0,95	1,673 **	—	—

## 32. Граниты Новоукраинского массива

344	74,0	10,8	57	55,9	32,3	0,82	1,672 **	—	Зеленовато-бурый
345	71,0	14,1	60	53,7	35,0	0,92	1,660	6,7	Темно-бурый
346	68,0	15,0	63	50,6	33,5	0,92	1,656	8,3	Бурый
347	57,0	15,0	64	54,3	33,5	0,93	1,662	8,0	—
348	64,6	8,6	65	51,6	32,8	0,96	1,669	5,8	Коричневый
349	61,5	22,7	61	55,5	33,5	0,93	1,651	—	Зеленовато-бурый
350	63,9	12,2	70	47,4	33,3	0,92	1,673	7,5	Ярко-коричневый
351	73,9	16,8	51	54,4	35,0	0,95	1,652	9,3	—

## 33. Монциты Новоукраинского массива

352 *	89,5	11,3	82	41,5	25,0	0,50	1,673	—	—
353	63,4	4,6	64	47,4	29,5	0,98	1,670	5,3	—

## 34. Гранитоиды Вознесенского блока

354	58,3	18,4	60	56,7	35,0	0,92	1,655	7,0	Оранжево-бурый
355	59,4	21,1	63	53,4	34,3	0,92	1,648	—	Зелено-бурый
356	57,8	20,6	53	58,4	35,0	0,95	1,651	6,3	Красно-бурый
357	50,6	17,5	62	55,2	34,0	0,93	1,664	8,3	То же
358	55,6	25,2	52	56,3	35,0	0,99	1,651	5,4	Зелено-бурый
359	59,5	22,6	72	46,5	31,5	0,97	1,665	5,1	Ярко-коричневый
360	56,0	21,9	55	65,0	35,5	0,93	1,651	6,1	Оранжево-бурый
361	49,4	16,6	60	55,0	30,8	0,87	1,646	6,5	Зеленовато-бурый

## 35. Клесовиты западной Волыни

362	64,9	21,4	43	73,2	29,5	0,96	1,630	9,2	Зеленый
363	58,5	23,7	53	56,2	28,7	0,87	—	—	—

## 36. Гранитоиды осницкого комплекса

364	46,6	23,7	58	54,5	31,8	0,93	1,637	6,6	Черный
365	61,6	11,5	75	48,7	27,3	0,84	1,648 **	—	—
366 *	54,7	10,2	50	68,5	35,8	0,54	1,646 **	—	—
367	55,5	12,0	57	55,6	32,5	0,89	—	—	—
368	48,4	33,6	62	49,6	31,8	0,92	—	—	—
369	75,6	16,2	57	56,1	31,8	0,92	—	—	—
370	54,4	20,6	61	50,4	31,3	0,91	—	—	—

## 37. Рапакиви Коростенского массива

371	87,6	15,4	63	46,4	30,5	0,98	1,690 **	—	—
372	87,7	19,0	77	38,8	26,5	0,99	1,686 **	—	—

Номер анализа	$f$	$f_0$	$ag$	Al	$a_{Si}$	$K'$	$N_g$	Угол $2V$	Цвет по $N_g$
373	86,7	17,5	55	51,3	32,5	0,98	1,686 **	—	—
374 *	85,9	13,4	54	44,1	27,5	0,85	1,681	—	Черный

## 38. Бiotитовые граниты Коростенского массива

375 *	89,7	17,4	57	47,6	28,3	0,82	1,674	—	Зеленовато-бурый
376 *	74,2	8,5	42	61,1	41,2	0,94	1,670	—	Бурый
377	98,8	6,0	59	68,6	29,0	0,79	1,666	12,9	Темно-зеленый
378 *	86,7	19,2	31	54,3	33,5	0,96	1,676 **	—	—
379 *	90,1	84,5	9	108,0	27,8	0,80	—	—	—
380 *	96,3	31,2	27	56,9	41,7	0,67	—	—	—
381 *	94,6	13,4	115	91,3	18,8	0,48	—	—	—
382 *	90,6	98,6	18	121,5	29,5	0,61	—	—	—
383 *	73,6	65,4	34	138,2	23,8	0,62	—	—	—
384 *	91,4	4,7	74	85,0	24,0	0,61	—	—	—
385 *	94,2	99,5	144	86,1	27,5	0,59	—	—	—
386 *	96,1	16,0	55	87,5	24,6	0,85	—	—	—
387 *	94,9	8,6	71	89,4	23,0	0,65	—	—	—
388 *	97,5	11,4	59	89,6	23,0	0,84	—	—	—
389	68,8	21,3	57	57,3	36,5	0,96	—	—	—
390	99,3	11,5	44	60,1	33,5	0,98	1,673 **	—	—
391	98,7	17,5	51	68,0	26,0	0,95	1,632 **	—	Бурый
392 *	68,8	38,4	32	63,3	31,2	1,00	1,629 **	—	Темно-бурый
393	51,8	35,3	50	67,3	31,8	1,00	1,632 **	9,0 **	То же
394	93,4	21,2	45	54,5	28,8	0,98	1,680 **	—	—

## 39. Рапакиви Корсунь-Новомиргородского массива

395	86,6	36,0	50	56,2	36,5	0,82	1,687	11,8	Красно-бурый
396	92,4	9,2	68	47,2	31,0	0,84	1,690	10,3	—

397 *	87,7	40,2	49	51,1	35,2	0,74	1,658	9,5	Буровато-черный
398	67,3	16,9	62	54,6	33,5	0,92	1,690	—	Красно-бурый
399 *	80,5	24,4	39	54,2	38,0	0,70	—	—	Черный
400 *	90,4	12,9	59	68,1	29,3	0,81	1,684	—	Черный
401	91,7	7,2	81	51,5	28,5	0,80	1,695	9,4	Темно-коричневый
402	51,6	13,1	71	39,1	25,8	0,83	1,707	8,8	То же
403	85,3	12,7	60	44,1	30,7	0,96	1,694 **	—	Черный

## 40. Биотитовые граниты Корсунь-Новомиргородского массива

404 *	76,9	17,1	36	62,3	39,3	0,76	1,673	10,6	Бурый
405	78,4	11,1	57	61,0	36,2	0,80	1,669	—	Красно-бурый

\* Химический анализ биотита забракован.

\*\* Данные других лабораторий.

