

Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. 128 с.+3 вкл. (Ком. РФ по геол. и использ. недр, Всерос. науч.-исслед. геол. ин-т им. А. П. Карпинского, Рос. акад. наук, Межвед. петрогр. ком.).

Петрографический кодекс представляет собой свод основных правил и рекомендаций, утверждающий и закрепляющий наиболее рациональные петрографические принципы и практику их использования в изучении магматических и метаморфических пород и их природных ассоциаций. Кодекс предназначен упорядочить и унифицировать петрографическую терминологию, привести к единообразию основные правила расчленения и корреляции магматических и метаморфических образований на единой методической основе выделения и наименования региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов). Соблюдение правил Петрографического кодекса и учет его рекомендаций обязательны при выполнении всех видов геологических работ.

Ил. 2, список лит. 14 назв., прил. 7 (28 табл.).

Редакционная коллегия

Н. П. Михайлов (отв. редактор), Л. С. Егоров, Ю. Б. Марин, Б. А. Марковский, В. Л. Масайтис, В. Н. Москалева, Н. А. Румянцева, Л. Н. Шарпенок, К. Л. Шмелева

Составители

В. В. Жданов, Б. А. Марковский, В. Л. Масайтис, Н. П. Михайлов, З. Д. Москаленко, Ю. Д. Пушкарёв, Н. А. Румянцева, Л. Н. Шарпенок, К. Л. Шмелева (ВСЕГЕИ), Л. С. Егоров (ВНИИОкеангеология), В. А. Глебовицкий, К. А. Шуркин (ИГГД РАН)

- © Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ), 1995
 © Межведомственный петрографический комитет (МПК), 1995

Petrographic code. Magmatic and metamorphic rocks. St. Pb., VSEGEI Press, 1995. 128 p.+3 inset (Comm. Geol. Miner. Res. Rus. Fed., A. P. Karpinsky All-Rus. Geol. Res. Inst., Rus. Acad. Sci., Interdepartm. Petrogr. Comm.).

Petrographic code contains main rules and recommendations, affirms and confirms the most rational petrographic principles and practice of one's application to the study of magmatic and metamorphic rocks and their natural associations. This code has intention to regulate and unify on the common methodical basis the petrographic terminology, lead to uniformity main rules of division and correlation of magmatic and metamorphic rock-assemblages (magmatic, metamorphic complexes and their denomination).

Editorial board:

N. P. Mikhailov (editor-in-chief), L. S. Egorov, Yu. B. Marin, B. A. Markovsky, V. L. Massaitis, V. N. Moskaleva, N. A. Rumiantseva, L. N. Sharpenok, K. L. Shmeleva

Compiled by:

V. V. Zhdanov, B. A. Markovsky, V. L. Massaitis, N. P. Mikhailov, Z. D. Moskalenko, Yu. D. Pushkarev, N. A. Rumiantseva, L. N. Sharpenok, K. L. Shmeleva, L. S. Egorov, V. A. Glebovitsky, K. A. Shurkin

- © A. P. Karpinsky All-Russia Geological Research Institute (VSEGEI), 1995
 © Interdepartmental Petrographic Committee (IPC), 1995

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	8
Введение	14

Петрографический кодекс

Глава I. Назначение и применение Петрографического кодекса . .	17
Глава II. Систематика и классификация магматических и метаморфических пород	18
§ 1. Основные принципы систематики и классификации	18
§ 2. Систематика и классификация магматических горных пород	19
§ 3. Принципы выделения и систематики метаморфических горных пород	25
Глава III. Расчленение магматических образований. Петрографические подразделения	33
§ 1. Региональные петрографические подразделения	33
§ 2. Вулканические комплексы и осадочно-вулканические ассоциации	37
§ 3. Плутонические комплексы	41
§ 4. Гипабиссальные комплексы малых интрузий	45
Глава IV. Расчленение метаморфических образований. Метаморфические комплексы	46
Глава V. Основные принципы установления и правила наименования региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов)	49
§ 1. Действительность (валидность) региональных петрографических подразделений	49
§ 2. Правила наименования региональных петрографических подразделений	50
§ 3. Правила описания петротипов	53
§ 4. Изменения в региональных петрографических подразделениях	54
§ 5. Авторство и право приоритета	55
Глава VI. Общие правила корреляции магматических и метаморфических образований	57
Глава VII. Правила формализации петрографической терминологии (названий магматических, метаморфических пород и региональных петрографических подразделений)	60
Список литературы	63

Приложения к Петрографическому кодексу

Приложение 1. Классификация и номенклатура магматических (вулканических, плутонических) пород	64
Приложение 2. О номенклатуре гипабиссальных пород	106
Приложение 3. Классификация и номенклатура вулканогенных обломочных пород	113
Приложение 4. О номенклатуре и систематике несиликатных и низкосиликатных магматических пород	117
Приложение 5. Систематика и номенклатура ударно-метаморфических пород (импактитов, импактных брекчий)	119
Приложение 6. Общие принципы изотопного датирования петрографических подразделений	122
Приложение 7. Рекомендуемые формы таблиц региональных и межрегиональных схем корреляции магматических и метаморфических образований (вкладка)	126

CONTENTS

Foreword	8
Introduction	14

Petrographic code

Chapter I. Purpose and use of Petrographic code	17
Chapter II. Systematization and classification of magmatic and metamorphic rocks	18
1. Main principles of systematization and classification	18
2. Systematization and classification of magmatic rocks	19
3. Principles of distinction and systematization of metamorphic rocks	25
Chapter III. Division of magmatic rock-assemblages. Petrographic units	33
1. Regional petrographic units	33
2. Volcanic complexes and sedimentary-volcanic associations	37
3. Plutonic complexes	41
4. Hypabyssal complexes of small intrusions	45
Chapter IV. Division of metamorphic rock-assemblages. Metamorphic complexes	46
Chapter V. Basic principles of establishment and rules of denomination of the regional petrographic units (magmatic, metamorphic complexes)	49
1. Validity of the regional petrographic units	49
2. Rules of denomination of the regional petrographic units	50
3. Rules of description of petrotypes	53
4. Alteration in the regional petrographic units	54
5. Authorship and right of priority	55
Chapter VI. General rules of the correlation of magmatic and metamorphic rock-assemblages	57
Chapter VII. Rules of formalization in the petrographic terminology (names of magmatic and metamorphic rocks and regional petrographic units)	60
References	63

Appendices to the Petrographic code

Appendix 1. Classification and nomenclature of magmatic (volcanic, plutonic) rocks	64
Appendix 2. On the nomenclature of hypabyssal rocks	106
Appendix 3. Classification and nomenclature of volcanoclastic rocks	113
Appendix 4. On the nomenclature and systematization of silicate-free and low-silicate magmatic rocks	117
Appendix 5. Systematization and nomenclature of impact metamorphic rocks (impactite, impact breccia)	119
Appendix 6. General principles of isotopic age determination of petrographic units	122
Appendix 7. Recommended forms and content of regional and inter-regional charts of magmatic and metamorphic rock-assemblage correlation (supplementary sheets)	126

ПРЕДИСЛОВИЕ

Петрографический кодекс составлен в соответствии с решением 7-го Всесоюзного петрографического совещания (Новосибирск, 1986 г.), рекомендацией пленума Межведомственного петрографического комитета от 8 апреля 1988 г. и по согласованию с Управлением региональной геологии б. Министерства геологии СССР. В 1992 г., по предложению Межведомственного петрографического комитета, он был тиражирован (ротапринт, 500 экз.) в качестве временного свода правил и рекомендаций и распространен (главным образом через региональные петрографические советы МПК) для его обсуждения геологической общественностью.

Актуальность широкого профессионального обсуждения и предварительной апробации Петрографического кодекса была связана главным образом с тем, что создание и ввод в действие этого важного регламентирующего документа в области петрографии явились первым опытом не только в отечественной, но и в мировой практике. До сих пор ни в одной из стран мира не предпринималось попыток создания самостоятельных петрографических кодексов, по праву равнозначных национальным стратиграфическим кодексам, рассматривающим только стратифицированные образования, в основном осадочные, менее — вулканические и метаморфические.

Нестратифицированные горные породы и в какой-то мере стратифицированные вулканы — это особые объекты, к которым не применимы обычные стратиграфические методы, основанные на законе суперпозиции (каждый слой моложе нижележащего и древнее вышележащего). Поэтому требуется иной подход к выделению и наименованию природных ассоциаций таких горных пород, что должно производиться единообразно и на соответствующем профессиональном уровне.

Магматические и метаморфические породы являются такими же важными объектами геологического картирования, как и стратифицированные осадочные образования, а выделение картируемых ассоциаций магматических (метаморфических) пород имеет не меньшее значение, чем установление литостратиграфических подразделений. Поэтому назрела необходимость стандар-

тизации петрографической терминологии и номенклатуры не только в названиях горных пород, но и в выделении и наименовании их ассоциаций, находящихся в различных геологических обстановках и соотношениях как между собой, так и с литостратиграфическими подразделениями.

Разработка петрографической основы для геологической съемки разных масштабов, опорного бурения и других видов геологических работ требует прежде всего четкого расчленения всех развитых в регионе магматических и метаморфических образований, упорядоченного выделения комплексов магматических (метаморфических) пород, определения их временных и пространственных соотношений, последующей корреляции, установления их места в общей геохронологической (и стратиграфической) шкале региона и составления в итоге региональной схемы магматизма и метаморфизма.

Петрографический кодекс предназначен упорядочить, унифицировать петрографическую терминологию в соответствии с современными требованиями и международными правилами терминологии, привести к единообразию основные приемы расчленения и корреляции магматических и метаморфических образований на основе единых принципов выделения региональных петрографических подразделений (магматических и метаморфических комплексов, их временных и латеральных рядов). Все это необходимо для унификации получаемых разными исследователями материалов и возможности их сопоставлений. Такое стремление к стандартизации понятий, методов, казалось бы, может стеснять свободу исследователя и ограничивать его инициативу. Однако рекомендации и требования Кодекса идут лишь до определенного предела, обеспечивающего единство принципиального подхода к изучению и обобщению исходного петрографического материала, к однотипному и объективному отражению его на геологических картах разных масштабов, на литолого-стратиграфических разрезах (колонках) и в региональных и межрегиональных корреляционных схемах. В интересах свободного развития различных направлений петрологических исследований не следует ставить в чрезмерно жесткие рамки исследователей, ограничивая их непременным использованием стандартизованных понятий и терминов для частных подразделений петрографических объектов. Известная свобода в деталях совершенно необходима, но она никоим образом не допускает произвола (разнобоя) в петрографии: при соблюдении единых общих правил исходные петрографические материалы будут сопоставимы в пределах крупных территорий, а детали, в частности при широких межрегиональных сопоставлениях, неизбежно будут отбрасываться; чем выше ранг сопоставлений (корреляции), тем меньше деталей приходится учитывать.

Значительное внимание классификации и номенклатуре магматических пород уделено в Кодексе не только потому, что изу-

чение горных пород должно начинаться с их описания и систематизации, но главным образом в связи с недостаточно доступной информацией по современному состоянию проблемы классификации магматических горных пород. Тиражи опубликованных в 1981 и 1983 гг. книг «Классификация и номенклатура магматических горных пород» (1981) и «Магматические горные породы» (1983) давно исчерпаны, а изданная к 28-му Международному геологическому конгрессу книга по классификации изверженных пород с международным петрографическим глоссарием (*A classification...*, 1989) практически недоступна широкому кругу наших геологов. Этот пробел, хотя и не в полной мере, восполняется Петрографическим кодексом, где в главе II рассматриваются известные принципы классификации и правила номенклатуры магматических пород с учетом происшедших за последнее десятилетие изменений и дополнений. Сама же классификация магматических пород дается как справочный материал в приложенных к Кодексу таблицах, в которые, по сравнению с книгой 1981 г., внесены необходимые коррективы. Прежде всего упрощены сами таблицы: из них исключен ряд малозначительных дублирующих или просто ненужных граф и разделов, исходя из соображения, что лишние признаки делают менее четкой характеристику объектов (в данном случае семейств и видов горных пород). Дополнительно включены в таблицы некоторые виды, отсутствовавшие в прежних схемах классификации (бонинит, рушаит, исландит и др.).

Для метаморфических пород утвержденной МПК классификации и номенклатуры пока нет. Поэтому в Кодексе рассмотрены только общие признаки таксонов систематики, предлагаемой авторами книги «Классификация и номенклатура метаморфических горных пород» (1992), и даны некоторые рекомендации по рациональной номенклатуре метаморфических пород, отнесенных к пяти генетическим классам, устанавливаемым по структурно-текстурным признакам, особенностям минеральных парагенезисов и геологическим формам нахождения.

В приложениях также в виде справочного материала даны предложения по классификации и номенклатуре гипабиссальных (главным образом дайковых), несиликатных (низкосиликатных) магматических, вулканогенных обломочных и ударно-метаморфических пород.

Основное внимание в Кодексе уделено непосредственно изучаемым геологами петрографическим объектам — природным ассоциациям горных пород, слагающим геологические тела, группирующиеся в магматические (метаморфические) комплексы. Рассматриваются принципы расчленения магматических и метаморфических образований, излагаются общие правила выделения региональных петрографических подразделений и их картируемых элементов, даются рекомендации по корреляции их как внутри региона, так и в межрегиональном плане с целью

более надежного определения последовательности формирования комплексов и установления проявлений магматизма во времени.

Единообразная систематизация петрографических объектов (геологических тел магматических и метаморфических пород) и стандартизация их названий необходимы также для обеспечения возможности применения современных методов хранения и обработки информации с использованием ЭВМ; краткие рекомендации по этому вопросу даны в главе VII Кодекса.

В результате состоявшегося в 1993—1994 гг. широкого обсуждения Петрографического кодекса в научных и производственных коллективах редколлегией было получено из разных регионов и городов страны (Чукотка, Сахалин, Якутия, Тува, Иркутск, Новосибирск, Екатеринбург, Казань, Воронеж, Петрозаводск, Москва, Санкт-Петербург) большое количество критических замечаний и конструктивных предложений, касающихся как деталей классификации отдельных групп горных пород, так и различных аспектов выделения и правил наименования региональных петрографических подразделений. Все поступившие к апрелю 1994 г. отзывы были внимательно изучены, предложения и замечания систематизированы. В целом выяснилось, что среди последних, за исключением одного, практически нет определенных прямых возражений против заложенных в Кодексе основных понятий, правил и рекомендаций. В большинстве отзывов отмечается необходимость и актуальность первого Петрографического кодекса, который создается на десятилетия для широкого практического использования; кроме того, делаются предложения о включении Петрографического кодекса в список обязательной литературы при изучении специальных курсов по петрографии на геологических факультетах вузов. Все это дало возможность редколлегии, после внесения всех необходимых дополнений, исправлений, уточнений, сокращений и окончательного тщательного редактирования, представить Петрографический кодекс на утверждение Межведомственного петрографического комитета.

При подготовке настоящего издания Кодекса в него внесены следующие основные изменения и дополнения по сравнению с первым вариантом (1992 г.), в соответствии с предложениями и замечаниями, полученными в итоге полугодового обсуждения:

1) сделано дополнение к названию Кодекса, в котором подчеркнуто, что рассматриваются только магматические и метаморфические образования;

2) произведено более четкое разграничение статей, рекомендаций и примечаний: наиболее общепринятые и устоявшиеся правила, которым нужно строго следовать, выделены в сравнительно короткие «статьи»; все остальные пояснения и советы даны в «рекомендациях», пронумерованных так же, как статьи, но

с литерными обозначениями; в «примечаниях», привязанных к соответствующим статьям и не имеющих нумерации, оставлены только отдельные частные пояснения и необходимые примеры;

3) уточнены и скоординированы основные формулировки региональных петрографических подразделений: plutонического, вулканического, гиабиссального и метаморфического комплексов;

4) заново написан раздел, посвященный автономным дайковым комплексам (гл. III, § 4); он получил новое название — «Гиабиссальные комплексы малых интрузий»;

5) несколько переработаны разделы, посвященные метаморфическим образованиям, уточнены основные определения в соответствии с опубликованной в 1992 г. книгой «Классификация и номенклатура метаморфических горных пород» и подчеркнуто, что материалы по метаморфическим породам даются пока в качестве временных рекомендаций, направленных на упорядочение терминологии и номенклатуры этих пород, так как классификация их не получила еще необходимой апробации и утверждения МПК;

6) за счет достижения большей строгости и лаконичности в формулировках отдельных статей и рекомендаций, изъятия некоторых повторений, описательных отступлений и упоминаний дискуссионных вопросов и определений текст Кодекса сокращен на 30 %;

7) пересмотрены и уточнены минералогические и химические характеристики некоторых семейств и видов магматических пород в классификационных таблицах (прил. 1).

При дополнительном редактировании Кодекса учтены по возможности все полученные при его обсуждении конструктивные предложения.

Подготовка настоящего издания Кодекса осуществлялась во ВСЕГЕИ коллективом составителей — членами Секции региональной петрографии МПК. Работа по подготовке глав и приложений Кодекса была распределена следующим образом. Главы I, II (§ 1, 2), III (§ 1, 3), V и VI готовил Н. П. Михайлов, § 3 главы II — К. А. Шуркин, В. А. Глебовицкий, § 2 главы III — Л. Н. Шарпенко, Б. А. Марковский, Н. А. Румянцева, § 4 — Л. С. Егоров, главу IV — В. В. Жданов, главу VII — З. Д. Москаленко. Приложения составлены и отредактированы: приложение 1 — Л. С. Егоровым, Б. А. Марковским, Н. П. Михайловым, Н. А. Румянцевой, Л. Н. Шарпенко, К. Л. Шмелевой, приложение 2 — Л. С. Егоровым, Н. П. Михайловым, приложение 3 — Н. А. Румянцевой, Л. Н. Шарпенко, К. Л. Шмелевой, приложение 4 — Л. С. Егоровым, приложение 5 — В. Л. Масайтисом, приложение 6 — Ю. Д. Пушкаревым, приложение 7 — Л. Н. Шарпенко. Предисловие и введение написаны Н. П. Михайловым. Им же проведена окончательная редакционная доработка всего текста Кодекса и приложений.

Представленный редколлегией переработанный и дополненный вариант Петрографического кодекса был одобрен на расширенном заседании Секции региональной петрографии МПК 15 ноября 1994 г. и 28 декабря 1994 г. утвержден Межведомственным петрографическим комитетом как регламентирующий документ — свод правил и рекомендаций в области петрографии магматических и метаморфических образований. 30 января 1995 г. Петрографический кодекс был утвержден к печати Комитетом Российской Федерации по геологии и использованию недр.

Все замечания и предложения по дальнейшему усовершенствованию Петрографического кодекса, в соответствии со статьей 1.3, следует направлять по адресу: 199026, Санкт-Петербург, Средний пр., 74, ВСЕГЕИ, Секция региональной петрографии МПК.

ВВЕДЕНИЕ

Петрография — наука геологического цикла, занимающаяся изучением, описанием и классификацией магматических, метаморфических горных пород и их природных ассоциаций, образующих геологически самостоятельные составные части земной коры (магматические, метаморфические тела, их определенные совокупности). Петрография изучает горные породы с точки зрения их минерального и химического состава, текстур, структур и условий залегания. Под горной породой понимается природный полиминеральный или мономинеральный агрегат (либо же скопление аморфного вещества, например вулканического стекла, содержащего или не содержащего микрокристаллы), характеризующийся определенным составом, структурой и объемом, минимальный размер которого определяется сохранением качественной сущности объекта в каждом конкретном случае. Иначе говоря, минимальный объем минерального агрегата, при котором он может считаться элементарной ячейкой горной породы, должен включать все характерные для данного вида породы минеральные компоненты, что в значительной мере обусловлено ее текстурой. Такой подход к выделению горной породы как элементарного петрографического объекта вызывает, однако, затруднения для обширной категории магматических и в особенности метаморфических пород с такситовым (особенно полосчатым — эвтакситовым) строением; в этих случаях вопрос о минимальном представительном объеме горной породы должен решаться в зависимости от детальности и целей петрографического исследования.

Петрология, в отличие от петрографии, концентрирует свое внимание на особенностях состава и структур горных пород, отражающих условия их происхождения (генезиса), на соотношениях горных пород в естественных ассоциациях, на закономерностях их распространения во времени и пространстве, на процессах, определяющих такие закономерности, и на экспериментальном воспроизведении этих процессов.

Таким образом, петрографию и петрологию не следует рассматривать как полные синонимы; они существуют как две тесно связанные и взаимодополняющие дисциплины, и между их задачами нет четкого разграничения. Как подчеркивал А. Н. Заварицкий, «в петрологии существенную часть составляют гипотезы, которые могут меняться, тогда как фактический материал в наших знаниях горных пород остается неизменным, подвер-

гаясь лишь детализации и уточнению» (Заварицкий, 1961, с. 11). Поэтому точное изложение результатов наблюдений над объектами изучения составляет главную задачу петрографии и должно предшествовать формированию общих представлений — гипотез, концепций, исходящих из этих фактов.

Из приведенного выше определения петрографии видно, что классическое понимание ее как науки о горных породах в настоящее время расширено и уточнено введением важнейшего объекта современных петрографических исследований — природных ассоциаций горных пород. Геолог в поле изучает и картирует не отдельные горные породы, а геологические тела, практически редко монопородные, а обычно образованные той или иной ассоциацией магматических или метаморфических горных пород. Петрографы наряду с описанием вещественного состава и структуры отдельных горных пород давно уже перешли к изучению закономерностей образования их природных ассоциаций. При этом наметились разные пути такого изучения, отражающие методические принципы различных петрографических школ. Так, западноевропейские и американские петрографы развивают метод магматических (главным образом петрохимических) серий, где ассоциации изверженных пород рассматриваются с позиций их химического состава, нередко в отрыве от геологических условий их нахождения. Петрографическая школа нашей страны, создавшая учение о магматических формациях, успешно развивает метод формационного анализа, при котором систематизируются представления о геологических объектах, их ассоциациях, выявляются закономерности их сочетания во времени и пространстве в целях создания необходимой петрографической основы для региональных геологических исследований и построения различных петрогенетических моделей.

Таким образом, объектами современных петрографических исследований служат кристаллические и стекловатые горные породы, слагающие геологические тела, и ассоциации таких тел, которые по общности петрографических признаков и пространственно-временных связей объединяются в различные региональные петрографические подразделения. Основными картируемыми в средних и крупных масштабах региональными петрографическими подразделениями являются комплексы горных пород, выделяемые по ряду определенных общих признаков (петрографический состав, строение и соотношение с вмещающей средой). Среди них различаются две категории:

1) магматические комплексы, возникшие за счет глубинного вещества, находившегося в расплавленном состоянии, затем перемещенного или застывшего на месте плавления и представленного совокупностью геологических тел различной формы;

2) метаморфические (глубоко метаморфизованные) комплексы, возникшие в наблюдаемых сечениях земной коры за счет

преобразования в твердом состоянии исходного субстрата, т. е. ранее существовавших осадочных или магматических пород, которые в процессе метаморфического преобразования утратили признаки своего первичного состава и строения.

Каждый из таких комплексов относится к определенному виду магматической или метаморфической формации, являясь ее конкретным выражением, ее индивидом.

Современные методы формационного анализа магматических и метаморфических образований позволяют изучать комплексы кристаллических (главным образом магматических) пород с учетом их формационной принадлежности, несмотря на то что на практике комплексы как индивиды обычно не отвечают по всем своим признакам формационным видам, выделяемым на основании научной абстракции как идеализированные обобщенные модели.

Создание петрографической основы для геологической съемки возможно только на базе унифицированной петрографической системы выделения комплексов, использующей принципы формационного анализа как метода изучения кристаллических (магматических, метаморфических) пород. Однако картирование геологических тел горных пород и последующий формационный анализ их совокупностей, объединяемых в магматические (метаморфические) комплексы, — это самостоятельные и неравнозначные элементы региональных геологических исследований. Картирование и геолого-петрографическое изучение того или иного комплекса не всегда сопровождаются последующим формационным анализом, но обязательно должны ему предшествовать. Определенным заблуждением поэтому является попытка подмены петрографического изучения геологических тел кристаллических пород и их совокупностей формационным анализом, не говоря уже о том, что совсем неправомерно методически и по существу ставить вопрос о непосредственном геологическом картировании магматических и метаморфических формаций, особенно в крупных и средних масштабах. В формационном методе исследований не менее важным, чем анализ, представляются генерализация и синтез петрографических данных, направленные на изучение последовательно и синхронно возникающих ассоциаций горных пород более высокого ранга — рядов и парагенезов комплексов (формаций), для которых, кроме обычных структурно-вещественных характеристик, учитываются корреляционные связи с определенными типами эндогенных режимов и с конкретными тектоническими обстановками, в том числе и с глубинным строением блоков земной коры. Эти вопросы, которые наряду с широкими обобщениями и сопоставлениями геолого-петрографических данных относятся уже к предметам регионального формационного анализа, хотя и базируются прежде всего на материалах геологического картирования, не входят в круг задач настоящего Петрографического кодекса.