Номер анализа	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO
2	36,86	0,26	15,14	2,07	7,72	0,07	21,89	2,12
10	53,62	0,14	2,96	1,60	8,89	0,17	29,46	0,06
11	48,19	2,27	13,44	2,41	11,16	0,15	8,63	7,00
21	55,05	0,93	19,00	0,41	7,31	0,08	3,07	6,49
22	46,19	0,44	12,61	3,35	6,46	0,22	13,54	9,77
23	47,15	0,66	14,84	5,36	5,54	0,26	8,32	10,00
36	54,88	0,82	14,83	2,22	7,92	0,17	6,48	3,41
37	72,60	0,15	12,37	1,58	1,87	0,52	1,19	1,60
40	60,90	1,03	15,24	1,70	4,54	0,15	2,73	4,72
44	65,45	0,66	15,60	1,85	4,05	0,12	1,45	2,95
45*	64,38	0,60	14,96	2,14	4,90	0,11	2,09	3,48
50	52,78	0,86	19,33	3,36	5,97	0,20	3,55	5,94
52	57,60	1,20	17,09	2,70	6,52	0,21	2,22	4,08
53	56,81	1,11	17,88	2,25	6,50	0,13	2,38	3,71
56	72,91	0,25	13,46	1,33	1,47	0,03	0,38	1,75
59	62,34	0,91	16,10	2,09	5,07	0,10	2,75	3,65
77	71,83	0,41	13,10	0,83	4,57	0,09	1,29	0,82
78	61,91	0,35	20,20	1,24	3,19	0,08	1,47	4,49
79	59,56	0,72	18,42	1,11	6,58	0,09	3,47	1,54
80*	59,83	0,73	27,85	0,32	2,59	—	1,79	0,40
99	64,69	0,80	13,06	1,61	5,74	0,09	4,76	3,22
102	69,19	0,39	14,96	1,06	4,18	0,09	2,21	2,25
104*	67,50	—	15,84	0,70	3,63	—	1,95	2,34
106	61,50	0,67	17,80	1,79	5,27	0,10	2,83	1,71
120	69,82	0,55	13,54	1,20	4,63	0,10	2,16	2,13
121	66,04	0,54	14,86	1,93	4,99	0,07	2,55	1,27
125	65,70	0,70	14,12	1,82	5,03	0,08	2,60	1,67
127	44,43	1,37	18,47	4,39	8,75	0,10	8,50	2,18
140	66,84	0,54	14,71	0,97	4,66	0,09	2,65	1,48
141	63,72	0,61	15,53	1,58	6,57	0,06	2,65	1,24
144	67,95	0,55	13,07	0,94	6,21	0,10	2,13	2,27
148	73,83	сл.	13,30	1,20	0,79	—	0,76	1,78
152	71,84	0,29	15,70	—	2,52	0,06	0,75	2,07
153	72,87	0,18	15,17	0,42	2,16	0,07	0,45	1,01
154	70,20	0,50	15,54	0,39	2,42	0,02	0,60	1,02
156	64,11	0,50	16,10	1,83	3,50	0,09	1,48	2,15
158	64,46	0,35	15,25	1,78	3,28	0,06	2,66	3,08
162	68,93	0,32	16,26	1,21	3,00	0,05	0,65	3,15
169	70,55	0,21	15,15	0,75	2,62	0,07	0,63	2,21
173	65,96	0,55	16,70	0,82	4,38	0,08	1,49	1,64
176	69,35	0,30	16,28	0,77	3,09	0,08	0,68	3,02
177	69,99	0,21	15,66	1,41	2,36	0,04	0,65	3,15
179	70,30	0,17	16,21	1,08	2,17	0,05	0,45	2,74
187	62,23	0,65	16,73	2,47	3,85	0,11	2,70	3,26
189	61,30	0,54	15,42	2,09	5,72	0,16	1,95	4,36
190	66,95	0,36	14,63	1,38	2,16	0,09	2,98	3,75
191	65,00	0,46	13,82	2,11	2,87	0,06	3,74	4,30
192	55,14	1,06	18,34	2,89	4,90	0,14	3,07	6,12
193	64,69	0,63	15,31	1,56	4,87	0,14	1,98	4,38
194	51,29	0,98	18,31	3,28	8,28	0,31	3,05	6,10
205	64,55	0,52	14,70	2,00	5,95	0,10	2,23	1,87
207	66,04	0,55	15,23	2,01	4,48	0,09	1,83	1,79

вмещающих пород, вес. %

Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	Сумма
0,49	9,32	0,69	1,87	—	0,07	—	98,57
0,34	0,94	0,34	0,62	—	—	0,09	99,23
1,61	2,94	0,27	—	1,24	0,36	—	100,10 **
4,00	1,51	0,19	1,22	—	0,59	—	100,28 **
2,29	2,66	0,33	0,99	—	0,47	—	100,38 **
1,51	2,22	0,12	1,74	—	0,78	—	99,60 **
3,08	3,55	0,11	1,80	—	0,17	—	99,70 **
3,26	4,66	0,11	0,64	—	0,14	—	100,84 **
3,90	3,55	0,06	—	0,68	0,69	—	100,03 **
3,95	3,18	0,15	0,29	—	—	0,10	99,80
3,29	2,96	0,09	0,20	0,09	—	0,08	99,37
4,48	2,50	0,20	0,54	0,27	—	0,25	100,23
4,20	2,30	0,22	0,62	—	—	0,23	99,19
4,45	3,13	0,20	0,36	—	—	0,45	99,36
4,01	3,54	0,10	—	0,22	0,07	—	99,60 **
3,65	2,16	0,13	0,32	—	—	0,20	99,47
3,32	2,76	0,15	0,45	0,32	—	0,03	99,97
4,77	1,42	0,15	0,64	0,17	—	0,05	100,13
3,70	3,02	0,24	1,55	0,41	—	0,18	100,59
0,29	4,80	—	1,77	—	0,03	—	100,52 **
2,41	1,66	0,02	—	1,07	0,16	—	99,80 **
3,12	1,68	0,13	—	0,64	0,29	—	100,54 **
2,82	4,25	—	—	—	—	—	—
3,84	3,63	0,14	0,55	0,38	—	0,18	100,39
2,22	1,28	0,10	1,65	—	—	0,05	99,43
3,74	2,72	0,15	0,39	0,21	—	0,05	99,51
4,06	2,84	0,18	0,47	0,09	—	0,09	99,45
2,96	6,08	0,24	0,77	0,32	—	0,81	99,37
3,79	2,82	0,11	0,44	0,35	—	0,08	99,53
3,54	2,72	0,15	0,66	0,27	—	0,09	99,39
2,78	2,36	0,32	0,17	0,19	—	0,50	99,54
3,86	4,32	0,02	—	0,28	0,04	—	100,27 **
5,55	0,97	0,11	0,45	0,05	—	0,05	100,41
4,42	3,25	0,11	0,35	—	—	0,10	100,56
3,30	5,90	0,12	0,28	0,05	—	0,05	100,39
3,86	5,31	0,14	0,55	0,03	—	0,11	99,76
3,34	4,75	0,05	—	0,68	0,19	—	99,99 **
4,21	1,39	0,05	—	0,58	0,07	—	99,90 **
4,85	1,60	0,18	0,41	0,43	—	0,05	99,71
3,81	2,71	0,13	0,93	0,15	—	0,09	99,44
4,73	1,21	0,19	0,38	—	—	0,07	100,15
4,26	1,17	0,04	—	0,39	0,04	—	99,50 **
5,30	0,74	0,20	0,20	0,08	—	0,03	99,72
4,00	3,40	0,13	0,42	0,12	—	0,17	100,24
4,29	2,22	0,29	0,74	—	—	0,11	99,19
4,00	2,40	0,09	—	0,71	0,34	—	99,84
4,26	2,80	0,06	—	0,66	0,10	—	100,31 **
4,14	2,70	0,06	—	0,91	0,57	—	100,04
4,09	1,00	0,24	0,27	—	—	0,07	99,50 **
4,20	2,42	0,22	0,68	—	—	0,30	99,42
3,48	2,72	0,15	0,50	0,36	—	0,14	99,36
3,50	3,20	0,17	0,53	0,18	—	0,12	100,25 **

Номер ана- лиза	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO
212	63,24	0,93	16,47	0,85	5,39	0,06	2,13	2,24
219	67,06	0,45	17,01	0,84	3,11	0,05	1,45	1,48
220	66,23	0,54	15,21	1,67	3,46	0,10	1,43	2,07
222	65,89	0,64	16,08	0,96	3,72	0,09	1,68	1,98
231	68,20	0,32	15,90	1,86	2,85	0,06	0,95	2,17
234	73,00	0,19	13,00	0,95	1,72	Сл.	0,77	1,29
254	68,00	0,54	15,60	0,74	3,45	0,08	1,38	2,45
255	67,47	0,54	15,21	1,06	4,83	0,07	1,45	2,99
257	68,31	0,39	15,36	0,80	4,00	0,09	0,63	1,10
259	67,48	0,58	14,97	1,05	3,67	0,08	1,78	2,68
260	68,08	0,50	14,32	1,30	3,48	0,06	0,70	1,47
261	52,84	0,80	19,62	2,51	10,62	0,87	2,75	2,10
266	69,26	0,57	14,73	0,68	3,30	0,04	0,86	1,26
270	73,89	0,24	13,12	0,73	1,85	0,03	0,38	1,54
283	71,05	0,36	13,84	1,27	1,66	0,06	0,90	1,95
285	70,46	0,35	13,59	0,45	2,51	0,03	0,55	1,30
287	70,98	0,23	14,06	1,14	1,62	0,04	0,49	1,40
288	72,05	0,20	14,83	1,60	1,55	0,03	0,31	1,26
289	70,74	0,37	13,23	0,84	2,39	0,03	0,44	1,71
290	72,22	0,17	14,33	0,58	1,44	0,03	0,88	1,80
291	73,33	—	12,86	0,38	1,49	0,01	0,17	1,30
294	75,30	0,12	12,93	0,98	0,72	0,06	0,32	1,04
300	49,66	1,48	17,52	6,30	7,90	0,11	3,87	4,01
302	58,41	0,84	20,04	1,66	3,63	0,12	1,80	3,69
305	54,82	1,33	15,78	4,13	6,83	0,19	3,55	1,88
307	72,03	0,37	13,53	0,85	1,73	0,06	0,74	1,25
308	72,57	0,19	14,20	0,46	1,37	0,03	0,72	1,87
309	71,00	0,27	13,50	0,91	2,41	0,03	1,19	2,21
313	72,05	0,26	15,00	0,67	2,03	0,05	0,42	1,18
323	70,32	0,36	14,24	0,55	2,45	0,03	1,07	1,64
328	66,12	0,46	14,39	2,34	3,15	0,06	1,70	3,22
329	73,62	0,10	13,37	1,18	1,00	0,02	0,68	0,56
336	73,41	0,14	12,83	1,27	1,63	0,03	1,22	1,60
348	81,47	0,19	9,50	0,20	2,66	0,04	0,29	1,02
349	71,83	0,13	14,88	1,67	1,92	0,03	0,31	0,84
353	69,83	0,44	13,40	0,75	3,88	0,06	0,76	1,68
354	67,99	0,55	16,37	1,23	2,21	0,02	1,37	2,10
356	71,85	0,36	14,45	0,66	1,86	0,02	0,38	0,98
359	64,01	0,97	16,79	1,21	4,12	0,04	1,26	2,48
361	65,04	0,53	16,61	0,81	5,18	0,23	2,01	2,35
376*	71,44	0,40	14,50	0,66	1,94	0,06	0,07	1,26
377	75,00	0,14	12,46	1,77	1,29	0,04	0,10	1,16

\* Анализы биотитов отбракованы. \*\* Кроме того, в отдельных образцах в сумму SO<sub>3</sub> — 0,29; 22. CO<sub>2</sub> — 1,06; 23. CO<sub>2</sub> — 1,07; SO<sub>3</sub> — 0,03; 36. SO<sub>3</sub> — 0,26; 37. SO<sub>3</sub> — 0,15; 120. CO<sub>2</sub> — 0,05; 148. S — 0,09; 158. SO<sub>3</sub> — 0,06; 162. SO<sub>3</sub> — 0,03; 177. SO<sub>3</sub> — 0,13; 266. SO<sub>3</sub> — 0,12; 270. SO<sub>3</sub> — 0,06; 309. SO<sub>3</sub> — 0,05; 313. SO<sub>3</sub> — 0,25; 323. SO<sub>3</sub> — 0,02; 353. BaO — 0,09; SO<sub>3</sub> — 0,13; 354. BaO — 0,06; SO<sub>3</sub> — 0,06; 356. SO<sub>3</sub> — 0,16.

Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	F	Сумма
2,75	3,78	0,20	—	1,34	0,11	—	99,49
3,85	3,88	0,16	0,40	0,45	—	0,18	100,37
4,28	4,55	0,12	0,40	0,16	—	0,17	100,39
3,78	4,54	0,15	0,40	0,27	—	0,23	100,41
4,15	2,70	0,11	0,40	—	—	0,04	100,11 **
3,34	5,44	0,03	—	0,50	0,05	—	100,65 **
3,73	3,37	0,14	0,17	0,35	—	0,15	100,15
3,97	1,90	0,14	0,37	—	—	0,12	100,12
2,95	6,09	0,10	0,44	—	—	0,13	100,39
3,65	3,48	0,14	0,22	0,25	—	0,10	100,13
3,10	5,85	0,13	0,17	0,10	—	0,19	99,45
2,76	3,98	0,09	0,60	—	—	0,13	99,67
2,74	5,36	0,03	—	0,74	0,16	—	99,85 **
3,03	4,12	0,03	—	0,50	0,07	—	99,59 **
3,37	4,67	0,07	—	0,59	0,28	—	100,07
3,16	5,42	0,21	—	0,75	0,17	—	98,95
3,12	5,77	0,04	—	0,65	0,07	—	99,61
2,95	4,27	0,03	—	0,37	0,07	—	99,52
2,96	5,03	0,15	—	1,40	0,08	—	99,37
3,77	4,10	0,06	—	0,38	0,17	—	99,93
3,51	4,76	0,13	—	1,25	0,09	—	99,28
3,55	4,33	0,06	—	0,50	0,17	—	100,08
2,70	5,06	0,12	—	1,25	0,18	—	100,16
4,06	3,73	0,29	1,24	0,15	—	0,12	99,78
2,52	5,93	0,52	1,34	0,22	—	0,25	99,29
3,09	5,40	0,06	—	0,63	0,28	—	100,02
3,44	4,55	0,03	—	0,47	0,23	—	100,13
3,55	4,03	0,32	—	0,51	0,17	—	100,15 **
3,75	4,65	0,15	0,25	—	—	0,09	100,80 **
3,53	4,73	0,16	—	0,69	0,31	—	100,10 **
4,30	3,78	0,03	—	0,53	0,11	—	100,46 **
5,18	4,34	0,03	—	0,13	0,03	—	100,40 **
2,65	4,81	0,12	—	0,41	—	—	100,12
2,58	1,20	0,30	0,32	—	—	0,06	99,83
2,87	4,79	0,01	—	0,15	0,07	—	99,64 **
2,82	5,34	0,08	—	0,40	0,13	—	99,79 **
4,16	3,54	0,08	—	0,37	0,14	—	100,25 **
2,93	5,56	0,03	—	0,32	0,11	—	99,67 **
3,70	4,80	0,19	0,39	—	—	0,10	100,06
4,38	1,78	0,21	0,53	—	—	0,19	99,85
2,92	5,25	0,10	—	0,69	0,19	—	99,48
3,21	4,81	0,06	—	0,38	0,06	—	100,48