ГЛАВА I

НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО КОДЕКСА

Статья 1.1. Петрографический кодекс — свод основных правил и рекомендаций, направленных на достижение возможно большего единообразия в применении петрографической терминологии и номенклатуры, в расчленении и таксономии петрографических подразделений при производстве геологических работ и особенно при составлении и издании геологических карт.

Назначением Кодекса, утверждающего унифицированные петрографические принципы, является:

а) обеспечение стабильности в применении номенклатуры магматических и метаморфических пород на основе уточненных классификаций, рекомендуемых Межведомственным петрографическим комитетом (МПК);

б) утверждение единых для территории России принципов расчленения магматических и метаморфических образований, направленных на выделение региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов, их рядов и др.);

в) рекомендация рациональной системы выделения и изучения местных и вспомогательных петрографических подразделений — элементов магматического комплекса (простых и сложных интрузивных массивов, вулканических массивов, их фаз, фаций);

г) установление правил составления региональных и межрегиональных схем корреляции магматических и метаморфических комплексов для определения места проявлений магматизма и метаморфизма в общей геохронологической схеме и истории развития региона.

Статья 1.2. Правила и рекомендации Петрографического кодекса, дополненные в отдельных случаях примечаниями и примерами, распространяются на все группы и виды магматических и метаморфических пород и применяются ко всем петрографическим объектам магматического и метаморфического происхождения, выделяемым и картируемым на территории страны.

Соблюдение правил Петрографического кодекса и учет его рекомендаций обязательны при выполнении всех видов геологических работ, и в первую очередь при геологических съемках

различных масштабов и при составлении Государственных геологических карт.

Для научных и методических исследований рекомендуется соблюдение основных требований Кодекса, касающихся номенклатуры горных пород и принципов выделения региональных петрографических подразделений, в целях единообразия описаний петрографических материалов и лучшего взаимопонимания между отдельными исследователями.

Статья 1.3. Петрографический кодекс утверждается и может быть уточнен, изменен в соответствии с новыми предложениями решением бюро МПК. Изменения и дополнения (в том числе уточнения формулировок отдельных статей), необходимость которых неизбежно будет возникать в связи с модификацией научных концепций и методов исследований, могут быть предложены как отдельными специалистами, так и научными и производственными коллективами. Такие предложения представляются в письменном виде в Секцию региональной петрографии МПК, которая после рассмотрения выносит их на бюро или пленум МПК, где они на основании обсуждения утверждаются или отклоняются. Все принятые решения по изменению и дополнению статей Петрографического кодекса публикуются в периодической печати по геологии и учитываются в последующих изданиях Кодекса.

ГЛАВА II

СИСТЕМАТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД

§ 1. Основные принципы систематики и классификации

Статья II.1. Систематика элементарных объектов петрографии — магматических и метаморфических пород имеет задачей упорядочить отображение их природного многообразия и разработать принципы группировки их во взаимосвязанные таксономические единицы — типы, классы, группы, ряды, семейства, виды. Цель такой систематики состоит в том, чтобы бесконечное разнообразие индивидов свести к конечному множеству видов. Классификация — это разработанная в результате классифицирования (т. е. отнесения объектов к определенным таксонам) система распределения множества горных пород по таксономическим подразделениям на основании определенных химико-минералогических и структурных признаков; она закрепляет результаты изучения классифицируемых объектов (магматических и метаморфических пород) и открывает возможности для единообразной диагностики горных пород (индивидов).

Примечание. Следует иметь в виду, что предлагаемая систематика горных пород, удобная для пользования в практической деятельности геологов, а также в учебных курсах, выражает иерархию указанных выше таксонов в известной мере условно. Это связано прежде всего с особенностью ее элементарных таксонов — видов, которые в петрографии, в отличие от минералогического понимания (где виды четко обособлены, а их образование является, результатом определенного законченного процесса), далеко не всегда обособлены друг от друга и обычно настолько связаны постепенным рядом переходных различий, что границы между ними можно проводить только условно. Кроме того, петрографические виды имеют значительно больше вариаций в классификационных признаках (химический и минеральный состав, структура), чем конкретные минералы в пределах минерального вида. Поэтому «вид» в петрографии представляет собой, по существу, регламентированную разновидность с условными границами, выделяемую обычно на непрерывном ряду составов по заданным признакам (см. ст. II.6). Это определяет относительную условность всех таксонов в систематике горных пород, построенной на комбинированном использовании признаков их вещественного состава, структуры и геологических условий нахождения (рис. 1).

Статья II.2. Вся совокупность известных в природе горных пород разделяется по определяющим факторам образования на типы: осадочные, магматические, метаморфические и ударно-метаморфические (коптогенные) породы. Дальнейшее подразделение множества горных пород производится по различным сочетаниям структурно-вещественных признаков, разработанным отдельно для каждого типа пород.

§ 2. Систематика и классификация магматических горных пород

Статья II.3. Рекомендуемая Петрографическим кодексом классификация и номенклатура магматических пород базируется на общих принципах многоступенчатой петрографической систематики, которая предусматривает сочетание минералогических, химических и структурно-текстурных признаков горных пород. В этой систематике, разработанной Терминологической комиссией МПК (Классификация и номенклатура..., 1981), магматические породы группируются во взаимоподчиненные таксономические категории, для каждой из которых устанавливаются свои классификационные признаки, обладающие достаточной объективностью. Каждое таксономическое подразделение занимает определенное место в общей иерархической схеме систематики (рис. 1).

Статья II.4. Тип магматических пород разделяется прежде всего по фаціальным условиям образования на два макрофаціальных класса:

1) класс плутонических, т. е. полнокристаллических, пород, происхождение которых связано с относительно длительной кристаллизацией магматического расплава в земной коре в сочетании с явлениями дифференциации, гибридизма, контаминации, метасоматизма и другими петрогенетическими процессами;

2) класс вулканических, т. е. порфировых или афировых, пород с микрокристаллической, криптокристаллической или стек-

ловатой основной массой, являющихся продуктами кристаллизации магмы, вышедшей на земную поверхность по вулканическим каналам и застывшей в течение короткого промежутка времени в субаэральных или подводных условиях.

Такой макрофацциальный принцип выделения этих классов характеризует глубину и скорость формирования магматической горной породы, что объективно отражено в ее структурных особенностях и условиях залегания.

Рекомендация 4А. С этих же позиций рекомендуется выделять в отдельный класс и гипабиссальные магматические породы, формировавшиеся на небольших глубинах и занимающие по условиям залегания и структурам промежуточное положение между глубинными (плутоническими) и излившимися (вулканическими) породами. Они проявляются чаще всего в виде гипабиссальных малых интрузий (даек, силлов, штоков) и субвулканических масс (имевших во время образования сообщение с поверхностью). Аналогичные породы встречаются также во внутренних частях вулканических покровов и в краевых приконтактовых зонах интрузивных массивов, формировавшихся на умеренных глубинах. Все эти породы характеризуются своеобразием своих текстур и структур (порфировидная, гранофировая, аплитовая, лампрофировая и др.). Классификация горных пород этого промежуточного класса систематически еще не разработана; предварительные рекомендации по применению номенклатуры гипабиссальных пород, которые в общей классификации магматических пород не рассматриваются, даны в прил. 2.

Статья II.5. Дальнейшее подразделение магматических пород основывается на комплексе признаков их вещественного состава, причем вначале для последовательного выделения общих таксонов (групп, рядов, семейств) используются химические критерии как наиболее универсальные, так как один и тот же химический состав может соответствовать разным минеральным ассоциациям.

Магматические породы по кремнекислотности (по содержанию кремнезема) подразделяются на четыре группы: ультраосновные — 30—45 % SiO_2 ; основные — 45—53 % SiO_2 ; средние — 54—64 % SiO_2 ; кислые — 64—78 % SiO_2 .

Примечание. Границы между группами магматических пород по содержанию SiO_2 условны, так как все эти группы связаны между собой постепенными переходами и «естественные» границы между ними отсутствуют. Предлагаемые рубежи являются в петрографии традиционными^{*)}. Кроме того, такие границы при всей условности применимы только для магматических пород нормальной щелочности (см. ст. II.6); с повышением щелочности в породах они будут несколько отклоняться в сторону уменьшения содержания SiO_2 для каждой группы магматических пород (Ле Ба, Штрекайзен, 1991).

В предлагаемой классификации не рассматриваются особые по генезису магматические несиликатные и низкосиликатные породы, содержащие соот-

^{*)} По международной классификации, границами для группы основных пород приняты 45—52 % SiO_2 , а для средних — 52—63 % SiO_2 .

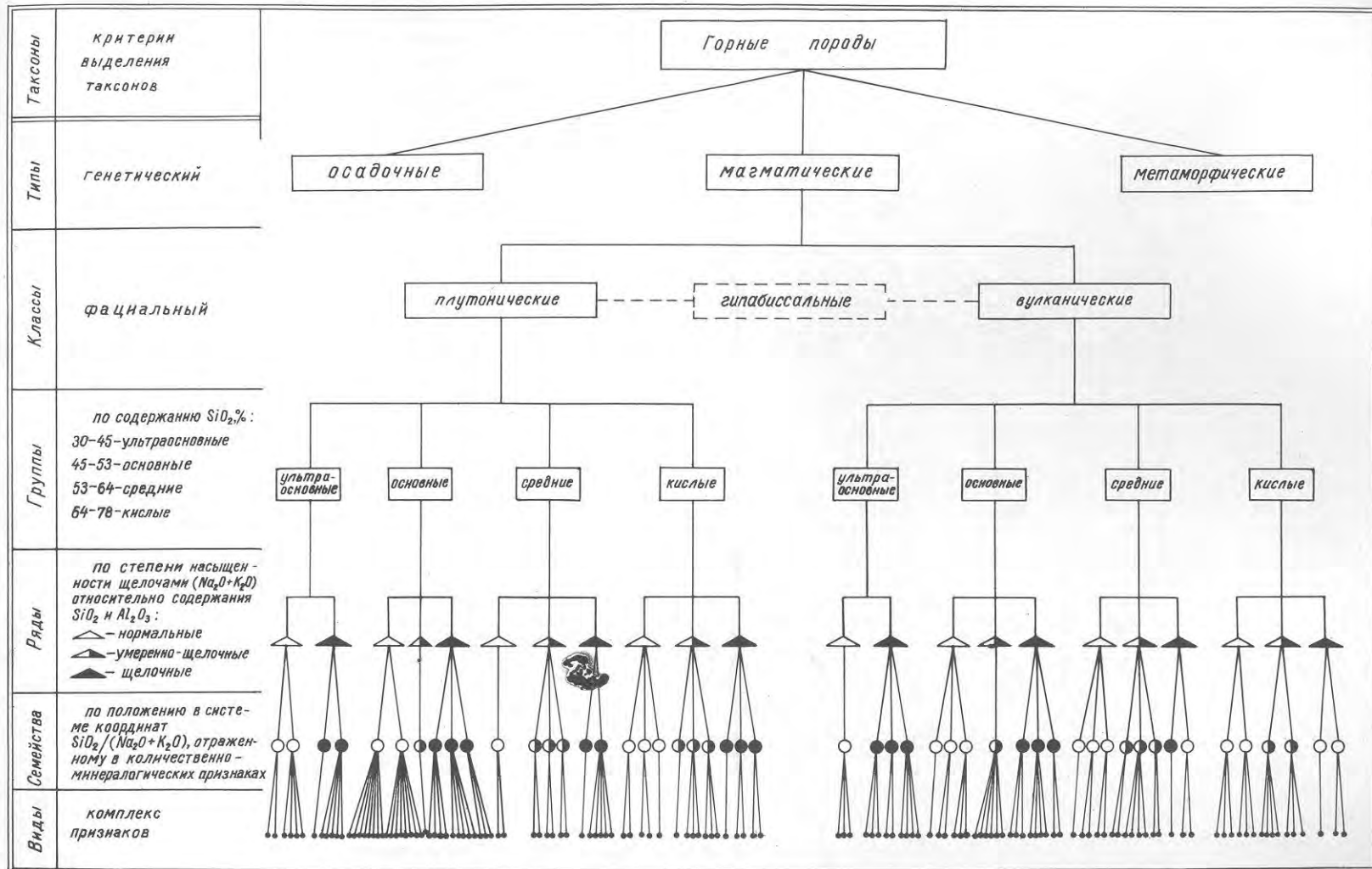


Рис. 1. Схема многоступенчатой систематики магматических горных пород.



Рис. 2. Положение семейств магматических горных пород на TAS-диаграмме.

А — вулканические породы; Б — plutonic породы.

Точечный пунктир — границы области распространения составов магматических пород; штриховые линии — диаграммы прямоугольников — полей, отражающих принятые для данного семейства пределы содержания SiO_2 и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$.

диагностика

ответственно менее 10 % и менее 50 % силикатов (карбонатные, сульфидные, магнетитовые и др.), для которых пока нет общепринятой систематики; рекомендации по номенклатуре таких горных пород даны в прил. 4.

Рекомендация 5А. Магматические горные породы наряду с разделением их на группы по кремнекислотности—основности могут быть подразделены еще по степени мафичности — по величине цветового индекса M^* на ультрамафические ($M > 70$), мафические ($70 > M > 30$), мафисалические ($30 > M > 20$), салические ($M < 20$), что широко используется в практике геологических работ.

Статья II.6. Группы магматических пород разделяются по степени щелочности на петрохимические ряды — нормальные, умеренно-щелочные (субщелочные), щелочные. Критерием для такого разделения служит содержание в горных породах суммы щелочей ($Na_2O + K_2O$), пределы колебаний которой принимаются разными для различных групп пород, т. е. варьируют в зависимости от содержаний SiO_2 (прил. 1).

Кроме выделения петрохимических рядов магматических пород по степени общей щелочности, традиционным и имеющим важное петрологическое значение является разделение магматических пород по типу щелочности с использованием отношения Na_2O/K_2O (прил. 1): натриевый ($Na_2O/K_2O > 4$ для основных пород, > 3 — для средних и > 1 — для кислых), калиево-натриевый ($1-4$ для ультраосновных и основных пород, $0,6-3$ — для средних и $0,3-1$ — для кислых) и калиевый (< 1 для ультраосновных и основных пород, $< 0,6$ — для средних и $< 0,3$ — для кислых).

Рекомендация 6А. В классификационных таблицах (прил. 1) видно, что принятые граничные содержания суммы щелочей коррелируются с особенностями минерального состава горных пород, т. е. с содержаниями и относительной ролью некоторых породообразующих минералов-индикаторов (фельдшпатоидов, щелочных полевых шпатов, щелочных пироксенов и амфиболов), что рекомендуется также использовать для определения границ между петрохимическими рядами по щелочности. Так, породам нормального ряда свойственно отсутствие фойдов** и щелочных темноцветных минералов; щелочные полевые шпаты присутствуют только в кислых породах нормального ряда. Средние и основные породы, в которых появляются аномально кислые плагиоклазы (например, в гавайитах, муджиеритах) и (или) щелочные полевые шпаты и недосыщенные темноцветные минералы (титансодержащие пироксены), должны относиться к умеренно-щелочному ряду. К щелочному ряду следует относить магматические породы, содержащие фойды и (или) щелочные тем-

* Цветовой индекс — относительное количество цветных минералов в горной породе в объемных процентах.

** Фойд — аббревиатура от «фельдшпатоид», рекомендуемая к использованию как синоним этого термина.

ноцветные минералы — пироксены, амфиболы (это не касается стекловатых вулканических пород, где все щелочи могут быть заключены в стекле); в ультраосновных породах роль фойдов могут играть минералы группы мелилита — «ненасыщенные пироксены».

Рекомендация 6Б. Вместо широко распространенного термина «субщелочной» рекомендуется использовать его синоним «умеренно-щелочной», что вызвано стремлением приблизить русскую терминологию к международной, где понятие «субщелочной» (subalkaline) соответствует нашему понятию нормальной щелочности. Это породило много недопониманий и неверных толкований, тем более что зарубежные петрографы не делают различий между щелочными и субщелочными породами в нашем понимании. В последнее время было решено избегать дальнейших ошибочных интерпретаций путем введения в международную лексику термина «mid-alkaline» (среднещелочной, умеренно-щелочной), соответствующего нашему понятию «субщелочной», замененному ныне термином «умеренно-щелочной». Вместе с тем зарубежные петрографы не смогли отказаться от привычного термина «subalkaline» для «нормальных», по нашей терминологии, магматических пород (Ле Ба, Штрекайзен, 1991). Все это следует иметь в виду при чтении и переводах иностранной петрографической литературы.

Статья II.7. Распределение магматических пород по группам (по кремнекислотности — основности) и по петрохимическим рядам (по общей щелочности) позволяет выделить следующий таксон систематики — семейства горных пород, т. е. сообщества магматических пород близкого минерального состава, характеризующиеся определенными отношениями кремнезема и щелочей. Для графического изображения этих соотношений используется бинарная TAS-диаграмма (total—alkali—silica) (рис. 2), где на континууме значений SiO_2 и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ условно показаны составы семейств магматических пород в соответствии с цифровыми данными, приведенными в классификационных таблицах (прил. 1). Эти составы, расположенные на диаграммах в определенном порядке как по горизонтали (по кремнекислотности), так и по вертикали (по степени щелочности), отражают не только химические, но и минералогические особенности объектов классификации (что является следствием известных корреляционных связей большинства петрогенных элементов с SiO_2 и $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$).

Примечание. TAS-диаграмма, отражающая систематику магматических пород с показом положения их групп и семейств, не может быть использована для определения самих видов горных пород, так как последнее невозможно диагностировать только по двум химическим параметрам.

Статья II.8. Дальнейшее деление семейств горных пород на виды и разновидности осуществляется введением новых классификационных критериев — количественно-минералогических

структурных, дополнительных петрохимических. Вид горной породы — элементарное звено в систематике — выделяется по наибольшему числу признаков: составу первично-магматических типоморфных (главных) и существенных ($\pm$) минералов, их количественным и структурным соотношениям в сочетании с некоторыми дополнительными петрохимическими параметрами. Характеристики видов магматических, главным образом plutonических, пород должны базироваться на их модальном (действительном) минеральном составе, выраженном в объемных процентах.

Рекомендация 8А. В классификационных таблицах (прил. 1) для вулканических пород, так же как и для plutonических, даны комплексные характеристики с количественно-минералогическими и химическими параметрами всех выделенных видов. На практике для тех вулканических пород, модальный минеральный состав которых установить невозможно (при стекловатой основной массе), в качестве первого классификационного признака может выступать их химический состав.

Рекомендация 8Б. Согласно общепринятым правилам, каждый вид в систематике должен иметь свое строго определенное название, причем сложные названия не могут быть образованы сочетанием двух полных видовых названий (как, например, *монцонит-диорит*, *пикрито-базальт*, *андезито-базальт*, *онгонит-риолит*). При образовании составных названий для некоторых промежуточных видов (и разновидностей) первое название, в соответствии с международными правилами, должно быть максимально усечено (купировано), т. е. следует называть *монцодиорит*, *пикробазальт*, *андезибазальт*, *онгориолит* (по типу таких широко распространенных терминов, как *гранодиорит*, *трахибазальт*, *риодацит* и др.). Исключение допускается только для «несокращаемого» видового названия *габбро*, но и его нужно вводить в составное название промежуточного вида также без дефиса — *габбронорит*, *габбродиорит*; отсутствие дефиса подчеркивает несамостоятельность видов, входящих в сложное название промежуточного вида.

Рекомендация 8В. В целях ликвидации двойственности в обозначении кайнотипных и палеотипных вулканических пород одного вида Петрографический кодекс рекомендует переход на единую одинарную кайнотипную номенклатуру для всех вулканических пород, принятую и в международной практике. Термины *порфир* и *порфирит* сохраняются только в наименованиях гипабиссальных магматических пород (прил. 2). Рекомендуется также отказаться от использования таких давно вошедших в практику, но устаревших терминов для палеотипных вулканических пород, как *диабаз*, *мелафир*, *альбитофир*, *ортофир*, *кератофир* и др. Для метаморфизованных вулканических пород не следует применять термины *порфиroid*, *порфиритоид*, так как

«онд» обозначает «близкий», «подобный» и используется в названиях групп близких по составу горных пород (*гранитоиды, базальтоиды*) или для обозначения некоторых переходных структурных разновидностей (*пегматоид, трахитоид*). Для метаморфизованных вулканических пород следует употреблять более определенные названия: *метабазальт, метадацит* (см. ст. II.12).

Рекомендация 8Г. Не следует использовать для видов вулканических пород названия, учитывающие только их структурные особенности: *фельзит, витрофир, невадит, мандельштейн, амигдалофир* и т. п.; их целесообразно употреблять лишь в качестве прилагательных для некоторых разновидностей вулканических пород (*риолит фельзитовый, трахит витрофировый* и др.). Степень раскристаллизации вулканических пород не должна учитываться в названиях их видов; для разновидностей с преобладанием стекла в основной массе рекомендуется давать названия с приставкой (префиксом) *гялло-* (*гяллобазальт, гялло-меланефелинит*).

Статья II.9. Рекомендуемая классификация и регламентируемая номенклатура магматических пород заканчивается на таксоне «вид», т. е. для любого исследуемого индивида (конкретной горной породы) идентичность при правильной диагностике может быть установлена только с одним видом. В характеристике каждого вида (прил. 1) указываются в определенных пределах колебания количественно-минералогических и химических параметров, что обуславливает возможность более детального подразделения видов путем выделения в конкретных случаях (в основном при детальных петрографических работах) разновидностей магматических пород, определяемых разнообразными второстепенными признаками. Настоящий Кодекс не регламентирует выделение разновидностей магматических пород и их номенклатуру. Право выделения таких разновидностей предоставляется самим исследователям при соблюдении ими единой номенклатуры видов магматических пород, приведенной в таблицах (прил. 1).

Рекомендация 9А. В соответствии с существующей практикой, для выделения разновидностей магматических пород могут использоваться признаки:

а) минералогические (особенности состава порообразующего минерала, например повышенная основность плагиоклаза, присутствие второстепенных или даже аксессуарных минералов в количествах, превышающих нормальные для данного вида; отличные от среднего для данного вида значения цветового индекса, что обозначается приставками *мелано-* (*мело-*) или *лейко-* к видовому названию);

б) химические (повышенные или пониженные содержания отдельных порообразующих оксидов);

в) структурные (нетипичные для данного вида зернистость, порфириность, трахитоидность и т. п.).

Относительное значение того или иного признака при выделении нерегламентируемых разновидностей определяется конкретными целями исследований, для которых объем понятия «вид» является слишком общим и не удовлетворяет требованиям поставленных задач.

Рекомендация 9Б. В табл. 1—22 (прил. 1) в качестве примеров показаны лишь некоторые возможности выделения разновидностей пород и только для нескольких из них приведены традиционные названия (*кортландит, эвкрит, лабрадорит* и др.). Для обозначения не имеющих таких названий разновидностей рекомендуется использовать прилагательные или приставки к принятым названиям видов и избегать использования устаревших, вышедших из употребления терминов, а также введения новых без достаточных оснований.

Статья II.10. В связи с тем что предлагаемая классификация магматических пород несомненно будет дополняться новыми видами пород по мере дальнейшего накопления новых петрографических материалов, следует строго контролировать введение новых названий горных пород в ранге самостоятельного вида. Характеристика предлагаемого нового вида должна включать следующий обязательный объем информации о горной породе, которой, в силу отличия ее от ранее известных видов, присваивается новое видовое название: 1) внешний вид, текстура; 2) минеральный состав, структура; 3) химический состав, иллюстрируемый представительными химическими анализами (т. е. сопровождающимися данными о количественно-минеральном составе породы, определенном как среднее по подсчетам не менее чем в трех шлифах, изготовленных из образца, послужившего пробой для химического анализа); 4) условия и форма залегания; 5) географический район, где был выделен и описан петротип вида.

Предложения о выделении новых петрографических видов должны быть до опубликования рассмотрены и одобрены Терминологической комиссией МПК. Предложения о выделении разновидностей магматических пород Терминологическая комиссия, в соответствии со ст. II.9 настоящего Кодекса, не рассматривает.

§ 3. Принципы выделения и систематики метаморфических горных пород

Статья II.11. Метаморфические породы — второй по распространенности в земной коре тип кристаллических пород. Они выделяются по совокупности геологических, структурных и минералогических признаков, указывающих на их генезис. Следует различать собственно метаморфические породы и метаморфизованные породы.

Метаморфические породы — это горные породы, сформировавшиеся в результате глубоких метаморфических преобразований пород любого происхождения, обусловленных изменениями физико-химических и термодинамических условий на месте их залегания с уничтожением в процессе перекристаллизации признаков первоначальных текстур, структур и минерального состава и заменой их новыми минеральными парагенезисами, устойчивыми в условиях метаморфизма.

Метаморфизованные породы — это частично преобразованные в процессе метаморфизма горные породы, сохранившие в той или иной степени признаки своей первоначальной природы, позволяющие определить не только их происхождение (осадочное, вулканическое, интрузивное), но и исходный петрографический состав.

Статья II.12. В настоящем Кодексе рассматриваются только метаморфические породы. Метаморфизованные породы классифицируются в соответствии с их первичным составом и строением. При этом их номенклатура строится на базе терминов исходных пород либо с приставкой *мета-* к их видовому названию (*метабаза*лт, *метагаббро*, *метааркоз* и т. п.), либо путем совмещения названия первичной, исходной породы через дефис с базовым термином метаморфической породы (*габбро-амфиболит*, *гранито-гнейс* и т. п.). Для более сильно метаморфизованных пород, когда ясна только их первичная природа, используется базовый метаморфический термин с приставкой *орто-* для метаморфизованных магматических пород или *пара-* для метаморфизованных осадочных пород (*ортогнейс*, *парасланец* и т. п.).

Рекомендация 12А. Несмотря на то что для метаморфических пород еще не создано единой общей классификации и нет достаточно разработанной унифицированной номенклатуры, практическая необходимость единообразного подхода к описанию метаморфических пород и их систематике требует соблюдения принципиальных положений при выделении этих пород и общих правил построения их наименований. Поэтому в нижеследующих статьях Кодекса предлагаются, в основном в качестве рекомендаций, общие принципы систематики метаморфических пород, разработанные Комиссией по метаморфизму и метаморфогенному рудообразованию МПК и опубликованные в книге «Классификация и номенклатура метаморфических горных пород» (1992), а также даются некоторые рекомендации по рациональной номенклатуре этих пород.

Статья II.13. В рекомендуемой для практического использования систематике тип метаморфических пород разделяется на пять классов по условиям образования, устанавливаемым по геологическому положению, структурно-текстурным признакам и в меньшей мере по особенностям минеральных парагенезисов: 1) регионально-метаморфические; 2) контактово-метаморфические; 3) гранитизированные или ультраметаморфические; 4) ме-

тасоматические (метасоматиты); 5) тектоно-метаморфические (тектониты).

Рекомендация 13А. Первоначально в эту систематику включался еще и класс ударно-метаморфизованных пород — импактитов (Добрецов и др., 1988). Но поскольку эти породы формируются на земной поверхности не в связи с эндогенными процессами, а в результате механического воздействия выпадающих масс космического вещества, их рекомендуется исключить из типа метаморфических (собственно эндогенных) пород и выделить в самостоятельный тип. Предлагаемая классификация и номенклатура этих образований дается отдельно (прил. 5).

Регионально-метаморфические породы

Статья II.14. Наиболее распространенные на земной поверхности и в земной коре метаморфические породы этого класса, к которому отнесены породы ареального метаморфизма, по термодинамическим условиям образования и соответственно по структурно-текстурным и минералогическим признакам подразделяются на шесть подклассов:

1. Метаморфические породы подклассов пониженных и умеренных давлений: а) высокотемпературные (гнейсы, амфиболиты, кристаллосланцы, мраморы, кальцифиры и др.); б) среднетемпературные (амфиболиты, слюдяные сланцы, мраморы и др.); в) низкотемпературные (зеленые сланцы, кварцсеритовые сланцы и другие метаморфические сланцы).

2. Метаморфические породы подклассов повышенных и высоких давлений: а) высокотемпературные (эклогиты, гнейсы, грикваниты и др.); б) среднетемпературные (кристаллосланцы, гранатовые гранулиты, жедрититы, дистеновые гнейсы и др.); в) низкотемпературные (глаукофановые сланцы, хлоритовые сланцы, пумпеллиитовые сланцы и др.).

Эти подклассы разделяются на группы метаморфических пород, различающиеся по валовому химическому составу независимо от происхождения тех горных пород, по которым они образовались:

А. Метапелиты и кварц-полевошпатовые породы.

Б. Метабазиты.

В. Карбонатные и силикатно-карбонатные породы.

Г—Е. Редкие породы: Г — ультраосновные, Д — железистые, Е — специфические по химическому составу (марганцовистые, щелочные, фосфатные и т. д.).

Примечание. Употребление префикса *мета-* в этих традиционных названиях, казалось бы, не соответствует ст. II.12. Однако в данном случае этот префикс ставится не перед названием конкретной исходной породы, а относится к группе метаморфических пород, в названии которой отражается характер их химизма вне зависимости от состава подвергнувшегося метаморфизму исходного субстрата.

Рекомендация 14А. Выделение названных групп метаморфических пород произведено на качественной основе с учетом главных особенностей химизма и минералогии горных пород. Дальнейшее деление этих групп на семейства и виды, в соответствии с предложениями, приведенными в книге «Классификация и номенклатура метаморфических пород» (1992), рекомендуется производить уже на количественной основе с использованием дополнительных количественно-минералогических признаков. Однако единая классификация видов метаморфических пород до сих пор не разработана. Поэтому в Кодексе даются рекомендации только по рациональному построению видовых названий регионально-метаморфических пород, для которых, в отличие от петрографии магматических пород (где каждый вид горной породы имеет собственное название), существует только несколько базовых терминов вне их таксономического значения (*сланец, кристаллосланец, гнейс, амфиболит, гранулит, мрамор, кварцит* и др.), не обеспечивающих присвоения собственных названий всем многочисленным видам метаморфических пород. Это вызывает необходимость строить собственные видовые названия путем присоединения к корневому (базовому) термину различных определяющих прилагательных. Только некоторые (немногие) метаморфические породы имеют собственные названия (*глаукофанит, джеспилит, кинцигит, кондалит, лептит, эпидозит* и др.). Однако и эта исторически сложившаяся номенклатура используется не всегда однозначно, так как многие термины не являются четкими по смыслу.

Статья II.15. Принципы рационального видового наименования регионально-метаморфических пород включают следующие положения:

1) выделение и названия видов и разновидностей горных пород основываются на базовых терминах, а уточняющие прилагательные — на количественно-минеральном составе с учетом фации метаморфизма;

2) количество пороодообразующих минералов оценивается в объемных процентах; в прилагательном они перечисляются в порядке увеличения их содержания, причем следует использовать не более двух-трех названий характерных минералов парагенезиса, не включая постоянно присутствующих в породах данного семейства типоморфных минералов (кварца — в гнейсах, роговой обманки — в амфиболитах, граната — в эклогитах и т. п.);

3) минимальное содержание минерала, используемого в названии породы, составляет не менее 5 %, но если речь идет о специфическом минерале, присутствующем в количестве менее 5 %, то допускается его включение в наименование породы с прилагательным *содержащий* (*турмалинсодержащий биотитовый гнейс, графитсодержащий тремолит-актинолитовый сланец* и т. п.);

4) для разновидностей различных по сложению пород могут быть дополнительно использованы структурные особенности (*порфиروبластический гранат-андалузитовый слюдяной сланец, очковый гиперстеновый гнейс* и т. п.).

Примечание. Использование указанных рекомендаций может быть проиллюстрировано на следующих примерах: а) сланцевая порода, состоящая из клинопироксена (30 %), ортопироксена (20 %), крупных порфиروبластов скопленного граната (10 %), плагиоклаза (35 %) и амфибола (до 5 %), имеет видовое название *амфиболсодержащий гранат-двупироксеновый кристаллосланец* и относится по минеральному парагенезису к высокотемпературным породам 1-го подкласса, по минеральному и химическому составу — к группе Б — метабазитам; б) порода гнейсовой структуры, состоящая из кварца (20 %), плагиоклаза (20 %), ортоклаза (15 %), граната (15 %), силлиманита (10 %), кордиерита (20 %), имеет видовое название *силлиманит-гранат-кордиеритовый гнейс* и относится к высокотемпературным метаморфитам 1-го подкласса и к группе А — метапелитам (кварц-полевошпатовым породам).

Контактово-метаморфические породы

Статья II.16. Контактово-метаморфические породы, образовавшиеся в результате структурного и вещественного изохимического преобразования горных пород под термальным воздействием внедрившихся в них магматических тел, также не имеют общепринятой систематики и номенклатуры. Для них в качестве базовых терминов внетаксономического значения предлагаются *роговик* (для метапелитов и метабазитов), *мрамор* и *кальцифир* (для существенно карбонатных пород).

Класс контактово-метаморфических пород, в соответствии с обычно наблюдаемой вблизи интрузивных тел экзоконтактовой зональностью, традиционно разделяется на три подкласса, выделение которых в процессе геологического картирования обычно не вызывает затруднений: 1) высокотемпературные породы внутренней зоны (роговики, пироксеновые мраморы, гранат-пироксеновые кальцифiry); 2) среднетемпературные породы переходной зоны (узловатые роговики и сланцы, амфибол-пироксеновые мраморы, амфибол-пироксеновые кальцифiry); 3) низкотемпературные породы внешней зоны экзоконтактового ореола (пятнистые роговики и сланцы, мраморизованные известняки и доломиты, тальково-хлоритовые кальцифiry).

Примечание. Если термальная экзоконтактовая перекристаллизация сопровождается притоком вещества во вмещающие породы, т. е. аллохимическим метаморфизмом, то возникают контактово-метасоматические породы, относящиеся к метасоматитам, которые здесь не рассматриваются.

Рекомендация 16А. Для того чтобы отразить вещественный состав контактово-метаморфических пород, их видовые названия рекомендуется формировать, так же как и для регионально-метаморфических пород (см. ст. II.15), путем помещения перед базовым термином определяющего прилагательного, указы-

вающего на главные порообразующие компоненты в породе в порядке увеличения их содержания (*гранат-пироксеновый роговик, амфибол-пироксеновый кальцифир* и т. п.).

Ультраметаморфические породы

Статья II.17. Класс ультраметаморфических пород объединяет гетерогенные образования ультраметаморфических гранитоидов и мигматитов, входящих в сложные метаморфические комплексы, широко распространенные на древних (докембрийских) щитах, а также в срединных массивах и активизированных блоках складчатых поясов, вне зависимости от геологического возраста последних. Формирование этих пород, происходящее в региональном масштабе, связано с глубокими аллохимическими петрографическими преобразованиями горных пород разного состава, направленными на их обогащение кварц-полевошпатовой ассоциацией минералов (гранитизация) при *pT*-условиях, определяющих начало их селективного плавления.

Среди ультраметаморфических пород принято выделять мигматиты и метатектиты; для тех и других характерна высокая степень метаморфизма субстрата. Мигматиты — смешанные породы, состоящие из ранее метаморфизованных пород фундамента и новообразованного в процессе селективного плавления и метаморфической дифференциации кварц-полевошпатового материала (лейкосомы), распределенного в породах субстрата в порфиробластической (метабласты) или жильной форме. Традиционно разновидности мигматитов различаются по структурным признакам: полосчатые, ленточные, брекчиевидные, порфиробластические, а также тневые, вещественная неоднородность которых устанавливается по тневым признакам.

Метатектиты — полностью новообразованные более или менее однородные лейкократовые породы кварц-полевошпатового состава, вещественно-подобные магматическим гранитоидам, но отличающиеся от них коррозионными и бластическими структурами. Они образуют в пределах мигматитовых полей субавтотонные тела разных размеров и очертаний, связанные постепенными переходами с тневыми мигматитами (небулитами). Последние являются, по существу, разновидностью метатектитов и имеют собственные названия, например, *гранито-гнейс, гранодиорито-гнейс*, которые применяются для гранитизированных пород, в отличие от разгнейсованных первично-магматических пород, которые следует именовать соответственно *гнейсо-граниты, гнейсо-гранодиориты* и т. п.

Статья II.18. По термодинамическим условиям формирования и минералого-петрографическим особенностям класс ультраметаморфических пород (мигматитов, метатектитов) распадается на подклассы по принадлежности к амфиболитовой (гранит-мигматиты, ультраметагенные гранитоиды или метатектиты)

граниты) и гранулитовой (чарнокит-мигматиты, эндербиты, эндербит-чарнокиты и чарнокиты с разновидностями по содержанию кварца, ортоклаза и цветных минералов) фациям.

Метасоматические породы

Статья II.19. Класс метасоматических пород охватывает весьма разнообразные кристаллические породы, возникшие в результате процесса замещения первоначально слагающих их минералов другими минералами с сохранением твердого состояния породы в целом и сопровождающегося изменением химического состава и структуры исходных горных пород.

Главные признаки для отнесения горных пород к классу метасоматитов:

1) наличие в составе горной породы трех видов минеральных ассоциаций: минералов, новообразованных в процессе метасоматоза; минералов исходных пород, сохраняющих устойчивость при метасоматозе; реликтовых минералов исходных пород, неустойчивых при метасоматозе, но не полностью замещенных при метасоматических преобразованиях;

2) участие горных пород в строении геологических тел, образованных серией зон определенного минерального состава, расположенных в закономерной последовательности (метасоматическая колонка).

Метасоматиты в ареальном развитии образуют морфологически и масштабно разнообразные поля. Распространение метасоматитов определяется не только контролирующими их структурами, но и характером источников поступающих подвижных реагентов, связанных либо с эндогенными коровыми или мантийными очагами, либо с интрузивными телами разной глубины формирования; в первом случае метасоматиты имеют региональное распространение (регионально-метасоматические ассоциации), а во втором — развиты локально в пределах экзоконтактных ареалов интрузивных массивов (контактово-метасоматические ассоциации), что следует четко отображать на геологических картах.

Примечание. В некоторых классификациях выделяется еще группа контактово-реакционных метасоматитов, образующихся путем перераспределения компонентов между существенно различающимися по химизму средами диффузионным или инфильтрационным способом при участии растворов. Эта группа делится на подгруппы метасоматитов магматической (магматического замещения) и постмагматической стадий метасоматоза (Классификация и номенклатура..., 1992, с. 129)

Статья II.20. По вещественному составу метасоматиты на основании типовых парагенетических ассоциаций порообразующих минералов подразделяются на три группы:

1) кислотные метасоматиты, связанные с процессами кислотного выщелачивания, т. е. с привносом кислотных компонен-

тов и выносом оснований (парагенезы: кварц, мусковит, кианит, силлиманит, андалузит в разных количественных соотношениях);

2) основные метасоматиты, связанные с магнезиально-железистым метасоматозом, т. е. с привносом щелочных земель и выносом кислот (парагенезы: клинопироксены, кордиерит, амфиболы, гранаты, биотиты разной железистости, хлорит, серпентин и др.);

3) щелочные метасоматиты, возникающие в условиях щелочного метасоматоза, т. е. привноса щелочных металлов и выноса кремнезема и щелочноземельных компонентов (парагенезы: ортоклаз, микроклин, альбит, щелочные пироксены и амфиболы).

В каждой из этих групп известны генетически связанные с ними рудные метасоматиты, нередко образующие промышленные месторождения разнообразных полезных ископаемых.

Рекомендация 20А. Разработанная комиссиями МПК систематика и номенклатура метасоматических горных пород (Классификация и номенклатура..., 1992) с выделением таксонов в ранге групп, семейств, видов предусматривает использование с некоторыми ограничениями таких получивших широкое распространение названий метасоматитов (преимущественно контактово-метасоматических пород), как *скарн*, *магнезиальный скарн*, *пропилит*, *березит*, *фенит*, *вторичный кварцит*, *грейзен* и др. Однако в целом видовую терминологию метасоматитов рекомендуется строить в соответствии с общими для метаморфических пород правилами, изложенными в ст. II.15.

Динамометаморфические породы (тектониты)

Статья II.21. Класс тектонитов включает горные породы, образовавшиеся в линейных зонах расщепления и разного рода разрывных дислокаций в результате дробления и дифференциального перемещения механически разрушенного минерального вещества. Тектониты — продукты динамометаморфизма (тектонOMETAMOPFIZMA) любых горных пород в обстановке стресса в разных термодинамических условиях. В приповерхностных условиях при низких температурах образуются какириты, тектонические брекчии, катаклазиты (породы без ясной сланцеватости) и милониты, филлониты (породы с выраженной сланцеватостью); в *pT*-условиях метаморфогенного минералообразования механическая деструкция сопровождается перекристаллизацией вещества и формируются бластомилониты, обладающие четко выраженной кристаллизационной сланцеватостью и полосчатостью с параллельным чередованием полос различной зернистости и разного количественно-минерального состава.

Рекомендация 21А. Динамометаморфические породы диагностируются по свойственным им линзовидно-полосчатым текстурам и характерным порфиробластическим структурам, а также

по распространению в виде линейных зон, секущих метаморфические и магматические породы в зонах тектонических нарушений и региональных разломов. Типичным признаком динамометаморфических пород также являются нередко наблюдаемые в них удлиненно-линзовидные реликты не полностью милонитизированных или бластомилонитизированных первоначальных пород.

Перечисленные выше (см. ст. II.21) наименования тектонитов в порядке усиления степени их механической дезинтеграции традиционно используются в геологической практике, в методических руководствах по геологическому картированию. Видовые названия тектонитов, особенно бластомилонитов, рекомендуется образовывать согласно ст. II.15.

ГЛАВА III

РАСЧЛЕНЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

§ 1. Региональные петрографические подразделения

Статья III.1. Региональные петрографические подразделения — это ассоциации магматических пород, слагающих геологические тела, объединяемые по общности их петрографического состава и по признакам пространственной, временной и структурно-морфологической близости, позволяющим допустить формирование всех членов ассоциации в единой геологической обстановке.

В зависимости от задач и масштаба исследований предусматривается выделение региональных петрографических подразделений разного ранга (см. ст. III.2, III.5, III.6); их распространение ограничивается определенным геологическим пространством — структурно-формационной зоной или группой смежных зон, складчатой системой, рифтогенной системой, крупным структурным элементом платформы и т. д.

Выделение региональных петрографических подразделений составляет сущность расчленения магматических образований и должно обеспечить единообразный подход к их корреляции для составления унифицированной схемы магматизма в пределах изучаемой территории.

Примечание. Понятие «региональное петрографическое подразделение» по содержанию близко к англо-американскому термину «литодема» (lithodema), являющемуся основной единицей в литодемической классификации нестратифицированных пород (North American stratigraphic code, 1983); последовательность образования литодем не согласуется с законом суперпозиции. Но в региональное петрографическое подразделение наряду с такими литодемами включаются и стратифицированные покровные вулканические образования (см. § 2 наст. главы).

Статья III.2. Основным региональным петрографическим подразделением при расчленении природных ассоциаций магматических горных пород является магматический комплекс — конкретный парагенез магматических пород, слагающих геологические тела и их совокупности в пределах определенного геологического пространства (обычно структурно-формационной зоны), обладающие общими особенностями состава, морфологии, строения и соотношения с вмещающей средой. Все члены этой ассоциации близкосинхронны и связаны фазовыми или фациальными отношениями, отражающими динамику единого магматического процесса, что служит признаком общности их образования в определенной геодинамической обстановке в течение ограниченного промежутка времени, соответствующего определенному этапу формирования структурно-формационной зоны. Магматический комплекс как общий собирательный термин включает понятия «вулканический комплекс», «плутонический комплекс» и «гипабиссальный комплекс малых интрузий» (см. § 2—4 наст. главы).

Примечание. Полного международного эквивалента магматического комплекса в таком понимании не существует. Наиболее близким к нему понятием является «igneous complex» — ассоциация тесно связанных и примерно одновозрастных изверженных горных пород, отличающихся по условиям залегания или петрографическому составу (Толковый словарь английских геологических терминов, 1978). Однако этот термин применяется главным образом к расслоенным интрузивным массивам, состоящим из разных по составу магматических пород (комплексы Бушвельд, Стиллутер, Скергард и др.), и обычно не используется применительно к ассоциациям разобщенных магматических тел, обладающих общими особенностями состава, строения и условий залегания.

Рекомендация 2А. Магматический комплекс картируется как совокупность тел конкретной ассоциации магматических пород и является той ключевой петрографической единицей, которую рекомендуется выделять на геологической карте и в ее легенде, помещать в сводную литостратиграфическую колонку и использовать как основу при описании магматических образований региона.* Поэтому каждому магматическому комплексу присваивается индивидуальное название, которое должно отражать его петрографический облик (по преобладающим или наиболее характерным видам его горных пород) в сочетании с географическим названием, ибо магматический комплекс всегда локализован в том или ином ограниченном пространстве (подробнее о правилах наименования магматических комплексов см. гл. V, § 2).

Статья III.3. Основой петрографической систематики и классификации всего многообразия природных ассоциаций магматических пород является понятие о магматической формации (фор-

* В тех случаях, когда вулканические породы тесно перемежаются с осадочными, на геологических картах они могут объединяться с последними в единые стратиграфические подразделения.

мационном виде) как обобщенной модели однотипных магматических комплексов, устойчиво повторяющихся в геологическом пространстве и времени и сохраняющих при этом общие признаки состава, строения и соотношения с вмещающей средой. Таким образом, магматический комплекс, представляющий собой конкретное проявление магматической формации (как классификационного понятия), рассматривается как индивид соответствующего формационного вида.

Рекомендация 3А. Определение формационной принадлежности магматического комплекса, относящегося к задачам региональных формационных исследований, не является целью геологической съемки, но рекомендуется как действенный метод при обобщении и анализе результатов геологической съемки, при составлении специализированных карт и оценке минералогических перспектив изучаемой территории. Определение формационной принадлежности производится путем выявления в изучаемом магматическом комплексе устойчивых формационных признаков и на этой основе сопоставления его с известными формационными видами, охарактеризованными в литературе (Магматические формации СССР, 1979; Расчленение и корреляция..., 1988 и др.).

Рекомендация 3Б. Магматические формации, как классификационные абстрактные категории, не выделяются на обычных геологических картах, где показываются только конкретные геологические тела и их сочетания — магматические комплексы. Но в легендах к геологическим картам и в корреляционных схемах рекомендуется указывать формационную принадлежность магматического комплекса, если она достаточно обоснованно установлена.

Статья III.4. Наряду с понятиями вулканического, плутонического и гипабиссального комплексов при региональных геологических исследованиях используется представление о вулканоплутонических ассоциациях как совокупностях пространственно сопряженных вулканических и плутонических образований, характеризующихся близкими петрохимическими и геохимическими признаками и формирующихся в течение определенного относительно короткого интервала времени. Это понятие употребляется в тех случаях, когда требуется подчеркнуть парагенезис, пространственное и временное сопряжение разных форм проявления магматизма (например, попарное сочетание последовательно формирующихся вулканических и плутонических горных пород).

Примечание. «Магматическая ассоциация» (или «ассоциация магматических пород») — термин свободного пользования, под которым может пониматься любая совокупность магматических пород, сопряженных пространственно и объединенных по некоторым признакам петрографического состава. Этот термин употребляется в тех случаях, когда по тем или иным причинам невозможно или же не требуется указывать магматические комплексы, формации.

Статья III.5. Более крупные петрографические подразделения, в которые объединяются тем или иным способом магматические комплексы, используются главным образом при региональных геологических и петрографических исследованиях на больших территориях и при составлении карт мелкого масштаба. К таким укрупненным региональным петрографическим подразделениям относятся:

1) региональные магматические формации — сообщества одоформационных магматических комплексов, которые развиты на обширной территории, охватывающей крупные тектонические элементы (или петрографические провинции), и образуются в определенное время в одной геодинамической обстановке;

2) ряды магматических комплексов, в которые объединяются разнотипные (относящиеся к разным видам и классам) магматические комплексы по принципу их временной последовательности в пределах одного тектонического элемента, обычно структурно-формационной зоны (временные ряды), или по принципу одновременности (геологически близкой синхронности) их становления в смежных тектонических элементах (латеральные ряды).

Рекомендация 5А. Понятие региональной магматической формации, существующее в практике геологических работ еще с «доформационного» времени развития петрографии (*трапповая формация Сибири, платиноносная габбро-перидотитовая формация Урала* и др.), содержит некоторую характеристику провинциальных особенностей (петрографических, геохимических, металлогенических) объединяемых в нее магматических комплексов. В настоящее время представление о региональных магматических формациях можно использовать только при необходимости выделения таких обобщающих петрографических подразделений в различных литературных обзорах, при составлении мелкомасштабных карт геологического содержания, причем в названии региональной формации следует указывать ее географическое распространение, а иногда и геологический возраст (например, *мезозойская формация оловоносных высокоглиноземистых гранитов Северо-Востока России*).

Рекомендация 5Б. Понятие о рядах магматических комплексов полезно использовать для решения некоторых задач региональной геологии. Так, временной ряд в соответствии с последовательностью в нем магматических комплексов позволяет устанавливать направленное изменение вещественного состава магматических продуктов, характеризующее гомодромное или антидромное развитие магматизма. При этом можно выделять временные ряды разного ранга в зависимости от длительности рассматриваемых этапов, включающих всю последовательность магматических комплексов за период развития конкретных тектонических элементов (структурно-формационных зон, складчатых систем, рифтогенных структур и т. п.). Латеральные ряды,

отражающие определенное синхронное проявление магматической деятельности в разных тектонических обстановках, могут быть использованы для характеристики соотношения одновременно развивающихся на определенных этапах смежных тектонических зон, что особенно важно для анализа сочленений структур с разными типами глубинного строения.