входят следующие окислы (в %): 11. SO<sub>3</sub>—0,29; CO<sub>2</sub>—0,14; 21. CO<sub>2</sub>—0,14; 40. SO<sub>3</sub>—0,14; 56. SO<sub>3</sub>—0,08; 80. BaO—0,12; 99. SO<sub>3</sub>—0,51; 102. C—0,35; 191. S—0,07; 193. SO<sub>3</sub>—0,27; 207. SO<sub>3</sub>—0,53; 231. SO<sub>3</sub>—0,40; 234. SO<sub>3</sub>—0,37; 328. BaO—0,12; SO<sub>3</sub>—0,15; 329. SO<sub>3</sub>—0,16; 349. BaO—0,04; SO<sub>3</sub>—0,10;

Номер анализа	Минерал	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO
10	Энстатит	55,58	0,04	1,49	0,34	9,48	0,11	31,38	0,28
13	Ортопироксен	49,21	0,22	1,80	0,77	29,81	0,64	15,60	0,42
13	Клинопироксен	47,48	0,28	3,65	2,05	11,13	0,24	12,84	22,40
14	Роговая обманка	43,70	1,04	9,83	5,37	12,67	0,29	11,11	11,66
15	То же	43,20	1,20	10,02	6,30	10,34	0,29	12,04	12,06
16	» »	43,52	1,17	9,95	5,00	10,62	0,31	12,21	11,92
17	» »	49,14	0,42	8,31	10,58	3,99	0,25	13,23	11,56
18	» »	39,52	0,65	13,90	5,34	16,92	0,42	7,70	10,05
19	» »	44,26	0,81	10,64	3,67	15,44	0,32	10,06	11,34
21 **	» »	—	—	10,84	7,06	12,81	0,38	9,04	12,04
22 **	» »	—	—	7,51	3,92	9,89	0,30	14,04	11,56
24 **	» »	—	—	10,84	5,24	13,64	0,38	10,23	11,67
29	» »	46,00	1,00	6,81	6,35	12,36	0,37	11,46	11,99
38	» »	48,87	0,38	6,46	3,46	8,49	0,27	16,44	12,07
46	» »	42,86	0,97	10,10	5,81	13,30	0,40	10,70	11,17
55	Ортопироксен	49,48	0,81	1,40	2,16	31,03	—	14,91	0,38
58	»	51,90	0,08	0,14	0,25	22,99	0,64	22,18	0,74
58	Клинопироксен	51,65	0,17	2,13	1,44	7,04	0,26	14,70	21,60
62	Роговая обманка	41,10	1,87	8,92	6,74	15,52	0,20	9,45	11,87
63	Гранат	40,16	0,02	21,14	1,81	27,39	0,45	8,70	0,53
63	Кордиерит	48,91	—	33,07	0,52	5,23	—	10,02	0,04
64	Гранат	39,36	1,64	23,26	4,20	22,50	—	6,95	0,35
74	»	40,10	—	20,70	3,65	30,52	0,27	2,67	0,78
85	»	38,34	0,05	21,09	1,39	29,49	0,79	6,77	1,05
85	Кордиерит	48,28	Сл.	32,24	0,49	6,03	0,05	9,56	0,14
86	Гранат	38,35	0,09	20,84	1,54	26,45	0,73	9,37	1,14
98	»	38,65	0,11	21,20	0,79	26,50	0,51	9,33	2,01
99	»	40,22	0,16	18,93	3,71	26,85	0,38	6,80	2,24
99	Кордиерит	44,26	0,02	30,59	1,11	5,89	0,02	6,30	0,84
102	Гранат	39,34	—	19,92	2,65	31,59	0,30	3,45	0,93
132	»	37,35	0,02	19,97	2,22	30,74	2,28	5,20	1,05
161	Роговая обманка	41,47	1,05	11,52	6,74	11,41	0,30	10,89	11,76
164	» »	40,57	2,09	8,65	7,05	24,62	0,58	1,38	10,12
188	» »	41,38	1,28	9,02	6,73	14,79	0,43	10,02	12,00
195	» »	42,82	1,14	10,40	5,86	12,45	0,40	10,55	12,11
196	» »	43,31	0,93	10,55	6,85	10,77	0,36	11,43	12,11
197	» »	43,11	0,36	10,91	6,98	11,11	0,28	11,35	12,18
209	Гранат	39,40	0,09	21,02	1,28	28,59	0,40	8,03	0,77
209	Кордиерит	43,84	0,02	30,54	2,29	4,45	0,01	6,24	0,84
210	Гранат	38,08	0,03	20,94	0,93	32,90	0,96	4,79	0,84
343	Роговая обманка	41,20	1,58	10,24	4,75	18,91	0,59	7,60	10,64

\* Кроме того, обнаружено (в %): 10. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,98; 63. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,10

Таблица 5

вующих минералов, вес. %

Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	П.п.п.	F	Сумма	Удельный вес. г/см <sup>3</sup>	N <sub>q</sub>
0,23	—	—	—	—	0,28	—	0,98	—	100,97*	3,303	1,681
0,32	0,05	0,42	0,10	0,42	0,11	—	0,52	—	100,41	3,557	1,730
0,55	0,04	0,58	0,20	0,28	0,10	—	0,62	—	99,44	3,359	—
1,11	0,88	0,17	0,08	—	0,04	2,03	—	0,22	100,20	3,245	1,693
1,51	0,95	0,06	0,22	—	0,14	2,13	—	—	100,46	—	1,680
1,75	0,91	0,05	0,22	—	0,15	1,85	—	—	99,63	—	1,678
0,62	0,39	—	—	—	—	—	1,27	—	99,76	—	1,638
2,08	0,54	—	—	—	0,14	2,91	—	—	100,17	3,306	1,695
1,18	0,49	—	—	—	0,08	2,03	—	0,12	100,44	3,150	1,673
—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,23	3,23	1,682
—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,04	—	1,667
—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,04	—	1,687
1,18	0,82	0,12	0,14	—	0,22	1,57	—	—	100,39	3,25	1,679
0,66	0,47	0,16	0,07	—	0,04	2,22	—	0,24	100,30	3,181	1,659
1,47	1,17	—	—	—	0,39	1,92	—	—	100,26	—	1,687
0,14	0,24	—	—	—	0,01	—	—	—	100,56	—	1,733
0,17	—	0,06	—	—	0,05	—	1,01	—	100,21	3,513	1,713
0,25	—	0,11	—	—	0,07	—	0,95	—	100,37	3,392	1,713
1,48	1,04	0,05	0,29	—	0,07	1,36	—	—	99,96	3,370	1,704
0,02	0,04	0,13	—	—	—	—	—	—	100,49*	—	—
0,17	0,13	—	—	—	—	2,16	—	—	100,25	—	—
1,03	0,29	—	—	—	0,68	—	—	—	100,26	3,975	1,792
0,75	0,45	0,12	—	—	0,24	—	0,40	—	100,65	—	—
0,09	0,07	0,23	0,12	—	—	—	0,95	—	100,40	4,009	1,790
0,10	0,09	0,04	0,10	—	0,12	—	3,01	—	100,25	2,600	1,550
0,15	0,06	0,28	0,12	—	—	—	0,86	—	99,98	3,988	1,778
0,21	0,02	—	—	—	0,17	—	0,74	—	100,24	4,070	1,786
0,11	0,14	0,34	—	—	0,10	—	0,07	—	100,05	—	1,789
0,19	0,40	—	—	—	0,58	—	7,85	—	98,05	—	1,555
0,34	0,20	0,14	—	—	0,22	—	0,39	—	99,47	—	—
0,14	0,05	0,17	0,08	—	—	—	0,67	—	99,94	—	1,802
1,09	0,72	0,27	—	—	0,35	2,40	—	0,21	100,18	3,343	1,689
1,35	1,54	—	—	—	0,21	2,09	—	—	100,25	3,336	1,727
0,90	1,06	0,16	0,24	—	0,22	2,10	—	—	100,33	3,291	1,699
1,16	0,87	—	—	—	0,17	2,07	—	0,10	100,10	—	1,685
1,33	0,63	—	—	—	0,12	0,66	—	—	99,05	—	1,684
1,00	0,83	0,17	0,16	—	0,16	1,76	—	—	100,36	—	1,684
0,21	0,04	0,11	0,08	—	0,08	—	0,34	—	100,44	—	1,786
0,45	1,04	—	—	—	1,74	—	8,70	—	100,16	—	1,552
0,06	0,05	0,11	0,11	—	0,02	—	0,29	—	100,11	—	1,797
1,17	1,60	0,23	—	—	0,02	1,79	—	0,17	100,49	3,278	1,704