Статья III.6. Вспомогательные петрографические подразделения — составные элементы, на которые могут быть расчленены сложные по составу и строению магматические комплексы, используются при средне- и крупномасштабном геологическом картировании и при детальных петрографических исследованиях. В зависимости от детальности работ и поставленных перед ними задач такое расчленение может быть доведено до разных пределов, и оно не регламентируется настоящим Кодексом. Однако каждое вспомогательное петрографическое подразделение обязательно должно обладать хорошо различимыми объективными признаками, позволяющими отличать его от других одноранговых петрографических объектов. Следует выделять только картируемые в данном масштабе элементы магматических комплексов, рассмотренные в § 2 и 3 настоящей главы применительно к вулканическим и плутоническим образованиям.

§ 2. Вулканические комплексы и осадочно-вулканические ассоциации

Статья III.7. Вулканический комплекс — конкретная ассоциация (парагенез) вулканических (эффузивных, вулканокластических, гипабиссальных) горных пород, слагающих геологические тела (покровные, экструзивно-жерловые, субвулканические) и их совокупности, располагающиеся в определенном геологическом пространстве (обычно в пределах структурно-формационной зоны). Вулканические породы комплекса составляют закономерную ассоциацию, которая обладает общими чертами состава, морфологии, строения и соотношения с вмещающей средой, указывающими на их образование в течение единого этапа эволюции вулканического процесса в ограниченный отрезок геологического времени.

Рекомендация 7А. Важнейшим признаком вулканического комплекса следует считать постоянство, устойчивость его структурно-вещественных параметров — однотипность или упорядоченное их изменение в ходе развития вулканического процесса. Границами комплекса считаются резкие нарушения этого признака, которые обычно совпадают с отчетливыми значительными перерывами в вулканическом процессе и изменениями в его характере.

Примечание. Критерий постоянства, однотипности структурно-вещественных параметров вулканического комплекса не следует понимать как обязательную однородность его состава. «Однотипность» может также озна-

чать присущую комплексу перемежаемость вулканических пород различного или даже контрастного петрографического состава. Упорядоченное изменение состава комплекса может быть гомодромным, антидромным или же обусловленным изменением объемных отношений различных видов вулканических пород.

Статья III.8. Вулканическая фаза — часть вулканического комплекса, отвечающая определенному импульсу (этапу) его формирования, образованная вулканическими породами устойчивого состава и отделенная от других частей (фаз) комплекса четкими границами (нередко пачками осадочных пород), фиксирующими прерывистость вулканического процесса и позволяющими установить последовательность формирования частей комплекса.

Примечание. Вулканические фазы наиболее отчетливо выделяются при изучении орогенных и посторогенных вулканических комплексов, представленных наземными покровными, экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями. Фазовые взаимоотношения в вулканическом процессе возможны как внутри покровных, экструзивно-жерловых и субвулканических образований, так и между ними.

Статья III.9. Вулканическая фация — часть вулканической фазы или комплекса в целом, характеризующаяся однородностью структурно-вещественных признаков и отличающаяся по этим признакам от других одновременно образующихся частей. Границы между фациями постепенные, реже резкие и отражают внутреннюю неоднородность вулканических тел, обусловленную различными факторами: способом извержения, транспортировки и отложения вулканического материала в разном агрегатном состоянии, палеогеографической обстановкой, положением геологических тел относительно центра извержения, температурной неоднородностью застывающего расплава, его гравитационной и ликвационной дифференциацией и др.

В связи с многофазностью и полифациальностью вулканических комплексов в их составе следует выделять фации, которые могут встречаться в нескольких самостоятельных фазах: а) покровные (стратифицированные) эффузивные и вулканогенно-обломочные (потоки, покровы, пласты, слои, пачки); б) экструзивно-жерловые (некки, вулканические жерловины, экструзивные купола); в) субвулканические — корни вулканов (дайки, жилы, силлы, штоки и др.).

Конкретный вулканический комплекс может быть представлен горными породами как всех этих фаций, так и одной из них (покровной, экструзивно-жерловой, субвулканической) или же различными сочетаниями фаз и фаций.

Примечание. Следует подчеркнуть суть различий между понятиями «фация», «фаза», «комплекс» для вулканических образований: фация — объекты с постепенно, реже резко изменяющимися в пространстве признаками, отражающими обстановку возникновения одновременно формирующихся вул-

канитов *); фазы — одновременные, с четкими границами объекты, отражающие последовательность формирования вулканитов; комплексы — объекты, характеризующиеся внутренней неоднородностью (полифациальностью, многофазностью), но объединенные общей эволюционной упорядоченностью и определенной последовательностью образования вулканитов, нарушаемыми на границах комплексов.

Рекомендация 9А. Рекомендуется соблюдать давно установившееся в русской петрографической терминологии различие между понятиями «эффузивный», т. е. образовавшийся в результате излияния жидкой лавы на поверхность, и «экструзивный», т. е. возникший в результате выжимания на земную поверхность вязкой нерастекающейся лавы (вулканические купола, пробки, бисмалиты), в отличие от англо-американской терминологии, в которой не делается разницы между терминами «effusive» и «extrusive» и под ними понимаются все изверженные породы, выведенные на поверхность Земли. С экструзивными образованиями могут быть связаны продолжающие их вглубь жерловые образования (некки) или заполнения застывшей лавой подводящих кольцевых трещин между вмещающими породами и центральным осевшим блоком жерла; в таких случаях употребляется термин «экструзивно-жерловые образования»; в равной мере жерловые образования могут встречаться независимо от экструзивных. Рекомендуется также однозначно применять термин «субвулканические образования» для магматических тел (даек, силлов, штоков, куполов) нежерлового ряда («корни вулканов»), сформировавшихся на небольшой глубине (обычно 0,5—3 км) в связи с вулканическим процессом; это отличает субвулканические образования от автономных гипабиссальных малых интрузивных тел, непосредственно не связанных с вулканизмом (см. § 4 наст. главы); кроме того, следует учитывать, что субвулканические образования всегда характеризуются своей однофазностью.

Статья III.10. Объединение ассоциаций вулканических пород и слагаемых ими покровных, экструзивно-жерловых и субвулканических тел в единый вулканический комплекс должно производиться по следующим общим критериям:

1) постоянство петрографических (структурно-вещественных) параметров всей ассоциации горных пород или упорядоченность их изменения;

2) наличие общих для всей ассоциации горных пород петрографических, петрохимических, геохимических признаков;

3) пространственная сопряженность вулканических тел и их соотношения, указывающие на близкие палеогеографические и геодинамические условия их образования;

* Принятое в Кодексе понимание термина «фация» не противоречит общему его значению в литологии и в учении о фациях как «обстановки осадконакопления, овеивающей в осадках или горных породах» (Геологический словарь, т. 2, 1978).

4) ограниченность пространственного распространения вулканических тел комплекса одной структурно-формационной зоной или несколькими смежными зонами, близкими по типу тектоно-магматического развития;

5) ограниченный интервал времени становления вулканического комплекса, что устанавливается положением его во временном ряду магматических комплексов данного региона (для покровной составляющей комплекса — положением в стратиграфическом разрезе).

Рекомендация 10А. При детальном исследовании и при крупномасштабной геологической съемке вулканический комплекс может быть разделен на отдельные элементы — вулканические массивы, как изначально пространственно обособленные части вулканического комплекса в пределах структурно-формационной зоны (т. е. местные петрографические подразделения), а также на отдельные картируемые в данном масштабе, иногда дискретные геологические тела — лавовые потоки, пачки и пласты вулканокластических пород, экструзивно-жерловые и субвулканические тела, которые являются фазами или фациями вулканического массива или в целом комплекса и могут рассматриваться как вспомогательные петрографические подразделения. Вулканический массив — совокупность разнофациальных геологических тел (покровных, экструзивно-жерловых, субвулканических), связанных с деятельностью одного или нескольких сближенных вулканов и имеющих все характерные признаки вулканического комплекса, локальным проявлением которого он является. Вулканическим массивам там, где они достаточно четко выделяются (преимущественно в областях кайнозойского вулканизма), рекомендуется давать географические названия (или нумерацию в пределах комплекса) и включать их в детальные схемы корреляции магматических образований.

Статья III.11. Широко распространенные в природе смешанные толщи, состоящие из перемежающихся в едином разрезе вулканических (в том числе и вулканокластических) и осадочных пород, объединяются в осадочно-вулканогенные (содержащие менее 50 % осадочного компонента) и вулканогенно-осадочные (более 50 % осадочного компонента) ассоциации. Такие ассоциации обычно соответствуют свите или серии (при отсутствии значительного перерыва в осадконакоплении). Как стратифицированные образования, подчиняющиеся закону суперпозиции, они должны рассматриваться как местные стратиграфические подразделения, выделяемые по положению в местном или региональном стратиграфическом разрезе на основании фациально-литологических и петрографических признаков, что позволяет их картировать и представлять их описание в соответствии с правилами и рекомендациями, изложенными в § 2 гл. V Стратиграфического кодекса (1992).

§ 3. Плутонические комплексы

Статья III.12. Плутонический комплекс — конкретная ассоциация (парагенез) плутонических пород и их производных, слагающих магматические тела и их совокупности, которые располагаются в определенном геологическом пространстве и обладают общими особенностями состава, строения и соотношения с вмещающей средой, указывающими, что они формировались в определенной геодинамической обстановке в ходе развития единого, обычно многофазного (многостадийного) интрузивного процесса. В плутонический комплекс наряду с ассоциацией плутонических пород включаются также тесно ассоциирующие с ними дайки и постмагматические пневмато-гидротермальные жильные и метасоматические образования. В плутонический комплекс могут объединяться не только горные породы близкого петрографического состава (что характерно главным образом для гранитоидных комплексов), но и ассоциации магматических пород разных семейств и групп (как, например, ассоциация от ультрабазитов и габброидов до диоритов и плагиогранитов в дифференцированных сложных интрузивных телах), тесно связанные пространственно-временными отношениями.

Рекомендация 12А. В плутонические комплексы могут объединяться как собственно интрузивные, внедрившиеся (аллохтонные) магматические тела, так и автохтонные тела магматического замещения, а также тектонически перемещенные тела первично-магматических пород (протрузии). Морфология и условия залегания всех этих геологических тел близки, и вопрос об их аллохтонной или автохтонной природе не всегда решается однозначно. Поэтому для практических целей рекомендуется термин «плутонический комплекс», который по сравнению с близким к нему термином «интрузивный комплекс» более свободен в отношении генезиса, зачастую весьма спорного.

Статья III.13. Объем плутонического комплекса и его распространение в геологическом пространстве определяются совокупностью образующих комплекс плутонических тел — интрузивных массивов, т. е. изначально пространственно обособленных частей комплекса, которые могут рассматриваться как местные петрографические подразделения. Отдельным интрузивным массивам и крупным плутонам присваиваются географические названия; по названию наиболее типичного массива нередко получает свое название и плутонический комплекс.

Рекомендация 13А. Термины «интрузивный массив» и «плутон» нередко употребляются как синонимы. Но первый термин более распространен, так как интрузивность (интрузивные контакты) непосредственно наблюдаема; поэтому в магматической геологии термин «массив» должен иметь не только морфологическое значение (в отличие от геоморфологии, гидрогеологии, тектоники и др.). Термин «плутон» предпочтителен для слож-

ных полигенных, полихронных интрузивных образований (см. рек. 13Б), что соответствует его изначальному значению как общего названия крупных сложных глубинных тел магматического происхождения (Ганс Клоос, 1927).

Рекомендация 13Б. Среди интрузивных магматических тел по строению и соответственно по характеру образования рекомендуется различать несколько типов, определяющих особенности строения plutonic комплексов:

1) простые однофазные массивы — интрузивные тела, характеризующиеся относительным постоянством состава и строения и образованные в результате одноактного внедрения магмы; однородность состава в них нарушается только фациальными разновидностями plutonic пород: наличием зон краевой закладки, пегматоидных обособлений и участков интенсивных постмагматических изменений;

2) дифференцированные однофазные массивы — интрузивные тела, образованные также при одноактном внедрении магмы, но характеризующиеся внутренней структурно-вещественной неоднородностью; среди них различаются: а) простые дифференцированные массивы, возникшие в процессе кристаллизационной дифференциации или образованные в результате кристаллизации двух (редко трех) несмешивающихся жидких фаз, возникших при ликвидационном разделении расплава, и б) расслоенные массивы, образовавшиеся при затвердевании первично-гомогенного расплава и имеющие в результате внутрикамерной гравитационно-кристаллизационной дифференциации ярко выраженное гетерогенное строение, обусловленное чередующимися согласными слоями plutonic пород разного состава наподобие стратифицированной пачки осадочных отложений;

3) сложные многофазные (многостадийные) массивы, образованные в результате неоднократного внедрения (обычно в две-три фазы, редко более) порций магмы близкого или различного состава; plutonic породы, образующие различные фазовые тела, имеют отчетливо выраженные интрузивные контакты;

4) сложные полигенные и полихронные плутоны, в которых соединяются спаянные воедино интрузивные тела, сложенные горными породами нескольких plutonic комплексов, относящихся к разным магматическим формациям (полиформационные плутоны); они образуются в результате неоднократного внедрения магм разного состава и всегда имеют между собой резкие интрузивные контакты.

В настоящее время недопустимо игнорировать установленные факты существования полихронных полигенных плутонов и полиформационный характер многих из них. Поэтому рекомендуется при геологической съемке учитывать возможность совмещения в морфологически едином плутоне нескольких интрузивных тел (массивов) разновозрастных plutonic комплек-

сов и использовать критерии, по которым их следует различать (см. ст. III.15). Специально эти вопросы освещены в методических рекомендациях (Принципы расчленения..., 1988).

Статья III.14. В связи с существующей разнотипностью интрузивных образований и почти постоянно наблюдаемой неоднородностью их внутреннего строения, изучение образующих plutonic комплексы интрузивных массивов (в том числе и при геологической съемке) должно решать две взаимосвязанные задачи:

1) выявление внутренней неоднородности интрузивных массивов, т. е. установление и оконтуривание внутри них участков (геологических тел), сложенных горными породами, четко различающимися по структурно-вещественным признакам;

2) выявление характера структурных соотношений между частями интрузивного массива, сложенными разными горными породами, которые либо связаны постепенными (фациальными) переходами, либо представляют собой самостоятельные (фазовые) тела, разделенные обычно четкими контактными поверхностями.

Рекомендация 14А. Внутренняя неоднородность интрузивных массивов отражает прежде всего дискретность формирования их отдельных частей, обусловленную прерывистостью внедрения в интрузивную камеру отдельных порций магматического расплава, что фиксируется появлением в пределах единого интрузивного массива интрузивных фаз, т. е. отдельных однородных тел, сложенных однотипными или близкими породами устойчивого (или непрерывно плавно меняющегося) состава и структуры. Интрузивные фазы можно рассматривать как вспомогательные петрографические подразделения. Выделяемые интрузивные фазы, как элементарные части (тела) plutonic комплекса, соответствующие самостоятельному этапу внедрения, должны быть отделены от других фазовых тел границами (поверхностями раздела), фиксируемыми при полевых визуальных наблюдениях. Понятие plutonic комплекса предусматривает определенную временную последовательность внедрения интрузивных фаз, которые рекомендуется либо обозначать порядковыми номерами (1-я, 2-я, 3-я), либо определять словами: ранняя, средняя, поздняя, дополнительная, дайковая и т. п.

Кроме интрузивных фаз внедрения как результата неоднократного поступления в интрузивную камеру магматических расплавов из эволюционирующего во времени магматического очага, в петрографической практике, особенно при изучении первично-расслоенных плутонов, используется также понятие «фаз становления» — внутрикамерных дифференциатов, возникающих вследствие внутренних физико-химических превращений в охлаждающемся расплаве, что обуславливает прерывистый поступательный характер его кристаллизации. Такие фазы, хотя и раз-

деленные достаточно четкими (но не интрузивными) контактами и краткими временными интервалами образования, отражают по существу элемент строения, возникающий в процессе становления уже вкрапленного интрузивного тела, т. е. результат сравнительно длительного прерывисто-непрерывного процесса кристаллизации магматического расплава в интрузивной камере.

Термин «фация» применительно к интрузивным образованиям рекомендуется понимать как отдельные части (зоны) внутри фазовых тел, которые сложены разновидностями горных пород, отличающихся признаками структуры и состава, образовавшихся одновременно и всегда отражающих разные условия кристаллизации магматического расплава. Традиционным является выделение эндоконтактовой фации, горные породы которой отличаются от пород главного объема интрузивного массива меньшей зернистостью при сохранении главных особенностей состава, и гибридной фации, наиболее свойственной преимущественно ранним интрузивным фазам в краевых частях массивов и часто характеризующейся наличием шлиров, ксенолитов, общей неравновесностью минерального состава горных пород.

Статья III.15. Критериями отнесения ассоциации магматических пород и слагаемых ими интрузивных тел к единому плутоническому комплексу являются:

1) общность петрографических признаков, выражающаяся в особенностях минерального состава пород ассоциации и в направленном закономерном изменении его (в том числе и петрохимических параметров) как для комплекса в целом от ранних фаз к поздним, так и в отдельных фазовых телах, что позволяет судить о генетическом единстве всех членов ассоциации;

2) однотипность временных и пространственных соотношений тел различных горных пород внутри интрузивных массивов комплекса (однофазные простые или дифференцированные, расслоенные, многофазные и др.), а также общность характера соотношений последних с вмещающими образованиями;

3) пространственная близость интрузивных массивов и приуроченность их к определенной тектонической структуре;

4) одновозрастность всех интрузивных тел (массивов), т. е. приуроченность их к одному геохронологическому рубежу (обычно отмечаемому перерывом в осадконакоплении);

5) устойчивость главных характеристик всех членов комплекса, т. е. повторяемость их в разных интрузивных телах (массивах), относимых к данному комплексу.

Рекомендация 15А. Необходимо помнить, что корректность (правильность) выделяемого плутонического комплекса требует неопременного наличия всех указанных критериев, так как пренебрежение любым из них может привести к неоднозначности решения вопроса. Однако нужно иметь в виду, что для массивов одного плутонического комплекса возможны колебания в числе интрузивных фаз (неполное их проявление) и незначи-

тельные вариации в составе горных пород, слагающих фазовые тела. Но при таких колебаниях необходимо соблюдение главного условия принадлежности всей ассоциации горных пород к единому плутоническому комплексу: общая эволюционная упорядоченность, выдержанная направленность изменения состава и (или) структур горных пород в ряду последовательно формирующихся интрузивных фаз.

Выявленная закономерная последовательность интрузивных фаз позволяет использовать все резкие ее нарушения как надежный показатель, определяющий границы комплекса, и как свидетельство проявления в данном гетерогенном сложном плутоне другого, более молодого плутонического комплекса, пространственно совмещенного с интрузивными телами предшествующего.

§ 4. Гипабиссальные комплексы малых интрузий

Статья III.16. Гипабиссальные комплексы малых интрузий — ассоциации магматических пород гипабиссального класса, слагающие генетически самостоятельные локализованные в пространстве и времени группы малых интрузивных тел (даек, силлов, жил, мелких штоков, лакколитов, конических тел, трубок взрыва), не являющихся апофизами или дайковой серией плутонических массивов, а также не связанных непосредственно с корневой системой вулканических аппаратов (см. ст. III.9, рек. 9А); они отвечают самостоятельному, обычно кратковременному этапу магматической деятельности. Если же устанавливается определенная связь таких гипабиссальных образований с вулканизмом или плутоническим магматизмом, то их следует включать в состав соответствующего вулканического или плутонического комплекса и показывать на геологической карте особыми условными знаками.

Рекомендация 16А. На практике по формам проявления могут выделяться две группы таких автономных гипабиссальных магматических образований:

1) малые интрузивные тела силлово-дайкового типа, развитые главным образом в подвижных областях, где они особенно характерны для орогенного и рифтогенного геодинамических режимов и образуют кольцевые, линейно-кольцевые зоны или линейные пояса, иногда значительного протяжения;

2) малые гипабиссальные тела диатремово-дайкового типа, развитые главным образом на платформах, щитах, реже в пределах орогенов, залегают в виде обособленных роев или поясов различной протяженности, обычно тяготея к тектонически ослабленным зонам; для таких образований характерны брекчиевые, автобрекчиевые и туффизитовые фации; последними иногда целиком сложены изометрические в плане тела — диатремы (трубки взрыва), которые имеют внешнее сходство с субвулканиче-

скими жерловинами (некками), но отличаются от последних в наиболее типичных случаях своей многофазностью. Меланократовые члены таких комплексов часто содержат ксенолиты и ксенокристаллы глубинных пород мантийного или корового происхождения.

Рекомендация 16Б. Названия конкретным автономным гипабиссальным комплексам малых интрузий рекомендуется давать по преобладающим в них видам гипабиссальных пород (*габбро-долеритовый, спессартитовый, камптонит-мончикитовый, щелочно-пикритовый* и т. п.), сопряженным с географическими наименованиями (см. гл. V, § 2).

Статья III.17. Ввиду важного геологического и металлогенического значения гипабиссальных магматических образований рассматриваемого типа, все выявленные при геологической съемке гипабиссальные малые интрузивные тела должны показываться на геологических картах внесмасштабными условными знаками. В легендах к картам и в литостратиграфических колонках такие комплексы должны занять определенное место в соответствии со своим изотопным возрастом и относительным геологическим положением.

ГЛАВА IV

РАСЧЛЕНЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Статья IV.1. Основным региональным петрографическим подразделением для метаморфических пород, так же как и для магматических, является комплекс (конкретная формация) — ассоциация метаморфических пород, которые слагают геологические тела, сформированные в определенном геологическом пространстве и времени, и обладают устойчивыми признаками состава, текстуры, структуры и соотношения с окружающей средой.

В соответствии с разделением претерпевших метаморфизм горных пород на две категории (см. гл. II, § 3), различаются комплексы метаморфизованных пород и собственно метаморфические комплексы.

Метаморфизованные комплексы сложены осадочными или магматическими породами, только частично утратившими при метаморфизме свои первичные признаки, вследствие чего достаточно уверенно устанавливается их первоначальная природа. Они выделяются и картируются либо по литостратиграфическим признакам, если образовались по стратифицированным осадочным или осадочно-вулканогенным породам (Стратиграфический кодекс, 1992, гл. IV, V), либо по структурно-вещественным признакам при их образовании по магматическим (плутоническим и вулканическим) породам (см. гл. III, § 2, 3 наст. Кодекса). Для метаморфизованных комплексов применяется терминология,

установленная для неметаморфизованных пород с соответствующими приставками *мета-* или *апо-* (*метабазальтовый комплекс, апогаббровый амфиболитовый комплекс, апонесчаниковая зеленосланцевая свита*).

Метаморфические комплексы, сложенные горными породами, которые в процессе метаморфизма значительно или полностью утратили признаки исходных пород, вследствие чего природа их субстрата не реконструируется по прямым визуальным признакам, выделяются как самостоятельные региональные петрографические подразделения, исходя из устойчивого парагенеза главных видов горных пород с учетом односторонности морфологии и строения геологических тел и фациальных условий их образования. Характеристическими признаками метаморфических комплексов являются: минеральный состав горных пород (определяющий фацию метаморфизма), структура (гранобластическая, мозаичная и др.), текстура (сланцевая, гнейсовидная и др.), полихронность (время образования субстрата и время метаморфизма), взаимоотношение со средой (нахождение в автохтонном залегании в связи с преобразованием субстрата без изменения его твердофазового состояния). В основу номенклатуры метаморфических комплексов должны быть положены названия групп и семейств метаморфических пород (*гнейс, амфиболит, кристаллосланец, эклогит, кинцит и др.*), дополненные прилагательными, образованными из названий наиболее типичных для пород данного комплекса минералов (*комплекс амфибол-биотитовых гнейсов, комплекс гранат-гиперстеновых кристаллосланцев* и т. п.).

Рекомендация 1А. Выделение и картирование метаморфических комплексов следует производить с использованием реально наблюдаемых структурно-вещественных признаков. На геологических картах должны изображаться с необходимой для данного масштаба детальностью выделяемые по этим признакам комплексы метаморфических пород, которые отражают развитие метаморфизма как во времени, так и в пространстве и характеризуют определенный уровень (степень) метаморфических преобразований.

Рекомендация 1Б. Если состав субстрата для пород метаморфического комплекса будет установлен только при аналитической обработке полевого материала, то данный комплекс все же рекомендуется считать не метаморфизованным, а метаморфическим, так как иначе он не будет надежно диагностирован в поле другими исследователями. Реставрация субстрата в этом случае допускается только как интерпретационный вариант и на карте не демонстрируется.

Статья IV.2. Существенным элементом в изучении метаморфических комплексов является выделение метаморфических фаций — совокупностей горных пород изоградного метаморфизма, т. е. отдельных его ступеней, что фиксируется появлением в гор-

ных породах определенных типоморфных парагенетических ассоциаций минералов (парагенезисов), образовавшихся в одинаковых условиях одной ступени метаморфизма. Соответственно по фациальному составу метаморфических тел различаются два типа комплексов:

1) монофациальные стратиформные метаморфические комплексы, сложенные минеральными парагенезисами одной фации, образующимися в период становления комплекса при постоянных для данного возрастного или геоструктурного уровня термодинамических условиях; границы таких комплексов совпадают с границами стратификации и с фациальными границами;

2) полифациальные зональные метаморфические комплексы, сложенные минеральными ассоциациями различных фаций, возникающих синхронно в процессе высокоградиентного регионального метаморфизма; минеральные парагенезисы в пространстве образуют единую зональную метаморфическую структуру, в которой границами зон являются изограды метаморфизма (ограничения одной фации).

Рекомендация 2А. Для монофациальных комплексов характерна стратиформность, что позволяет применять к ним стратиграфическую терминологию (слои, пласты и др.). Но в этих случаях следует устанавливать природу стратиформности: является ли она первично-реликтовой стратификацией исходных пород, т. е. субстрата, или же возникла в процессе метаморфо-метасоматической дифференциации в период становления метаморфического комплекса, что должно учитываться при характеристике последнего.

Рекомендация 2Б. Зональные метаморфические комплексы являются благоприятными объектами для изучения закономерностей развития процессов метаморфизма и сопутствующего ему метасоматоза в обстановке направленного изменения физико-химических условий среды. Однако нужно учитывать, что вследствие специфики строения таких комплексов обычные приемы петрографического или стратиграфического расчленения стратиформных образований оказываются зачастую неприемлемыми: выше- и нижележащие зоны (стратиформные тела) образовались одновременно, в связи с чем закон суперпозиции неприемлем. При значительных размерах зональных комплексов может быть осуществлено их четкое поверхностное картирование с расчленением комплекса на отдельные метаморфические зоны и с соответствующим показом их в масштабе геологической карты.

Статья IV.3. В связи с органичной полихронностью метаморфических комплексов необходимо проводить четкие различия между геологическим возрастом ассоциации горных пород субстрата и возрастом метаморфизма. Радиологическими методами определяется время метаморфизма, а возраст субстрата уста-

навливается по комплексу геологических, минералогических, геохимических и других дополнительных признаков.

Статья IV.4. Метасоматические породы, составляющие обычно некоторую часть метаморфического комплекса, когда участвующие в его образовании химически активные теплоносители (флюиды) приводят к химическим изменениям горных пород, не должны выделяться в самостоятельные метасоматические комплексы, так как в данном случае они не могут рассматриваться как региональные петрографические подразделения (см. гл. III, § 1). Их следует рассматривать в составе таких метаморфических комплексов, выделять и показывать на карте как обособленные геологические тела, принадлежащие к данному комплексу. В тех случаях, когда приходится иметь дело с ареалами проявления регионального метасоматоза, они должны квалифицироваться как один из видов аллохимических метаморфических комплексов, а потому выделяться и картироваться согласно общим правилам, изложенным в настоящей главе.

Статья IV.5. Для метаморфических комплексов настоящим Кодексом не предусматривается их типизация на формационной основе в связи с отсутствием общепринятой классификации метаморфических формаций. Метаморфические формации как объекты, выделяемые исходя из особенностей их состава, строения и соотношения с субстратом, отображаются только на специальных, обычно мелкомасштабных картах, но они не должны фигурировать на общих геологических картах, где показываются только конкретные структурно-вещественные комплексы метаморфических пород.

ГЛАВА V

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ И ПРАВИЛА НАИМЕНОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ (МАГМАТИЧЕСКИХ, МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ)

§ 1. Действительность (валидность) региональных петрографических подразделений

Статья V.1. Каждое петрографическое подразделение должно быть достаточно обосновано и служить целям четкого выделения хорошо обособленных совокупностей геологических тел определенного петрографического состава и возраста, быть основной единицей внутрирегиональной и межрегиональной корреляции магматических и метаморфических образований; оно должно быть предложено и охарактеризовано согласно требованиям Кодекса.

Статья V.2. Ранее установленные петрографические подразделения считаются валидными (т. е. признанными действительными, узаконенными) только тогда, когда они отвечают ст. V.1, имеют достаточно охарактеризованный петротип (см. § 3 наст. главы) и вошли в схему корреляции магматических и метаморфических образований региона, в общие литостратиграфические схемы и в легенды к сериям или группам листов Государственной геологической карты.

Статья V.3. Вновь выделяемое региональное петрографическое подразделение становится валидным только при соблюдении требований Кодекса (см. гл. III, ст. V.1; § 2—4 наст. главы); оно считается официально принятым после утверждения его региональным петрографическим советом.

При описании нового регионального петрографического подразделения, которое может быть дано в публикации или в геологическом отчете, приводятся следующие данные:

- название, предложенное в соответствии с правилами настоящего Кодекса; история изучения и обоснование выделения комплекса;

- географическое распространение (регион, тектонический элемент, структурно-формационные зоны);

- петрографический состав (главные и существенные виды горных пород, их петрохимические и по возможности геохимические характеристики); внутреннее строение тел;

- объем подразделения (свиты, толщи, вулканические массивы, интрузивные массивы и пр.);

- соотношение с вмещающими геологическими образованиями и геологический возраст; данные изотопного датирования;

- положение в региональной схеме магматизма;

- соотношение с региональными петрографическими подразделениями в смежных регионах (на основании межрегиональной корреляции);

- сведения о петротипе (см. ст. V.9).

Все принятые региональным петрографическим советом новые региональные петрографические подразделения (магматические, метаморфические комплексы) должны учитываться в корреляционных схемах, в литостратиграфических колонках, вноситься в легенды Государственных геологических карт.

§ 2. Правила наименования региональных петрографических подразделений

Статья V.4. Каждое региональное петрографическое подразделение может иметь только одно валидное название. Недопустимо использование различных наименований по отношению к одному и тому же петрографическому подразделению (синонимия); недопустимо применение одного и того же названия для разных петрографических подразделений (омонимия).

Статья V.5. Полное название магматического или метаморфического комплекса должно отражать петрографический облик комплекса и его географическое распространение или местонахождение его петротипа. Поэтому название каждого комплекса является комбинированным и состоит из присвоенного ему географического наименования (индивидуальный признак) и петрографического прилагательного (видовой признак). Названия региональных петрографических подразделений, как и всех стратиграфических подразделений, пишутся со строчной буквы.

Рекомендация 5А. Если стратифицированные (покровные) фазы, фации вулканического комплекса выделены в свиту, уже получившую валидное название (утвержденное МСК), то это название может быть использовано для вулканического комплекса в целом с соответствующим изменением родового окончания названия (например, *сакмарская свита — сакмарский комплекс*).

Для обозначения возраста региональных петрографических подразделений следует использовать прилагательные *ранний*, *поздний* (а не *нижний*, *верхний*) обычно в сочетании с соответствующими геохронологическими терминами (*раннекембрийский*, *позднемеловой* и т. п.).

Статья V.6. Первой частью полного названия магматического или метаморфического комплекса является суффиксальное прилагательное, образованное от исходного географического названия. Источником правильного географического наименования служат современные географические и топографические карты, атласы. В случаях, когда комплекс не имеет присвоенного ему географического наименования, его следует предложить и утвердить на региональном петрографическом совете.

Рекомендация 6А. При наименовании магматических и метаморфических комплексов рекомендуется отдавать предпочтение географическим названиям от естественных (а не административных) объектов, близ которых находится петротип комплекса; при этом общая часть географического названия (*гора*, *река*, *озеро* и т. п.) опускается, если только она не требуется для отличия двух идентичных названий (как, например, *медвежьегорский* и *медвежьеозерский*). Рекомендуется избегать выбора сложных и труднопроизносимых названий, а также близких по начертанию названий, в особенности для петрографических подразделений, развитых в пределах одного района или близких по геологическому возрасту. Если исходное географическое название пишется через дефис, то так же следует писать название петрографического подразделения (например: *кара-хемский комплекс — по р. Кара-Хем*).

Статья V.7. Магматический (метаморфический) комплекс должен быть достаточно хорошо изучен и определен, что отражается в петрографическом прилагательном его полного назва-

ния. Петрографическое наименование комплекса дается по названиям преобладающих или наиболее характерных магматических или метаморфических пород, которые его составляют; оно может быть простым (*гранитовый, базальтовый, кинцигитовый*) или сложным (*габбро-плагιοгранитовый, базальт-андезит-риолитовый, амфиболит-гнейсовый*).

Рекомендация 7А. Не рекомендуется излишне усложнять названия магматических и метаморфических комплексов, делать их более чем трех- или четырехчленными; не нужно стремиться в названии комплекса отразить всю сложность его вещественного состава, имея в виду, что петрографическое прилагательное характеризует не все особенности состава комплекса, а только его петрографический облик, по которому данный комплекс отличается от других магматических (метаморфических) комплексов.

Рекомендация 7Б. Для валидных региональных петрографических подразделений недопустимы такие неконкретные общие наименования, как, например, *омсучанский интрузивный комплекс*, без указания его петрографического облика. Рекомендуется также отказаться от петрохимических названий комплексов (например, *щелочно-ультраосновной комплекс*), что практиковалось на ранних стадиях изучения, когда петрографический состав (облик) комплекса еще не был выявлен достаточно полно. В случаях, когда петрографическое название трудно или недостаточно выразить одним, хотя бы и составным, прилагательным, его петрографический облик может быть передан в форме дополнительного согласованного определения (например, *ельцеозерский комплекс щелочных габброидов, щелочных и нефелиновых сиенитов, лапландский комплекс кислых гранулитов*).

Рекомендация 7В. При написании сложных петрографических названий комплексов следует придерживаться общего правила, согласно которому полное прилагательное относится к главной преобладающей части объекта: *габбро-плагιοгранитовый комплекс* состоит существенно из плагιοгранитов с подчиненными габбро. В случаях равных или изменчивых количественных соотношений в составе комплекса отдельных видов горных пород, когда ни один из них не может быть выделен в качестве постоянно преобладающего, рекомендуется располагать члены сложного петрографического прилагательного в порядке возрастания кремнекислотности горных пород, что обычно отражает общую направленность изменения состава комплекса (например, *андезит-дацит-риолитовый комплекс*).

Рекомендация 7Г. В случаях, когда региональное петрографическое подразделение еще не утверждено и формационная принадлежность ассоциации магматических образований еще не определена, но представление о самостоятельности объекта в регионе уже сформировалось, допускается выделение на картах и в корреляционных и стратиграфических схемах таких ассоци-

ций, как, например, *неогеновые трахибазальты Сихотэ-Алиня*, не называя их *трахибазальтовым комплексом* до его оформления в качестве валидного петрографического подразделения.

§ 3. Правила описания петротипов

Статья V.8. Петротип — конкретный петрографический объект, выбранный в качестве типового для конкретного регионального петрографического подразделения; он является стандартом для магматического (метаморфического) комплекса и представляет собой основу для его определения и узнавания. Объект, рекомендуемый в качестве петротипа, должен обладать максимальным количеством прямо наблюдаемых коррелятивных признаков, быть представительным для данного петрографического подразделения и доступным для осмотра и изучения.

Рекомендация 8А. В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть приняты следующие петрографические объекты:

1) для вулканического комплекса — типовой (наиболее полный) разрез покровных вулканических образований определенного петрографического и фациального состава, сочетающийся с максимально проявленными экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями;

2) для плутонического комплекса — типичный интрузивный массив или группа интрузивных массивов с наиболее полным развитием интрузивных фаз;

3) для гипабиссального комплекса малых интрузий — группа сближенных малых интрузивных тел, обладающих типичными чертами состава и строения;

4) для метаморфических комплексов — типовой разрез толщи или геологического тела глубоко метаморфизованных образований.

Статья V.9. Описание петротипов является обязательным, особенно для вновь вводимых магматических и метаморфических комплексов.

Петрографические объекты, выбранные в качестве петротипов, описываются по единой схеме:

— точное местоположение (с обзорной картой); история выделения;

— положение в тектонической структуре района, в литостратиграфической схеме; форма геологических тел;

— петрографический состав объекта, текстурные и структурные признаки горных пород, петрохимические и геохимические особенности;

— характеристика строения объекта: разрез покровной части вулканического комплекса и характер ее взаимосвязи с экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями; схе-

ма внутреннего строения интрузивного тела; разрез и строение тел глубоко метаморфизованных пород;

— критерии определения геологического возраста, соотношения объекта с вмещающими геологическими образованиями; данные изотопного датирования;

— место хранения коллекции образцов горных пород, характеризующих данный петротип.

Петротип вновь устанавливаемого петрографического подразделения должен быть одобрен специальной рабочей группой регионального петрографического совета и утвержден РПС. Описания утвержденных петротипов рекомендуется публиковать.

Рекомендация 9А. Если петротип какого-нибудь регионального петрографического подразделения при последующем изучении признается неудовлетворительным (т. е. не дающим необходимого представления о геолого-петрографических особенностях подразделения), то рекомендуется выбрать другой, удовлетворительный дополнительный петротип и при необходимости предложить новое название петрографического подразделения в соответствии со ст. V.10.

Примечание. Не производится выделения петротипов для более крупных петрографических подразделений (региональных магматических формаций, временных и латеральных рядов комплексов), поскольку последние рассматриваются как определенные совокупности конкретных магматических или метаморфических комплексов.

§ 4. Изменения в региональных петрографических подразделениях

Статья V.10. Изменение названия, объема и содержания региональных петрографических подразделений может быть произведено в результате новых, более детальных исследований магматического или метаморфического комплекса, когда анализ нового фактического материала требует переопределения (уточнения), пересмотра (ревизии) или отклонения (упразднения) уже официально утвержденного регионального петрографического подразделения.

Переопределение включает в себя прежде всего изменение представления о петрографическом составе магматического (метаморфического) комплекса без изменения его объема и границ; здесь вносятся исправления и дополнения в первоначальное описание комплекса, оказавшееся недостаточно корректным. Это может повлечь за собой изменение петрографического прилагательного в названии магматического (метаморфического) комплекса, но не требует нового географического прилагательного. При этом право приоритета (см. § 5 наст. главы) не должно препятствовать исправлению первоначальной неправильной или неточной характеристики комплекса.

Ревизия включает в себя более значительный пересмотр содержания петрографического подразделения, ведущий к изменению его объема и границ. В результате ревизии на основе нового исходного фактического материала возможны варианты, когда два-три (редко более) выделенных ранее комплекса необходимо объединить в единый магматический (метаморфический) комплекс или же, напротив, один сложный комплекс, оказавшийся гетерогенным (разнородным), целесообразно разделить на два или более самостоятельных комплекса. При этом для нового объединенного комплекса может быть предложено либо новое название, либо составленное из названий соединяемых комплексов (например, *акчатау-калдырминский*), но при расчленении комплекса его первоначальное название не следует применять для вновь образованных комплексов.

Отклонение (упразднение) устаревшего или выделенного не в соответствии с правилами Кодекса регионального петрографического подразделения может быть совершено в следующих случаях: а) если доказана омонимия или синонимия в названии подразделения; б) если доказано отсутствие необходимости, полезности выделения комплекса или же употребление его названия в разных смыслах.

Восстановление названия и содержания петрографического подразделения, отклоненного по причинам, казавшимся в свое время вескими, но впоследствии признанным ошибочными, может быть произведено тем же порядком, что и все изменения в магматических и метаморфических комплексах.

Статья V.11. Предложения о выделении или изменении региональных петрографических подразделений могут вносить на рассмотрение региональных петрографических советов как отдельные специалисты, так и их группы, производившие или производящие геологосъемочные или тематические работы на территории данного региона. Предложения первоначально рассматриваются организованной региональным петрографическим советом рабочей группой, заключения которой затем обсуждаются и утверждаются на заседании РПС, а в особо сложных, спорных случаях — на очередном региональном петрографическом совещании.

Рекомендация 11А. В целях упорядочения работ по расчленению и корреляции магматических и метаморфических образований в каждом региональном петрографическом совете рекомендуется иметь дежурный каталог валидных региональных петрографических подразделений по своему региону и систематически вносить в него принятые дополнения и изменения.

§ 5. Авторство и право приоритета

Статья V.12. Автором выделенного регионального петрографического подразделения является специалист или группа спе-

циалистов, которые впервые предложили и обосновали выделение данного подразделения, опубликовали его название и содержание в соответствии с требованиями настоящего Кодекса.

Статья V.13. Применение права приоритета необходимо для поддержания стабильности номенклатуры региональных петрографических подразделений. Правом приоритета охраняются названия (географические, петрографические) всех валидных региональных петрографических подразделений, которые не следует изменять, не доказав необходимости в этом (см. § 4 наст. главы).

Статья V.14. Если при дальнейших исследованиях подвергается переопределению (уточнению) только вещественный состав регионального петрографического подразделения без изменения представлений о его объеме, границах и географического названия, автором остается лицо, впервые установившее и заявившее данное подразделение. Если же в процессе ревизии изменяется объем магматического или метаморфического комплекса и происходит либо расчленение его на два или более комплекса, либо объединение его с другими комплексами, то петрографические подразделения считаются вновь выделенными и авторами их становятся лица, предложившие и доказавшие целесообразность таких изменений.

Статья V.15. В случае обнаружения синонимии (двух и более разных названий, присвоенных одному и тому же региональному петрографическому подразделению) предпочтение отдается названию, предложенному, использованному в корреляционных и стратиграфических схемах и опубликованному первым среди остальных синонимов.

При обнаружении омонимии (одного и того же названия, присвоенного разным петрографическим подразделениям) название остается только за одним петрографическим подразделением в соответствии с правом приоритета; для остальных «одноименных» петрографических подразделений должны быть предложены и утверждены другие наименования.

Рекомендация 15А. Соблюдение права приоритета в названиях региональных петрографических подразделений может быть ограничено: одно только первенство не оправдывает сохранения названия и содержания магматического или метаморфического комплекса, если он не является ни хорошо обоснованным, ни общепринятым. Не рекомендуется изменять широко известные, устоявшиеся в геологической практике названия петрографических подразделений исключительно из-за обнаружения несоответствия праву приоритета, так как подобные изменения могут привести скорее к путанице в расчленении и корреляции магматических и метаморфических образований, чем к их единообразию.

Все вопросы, связанные с ограничением права приоритета в выделении и наименовании петрографических подразделений,

должны решаться региональными петрографическими советами, а в случае необходимости выноситься на обсуждение региональных петрографических совещаний.

ГЛАВА VI

ОБЩИЕ ПРАВИЛА КОРРЕЛЯЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Статья VI.1. Корреляция магматических и метаморфических образований, для определения геологического возраста которых обычные стратиграфические методы неприменимы, является обязательной процедурой при региональных геологических исследованиях и проводится наряду с корреляцией стратифицированных осадочных и вулканогенно-осадочных образований, выполняемой преимущественно на биостратиграфической основе.

Статья VI.2. Корреляция петрографических объектов может производиться на уровнях: а) геологических тел, слагаемых видами и разновидностями горных пород; б) определенных совокупностей этих тел (т. е. магматических и метаморфических комплексов и их составляющих); в) временных рядов и парагенезов магматических комплексов (только при широких межрегиональных сопоставлениях — см. ст. III.5). Основной является корреляция на уровне магматических и метаморфических комплексов и их составляющих, как наиболее удобных и общепринятых единиц региональной петрографии, необходимых и достаточных как для картосоставительских работ средних масштабов, так и для регионального петрологического и металлогенического анализа.

Статья VI.3. Корреляция магматических и метаморфических комплексов производится как по временному (геохронологическому), так и по структурно-вещественному (формационному) признаку. Отсюда различаются две стороны корреляции:

1) возрастная (пространственно-временная), которая выражает соответствие пространственно разобщенных петрографических подразделений по их геологическому возрасту, по положению в региональной стратиграфической схеме;

2) структурно-вещественная (формационная), которая устанавливает соответствие региональных петрографических подразделений на основе аналогии их вещественного состава, строения и соотношения с вмещающей средой, т. е. по принадлежности их к одной магматической (метаморфической) формации.

Рекомендация 3А. На практике возрастная и структурно-вещественная корреляции производятся, по существу, совместно, так как особое значение для создания петрографической основы картирования кристаллических образований придается установлению соответствия между разновозрастными и однотипными

(одноформационными) магматическими комплексами, а основными критериями корреляции во всех случаях остаются время образования коррелируемых ассоциаций и их вещественный (в том числе и формационный) состав.

Рекомендация 3Б. Более сложна корреляция метаморфических комплексов, особенно в зонах мигматизации и повторного метаморфизма. Возрастная корреляция здесь имеет преимущественно относительный характер, т. е. сопоставляется главным образом стратиграфическое положение метаморфических комплексов в смежных структурно-формационных зонах. Радиологические определения остаются иногда единственными данными для возрастных сопоставлений докембрийских метаморфических комплексов.

Корреляцию метаморфических образований по структурно-вещественным признакам рекомендуется производить на уровне современных минеральных ассоциаций горных пород, объединяемых в метаморфические комплексы; их первичный состав обычно не реконструируется, и потому формационная принадлежность субстрата не может быть определена.

Статья VI.4. Основным содержанием корреляционных работ является составление по единому принципу и по единым формам региональных схем корреляции магматических и метаморфических образований (прил. 7). Региональные схемы корреляции должны отражать соотношения и особенности временных и латеральных рядов магматических и метаморфических комплексов в различных частях региона, показывать соотношение их со стратиграфическими подразделениями и возрастное положение выделенных петрографических подразделений в общей литостратиграфической (геохронологической) шкале, принятой МСК. Утверждение региональным петрографическим советом корреляционных схем должно базироваться на принятой для данного региона схеме структурно-формационного районирования. В корреляционной таблице каждой структурно-формационной зоне или подзоне отводится вертикальная графа (колонка) (прил. 7).

Рекомендация 4А. Содержание корреляционных схем должно быть основано на данных о составе и строении магматических и метаморфических комплексов (с указанием их валидного названия), об их геологическом и радиологическом возрасте (с указанием метода изотопного датирования) и сопутствующей минерализации (желательно); формационная принадлежность комплекса указывается в особой графе индексом, закрепленным за данным формационным видом. В тех случаях, когда ассоциация магматических (метаморфических) пород еще не выделена в комплекс с собственным валидным названием, слово *комплекс* может быть сопряжено только с петрографическим определением (например, *комплекс лейкогранитов и аляскитов*); в тех же случаях, когда объем и границы коррелируемой ассоциации еще не определены, она в корреляционной схеме называ-

ется только по составу горных пород без слова *комплекс* (*базальты и андезиты; тоналиты, плагиограниты, гранодиориты, гнейсы и амфиболиты* и т. п.).

Статья VI.5. При крупномасштабном геологическом картировании, предъявляющем новые требования к внутрорегиональной корреляции магматических и метаморфических образований, основными предметами корреляции остаются магматические и метаморфические комплексы и их составляющие, их возрастное положение, петрографический состав, но в таблицах корреляции предусматривается указание дополнительных признаков состава и строения магматических и метаморфических комплексов и относящихся к ним отдельных геологических тел (прил. 7, табл. 2).

Рекомендация 5А. Состав магматического (метаморфического) комплекса должен указываться на уровне преобладающих видов горных пород, а в отдельных случаях и разновидностей, в соответствии с рекомендациями настоящего Кодекса (см. гл. II, III, прил. 1). Групповые и недостаточно определенные названия горных пород (*перидотиты, щелочные эффузивы, гранулиты* и т. п.) должны быть исключены из корреляционных таблиц для крупномасштабного геологического картирования. В таблицах особо указывается строение комплексов: фазовость (с указанием состава фаз), дифференцированность, расслоенность в плутонических комплексах, соотношения фаз и фаций в вулканических комплексах, мощность вулканических покровных тел.

Рекомендация 5Б. В корреляционных схемах могут выделяться и сопоставляться гидротермально-метасоматические образования, которые по возрасту коррелируются с соответствующими плутоническими и вулканическими комплексами, а в отдельных случаях и с фазами этих комплексов. Гидротермально-метасоматические образования в схемах корреляции располагаются в одном возрастном ряду с соответствующими магматическими комплексами, а также с рудными образованиями. Рекомендуется выделять особо петрографические подразделения, непосредственно вмещающие рудные образования, с тем чтобы отразить в корреляционных схемах признаки реально и потенциально рудоносных комплексов одного формационного вида.