\*\* Публикуется в сокращенном виде.

Статистические характеристики формульных

Номер группы	Количество анализов в группе	Si				Ti				Al	
		$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\delta^2$
1	8	2,75	0,002	0,04	1,5	0,05	0,001	0,03	62,6	1,48	0,06
2	17	2,73	0,004	0,06	2,3	0,12	0,007	0,08	68,6	1,42	0,013
3	8	2,67	0,005	0,07	2,5	0,10	0,0005	0,02	21,0	1,54	0,02
4	17	2,75	0,004	0,07	2,4	0,12	0,002	0,05	41,0	1,42	0,005
5	8	2,76	0,005	0,07	2,7	0,21	0,002	0,04	20,7	1,35	0,013
6	28	2,64	0,006	0,07	2,8	0,17	0,004	0,07	40,3	1,64	0,03
7	12	2,66	0,002	0,05	1,7	0,14	0,006	0,08	55,7	1,59	0,04
8	6	2,92	0,03	0,18	6,2	0,04	0,001	0,03	91,9	0,90	0,41
9	10	2,66	0,004	0,07	2,5	0,12	0,001	0,04	29,6	1,69	0,008
10	18	2,65	0,004	0,07	2,5	0,11	0,001	0,03	29,7	1,66	0,03
11	9	2,66	0,001	0,04	1,4	0,15	0,0007	0,03	18,1	1,56	0,008
12	10	2,73	0,005	0,07	2,5	0,13	0,002	0,04	30,4	1,43	0,01
13	16	2,68	0,004	0,12	11,5	0,13	0,001	0,04	27,2	1,51	0,03
14	17	2,73	0,0014	0,04	1,39	0,11	0,0006	0,02	22,1	1,45	0,02
15	15	2,66	0,003	0,06	2,22	0,16	0,003	0,06	33,7	1,65	0,02
16	12	2,65	0,006	0,07	2,8	0,14	0,001	0,03	23,9	1,67	0,01
17	3	2,69	—	—	—	0,12	—	—	—	1,64	—
18	2	2,63	—	—	—	0,13	—	—	—	1,80	—
19	2	2,63	—	—	—	0,12	—	—	—	1,52	—
20	7	2,69	0,002	0,05	1,7	0,13	0,002	0,05	35,2	1,52	0,01
21	17	2,66	0,003	0,05	2,0	0,14	0,001	0,04	27,0	1,58	0,02
22	4	2,64	—	—	—	0,14	—	—	—	1,63	—
23	3	2,66	—	—	—	0,22	—	—	—	1,35	—
24	26	2,76	0,008	0,09	3,3	0,14	0,002	0,04	30,2	1,47	0,009
25	15	2,68	0,003	0,06	2,2	0,15	0,002	0,04	27,4	1,47	0,006
26	6	2,63	0,003	0,06	2,1	0,13	0,0007	0,03	19,3	1,55	0,03
27	6	2,66	0,001	0,04	1,3	0,17	0,0003	0,02	10,1	1,58	0,004
28	3	2,73	0,004	0,07	2,44	0,11	0,000001	0,001	1,06	1,39	0,01
29	2	2,78	—	—	—	0,12	—	—	—	1,20	—
30	3	2,64	—	—	—	0,17	—	—	—	1,47	—
31	8	2,66	0,002	0,04	1,54	0,17	0,001	0,03	20,2	1,48	0,05
32	8	2,66	0,001	0,04	1,4	0,19	0,002	0,04	20,0	1,48	0,005
33	1	2,82	—	—	—	0,21	—	—	—	1,33	—
34	8	2,65	0,004	0,07	2,47	0,17	0,002	0,04	23,5	1,55	0,02
35	2	2,83	—	—	—	0,09	—	—	—	1,68	—
36	6	2,76	0,005	0,07	2,56	0,09	0,0004	0,02	22,8	1,47	0,01
37	3	2,76	—	—	—	0,19	—	—	—	1,25	—
38	6	2,76	0,02	0,14	4,9	0,08	0,003	0,06	74,6	1,66	0,01
39	6	2,75	0,02	0,13	4,78	0,16	0,005	0,07	44,4	1,31	0,03