Статья VI.6. Полная согласованность схем корреляции магматических и метаморфических образований и региональных стратиграфических схем является необходимой конструктивной основой на всех стадиях геологической картографии — от мелкомасштабных карт различного геологического содержания до Государственных геологических карт масштабов 1:200 000 и 1:50 000.

**ПРАВИЛА ФОРМАЛИЗАЦИИ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ
(НАЗВАНИЙ МАГМАТИЧЕСКИХ, МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД
И РЕГИОНАЛЬНЫХ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ)**

Статья VII.1. Развитие компьютерной технологии в геологической службе требует создания базы для широкого обмена информацией, организованной в памяти ЭВМ. Более того, возросший уровень системообразования благодаря новым поколениям ЭВМ позволяет снять ограничительные рамки применяющихся до сих пор кодовых и позиционных языков и выдвигает на первый план проблему непереносимости формализации и унификации применяемой лексики, что позволит машинно ориентировать геологические (в том числе и петрографические) данные, включая и геологические тексты. Для этой цели в качестве первого шага предлагаются единые правила лексикографической обработки закрепленных Кодексом названий магматических и метаморфических пород и валидных названий региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов). Этим правилам предлагается строго следовать во всех случаях, когда имеется возможность (или перспектива в дальнейшем) организовать хранение и обработку информации с использованием ЭВМ для систематизации, обработки и корреляции петрографических данных.

Статья VII.2. Для закрепленных Кодексом таксонов систематики магматических пород (групп, рядов, семейств, видов, разновидностей) устанавливаются следующие правила однозначной формы представления терминов.

Для названий групп и рядов магматических пород предлагается инверсная форма представления словосочетания, что обеспечит структурирование информационно-поискового языка (*породы ультраосновные, ряд щелочной* и т. п.).

Имена семейств по правилам их образования должны записываться во множественном числе. Это позволит отличать название семейства от названия вида в тех случаях, когда эти имена совпадают (*гранодиориты* — семейство, *гранодиорит* — вид).

Когда название семейства образуется из названий двух видов, то оно пишется через тире и также во множественном числе (*пироксениты—горнблендиты, дуниты—оливиниты*). Если же имя семейства образуется из словосочетания существительного с прилагательным, то оно записывается в инверсной форме и во множественном числе (*ультрамафиты основные, сиениты фельдшпатоидные* и т. п.).

Наиболее информативным таксоном является вид, поэтому единообразная запись имен видов способствует решению многих вопросов сопоставления в ЭВМ данных различных исследовате-

лей. Видовое имя — однокорневая или двукорневая лексическая единица; оно всегда должно быть представлено именем существительным в единственном числе. В соответствии со ст. II.8 Кодекса, не допускается разделение через дефис составных частей, образующих двукорневое название вида (*габбронорит*, но не *габбро-норит*).

Кроме однословных названий горных пород (составляющих более 3/4 наименований всех видов магматических пород), Кодексом предусматривается употребление видовых названий в форме словосочетания, состоящего из прилагательного и существительного (*кварцевый диорит, щелочной трахит* и др.). При написании таких названий необходимо придерживаться единообразия: они должны записываться в прямой форме, без инверсии, в единственном числе. Это обеспечит отличие названий вида от собственных названий других таксонов (семейств, разновидностей). Составные прилагательные записываются через дефис (*биотит-пироксеновый пикрит*), а если в названии участвуют два прилагательных, то на первое место ставится более общее (*щелочной микроклин-альбитовый гранит*).

Деление видов магматических пород на разновидности Кодексом не регламентируется (см. ст. II.9), но запись названий разновидностей необходимо формализовать. Придаваемые разновидностям имена должны записываться всегда в инверсной форме и в единственном числе (*меланефелинит лейцитовый, онгонит слюдяной, лейкогранит турмалин-мусковитовый* и т. п.).

В названиях разновидностей исключение составляют некоторые достаточно распространенные однословные имена, но они всегда имеют синонимом словосочетания (*эвкрит — габбро-анортитовое, анкарамит — пикробазальт субщелочной* и др.).

Статья VII.3. В связи с тем что классификация метаморфических пород находится еще в стадии разработки и Кодекс не дает строгих правил образования названий метаморфических пород, лексикографическая форма их не может быть регламентирована. Однако рекомендуется при записи собственных названий метаморфических пород учитывать общие правила построения информационно-поисковых языков, имея в виду рекомендации МПК по рациональному наименованию метаморфических пород (см. гл. II, § 3).

Названия индивидуальных метаморфических пород записываются в единственном числе в инверсной форме. На первое место записи выносятся базовые термины, наиболее информативные слова вне таксономии: *сланец, кристаллосланец, гнейс, гранулит, эклогит, амфиболит, кинцит, метасоматит* и некоторые другие.

Все определения к этим базовым существительным выносятся вслед за ними в следующем порядке: за существительным записываются простые и составные прилагательные, образованные из названий главных пороодообразующих минералов; состав-

ные прилагательные пишутся через дефис и заканчиваются названием преобладающего минерала (*гнейс гранат-биотитовый*); если горная порода содержит характерный минерал в объеме менее 5 %, то от названия этого минерала образуется двукорневое прилагательное (*кварцсодержащий, ставролитсодержащий*); оно записывается также после существительного вслед за прилагательным, определяющим основной состав горной породы (*эклогит глаукофан-плагноклазовый рутилсодержащий*). Определения текстурных и структурных особенностей метаморфической породы, если они вносятся в ее название, записываются на последнем месте после определения минерального состава породы (*гнейс кордиерит-плагноклазовый очковый*).

Статья VII.4. В соответствии с правилами образования имени магматического или метаморфического комплекса (см. гл. V, § 2), полное валидное название регионального петрографического подразделения включает две основные характеристики — признак географической принадлежности и признак петрографического состава; иногда приводится указание и на геологический возраст.

Создание основы для формализации языка, применяемого для обозначения региональных петрографических подразделений, требует соблюдения определенного места записи каждого признака в конкретном имени. Идентификатором имени регионального петрографического подразделения служит его географическая составляющая, так как правилами предопределено отсутствие синонимии и омонимии при ее образовании (см. ст. V.4). Поэтому географическое название записывается в форме прилагательного на первом месте словосочетания, и именно по нему будет вестись машинный поиск соответствующего магматического или метаморфического комплекса.

Далее форма записи должна быть инверсной: на втором месте должно стоять слово *комплекс*, а непосредственно за ним — прилагательное, характеризующее петрографический состав комплекса. Это прилагательное может быть простым (*гранитовый, базальтовый*) или образованным из названий двух-трех видов пород; в последнем случае оно записывается через дефис (*пироксенит-перидотитовый, базальт-андезит-риолитовый*), за исключением тех случаев, когда петрографическая определяющая комплекса дается в родительном падеже (*комплекс щелочных и нефелиновых сиенитов, комплекс натриевых базальтов*).

Возрастной признак комплекса, если его нужно вводить в название, располагается на последнем месте полного названия комплекса. Таким образом, запись названия магматического или метаморфического комплекса должна иметь строго унифицированную форму: *туринский комплекс риолит-базальтовый, охотский комплекс диорит-гранодиоритовый позднемиоценовый, кейвский комплекс гнейсов и кристаллосланцев высокоглиноземистых* и т. п.

Статья VII.5. Введение в действие настоящих правил — попытка в широком масштабе организовать формализацию петрографической информации, так как данные разных исследователей (авторов) сопоставимы в ЭВМ только при условии узнавания их системой.

Руководствуясь изложенными выше правилами (см. ст. VII.2—VII.4), геолог должен соответствующим образом оформлять (несмотря на некоторую непривычную форму записи):

— титулы и заголовки разделов отчетов, объяснительных записок, статей;

— легенды к картам геологического содержания;

— рефераты, авторефераты, ключевые слова;

— ввод информации на магнитные носители.

Создание банка петрографических данных — это одновременно и подведение итогов изученности того или иного региона, и определение первоочередных задач региональных петрографических исследований в ближайшем будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Заварицкий А. Н. Изверженные горные породы. М., Изд-во АН СССР, 1961, 479 с.

Классификация и номенклатура магматических горных пород. Справочное пособие/Под ред. О. А. Богатикова, Н. П. Михайлова, В. И. Гончаровой. М., Недра, 1981. 160 с.

Классификация и номенклатура метаморфических горных пород. Справочное пособие/Под ред. Н. Л. Добрецов, О. А. Богатикова, О. М. Розена. Новосибирск, 1992. 205 с. (ОИГГМ СО РАН).

Лампроиты/О. А. Богатиков, И. Д. Рябчиков, В. А. Кононова и др. М., Наука, 1991. 302 с.

Ле Ба М., Штрекайзен А. Систематика магматических горных пород Международного союза геологических наук. — Зап. Всесоюз. минер. о-ва, 1991, ч. 120, № 4, с. 1—20.

Магматические горные породы. Т. 1. Классификация, номенклатура, петрография. М., Наука, 1983.

Магматические формации СССР. В 2-х т./Под ред. В. Л. Масайтиса, В. Н. Москалевой, Н. А. Румянцевой. Л., Недра, 1979. Т. 1—319 с.; т. 2—279 с.

Опыт разработки систематики и номенклатуры метаморфических пород на количественно-минералогической основе/Н. Л. Добрецов, А. А. Глаголев, В. А. Глебовицкий и др. — Изв. АН СССР, сер. геол., 1988, № 1, с. 22—39.

Принципы расчленения и картирования гранитоидных интрузий. Методические рекомендации/Сост. Г. Л. Добрецов, С. А. Лесков, Ю. Б. Марин. Л., 1988. 61 с. (ВСЕГЕИ).

Расчленение и корреляция магматических и метаморфических образований при крупномасштабном геологическом картировании. Таблицы диагностических признаков. Методические рекомендации/Под ред. В. Л. Масайтиса, В. Н. Москалевой, В. В. Жданова. Л., 1988. 86 с. (ВСЕГЕИ).

Стратиграфический кодекс. Изд. 2-е, доп. СПб., 1992. 120 с.

A classification of igneous rocks and glossary of terms/Edited by R. Le Maitre. Blackwell scientific publications. Oxford, London, Melbourne, 1989.

International stratigraphic guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. New York, London, Sydney, Toronto, 1976.

North American stratigraphic code (North American commission on stratigraphic nomenclature). — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 1983, vol. 5, N 5, p. 841—875.

**ПРИЛОЖЕНИЯ
К ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМУ КОДЕКСУ**

Приложение 1

**КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА
МАГМАТИЧЕСКИХ (ВУЛКАНИЧЕСКИХ,
ПЛУТОНИЧЕСКИХ) ПОРОД**

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ
В КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ТАБЛИЦАХ**

Ab — альбит	Ks — кальсилит
Aeg — эгирин	Lc — лейцит
alk — приставка, обозначающая щелочность	Lc' — псевдолейцит
Am — амфибол	Lep — лепидомелан
Aug — авгит	Ld — лепидолит
Ap — анортитовая составляющая в плагиоклазе	Mc — слюда
Anc — анальцит	Mel — мелилит
Bt — биотит	Mnt — монтичеллит
Can — канкринит	Mt — магнетит
Cpx — клинопироксен	Mus — мусковит
Chr — хромшпинелид	Ne — нефелин
Di — диопсид	Ol — оливин
F — фельдшпатонд (фоид)	Olg — олигоклаз
Fa — фаялитовая составляющая в оливине	Opx — ортопироксен
Fsp — калиевый и калинатровый полевой шпат	Ost — ортоклаз
Gr — гранат	Phl — флогопит
Hbl — роговая обманка	Pl — плагиоклаз
Ilm — ильменит	Px — пироксен
	Q — кварц
	Sod — содалит
	Taug — титанавгит
	Timt — титаномagnetит

Таблица 1

Ультраосновные вулканические породы; петрохимический ряд нормальный
 $34 \leq \text{SiO}_2 \leq 45; 0 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 1$

Семейство горных пород	Пикриты		
Виды горных пород	Меймечит	Пикрит	Коматит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Ol 20—75, $\pm$ Chr Осн. масса: Cpx, Mt, стекло, $\pm$ Ol, Phl	Вкрапл.: Ol 20—70, Cpx 0—30, Hbl 0—10 Осн. масса: Cpx, Ol 0—5, Pl 0—20, Mt, стекло, $\pm$ Hbl, Phl	Вкрапл.: Ol 0—50, Cpx 0—10 Осн. масса: Cpx, Ol, Mt, стекло, $\pm$ Pl
Граничные содержания порообразующих оксидов, мас. %:			
SiO ₂	34—40	38—43	40—45
TiO ₂	0,3—0,2	0,3—1,5	0,2—0,7
Al ₂ O ₃	1,5—3,5	4,5—8,0	3—8
Fe ₂ O ₃	4,5—8,0	3,0—6,5	3—5
FeO	4,5—6,5	3,5—9,0	3—7,5
MgO	27—35	20—32	18—32
CaO	1,5—6,0	2,5—7,5	3,0—6,5
Na ₂ O	0,05—0,3	0,2—0,5	0,3—1,0
K ₂ O	0,05—0,4	0,1—0,5	0—0,3
Некоторые разновидности	Бедный оливином (20—35), богатый оливином (60—75)	Роговообманково-пироксеновые (Hbl > 5), плагиоклазовые (океаниты)	Спинифекс-оливиновые, спинифекс-пироксеновые
Характерные особенности видов	Оливинифирующая структура, редкие микровкрапления хромита и часто обильные, сложенные серпентином миндалины; отсутствие модального и нормативного плагиоклаза. Стекловатая основная масса, обычно сильно разложена	Структура пироксено-оливинифирующая, присутствие нормативного и часто модального плагиоклаза (<20) и флогопита (<5) в основной массе	Специфична закалочная структура спинифекс, обусловленная дендритовыми скелетными формами развития кристаллов оливина и (или) пироксена. Преобладают афировые разновидности

Ультраосновные plutонические породы; петрохимический ряд нормальный
 $33 \leq \text{SiO}_2 \leq 45$; $0 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 1,5$

Семейства горных пород	Оливиниты—дуниты		Перидотиты			
Виды горных пород	Оливинит	Дунит	Гарцбургит	Лерцолит	Верлит	Перидотит рогово-обманковый
Модальный минеральный состав, об. %	Ol 90—100 Mt < 10 Orx } < 5 Cpx }	Ol 90—100 Chr < 5 Orx } < 5 Cpx }	Ol 40—90 Orx 10—60 Cpx < 10 Hbl < 5	Ol 40—80 Orx 10—50 Cpx 10—50 Hbl < 5	Ol 40—90 Cpx 10—60 Orx < 10 Hbl < 5	Ol 40—70 Orx } 10—50 Cpx } Hbl 10—40
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:						
SiO ₂	33—38	33—40	36—42	39—44	40—45	40—45
TiO ₂	0,2—1,0	0—0,2	Сл.—0,3	0,03—0,5	0,05—1,2	0,1—0,8
Al ₂ O ₃	0,2—2	Сл.—2,5	0,2—2,5	1—4	0,4—5,5	4—8
Fe ₂ O ₃	4—10	2—7	2—5	3—8	2—7	4—8
FeO	6—12	3—6	3—7	4—8	3—10	7—10
MgO	34—44	38—48	34—42	28—40	23—30	18—30
CaO	0,2—2	0—1,5	0,2—2	42—8	3—12	4—12
Na ₂ O	0—0,4	0—0,3	0—0,3	Сл.—0,6	Сл.—1,0	0,2—1,2
K ₂ O	0—0,1	0—0,1	0—0,1	0—0,2	0—0,5	0,2—0,8
Некоторые разновидности:	при Pl ≤ 10 % при Gr > 5 % при Orx ≫ Cpx при Orx ≪ Cpx					Кортландит Шрисгеймит
Характерные особенности семейства	Структура панидиоморфнозернистая, у оливинитов часто сидеронитовая. Породы обычно в той или иной степени серпентинизированы		Структура гипидиоморфнозернистая с резким идиоморфизмом оливина вплоть до образования пойкилитовых структур, особенно характерных для роговообманковых перидотитов. Обычна серпентинизация; в сильно серпентинизированных разновидностях границы зерен оливина исчезают, а пироксен в массе серпентина сохраняется в виде псевдопорфировых выделений. Для гарцбургитов характерны полные псевдоморфозы серпентина по ортопироксену (бастит)			

Ультраосновные вулканические породы;
 $35 \leq \text{SiO}_2 \leq 45$;

Семейства горных пород	Пикриты щелочные			Мелилит
Виды горных пород	Биотит-пироксеновый пикрит	Мелилит-пироксеновый пикрит	Фельдшпатоидный пикрит	Мелилитит
Модальный минеральный состав, об. %	$\text{Ol} > 25$ $\text{Cpx} 20-60$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 10-30$ $\text{Am} 0-10$ $\text{F} 0-5$ $\pm \text{Стекло}$	$\text{Ol} > 25$ $\text{Cpx} 20-50$ $\text{Mel} 5-20$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-10$ $\text{Ne} 0-5$ $\text{Lc} 0-5$ $\pm \text{Стекло}$	$\text{Ol} > 25$ $\text{Cpx} 20-50$ $\text{Ne} \left. \begin{array}{l} \text{Lc} \end{array} \right\} 5-20$ $\text{Anc} \left. \begin{array}{l} \text{Mel} \end{array} \right\} 0-5$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-15$ $\text{Am} \left. \begin{array}{l} \end{array} \right\}$	$\text{Mel} 10-60$ $\text{Ol} 0-25$ $\text{Cpx} 5-60$ $\text{Ne} \left. \begin{array}{l} \text{Lc} \end{array} \right\} 0-20$ $\text{Ks} \left. \begin{array}{l} \text{Bt} \end{array} \right\}$ $\text{(Phl)} \left. \begin{array}{l} \end{array} \right\} 0-10$ $\text{Am} \left. \begin{array}{l} \end{array} \right\}$ $\text{Mel} > \text{F}$
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:				
SiO_2	39—41	38—40	39—41	35—39
TiO_2	1—4,5	1—4	1—4,5	1—5
Al_2O_3	4—7	4—7	4—7	6—15
Fe_2O_3	4—8	4—8	4—8	5—15
FeO	6—12	6—9	6—12	2—10
MgO	20—30	20—25	20—30	5—18
CaO	6—10	10—15	6—10	12—20
Na_2O	0,6—1	0,5—1,5	1—2,5	1—5
K_2O	1—3	1—3	0,5—3,5	1—5
Тип щелочности	Калиевый	Калиевый и калиево-натриевый		

петрохимический ряд щелочной
 $1 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 14$

титы	Фойдиты ультраосновные				
Рушанит	Меланефелинит	Нефелинит	Меланальцитит	Мелалейцитит	Мелакальцитит
$\text{Mel} 30-60$ $\text{Ol} 0-25$ $\text{Cpx} 0-5$ $\text{Ne} \left. \begin{array}{l} \text{Lc} \end{array} \right\} 0-30$ $\text{Ks} \left. \begin{array}{l} \text{Стекло} \end{array} \right\} 0-50$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-5$	$\text{Cpx} 30-70$ $\text{Ne} 10-40$ $\text{Ol} 0-25$ $\text{Mel} 0-20$ $\text{Lc} 0-10$ $\text{Стекло} 0-10$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-10$	$\text{Ne} 40-60$ $\text{Cpx} 30-50$ $\text{Le} 0-20$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-10$ $\text{Mel} 0-5$ $\text{Ol} 0-5$	$\text{Cpx} 30-70$ $\text{Anc} 10-30$ $\text{Ol} 0-25$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-10$	$\text{Cpx} 30-70$ $\text{Lc} 10-40$ $\text{Ol} 0-25$ $\text{Mel} 0-10$ $\text{Ne} 0-10$ $\text{Ks} 0-10$ $\text{Bt} \left. \begin{array}{l} \text{(Phl)} \end{array} \right\} 0-5$	$\text{Cpx} 30-70$ $\text{Ks} 10-30$ $\text{Ol} 5-25$ $\text{Mel} 0-10$ $\text{Ne} 0-10$
35—37	38—44	40—46	40—46	39—46	38—44
2—5	1,5—5	0,5—3,5	1—5	2,5—6	3—5
6—12	7—14	14—22	7—15	7—14	6—10
6—8	4—10	4—8	2—7	3—9	4—9
5—8	3—10	2—7	4—10	4—10	5—10
12—15	5—18	1—7	6—17	4—18	8—18
13—17	10—14	7—11	8—15	8—14	10—16
2—4	2—5	5—10	2,5—6,5	1,5—4	1—2
2—4	1—3	2—8	0,5—2,5	3—6	4—6
Калиево-натриевый				Калиевый	

Табл. 3 (продолжение)

Семейства горных пород	Пикриты щелочные			Мелилит
Виды горных пород	Биотит-пироксеновый пикрит	Мелилит-пироксеновый пикрит	Фельдшпатидный пикрит	Мелилитит
Некоторые разновидности: по характерным второстепенным минералам	Амфиболовый	Нефелиновый, лейцитовый	Нефелиновый (хатагит), лейцитовый (угандит), кальсилитовый, анальцимовый и т. д.	Нефелиновый, лейцитовый, оливиновый
по присутствию вулканического стекла	—	—	—	—
Характерные особенности семейств и видов	Все виды изобилуют вкрапленниками оливина (до 50—70 %). Базис существенно пироксеновый, часто обогащен биотитом и амфиболом; калиевые минералы в интерстициях или образуют микролиты в стекловатом мезостазисе			Вкрапленники мелилита (в клинопироксене) или лейцитомикролитовый или стекловатый гда с примесью флогопита

Табл. 3 (продолжение)

Титы	Фондиты ультраосновные				
Рушанит	Меланефелинит	Меланальцимит	Нефелинит	Мелалейцитит	Мелакальсилитит
—	Лейцитовый, оливин-лейцитовый (опкилонит), оливиновый, биотит-амфиболовый (весселит)	Нозеановый (нозеанит), лейцитовый (этиндит), полевошпатовый, биотитовый (бермудит)	Лейцитовый, нефелиновый, полевошпатовый	Кальсилитовый, нефелиновый, полевошпатовый, оливиновый (угандит)	Лейцитовый, оливин-новый (мафурит), мелилитовый
Гиалоруншаит	Гиаломеланефелинит (авгитит), оливиновый гиаломеланефелинит (лимбургит)	—	—	—	—
ки оливина, мелилитах), сена погрунопироксеновый, мелифельдшпатидный или базис, индусью биотита	Вкрапленники в меланефелините — оливин и клинопироксен, в нефелините еще и нефелин. Структура базиса микролитовая или нефелинитовая. Стекловатый мезостазис обычно замещен цеолитами, карбонатом, хлоритом			Вкрапленники часто обильные, образованы оливин и клинопироксеном, микровкрапленники — клинопироксеном, лейцитом, кальсилитом. В некоторых разновидностях базис частично стекловатый, отмечаются ксенокристаллы флогопита	

Ультраосновные plutонические породы; петрохимический ряд щелочной
 $34 \leq \text{SiO}_2 \leq 46$; $1,5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$

Таблица 4

Семейства горных пород	Мелилитолиты	Фонидолиты ультраосновные				
Виды горных пород	Мелилитолит	Якупирангит	Мельтейгит	Ийолит	Уртит	Миссурит
Модальный минеральный состав, об. %	Mel 40—70 Ol 0—40 Cpx 0—30 Ne 0—40 Timt 5—10	Cpx 80—90 Ne 0—10 Timt 5—20	Cpx 40—70 Ne 10—50 (Cpx > Ne) Timt 5—15	Ne 50—70 Cpx 20—40 Timt 0—10	Ne > 70 Cpx < 20 Timt 0—5	Cpx 40—60 Lc 10—30 Ol 0—15 Ne 0—10 Anc 0—10 Phl 0—10 Timt 5—10
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %: SiO ₂ TiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ FeO MgO CaO Na ₂ O K ₂ O	34—42 0,5—5 2—18 3—10 2—9 5—22 16—35 1,5—7 0,2—3	35—46 1—6 2,5—8 6—12 5—9 10—14 16—23 0,5—3 0,1—1,5	39—43 1,5—4 5—16 2,5—8 4—10 4—11 12—20 2—6 1—2,5	38—44 0,5—4,5 15—23 3—7 1—5 1,5—5,5 6—12 7—12 1,5—4,5	39—45 0,3—2,5 23—30 1—6 0,4—4 0,2—1,5 1—8 11—16 3—6,5	42—46 1—2 8—12 3—6 5—8 8—15 10—14 1—2 2—6

Тип щелочности	Калиево-натриевый			Натриевый		Калиевый
Некоторые разновидности:						
по второму существенно-породообразующему минералу	Кудрит (Ol 10—40), уикомпагрит (Cpx 10—30), турьяит (Cpx 10—30, Ne 10—30), окаит [Ne (га-юин) 10—40]	—	—	—	—	—
по второстепенному минералу	—	Полевошпатовый, псевдолейцитовый, оливиновый, апатитовый, рудный	Полевошпатовый, воластонитовый, кальцитовый, оливиновый	Лейцитовый, воластонитовый	Лейцитовый, биотитовый, амфиболовый	—
Характерные особенности семейств и некоторых видов	Структура гипидиоморфнозернистая с рядом идиоморфизма: Ol > Cpx > Mel > Ne, но в некоторых разновидностях идиоморфизм Ne > Mel. Часто присутствуют Bt и Phl вторичного происхождения	Структуры панидиоморфнозернистые, призматически-зернистые, гипидиоморфнозернистые с элементами пойкилитовой, сидеритовой (у якупирангита), аллотриоморфнозернистой (у миссурита). В меланократовых видах идиоморфизм Cpx > Ne, Cpx представлен чаще авгит-диопсидом, авгитом, или титанавгитом; в лейкократах — идиоморфизм равный или Ne > Cpx, клинопироксен содержит, как правило, повышенную примесь эгиринового минерала. Для меланократовых видов характерна трахитоидная текстура				

Основные вулканические породы; петрохимический ряд нормальный
 $45 \leq \text{SiO}_2 \leq 52$; $1 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4,5$

Семейства горных пород	Пикробазальты	Мелабазальты	Базальты		Лейкобазальты	
Виды горных пород	Пикробазальт	Мелабазальт	Оливиновый базальт	Базальт	Плагриобазальт	Гиперстенный базальт
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: ОI, Срх Осн. масса: ОI, Срх, Мt, Pl < 35, стекло	Вкрапл.: Срх, $\pm$ ОI, Орх Осн. масса: Срх, $\pm$ ОI, Орх, Pl, стекло	Вкрапл.: ОI, Срх, Pl Осн. масса: Pl, Срх, ОI, Мt, $\pm$ Орх, Hbl, стекло	Вкрапл.: Срх, Pl (An ₃₀₋₉₀)*, $\pm$ ОI, Орх Осн. масса: Pl, Срх, Мt, Орх, стекло, $\pm$ Fsp (последний в щелочно-известковистых разновидностях)	Вкрапл.: Pl (An ₃₀₋₉₀)* Осн. масса: Pl, Срх, Орх, Hbl, стекло, $\pm$ Q, Fsp (последний в щелочно-известковистых разновидностях)	Вкрапл.: Pl (An ₆₀₋₉₀), Срх, Орх, Мt, $\pm$ ОI Осн. масса: Pl, Срх, Орх
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:						
SiO ₂	42—46	45—52	47—49	47—52	46—52	48—53
TiO ₂	0,5—2,5	0,1—0,9	1,5—2	1—2,5	0,5—1,5	0,7—1
Al ₂ O ₃	6—12	5—12	13—15*	14—18*	16—20*	18—21*
Fe ₂ O ₃	3—7	0,5—6	3—5	2—5	3—6	3—5
FeO	7—10	3—10	8—10	6—10	4—8	4—8
MgO	12—24	8—20	7—9	5—7	3—6	5—7
CaO	6—9	2—12	9—12*	6—12*	6—12*	9—10
Na ₂ O	0,5—1,5	0,3—3	2,5—3	1,5—3	1,5—3,5	2—3
K ₂ O	0,1—0,5	0,1—0,5	0,1—0,5	0,1—1	0,5—1	0,5—1,5
Некоторые разновидности	—	В бонинит-марианитовых сериях две разновидности: Орх > Срх, MgO = 15—20 %, CaO = 8—12 % (марианобазальт); Срх > Орх, MgO = 8—15 %, CaO = 8—12 % (бонинитобазальт). Мелабазальт коматитовых серий (коматитовый базальт): MgO = 10—18 %, CaO = 8—12 %, структура спинифекс	При K _ф = 60—70 — железистые, при K _ф > 75 — ферробазальты. При Pl (An > 50 — известковистые, при Pl (An ₃₀₋₅₀) — щелочно-известковистые			
Характерные особенности семейств и видов	—	—	—	—	Структура только порфировая, часто сериально-порфировая	

* Нижний предел содержаний характерен для щелочно-известковистых разновидностей, верхний — для известковистых.

Основные вулканические породы; петрохимический ряд умеренно-щелочной (субщелочной)
 $45 \leq \text{SiO}_2 \leq 53$; $3 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 5$

Семейство горных пород		Трахибазальты				
Виды горных пород		Мелатрахибазальт	Трахибазальт	Гавайит	Муджнерит	Абсарокит
Модальный минеральный состав, об. %		Вкрапл.: Сrx<40, ОI<25, $\pm$ Pl Осн. масса: Сrx, ОI, Pl, Mt, Bt, Hbl, стекло	Вкрапл.: Сrx, ОI, $\pm$ Pl, Hbl Осн. масса: Сrx, Pl, ОI, Mt, Bt, Hbl, Anc, Fsp, стекло	Вкрапл.: Pl (андезин), ОI, Сrx Осн. масса: Pl, Сrx, $\pm$ Anc, Fsp, Q, стекло	Вкрапл.: Pl (олигоклаз), Сrx, $\pm$ Ol Осн. масса: Pl, Сrx, $\pm$ Anc, Fsp, Q, стекло	Вкрапл.: Сrx, ОI, $\pm$ Bt Осн. масса: Сrx, Pl, Fsp, $\pm$ Ol, Bt, Lc, стекло
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:	SiO ₂	44—47	45—50	48—50	49—53	44—49
	TiO ₂	2—4	2—4	3—4	2—3	0,5—1
	Al ₂ O ₃	8—10	14—17	15—18	16—19	9—14
	Fe ₂ O ₃	2—3	3—5	4—5	4—5	4—7
	FeO	8—10	6—8	6—8	5—6	4—6
	MgO	12—20	6—8	4—6	2—4	7—11
	CaO	7—13	6—8	7—10	5—7	9—14
	Na ₂ O	1—3	3—4	3—5	4—5	1—3
	K ₂ O	0,5—1	1—3	1—2	2—3	2—4
Тип щелочности		Калиево-натриевый, реже натриевый				Калиевый
Некоторые разновидности:		Океанит Анкарамит Амфиболовый, анальцимовый	— — Керсутитовый, анальцимовый	— — Кварцевые, анальцимовые, оливиновые	— — Лейцитовые, биотитовые, амфиболовые	
Характерные особенности семейства и видов		Сrx — высокотитанистый авгит, Hbl — керсутит Высокий цветовой индекс ($\geq 60\%$); преимущественно пироксен-оливиновая структура Присутствие Fsp в ассоциации с Pl (An _{30—75})				Во вкраплениях только цветные минералы (>40%); Сrx — высококальциевый авгит, диопсид-авгит с низким (<1%) содержанием TiO ₂

Основные плутонические породы; петрохимический ряд нормальный

$$45 \leq \text{SiO}_2 \leq 53; 0,5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 4,5$$

Семейства горных пород	Пироксениты—горнблендиты (ультрамафиты основные)							
Виды горных пород	Ортопироксенит	Оливиновый ортопироксенит	Вебстерит	Оливиновый вебстерит	Клинопироксенит	Оливиновый клинопироксенит	Горнблендит	Оливиновый горнблендит
Модальный минеральный состав, об. %	Orx 90—100 Cpx < 10 Ol < 5 Hbl < 10	Orx 50—90 Ol 5—40 Cpx < 10 Hbl < 10	Orx 5—90 Cpx 5—90 Ol < 5 Hbl < 10	Orx 10—80 Cpx 10—80 Ol 5—40 Hbl < 10	Cpx 90—100 Orx 10 Ol < 5 Hbl < 10	Cpx 50—90 Ol 5—40 Orx < 10 Hbl < 10	Hbl 90—100 Cpx } 10 Orx } Ol < 5	Hbl 50—90 Ol 5—40 Orx } 10 Cpx }
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:								
SiO ₂	50—55	46—54	48—54	45—52	43—53	44—50	43—50	43—50
TiO ₂	0—0,2	0,1—0,2	0,01—1,0	0,01—1,0	0,02—1,5	0—1,0	0—2,1	0,1—2,0
Al ₂ O ₃	0,1—6	0,1—5	0,1—6	0,1—5	1,5—5	1,5—5	8—15	6—14
Fe ₂ O ₃	0,3—4	0,1—4	0—5	0—5	1—7	1—7	2—10	2—12
FeO	2—25	2—25	2—10	2—10	2—7	2—6	6—10	6—10
MgO	20—37	25—38	12—25	20—30	6—22	16—24	9—20	10—18
CaO	0,2—4	0,5—3	8—20	5—17	17—24	9—22	8—17	7—16
Na ₂ O	0—0,5	0—0,6	0,1—2,5	0,1—1,3	0,1—2,0	0—2,0	0,5—3	0,5—3
K ₂ O	0—0,4	0—0,1	0—0,8	0—0,15	0—0,6	0—0,2	0,2—2	0,2—1,8
Некоторые разновидности:	при Pl < 10 % при Hbl 10—50 % при Px > 10 % по составу Px Энстатит, бронзит, гиперстенит Плагноклазовые Роговообманковые — Диопсидит, диаллагит Пироксеновые —							
Характерные особенности семейства	Структура панидиоморфнозернистая для пироксенитов и горнблендитов, гипидиоморфнозернистая для роговообманковых пироксенитов и пироксеновых горнблендитов, сидеронитовая для богатых магнетитом пироксенитов (косьвиты Урала). Горнблендиты во многих случаях образуются за счет пироксенитов, в результате эпимагматического замещения пироксена роговой обманкой							

Продолжение табл. 6

Семейства горных пород	Габброиды*							
Виды горных пород	Троктолит	Оливиновый норит	Оливиновый габбронорит	Оливиновое габбро	Норит	Габбронорит	Габбро	Анортозит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 35—65 Ol 35—60 Cpx } < 10 Orx } Hbl < 5	Pl 35—65 Orx 10—60 Ol 5—35 Cpx < 5 Hbl < 5	Pl 35—65 Orx 10—50 Cpx 10—50 Ol 5—35 Hbl < 5	Pl 35—65 Cpx 10—60 Ol 5—35 Orx < 5 Hbl < 5	Pl 35—65 Orx 35—65 Cpx < 5 Ol < 5 Hbl < 5	Pl 35—65 Orx 5—60 Cpx 5—60 Ol < 5 Hbl < 5	Pl 35—65 Cpx 35—65 Orx < 5 Ol < 5 Hbl < 5	Pl 90—100 Cpx } < 10 Orx } Ol < 10
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:								

Семейства горных пород	Габброиды*							
Виды горных пород	Троктолит	Оливиновый норит	Оливиновый габбронорит	Оливиновое габбро	Норит	Габбронорит	Габбро	Анортозит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 35—65 Ol 35—60 Cpx } <10 Orx } Hbl <5	Pl 35—65 Orx 10—60 Ol 5—35 Cpx <5 Hbl <5	Pl 35—65 Orx 10—50 Cpx 10—50 Ol 5—35 Hbl <5	Pl 35—65 Cpx 10—60 Ol 5—35 Orx <5 Hbl <5	Pl 35—65 Orx 35—65 Cpx <5 Ol <5 Hbl <5	Pl 35—65 Orx 5—60 Cpx 5—60 Ol <5 Hbl <5	Pl 35—65 Cpx 35—65 Orx <5 Ol <5 Hbl <5	Pl 90—100 Cpx } <10 Orx } Ol <10
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:								
SiO ₂	43—48	45—53	43—52	43—51	46—53	43—52	43—52	48—54
TiO ₂	0,2—1,2	0,1—1	0,1—1	0,1—2,5	0,2—2	0,3—3,5	0,1—4	0,1—0,7
Al ₂ O ₃	12—22	6—17	8—19	11—19	10—21	12—19	8—27	25—32
Fe ₂ O ₃	0,8—3	1,5—3,5	0,5—3	0,6—5	0,5—3	0,5—10	0,3—10	0,1—1,6
FeO	1,5—13	6—11	6—12	2—10	4—15	4—16	1—15	0,3—4
MgO	13—20	8—20	6—13	8—20	4—12	4,5—12	3—15	0,1—3
CaO	6—14	4—12	6—12	5—15	6—12	5—14	8—18	9—14
Na ₂ O	1—3,5	0,6—3	1—2,5	0,2—3	0,5—3	1,5—2,5	0,5—3,5	1—5
K ₂ O	0,1—0,6	0,1—1,5	0,1—0,6	0,1—1	0,2—1,5	0,1—1	0,05—2	0,1—1,5
Некоторые разновидности:	Роговообманковые Анортитовые (эвкриты) — при Pl (An₉₀₋₁₀₀)							
при Hbl > 5 % по основности Pl	Алливалит — при Pl (An ₉₀₋₁₀₀)							Анортитит, лабрадорит, битовинит —
при 35 % > Pl > 10 %	Меланотроктолит (гарризит)	Меланонорит	Оливиновый меланогаббро-норит	Оливиновое меланогаббро (тылаит)	Меланонорит	Меланогаббро-норит	Меланогаббро	
при 65 % > Pl > 90 %	Лейкотроктолит (форелленштейн)	Оливиновый лейконорит	Оливиновый лейкогаббро-норит	Лейкогаббро	Лейконорит	Лейкогаббро-норит	Лейкогаббро	
при K _ф > 75	—	—	—	—	Ферронорит	Феррогаббро-норит	Феррогаббро	
Характерные особенности семейства и видов	Текстура такситовая, часто полосчатая, структура габбровая или габброофитовая, в норитах — норитовая, отличающаяся от габбровой большим идиоморфизмом минералов и отсутствием офитовых соотношений между Pl и Rx. Для меланогаббро (например, уральских тылаитов) характерна криптовая структура. В оливиновых норитах, оливиновых габбро и троктолитах наблюдается венцовая структура							Структура панидио-морфнозернистая

* Широкие вариации в семействе габброидов содержания плагноклаза, клинопироксена, ортопироксена (и соответственно всех породообразующих оксидов) связаны с присутствием среди них пород разного генезиса, в том числе кумулатов. Ортомагматические габбро по химическому составу соответствуют породам семейств базальтов и лейкобазальтов.

Основные plutонические породы;
петрохимический ряд умеренно-щелочной (субщелочной)

$$45 \leq \text{SiO}_2 \leq 53; 3 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 8$$

Семейства горных пород	Монцогаббро	Эссекситы
Виды горных пород	Монцогаббро	Эссексит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 30—60 Fsp 5—15 Cpx } 30—40 Bt } Ol } ± Hbl < 5 Orx	Pt 30—40 Fsp 5—20 Cpx 20—50 Anc 0—5 Ne 0—10 Ol 0—10 ± Am, Bt
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:		
SiO ₂	48—53	46—50
TiO ₂	0,5—2	2—4
Al ₂ O ₃	16—19	13—18
Fe ₂ O ₃	4—6	3—6
FeO	4—7	6—8
MgO	5—8	3—6
CaO	8—10	6—9
Na ₂ O	2—4	3—5
K ₂ O	3—5	1—4
Тип щелочности	Калиевый и калиево-натриевый	Калиево-натриевый
Некоторые разновидности по характерным минералам	Роговообманковые, кварцсодержащие и др.; монцогаббронорит при Cpx ≈ Orx; монцонорит при Orx ≫ Cpx	Оливиновые (кринаниты), роговообманковые и др.
Характерные особенности семейств и видов	Идиоморфизм плагиоклаза относительно калиевого шпата (монцитовая структура), реакционные соотношения темноцветных минералов	Идиоморфизм темноцветных минералов относительно полевых шпатов и фойдов; Cpx — Tiaug, Am — керсутит

Основные вулканические породы;
 $44 \leq \text{SiO}_2 \leq 54$; $5 \leq$

петрохимический ряд щелочной
 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 18$

Таблица 9

Семейства горных пород	Фонидиты основные			
Виды горных пород	Анальцитит	Полевошпатовый нефелинит	Лейцитит	Тефрит
Модальный минеральный состав, об. %	Апс 40—60 Срх 20—40 Ол 0—5 Fsp 0—5 Bt 0—5	Ne 40—50 Срх 20—40 Ол 0—5 Fsp 5—15 Lc 0—10	Lc 40—60 Срх 20—40 Ол 0—5 Fsp 5—15 Bt 0—10	Ne Pl 20—50 Ne 10—25 (до 50) Срх 10—40 Ол 20 Fsp 10
Граничные содержания порообразующих оксидов, мас. %:				
SiO ₂	44—50	44—50	44—49	43—48
TiO ₂	1—4	1,5—5	1—5	0,5—3
Al ₂ O ₃	15—20	8—18	12—19	12—18 (до 25)
Fe ₂ O ₃	2—7	5—9	4—8	4—8
FeO	2—5	2—6	2—7	3—7
MgO	0,5—4	2—5	4—6	1—9
CaO	2—8	5—10	5—10	5—10
Na ₂ O	4—9	5—9	2—3	3—8
K ₂ O	2—3	3—5	4—9	1,5—3
Тип щелочности	Натриевый и калиево-натриевый		Калиевый	Калиево-натриевый и натриевый
Некоторые разновидности:				
по характерному существенному или второстепенному минералу	Оливиновый, биотитовый, нефелиновый	Оливиновый, лейцитовый	Оливиновый, биотитовый, мелилитовый, при Lc до 90 % — италит	Оливиновый (базанит), при Ne > 25 — берешит, ортоклазовый (виконт), гналотефрит (авгитит), Керсутитовый, титанавгитовый
по составу характерного минерала	Эгирин-авгитовые, титанавгитовые, флогопитовые			
Характерные особенности видов	Вкрапленники анальцита до 2 см; иногда присутствует стекловатый базис	Может присутствовать стекло; вкрапленники Ne, Срх, иногда Fsp	Вкрапленники Lc, Срх; в основной массе часто присутствуют апатит и перовскит	Во вкрапленниках Срх, Pl, Ne (в берешите), реже Ол; в основной массе преобладают лейциты Pl и Рх, реже Ол

Базальты щелочные			Фонолиты основные	
Лейцитовый тефрит	Нефелиновый трахибазальт	Лейцитовый трахибазальт	Нефелиновый мелафонолит	Лейцитовый мелафонолит
Pl 10—40 Lc 20—40 Срх 20—50 Ол 0—10 Fsp 0—10	Pl 30—50 Fsp 10—30 Ne 15—20 Срх 10—30 Ол 0—10	Pl 20—40 Fsp 10—30 Lc 15—30 Срх 10—30 Ne 0—10 Ол 0—10	Fsp 30—60 Ne 10—20 Sod 0—20 Срх 5—10 (до 30) Pl 0—5 Ол 0—5 Am (Bt) 0—10 Lc 0—10	Fsp 15—40 Lc 10—30 Ne 0—10 Срх 10—20 Pl 0—10 Ол 0—5 Am (Bt) 0—10
45—50 0,5—3 14—18 2—5 5—9 3—7 6—11 1,5—3,5 3,5—6,5	47—52 1—3 14—18 2—5 3—8 2—8 6—10 3,5—5,5 1,5—4,5	47—51 1—3 15—19 2—4 4—8 4—5 6—9 2—4,5 3—6,5	50—54 1,5—2,5 16—22 1—3 1—5 0,3—2 1—5 5—10 3—9	50—53 0,1—3 10—20 3—5 1—4,5 0,4—3 2,5—9 2—6 6—10
Калиевый	Калиево-натриевый	Калиевый	Калиево-натриевый и натриевый	Калиевый
Оливиновый, биотитовый, амфиболовый	Амфиболовый, биотитовый, оливиновый	Биотитовый, оливиновый	Амфиболовый, оливиновый, анальцитомовый	Биотитовый, амфиболовый, оливиновый, с вкрапленниками Phl — орендит
Авгитовый, авгит-диопсидовый	Титанавгитовый, авгитовый, керсутитовый, гастингситовый	Диопсид-салитовый, авгитовый	Эгириновый, арфведсонитовый, анортоклазовый	Эгирин-диопсидовый, эгирин-авгитовый, флогопитовый
Во вкрапленниках и в основной массе Срх — Aug, Fsp — санидин	Pl обычно андезин, реже лабрадор, часто зональный		В амфиболовых разностях обильные вкрапленники арфведсонита и таблитчатые выделения Fsp	Иногда содержит вкрапленники Phl или Ол, а также Aug и санидина

Основные плутонические породы; петрохимический ряд щелочной
 $44 \leq \text{SiO}_2 \leq 53$; $5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$

Семейства горных пород	Фонидолиты основные				Габброиды щелочные
Виды горных пород	Полевошпатовый ийолит	Полсвошпатовый уртит	Тавит	Фергусит	Тералит
Модальный минеральный состав, об. %	Ne 30—50 Cpx 30—50 Fsp 5—10 (редко до 30)	Ne 70—90 Cpx 5—20 Fsp 5—10 (редко до 25)	Sod 50—70 Cpx 5—20 Fsp 0—20	Lc 40—60 Cpx 30—50 Fsp до 10	Ne 10—30 Pl 20—40 (редко до 60) Cpx 10—40 Ol 0—20
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:					
SiO ₂	44—50	44—50	44—49	44—50	44—49
TiO ₂	1—5	0,2—3	0—2	0,5—2	2—3
Al ₂ O ₃	14—24	22—30	18—23	11—19	13—30
Fe ₂ O ₃	2—13	1—3	1—5	3—7	0,5—9
FeO	1—9	1—2	1—2	2—4	2—9
MgO	1—4	Сл.—4	0,3—1,5	2—7	0,2—6
CaO	1—8	0,2—10	0,8—1,5	6—13	4—14
Na ₂ O	8—12	10—15	15—17	1—5	5—14
K ₂ O	2—7	3—6	1—2	6—9	1—4
Тип щелочности	Калиево-натриевый	Калиево-натриевый и натриевый	Натриевый	Калиевый	Калиево-натриевый и натриевый
Некоторые разновидности:					
по характерному существенному или второстепенному минералу	Амфиболовые, биотитовые, канкринитовые, анальцимовые	Биотитовый, флогопитовый	Биотитовый, флогопитовый	Биотитовый, плагиоклазовый, нефелиновый	Биотитовый, псевдолейцитовый
по составу характерного минерала	Эгириновые, титанавгитовые, авгитовые, арфведсонитовые	Эгириновый, арфведсонитовый	Диопсид-авгитовый, флогопитовый	Титанавгитовый, эгирин-авгитовый, керсутитовый	
Характерные особенности семейств и видов	Структуры панидиоморфнозернистые, гипидиоморфнозернистые, реже пойкилитовые	Повышенная роль в минералах летучих элементов и разнообразие редкометалльных минералов; порода редкая	Структура порфировидная, оцеллярная	Структура гипидиоморфнозернистая	

Семейства горных пород	Габброиды щелочные			Сиениты фельдшпатоидные основные		
Виды горных пород	Тешенит*	Шонкинит	Малиньит	Сэрнаит	Науяит	Рисчоррит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 20—40 Aps 10—20 Cpx 20—50 Ol 0—10 ± Am, Bt, Fsp	Cpx 30—70 Fsp 10—40 Ol 0—20 Lc' 5—20 Ne 5—10	Fsp 10—40 Ne 20—30 Cpx до 50 alkAm 0—10	Fsp 40—50 Ne 15—25 Can 2—25 Cpx 5—15 ± Am, Bt	Sod 30—50 Ne 5—20 Fsp 20—40 Cpx 5—10 Am 0—10	Fsp 40—70 Ne (Ks) 20—40 Cpx 5—20 Am 0—10 Lep 0—10
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:						
SiO ₂	45—49	47—50	48—53	45—53	44—50	49—52
TiO ₂	2—5	0,5—3	0,7—5	0,5—1	0,2—0,6	0,7—1,6
Al ₂ O ₃	13—18	11—16	12—19	16—20	20—25	20—24
Fe ₂ O ₃	2—6	3—8	3—13	1—5	3—5	2—5
FeO	4—6	4—7	1—9	1,5—2	0,5—3	1—2,5
MgO	6—10	2—8	1—6	0,7—2,6	0—2	0,5—1,5
CaO	4—10	5—12	1—8	4—9,5	0,5—4	0,8—2
Na ₂ O	4—9	2—6	3—12	7,5—12	11—20	5—11
K ₂ O	1—3	3—7	2—7	3—6	1—3	7—12
Тип щелочности	Калиево-натриевый и натриевый	Калиево-натриевый и калиевый	Калиево-натриевый	Калиево-натриевый	Натриевый	Калиево-натриевый и калиевый
Некоторые разновидности:						
по характерному существенному или второстепенному минералу	Амфиболовый, нефелиновый, ортоклазовый	Флогопитовый, нефелиновый, плагиоклазовый	Амфиболовый, биотитовый, гранатовый	Биотитовый, амфиболовый, флогопитовый, нефелиновый	Амфиболовый, анальцимовый	Амфиболовый, биотитовый
по составу характерного минерала	Авгитовый, керсутитовый	Авгитовый, биотитовый	Авгитовый, эгирин-авгитовый	Эгирин-салиитовый	Арфведсонитовый, эгириновый	Эгириновый, арфведсонитовый
Характерные особенности семейств и видов	Структура панидиоморфно-зернистая, офитовая	Структура порфириовидная или гиллидиоморфно-зернистая	Частая ассоциация с фойдолитами; структура средне- и мелко-зернистая, иногда порфириовидная	Структура гиллидиоморфно-зернистая, редко пойкилитовая	Структура пойкилитовая (кристаллы содалита включены в крупные выделения полевого шпата, эгирин, эвдиалита); порода редкая	Сложение гигантозернистое, массивное, реже трахитоидное; структура порфириовидная (пойкилопорфириовидная); нефелин с высоким содержанием кальсильной составляющей

* Тешенит с содержанием Aps < 10 % должен быть отнесен к основным породам умеренно-щелочного ряда.