## коэффициентов биотитов

Al <sub>Σ</sub>		Al <sub>VI</sub>				Fe <sup>3+</sup>				Fe <sup>2+</sup>			
δ	σ	$\bar{x}$	δ <sup>2</sup>	δ	σ	$\bar{x}$	σ <sup>2</sup>	δ	σ	$\bar{x}$	δ <sup>2</sup>	δ	σ
0,25	17,3	0,17	0,056	0,24	140	0,17	0,004	0,06	38,3	0,68	0,10	0,32	46,4
0,11	8,06	0,15	0,010	0,10	70	0,19	0,008	0,09	46,8	0,91	0,05	0,21	24,0
0,13	8,7	0,21	0,012	0,11	52	0,19	0,01	0,11	56,6	1,08	0,07	0,26	24,4
0,07	5,1	0,17	0,007	0,08	49	0,22	0,005	0,07	32,8	1,06	0,03	0,18	17,3
0,11	8,5	0,09	0,003	0,06	63	0,24	0,01	0,1	43,0	0,99	0,03	0,18	18,4
0,19	11,4	0,31	0,024	0,156	52	0,23	0,01	0,1	49,4	0,83	0,05	0,2	25,7
0,19	12,2	0,26	0,019	0,14	53	0,19	0,003	0,06	29,17	1,04	0,05	0,23	22,3
0,64	71,3	0,14	0,012	0,11	78	0,42	0,04	0,20	46,7	1,48	0,33	0,57	38,6
0,09	5,2	0,35	0,008	0,09	25	0,19	0,001	0,036	19,1	1,10	0,02	0,15	13,5
0,16	9,6	0,31	0,02	0,14	45	0,26	0,01	0,1	40,5	0,95	0,04	0,21	22,2
0,09	5,63	0,23	0,006	0,08	33	0,25	0,007	0,08	33,6	1,14	0,04	0,2	16,5
0,12	8,4	0,15	0,009	0,09	62	0,29	0,009	0,10	33,3	1,14	0,12	0,35	30,5
0,18	11,7	0,21	0,008	0,09	42	0,28	0,02	0,13	48,0	1,14	0,006	0,08	6,9
0,15	10,2	0,19	0,012	0,11	56	0,25	0,005	0,07	29,7	0,92	0,01	0,11	11,9
0,14	8,2	0,35	0,013	0,115	33	0,16	0,007	0,09	53,2	1,03	0,01	0,1	11,1
0,10	6,14	0,33	0,005	0,075	23	0,28	0,01	0,10	37,5	1,13	0,008	0,09	7,7
—	—	0,34	0,013	0,11	33	0,28	—	—	—	0,99	—	—	—
—	—	0,43	0,045	0,21	50	0,21	—	—	—	1,35	—	—	—
—	—	0,19	0,013	0,11	60	0,33	—	—	—	1,53	—	—	—
0,11	6,93	0,19	0,011	0,10	55	0,34	0,01	0,10	30,4	1,02	0,03	0,19	18,3
0,15	9,3	0,24	0,011	0,105	43	0,21	0,01	0,10	47,3	1,37	0,03	0,19	13,6
—	—	0,27	0,004	0,06	23	0,31	—	—	—	1,15	—	—	—
—	—	0,03	0,0008	0,028	93	0,35	—	—	—	1,30	—	—	—
0,09	6,4	0,20	0,010	0,10	50	0,37	0,008	0,09	23,7	1,02	0,02	0,15	14,7
0,08	5,2	0,14	0,004	0,067	48	0,31	0,02	0,13	43,6	1,18	0,04	0,2	16,7
0,16	10,4	0,18	0,013	0,112	62	0,30	0,008	0,09	30,2	1,27	0,11	0,33	26,0
0,06	4,1	0,25	0,01	0,10	40	0,32	0,01	0,1	32,7	1,22	0,005	0,07	6,0
0,1	7,1	0,12	0,006	0,074	61	0,36	0,009	0,09	25,0	1,01	0,03	0,18	17,6
—	—	0,04	0,0008	0,028	70	0,49	—	—	—	0,76	—	—	—
—	—	0,11	0,003	0,06	53	0,49	—	—	—	1,07	—	—	—
0,22	15,1	0,15	0,023	0,156	101	0,38	0,009	0,09	24,9	1,24	0,02	0,14	11,4
0,07	4,9	0,14	0,003	0,054	39	0,23	0,004	0,06	26,0	1,40	0,03	0,16	11,4
—	—	0,15	—	—	—	0,07	—	—	—	1,48	—	—	—
0,13	8,52	0,19	0,0086	0,092	49	0,28	0,003	0,05	18,3	1,07	0,007	0,09	7,98
—	—	0,51	0,027	0,164	32	0,27	—	—	—	0,92	—	—	—
0,1	6,68	0,22	0,003	0,057	45	0,26	0,007	0,09	32,6	1,11	0,06	0,24	21,5
—	—	0,06	0,0012	0,034	57	0,38	—	—	—	1,82	—	—	—
0,11	6,5	0,43	0,033	0,183	42	0,31	0,01	0,11	34,0	1,49	0,19	0,44	29,3
0,18	13,4	0,07	0,003	0,052	74	0,32	0,05	0,22	68,0	1,70	0,17	0,41	24,3

Номер группы	Количество анализов в группе	Mn				Mg			
		$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$
1	8	0,006	0,00003	0,0056	90,0	1,79	0,24	0,49	27,5
2	17	0,01	0,00006	0,008	60,0	1,41	0,13	0,36	25,8
3	8	0,01	0,00004	0,007	56,7	1,28	0,063	0,25	19,7
4	17	0,02	0,00003	0,005	28,5	1,22	0,06	0,25	20,4
5	8	0,008	0,00002	0,005	55,0	1,19	0,006	0,08	6,63
6	28	0,005	0,00003	0,005	102,5	1,28	0,008	0,29	22,7
7	12	0,008	0,00003	0,005	70,0	1,20	0,10	0,32	26,3
8	6	0,01	0,0001	0,01	84,9	1,13	0,26	0,51	44,7
9	10	0,01	0,00002	0,004	37,4	1,05	0,05	0,22	21,2
10	18	0,01	0,00007	0,008	78,9	1,16	0,08	0,28	23,9
11	9	0,02	0,0001	0,01	46,2	1,04	0,03	0,18	17,5
12	10	0,02	0,00003	0,006	34,4	1,02	0,12	0,34	33,3
13	16	0,02	0,00006	0,008	46,1	1,05	0,01	0,12	11,5
14	17	0,02	0,00003	0,006	31,9	1,34	0,03	0,19	13,8
15	15	0,004	0,00002	0,005	118,3	1,11	0,04	0,19	17,3
16	12	0,02	0,0003	0,02	104,3	0,89	0,03	0,17	18,7
17	3	0,02	—	—	—	1,0	—	—	—
18	2	0,02	—	—	—	0,61	—	—	—
19	2	0,02	—	—	—	0,70	—	—	—
20	7	0,02	0,00002	0,004	27,51	0,99	0,02	0,15	15,4
21	17	0,01	0,00008	0,009	72,4	0,83	0,05	0,22	26,7
22	4	0,006	—	—	—	0,88	—	—	—
23	3	0,02	—	—	—	0,89	—	—	—
24	26	0,02	0,00005	0,007	31,7	0,91	0,08	0,29	31,5
25	15	0,02	0,00008	0,009	42,2	0,97	0,05	0,21	22,0
26	6	0,03	0,0003	0,02	67,8	0,93	0,11	0,33	35,1
27	6	0,02	0,00001	0,004	17,1	0,78	0,03	0,16	20,9
28	3	0,02	0,00002	0,004	29,1	1,10	0,03	0,07	2,4
29	2	0,02	—	—	—	1,39	—	—	—
30	3	0,01	—	—	—	0,90	—	—	—
31	8	0,02	0,0002	0,01	59,1	0,81	0,03	0,18	22,5
32	8	0,01	0,0003	0,02	138,1	0,82	0,02	0,13	16,0
33	1	0,004	—	—	—	0,90	—	—	—
34	8	0,005	0,000004	0,002	45,6	1,07	0,007	0,09	8,03
35	2	0,03	—	—	—	0,77	—	—	—
36	6	0,04	0,0003	0,02	51,6	1,07	0,07	0,26	24,4
37	3	0,02	—	—	—	0,32	—	—	—
38	6	0,03	0,0002	0,01	52,4	0,33	0,17	0,41	122,1
39	6	0,02	0,00004	0,006	42,6	0,53	0,13	0,37	69,0

Ca				Na				K			
$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\delta^2$	$\delta$	$\sigma$
0,04	0,003	0,05	142,0	0,06	0,001	0,03	49,0	0,78	0,01	0,1	13,4
0,10	0,04	0,20	190,0	0,07	0,001	0,03	50,0	0,81	0,003	0,05	6,7
0,05	0,002	0,04	79,3	0,07	0,002	0,05	62,2	0,78	0,09	0,10	12,5
0,07	0,002	0,05	64,2	0,05	0,0006	0,02	51,0	0,81	0,006	0,08	9,7
0,04	0,0009	0,03	82,5	0,05	0,0003	0,02	36,7	0,84	0,002	0,05	5,4
0,02	0,0005	0,02	103,4	0,03	0,0004	0,02	60,7	0,82	0,004	0,07	8,0
0,03	0,0002	0,02	59,2	0,05	0,0005	0,02	39,7	0,84	0,02	0,05	5,8
0,03	0,0001	0,01	34,2	0,08	0,002	0,04	51,7	0,81	0,01	0,11	13,7
0,02	0,0004	0,02	90,00	0,05	0,001	0,03	60,7	0,82	0,01	0,11	13,1
0,04	0,0003	0,02	45,0	0,06	0,002	0,05	77,2	0,82	0,003	0,06	6,7
0,03	0,001	0,01	41,6	0,04	0,002	0,04	104,0	0,83	0,005	0,07	8,7
0,08	0,003	0,05	68,5	0,07	0,002	0,04	54,6	0,82	0,006	0,006	9,5
0,04	0,0004	0,02	49,8	0,06	0,001	0,03	58,4	0,85	0,004	0,06	7,6
0,05	0,0008	0,03	53,9	0,07	0,0007	0,03	36,2	0,82	0,003	0,06	6,8
0,02	0,0002	0,01	62,0	0,05	0,001	0,03	64,6	0,87	0,002	0,05	5,4
0,04	0,001	0,03	80,4	0,05	0,001	0,03	62,4	0,77	0,009	0,09	12,3
0,02	—	—	—	0,06	—	—	—	0,87	—	—	—
0,04	—	—	—	0,06	—	—	—	0,82	—	—	—
0,09	—	—	—	0,03	—	—	—	0,75	—	—	—
0,05	0,0002	0,01	28,3	0,07	0,0007	0,03	36,8	0,88	0,003	0,06	6,3
0,04	0,0007	0,03	76,1	0,08	0,003	0,05	67,9	0,84	0,003	0,06	6,9
0,03	—	—	—	0,05	—	—	—	0,86	—	—	—
0,05	—	—	—	0,05	—	—	—	0,80	—	—	—
0,05	0,002	0,05	94,6	0,07	0,001	0,03	48,6	0,80	0,007	0,08	10,5
0,05	0,0009	0,03	63,5	0,07	0,001	0,03	53,5	0,82	0,004	0,07	7,9
0,07	0,0002	0,01	22,0	0,12	0,002	0,05	40,4	0,72	0,005	0,07	9,4
0,06	0,001	0,04	65,1	0,04	0,0002	0,01	36,0	0,82	0,01	0,1	12,1
0,11	0,009	0,10	89,6	0,09	0,004	0,07	78,2	0,82	0,02	0,12	15,2
0,07	—	—	—	0,08	—	—	—	0,74	—	—	—
0,04	—	—	—	0,13	—	—	—	0,73	—	—	—
0,04	0,0005	0,02	50,9	0,07	0,0004	0,02	28,4	0,78	0,001	0,04	4,8
0,04	0,0001	0,01	28,7	0,07	0,001	0,04	48,2	0,83	0,103	0,06	6,6
0,03	—	—	—	0,02	—	—	—	0,83	—	—	—
0,03	0,0001	0,01	43,5	0,06	0,0009	0,03	50,0	0,86	0,001	0,03	4,1
0,11	—	—	—	0,09	—	—	—	0,70	—	—	—
0,05	0,006	0,02	52,5	0,09	0,001	0,03	35,7	0,81	0,0002	0,1	1,67
0,08	—	—	—	0,01	—	—	—	0,79	—	—	—
0,08	0,003	0,05	67,4	0,05	0,005	0,07	135,3	0,80	0,006	0,08	9,8
0,07	0,003	0,05	77,4	0,12	0,003	0,05	43,3	0,73	0,007	0,08	11,1

## Статистические характеристики коэффициентов,

Номер группы	Количество анализов в группе	f				f <sub>0</sub>				ag	
		$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma^2$	$\sigma$	$v$	$\bar{x}$	$\sigma^2$
1	8	32,6	206	14,4	44,2	21,1	53	7,3	34,7	58,9	88
2	17	43,2	347	18,6	43,3	17,4	64	8,0	46,1	61,9	33
3	8	50,3	108	10,4	20,8	17,2	130	11,4	66,3	56,1	63
4	17	51,7	91	9,5	16,4	17,2	30	5,5	31,9	60,6	51
5	8	49,8	46	6,8	13,6	20,4	53	7,3	35,7	66,1	86
6	28	45,8	106	10,3	22,5	18,2	230	15,2	83,5	53,3	49
7	12	51,3	113	10,6	20,7	16,0	25	5,0	31,3	57,0	58
8	6	62,7	227	15,1	24,1	22,3	66	8,1	36,3	—	—
9	10	55,5	46	6,8	12,2	15,2	20	4,5	29,6	51,4	113
10	18	51,5	89	9,4	18,6	21,1	59	7,7	36,6	52,6	31
11	9	57,7	11	3,3	5,7	18,0	44	6,6	36,9	56,2	30
12	10	61,2	162	12,7	20,8	21,6	87	9,3	43,2	62,9	74
13	16	57,7	31	5,6	9,7	19,0	61	7,8	41,0	61,6	149
14	17	47,0	15	3,9	8,2	21,1	36	6,0	28,5	62,3	109
15	15	52,0	46	6,8	13,0	12,7	16	4,0	31,5	55,0	19
16	12	61,5	54	7,4	11,9	24,2	213	14,6	60,0	49,0	89
17	3	56,0	—	—	—	22,3	—	—	—	57,0	—
18	2	72,5	—	—	—	12,6	—	—	—	49,5	—
19	2	72,5	—	—	—	17,7	—	—	—	52,0	—
20	7	58,4	28	5,3	9,6	25,7	77	8,8	34,2	62,5	48
21	17	65,8	74	8,6	13,1	13,0	29	5,4	41,5	58,6	45
22	4	62,7	—	—	—	22,5	—	—	—	55,3	—
23	3	65,0	—	—	—	21,4	—	—	—	62,7	—
24	26	60,6	40	6,3	10,4	23,7	196	14,0	59,2	59,0	50
25	15	60,9	5	2,2	3,6	20,7	112	10,6	51,2	61,0	66
26	6	63,1	153	12,4	19,6	19,5	42	6,5	33,2	55,3	107
27	6	66,8	39	6,3	9,4	20,5	35	5,9	28,8	54,7	24
28	3	56,0	—	—	—	26,2	—	—	—	65,0	—
29	2	47,5	—	—	—	38,9	—	—	—	69,5	—
30	3	63,2	—	—	—	30,7	—	—	—	59,0	—
31	8	67,2	50	7,1	10,5	22,0	76	8,7	39,7	58,5	73
32	8	66,9	31	5,6	8,3	14,5	16	4,0	28,5	61,4	25
33	1	63,4	—	—	—	4,6	—	—	—	64,0	—
34	8	55,9	10	3,2	5,7	20,6	12	3,5	17,3	59,0	40
35	2	61,6	—	—	—	22,6	—	—	—	48,0	—
36	6	57,1	104	10,2	17,8	19,8	61	7,8	39,5	61,6	47
37	3	87,3	—	—	—	17,3	—	—	—	65,0	—
38	6	84,8	350	18,7	22,0	19,0	74	8,6	45,0	51,0	31
39	6	79,1	229	15,1	19,1	16,0	82	9,1	57,0	65,3	100

## отражающих особенности состава биотитов

ag		Al				a <sub>si</sub>				K'			
o	o	$\bar{x}$	$\sigma^2$	o	o	$\bar{x}$	$\sigma^2$	o	o	$\bar{x}$	$\sigma^2$	o	o
9,4	15,9	46,6	109	10,4	22,0	31,4	0	—	—	0,92	0,0039	0,063	6,8
5,8	9,3	50,6	13	3,6	7,1	31,9	4	2	6,3	0,93	0,0004	0,02	2,2
7,9	14,1	53,4	16	4,0	7,5	33,4	0	—	—	0,91	0,0048	0,069	7,6
7,1	11,8	50,1	18	4,2	8,5	31,3	2	1,4	4,5	0,94	0,0085	0,092	1,0
9,3	14,1	48,8	17	4,1	8,3	31,4	1	1,0	3,2	0,95	0,0056	0,075	7,9
7,0	13,2	59,1	47	6,8	11,4	34,0	5	2,2	6,6	0,96	0,0002	0,014	1,5
7,6	13,4	56,5	51	7,1	12,6	33,4	2	1,4	4,2	0,94	0,0007	0,026	2,8
—	—	5,4	—	—	—	—	—	—	—	0,91	0,0024	0,05	5,4
10,6	20,7	60,4	17	4,2	6,9	33,9	3	1,7	5,1	0,95	0,0009	0,03	3,2
5,6	10,6	59,5	42	6,5	10,8	33,9	2	1,4	4,2	0,94	0,0044	0,066	7,0
5,5	9,8	55,5	10	3,2	5,7	33,8	0	—	—	0,95	0,0045	0,067	7,1
8,6	13,7	52,2	22	4,7	9,0	31,9	3	1,7	5,4	0,92	0,0019	0,044	4,8
12,2	19,8	53,0	40	6,3	12,0	32,7	6	2,5	7,5	0,94	0,001	0,03	3,2
10,4	16,7	51,1	28	5,3	10,2	31,7	3	1,7	5,4	0,92	0,0049	0,07	7,6
4,4	7,9	60,5	21	4,6	7,5	33,3	4	2,0	6,1	0,95	0,0019	0,04	4,6
9,4	19,3	60,1	11	3,3	5,5	33,6	6	2,5	7,3	0,94	0,001	0,03	3,2
—	—	60,1	—	—	—	32,7	—	—	—	0,94	—	—	—
—	—	65,4	—	—	—	34,0	—	—	—	0,93	—	—	—
—	—	52,1	—	—	—	33,5	—	—	—	0,96	—	—	—
6,9	11,1	55,0	—	—	—	32,7	3	1,7	5,3	0,92	0,0086	0,09	10,1
6,7	11,5	57,3	58	7,5	13,1	32,9	41	6,4	19,5	0,92	0,0085	0,09	10,0
—	—	58,9	—	—	—	34,0	—	—	—	0,94	—	—	—
—	—	48,4	—	—	—	33,0	—	—	—	0,94	—	—	—
7,1	11,9	54,0	3	1,7	3,2	31,2	30	5,5	18,2	0,92	0,0035	0,06	6,4
8,1	13,3	52,6	8	2,8	5,3	33,0	11	3,3	10	0,93	0,0012	0,035	3,8
10,3	18,7	55,1	—	—	—	34,0	2	1,4	4,1	0,86	0,002	0,05	5,8
4,9	8,9	57,6	8	2,8	5,1	32,8	61	7,8	23,8	0,95	0,0005	0,02	2,1
—	—	51,4	—	—	—	31,9	—	—	—	0,90	—	—	—
—	—	43,6	—	—	—	29,1	—	—	—	0,89	—	—	—
—	—	53,7	—	—	—	33,9	—	—	—	0,85	—	—	—
8,5	14,6	65,8	204	14,3	21,7	33,5	2	1,4	4,2	0,92	0,0015	0,039	4,3
5,0	8,1	53,0	8	2,9	5,2	33,7	4	2,0	5,9	0,92	0,0011	0,03	3,3
—	—	44,4	—	—	—	29,5	—	—	—	0,98	—	—	—
6,3	10,6	56,0	25	5,0	8,9	34,0	2	1,4	4,2	0,94	0,0012	0,03	3,2
—	—	69,7	—	—	—	29,1	—	—	—	0,91	—	—	—
6,9	11,1	54,7	41	6,3	11,5	31,0	14	3,7	11,9	0,90	0,0039	0,063	7,0
—	—	45,1	—	—	—	29,8	—	—	—	0,98	—	—	—
5,6	10,9	77,7	494	22,2	28,0	31,5	16	4,0	12,7	0,94	0,0114	0,107	11,4
10,0	15,3	51,7	60	7,7	14,0	31,3	13	3,6	11,5	0,86	0,06	0,24	27,9

# Оглавление

	Предисловие . . . . .	3
<i>Глава I.</i>	Состояние изученности биотитов УЩ . . . . .	5
<i>Глава II.</i>	Характеристика коллекции и группировка анализов . . . . .	14
<i>Глава III.</i>	Физические свойства биотитов . . . . .	19
<i>Глава IV.</i>	Связь химических составов биотитов и вмещающих пород . . . . .	35
<i>Глава V.</i>	Биотиты метаморфических пород . . . . .	61
<i>Глава VI.</i>	Биотиты гранитоидов . . . . .	79
<i>Глава VII.</i>	Элементы-примеси биотитов . . . . .	102
	Заключение . . . . .	111
	Литература . . . . .	114
	Каталог вмещающих пород . . . . .	118
	Таблица 1. Химические анализы биотита . . . . .	140
	Таблица 2. Коэффициенты кристаллохимических формул биотита . . . . .	160
	Таблица 3. Физические свойства и коэффициенты, отражающие особенности состава биотитов . . . . .	180
	Таблица 4. Химические анализы вмещающих пород . . . . .	196
	Таблица 5. Химические анализы сопутствующих минералов . . . . .	200
	Таблица 6. Статистические характеристики формульных коэффициентов биотитов . . . . .	202
	Таблица 7. Статистические характеристики коэффициентов, отражающих особенности состава биотитов . . . . .	206

Иван Степанович Усенко, Игорь Борисович Щербаков,

Аэлита Петровна Заяц

## БИОТИТЫ ДОКЕМБРИЯ

*Печатается по постановлению ученого совета Института геохимии и физики минералов АН УССР*

Редакторы Ю. Л. Ковальчук, О. П. Украинец  
Художественный редактор К. Г. Личаковский  
Оформление художника И. Р. Ойхмана  
Технический редактор И. Е. Немченко  
Корректор Л. П. Дмитренко

Сдано в набор 27.X. 1971 г. Подписано к печати 16.V 1972 г. БФ 01431, Изд. № 87.  
Бумага № 1, 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. физ. листов 13,0. Усл. печ. листов 13,0. Уч.-изд.  
листов 15,56. Тираж 1000. Зак. № 1-2182. Цена 1 руб. 80 коп.

Издательство „Наукова думка“, Киев, Репина, 3.

Напечатано с матриц Киевского полиграфкомбината в Нестеровской  
гортипографии Львовского облуправления по печати, г. Нестеров,  
ул. Горького, 8. Зак. 4270.

382

1 руб. 80 коп.

НАУКОБРАЗУЮЩАЯ