Средние вулканические породы; петрохимический ряд нормальный
 $53 \leq \text{SiO}_2 \leq 64$; $3 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 6$

Таблица 11

Семейства горных пород		Андезибазальты	Бониниты—марианиты	
Виды горных пород		Андезибазальт	Бонинит	Марианит
Модальный минеральный состав, об. %		Вкрапл.: Pl (An_{40-65}) <75, Срх, Орх, Мт, $\pm$ Ol, Hbl Осн. масса: Pl, Срх, Орх, Мт, стекло, $\pm$ Ol, Hbl, Q	Вкрапл.: Срх (Di) <60, Орх, Ol Осн. масса: Срх, Орх, стекло, $\pm$ Pl	Вкрапл.: Орх (клиноэнстатит, бронзитит) <60, Срх, Ol Осн. масса: Орх, Срх, Ol, стекло, $\pm$ Pl
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:	SiO ₂	53—56	52—58	52—57
	TiO ₂	0,5—1	0,1—0,5	0,1—0,2
	Al ₂ O ₃	16—18	8—11	5—10
	Fe ₂ O ₃	3—4	1—3	2—4
	FeO	4—6	5—7	4—7
	MgO	4—6	8—13	13—25
	CaO	3—9	8—10	2—6
	Na ₂ O	2—4	1—3	1—3
K ₂ O		0,5—1	0,2—1	0,6—1
Некоторые разновидности по характерному существенному или второстепенному минералу и другим признакам		Гиперстеновый, роговообманковый и др.	Санукит- и плагиоклазсодержащий, бедный вкрапленниками бронзитовый бонинит; в стекловатом базисе микролиты Орх, Pl, зерна Мт. Байянт — с аномально высоким содержанием Sr (>1 г/т)	—
Характерные особенности семейств и видов		—	Присутствие хромшпиннелида, высокое содержание Cr ₂ O ₃ в пироксенах и в породе в целом; в мезостазисе стекло дацитового состава	

Табл. 11 (продолжение)

Семейства горных пород		Андезиты			
Виды горных пород		Андезит	Магнезиальный андезит	Исландит	Дациандезит
Модальный минеральный состав, об. %		Вкрапл.: Pl (An_{40-50}), Срх, Орх, Hbl, Bt Осн. масса: Pl, Срх, Орх, Hbl, стекло, $\pm$ Fsp, Q	Вкрапл.: Pl, Срх, $\pm$ Ol, Орх Осн. масса: Pl, Срх, Орх, Q, стекло	Вкрапл.: Pl, Срх, $\pm$ Орх, Ol Осн. масса: Pl (An_{30-50}), Мт <20, Hbl, стекло, $\pm$ Q	Вкрапл.: Pl (An_{30-45}), Hbl, Bt, $\pm$ Срх, Орх, Q Осн. масса: Pl, Hbl, Bt, стекло, $\pm$ Срх, Орх, Q, Fsp
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:	SiO ₂	56—64	56—64	56—60	62—65
	TiO ₂	0,5—0,7	0,2—0,5	0,7—1,8	0,8—1,5
	Al ₂ O ₃	16—21	14—15	13—15	13—18
	Fe ₂ O ₃	3—4	2—3	6—7	2—5
	FeO	3—5	3—5	5—7	1—3
	MgO	3—4	5—10	2—3	1—5
	CaO	6—7	6—8	4—7	4—6
	Na ₂ O	2—4	2—3	4—5	2—4
K ₂ O		1—2	0,3—2	0,5—1	2—3
Некоторые разновидности по характерному существенному или второстепенному минералу и другим признакам		Авгит-роговообманковый, оливин-авгитовый, биотитовый и др.	—	—	Амфиболовый, амфибол-биотитовый, пироксенсодержащий, пироксен-роговообманковый
Характерные особенности семейств и видов		—	—	Повышенное содержание Мт в основной массе	Структура порфировидная с андезитовой, переходящей в микропойкилитовую в основной массе

Таблица 12

Средние плутонические породы; петрохимический ряд нормальный
 $53 \leq \text{SiO}_2 \leq 64$; $3 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 7,5$

Семейство горных пород	Диориты		
Виды горных пород	Габбродиорит	Диорит	Кварцевый диорит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl (An ₄₀₋₆₀) 50—60 Hbl 0—20 Cpx 20—30 Ol 0—10	Pl (An ₂₅₋₅₀) 60—80 Hbl 0—40 Bt 0—30 Cpx редко до 5—20 Q редко до 5	Pl (An ₂₀₋₄₅) 50—70 Bt 0—30 Hbl 0—30 Q 5—15 Орх, Срх редки
Граничные содержания порообразующих оксидов, мас. %:			
SiO ₂	52—54	53—58	57—64
TiO ₂	1—2	0,3—1,5	0,2—1
Al ₂ O ₃	14—20	14—20	14—20
Fe ₂ O ₃	4—7	1,5—5	0,5—6
FeO	5—8	3—6	0,7—7
MgO	4—8	0,8—6	0,6—6
CaO	3—8	4—9	1—8
Na ₂ O	2—4	2—6,5	2—6
K ₂ O	0,3—2	0,3—2	0,2—2,5
Некоторые разновидности по составу цветных компонентов	Роговообманковый (уралитовый)	Двупироксеновый, биотит-гиперстеновый, роговообманковый, биотит-роговообманковый	Биотитовый, авгит-биотитовый, биотит-роговообманковый
Характерные особенности семейства и видов	Отсутствие Fsp, зональность Pl, уралитизация Срх (Aug, Di)		

Средние вулканические породы; петрохимический ряд умеренно-щелочной (субщелочной)
 $53 \leq \text{SiO}_2 \leq 64$; $6 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 10$

Таблица 13

Семейства горных пород	Трахиндезиты — латиты				Трахиты			
Виды горных пород	Трахиндезитобазальт	Шошонит	Трахиндезит	Банакит	Латит	Кварцевый латит	Трахит	Кварцевый трахит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Pl, Срх, ±Ol, Hbl	Вкрапл.: Pl, Срх, ±Ol	Вкрапл.: Pl, Hbl, Срх, ±Ol, Bt	Вкрапл.: Pl, Срх, ±Ol	Вкрапл.: Срх, Орх, Pl, ±Fsp, Ol, Bt	Вкрапл.: Срх, Орх, Pl, Bt, ±Fsp, Ol	Вкрапл.: Fsp, ±Pl (Al ₂ SiO ₅), Hbl, Срх, Bt, Орх	Вкрапл.: Fsp, ±Pl, Hbl, Срх, Bt, Орх
	Осн. масса: Pl, Срх, Мт, стекло, ±Апс, Fsp	Осн. масса: Pl, Fsp, Bt, Срх, Hbl, стекло, ±Lc	Осн. масса: Pl, Срх, Ам, стекло, ±Fsp	Осн. масса: Fsp, Pl, Bt, ±Q, Lc, Мт	Осн. масса: Срх, Орх, Ol, Pl, Fsp, Bt, стекло	Осн. масса: Срх, Орх, Ol, Pl, Fsp, Q>5, стек-ло	Осн. масса: Pl, Fsp, ±Q<5, стекло	Осн. масса: Pl, Bt, Fsp, Q>5, стекло
Граничные содержания порообразующих оксидов, мас. %:	52—56 1—3 15—16 4—8 3—5 2—6 3—7 3—5 1—3	52—56 0,5—1 15—18 3—4 3—5 2—5 4—7 2—4 2—5	53—56 1—2 16—18 2—5 2—5 3—6 4—6 1—3	53—56 0,5—1 17—19 4—5 3—4 2—4 3—6 2—4 3—6	54—59 0,5—1,3 15—17 3—4 2—3 2—4 3—5 3—5 2—5	58—63 0,5—1 14—16 3—4 2—3 2—3 2—4 3—5 2—4 2—4	58—64 0,5—1 15—20 2—3 2—3 1—2 2—4 3—5 4—6	62—64 0,5—1 14—17 1—3 1—3 0,5—1,5 2—3 2—4 3—5 3—5

Табл. 13 (продолжение)

Семейства горных пород	Трахиандезибазальты		Трахиандезиты—латиты				Трахиты	
Виды горных пород	Трахиандезибазальт	Шошонит	Трахиандезит	Банакит	Латит	Кварцевый латит	Трахит	Кварцевый трахит
Тип щелочности	Калиево-натриевый	Калиевый	Калиево-натриевый	Калиевый	Калиевый и калиево-натриевый			
Некоторые разновидности по характерному или второстепенному минералу	Оливин-, амфибол- и фойдсодержащие и др.			Двупироксеновые, оливин- и биотитсодержащие и др.				
			Бенморит — богатая натрием разновидность трахиандезита			Щелочнополевошпатовые (бесплагиоклазовые) в том числе санидиновые и др.; лейкотрахит $M < 10$, меланотрахит $M > 25$		
Характерные особенности семейств и видов	Присутствие Fsp в виде самостоятельных зерен, кайм вокруг Pl или примеси в Pl							
	Срх-титанистый авгит	Срх-высококальциевый авгит с примесью фассанта						

Таблица 14

Средние плутонические породы; петрохимический ряд умеренно-щелочной (субщелочной)
 $53 \leq \text{SiO}_2 \leq 64$; $5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 12$

Семейства горных пород	Мондониты*			Сиениты	
Виды горных пород	Мондонит	Монцодиорит	Кварцевый мондонит	Сиенит	Кварцевый сиенит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 20—40 Fsp 20—40 Bt } 25—40 Hbl } Cpx } Q 0—5 ±Orx	Pl 45—60 Fsp 10—25 Bt } 20—35 Hbl } Cpx } Q 0—5 ±Orx	Pl 45—60 Fsp 10—25 Bt } 20—30 Hbl } Cpx } Q 5—15	Pl 10—30 Fsp 60—80 Bt } 10—20 Hbl } Cpx } Q 0—5	Pl 10—20 Fsp 55—75 Bt } 5—20 Hbl } Cpx } Orx } Q 5—15
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:					
SiO ₂	53—56	54—59	58—63	54—62	58—65
TiO ₂	1—3	0,5—1,5	0,5—1	0,5—2	0,1—1
Al ₂ O ₃	16—17	14—18	14—18	14—19	14—19
Fe ₂ O ₃	2—7	2—6	2—4	1—4	0,5—3
FeO	4—7	3—6	2—5	0,5—5	0,5—4
MgO	2—6	3—6	1—5	0,2—3	0,2—3
CaO	3—7	4—7	3—7	1—5,5	0,5—4
Na ₂ O	2—4	2,5—5	2—4,5	4—6,5	3—6
K ₂ O	3—6	1,5—3,5	1,5—3,5	4—9	3—10
Тип щелочности	Калиево-натриевый			Калиево-натриевый и калиевый	

Табл. 14 (продолжение)

Семейства горных пород	Монцониты*			Сиениты	
Виды горных пород	Монцонит	Монцодиорит	Кварцевый монцонит	Сиенит	Кварцевый сиенит
Некоторые разновидности	Биотит-авгитовые, биотит-роговообманковые, диопсидовые Гиперстеновый или авгит-гиперстеновый (мангерит)			Биотит-роговообманковый, энстатитовый, андрадитовый, корундовый, редко оливковый и т. д.	Биотитовый, пироксен-амфиболовый, амфиловый и т. д.
Характерные особенности семейств и видов	Pl (Ap ₃₀₋₅₀); обязательное присутствие K-Na полевого шпата			Pl (Ap ₁₅₋₃₀)	Pl (Ap ₁₀₋₂₅)

* В связи с имеющимися расхождениями в употреблении этого термина необходимо иметь в виду, что в данной классификации, как и в международной номенклатуре, монцонит — это промежуточная между сиенитом и габбродиоритом порода, содержащая примерно равное количество плагиоклаза и калиевого полевого шпата с подчиненными количествами амфибола и (или) пироксена. Термин «монцодиорит» предлагается употреблять вместо термина «сиенодиорит» для плутонической породы, промежуточной между сиенитом и диоритом. В других названиях плутонических пород приставка **монцо-** означает повышенную щелочность за счет наличия калиевого полевого шпата.



Тонкозернистые разновидности сиенитов и монцонитов (микросиениты, микромонцониты) в зарубежной литературе обозначаются термином «акерит» (akerite), чем подчеркивается их структурное сходство (обилие прямоугольных лейст олигоклаза, окаймленных щелочным полевым шпатом) с акеритами района грабена Осло, откуда происходит этот термин.

Средние вулканические породы; петрохимический ряд щелочной
53 ≤ SiO₂ ≤ 64; 7 ≤ (Na₂O + K₂O) ≤ 22

Таблица 15

Семейства горных пород		Щелочные трахиты	Фонолиты	
Виды горных пород		Щелочный трахит	Фонолит	Лейцитовый фонолит
Модальный минеральный состав, об. %		Pl 0—25 Fsp 40—50 alkCpx 0—20 Am 0—10 Q 0—5 или Ne 0—10 Стекло <75	Fsp 40—60 Ne 10—40 alkCpx 10—20 alkAm 0—10 Pl 0—10 ± Стекло	Fsp 40—60 Lc' 20—30 alkCpx 5—10 Bt 0—5 Pl 0—5 Ol 0—5 ± Стекло
Граничные содержания породообразующих оксидов, %:	TiO ₂	56—65	53—58	54—60
	SiO ₂	0—2	0,1—1,5	0,6—4
	Al ₂ O ₃	14—22	16—23	10—23
	Fe ₂ O ₃	0,5—6	0,5—4	1—5
	FeO	0—5	0,5—4	1—2
	MgO	0,2—2,5	0,1—2	0,5—0,8
	CaO	0,5—5	1—3	2—3
	Na ₂ O	3,5—12	3—13	1,5—6
		K ₂ O	3—9	6—15
Тип щелочности		Калиево-натриевый		Калиевый
Некоторые разновидности		Анортоклазовый, кросситовый, рибекитовый, диопсид-эгириновый, эгирин-авгит-биотитовый и др.	Гаюиновый, анальцимовый, санидиновый, кеннит — со стекловатым базисом и микролитами Fsp, Aeg, Ol	Биотитовый, гаюиновый, нозеановый
Характерные особенности видов горных пород		Pl—Ap ₅₋₂₅ ; Fsp-анортоклаз, санидин, Ам-арфведсонит, рибекит, катаферит	Pl—Ap ₀₋₁₀ ; в основной массе преобладает либо нефелин, либо анортоклаз	Pl—Ap ₅₀₋₆₀ ; известны разновидности, в которых лейцит резко преобладает над санином

Средние плутонические породы;
53 ≤ SiO₂ ≤ 64; 7 ≤

Семейства горных пород	Щелочные сиениты (бесфелдшпатидные)	Фельдшпатидные сиениты*	
Виды горных пород	Щелочной сиенит**	Фойяит	Луаврит
Модальный минеральный состав, об. %	Ab 0—50 Fsp 20—70 alkCpx (Am) 1—35 Q 0—3	Fsp 30—50 Ne 25—40 alkCpx 5—10 alkAm 0—15 Ab 5	Fsp 35—50 Ne 20—45 Ab 5—10 alkCpx 10—30 alkAm 0—30
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %	SiO ₂ 53—66 TiO ₂ 0,1—1,5 Al ₂ O ₃ 13,5—20 Fe ₂ O ₃ 1,5—6,5 FeO 1—5 MgO 0,3—5 CaO 1,5—6,5 Na ₂ O 3—11 K ₂ O 0,2—8	54—57 0,2—1,5 16—23 2—4 0,5—4 0,5—1,5 1—3 8—12 5—8	52—55 1—4 10—17 5—10 1,5—4 1—4 0,7—3 7—10 4,5—5,5
Тип щелочности	Натриевый и калиево-натриевый	Калиево-натриевый	
Некоторые разновидности	Эгириновый, рибекитовый, арфведсонитовый, нефелиносодержащий (Ne < 5) — пуласкит; при отсутствии Ab и при ромбовидных выделениях Fsp тенсбергит (тенсбергит); кварцсодержащий (пордмаркит)	Амфиболовые, биотит-амфиболовые, авгитовые, лепидомелановые, эвдиалит-неритовые (при замещении нефелина содалитовые, канкринитовые, анальцит Не содержащий Ab или Pl — ювизит	
Характерные особенности видов	Наличие alkPx и alkAm при широких колебаниях количества калинатрового и калиевого полевых шпатов и альбита	Гипидноморфно-зернистая или трахитовая (фойяитовая) структура, образованная лейстами Fsp	Средне- и мелкозернистая порода с трахитовидной структурой игольчатый эгирин, прорастающий полевые шпаты и нефелин; обычно богат REE, U, Th, Li и другими неогерентными элементами

* Горные породы этого семейства обычно обозначаются общим названием, так как они состоят существенно из щелочного полевого шпата и нефелина. Видовые названия этим породам даются после детального петрографического изучения.
** В зарубежной литературе чаще применяется его синоним — «пераль»

петрохимический ряд щелочной
(Na₂O + K₂O) ≤ 21

Таблица 16

(нефелиновые, псевдолейцитовые, кальсилитовые)

Марнуполит	Миаскит	Псевдолейцитовый сиенит	Сыннырит
Ab 40—60 Ne 5—30 Aeg 15—30 ± alkAm Lep (Bt)	Fsp 20—60 Ne 20—30 Lep (Bt) 5—20 Am 0—20 Ab (Olg) 0—20	Fsp 20—50 Lc' 25—70 Cpx 5—20 Bt (Lep) 0—10 Ne 0—10 Ks 0—10	Fsp 55—75 Lc' 20—80 Ks 10—35 Ne 0—10 Cpx 0—5 Bt (Lep) 0—5
55—62 0,1—1 16—24 2—6 0,5—2 0,1—1,5 0,5—4 9—13 3—4	54—60 0,1—1,5 20—24 0,5—3 1—2 0,3—1,5 0,5—2,5 6—10 5—10	54—59 0,1—0,7 20—23 0,5—3 0,3—2 0,3—0,8 0,5—3 0,8—3 15—20	53—58 0,1—0,3 17—23 0,5—5 0,3—2 0,3—1 0,2—2 0,5—2,5 16—20
Натриевый	Калиево-натриевый	Калиевый	
арфведсонитовые, эгириновые, эгиринитовые (хибинит), меланитовые, либечешуйчатым агрегатом белой слюды), мовые Меланократовый, не содержащий Fsp — канадит		Амфиболовый, биотитовый, порфириовидный	Биотитовый, диопсидовый, гранатовый
Ведущая роль альбита, нефелина и эгирина (часто игольчатого); акцессории: циркон, пироксеноид, апатит, ильменит; непостоянство структуры и состава	Структура алло-триоморфнозернистая, гнейсовидная; акцессории: апатит, ильменит, циркон, сфен, канкринит, пироксеноид.	Псевдолейцит (смесь Ort и Ne) сохраняет форму кристаллов первичного лейцита или образует округлые или многоугольные скопления Ort и Ne	Порфириовидные скрытокристаллические скопления ооидов со структурой распада лейцита на Ks и Ort, а также на Ne и Ort

нием «нефелиновый сиенит» (кроме псевдолейцитового сиенита и сыннырита), редко другого фельдшпатидна, и небольшого количества цветных минералов. Изучения и точной диагностики фельдшпатидов, калиевого сиенита».

Кислые вулканические породы; петрохимический ряд нормальный

$$64 \leq \text{SiO}_2 \leq 78; 4,5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 8$$

Семейства горных пород	Дациты		Риодациты		Риолиты	
Виды горных пород	Плагиодацит	Дацит	Плагиориодацит	Риодацит	Плагиориолит	Риолит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Pl (An ₂₅₋₃₅), Am, Bt, ±Q, Px, Mt Осн. масса: Pl, Q, Bt, ±Am, Fsp, Px, стекло	Вкрапл.: Pl (An ₂₀₋₃₀), Bt, Am, ±Q, Fsp, Px, Mt Осн. масса: Pl, Q, Fsp, Bt, ±Am, Px, стекло	Вкрапл.: Pl (An ₂₀₋₃₀), Q, ±Bt, Hbl, Mt Осн. масса: Pl (Ab—Ol), Q, Bt, ±Fsp, Hbl, стекло	Вкрапл.: Pl (An ₁₅₋₂₅), Q, Bt, Fsp, ±Hbl, Mt Осн. масса: Pl (Ab—Ol), Q, Bt, Fsp, ±Hbl, стекло	Вкрапл.: Q, Pl (An ₀₋₁₀), ±Bt, Hbl, Mt Осн. масса: Q, Pl (Ab), Bt, ±Fsp, Hbl, стекло	Вкрапл.: Q, Pl (An ₅₋₁₅), Fsp, ±Bt, Hbl, Mt Осн. масса: Q, Pl (Ab), Fsp, Bt, ±Hbl, стек- ло
Граничные со- держания по- родообразую- щих минера- лов, мас. %:						
SiO ₂	64—68	65—69	68—73	68—73	72—78	73—78
TiO ₂	0,2—0,6	0,5—0,8	0,2—0,4	0,2—0,5	0,1—0,2	0,1—0,3
Al ₂ O ₃	15—17	13—16	13—16	12—15	12—15	10—14
Fe ₂ O ₃	1,5—3*	1—2,5*	0,2—2,5*	0,2—2*	0,1—2*	0,1—1,5*
FeO	1—5*	0,5—4*	0,5—3,5*	0,5—2,5*	0,5—2*	0,5—2*
MgO	0,5—4**	0,5—3**	0,2—2	0,2—1,5	0,1—1	0,1—0,5
CaO	3—6	2—4	0,2—4	1—2,5	0,5—3	0,3—2
Na ₂ O	3—5	2—4	3,5—5,5	2—4	4—6	2—4
K ₂ O	0,2—2,5	1—3,5	0,5—3	2—4,5	1—3,5	3—6
Некоторые раз- новидности:	Биотитовые, амфибол-биотитовые, пи- роксенсодержащие		Биотитовые, амфибол- и пироксенсо- держащие		Биотитовые, редко амфи- бол- и пироксенсодержащие, магнетитсодержащие (фер- риолиты)	
по харак- терным ми- нералам						
по содер- жанию стекла:						
80—100 % при H ₂ O < <1 %			Обсидианы, пемзы			
80—100 % при H ₂ O > >1 %			Перлиты			
50—80 %			Стекловатые			
Характерные особенности се- мейств, видов	Текстуры массивные, флюидалные, сферолоидные; структуры порфировые, реже редкопорфировые до афировых; структуры основной массы микропиклитовые, фельзитовые, сферолитовые, стекловатые					

* Верхний предел в железистых разновидностях.

** Верхний предел в породах высокомагнезиальных серий.

Кислые plutonic породы;
 $64 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$; $5 \leq$

Семейства горных пород	Гранодиориты	
Виды горных пород	Тоналит	Гранодиорит
Модальный минеральный состав, об. %	Fsp 1—15 Pl 45—65 Q 15—25 Bt Hbl Cpx { 8—25	Fsp 10—25 Pl 30—60 Q 15—25 Bt Hbl Cpx { 8—25
Граничные содержания порообразующих оксидов, мас. %:		
SiO ₂	64—68	64—68
TiO ₂	0,2—1	0,2—1
Al ₂ O ₃	13—18	12—17
Fe ₂ O ₃	1—3,5**	0,5—3**
FeO	1—5**	0,5—4,5**
MgO	1—3,5	0,5—3,5
CaO	2—6	2—2,5
Na ₂ O	2,5—5	2,5—4
K ₂ O	0,8—2	1,5—4
Некоторые разновидности	Биотитовые, роговообманково-биотитовые, роговообманковые, пироксен-роговообманковые Гиперстеновые (энтербиты,	
Характерные особенности видов	Pl ≫ Fsp; Pl — An _{25—50}	Pl ≫ Fsp; Pl — An _{20—40}

* В зарубежной литературе чаще употребляется синоним плагиогранита
 ** Верхний предел в железистых разновидностях.

Таблица 18

петрохимический ряд нормальный
 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 8$

Граниты		Лейкограниты	
Плагιοгранит*	Гранит	Плагіолейкогранит	Лейкогранит
Fsp 0—10 Pl 45—65 Q 25—40 Bt (Mus) Hbl } 3—10	Fsp 20—35 Pl 25—35 Q 25—40 Bt (Mus) Hbl } 3—10	Fsp 0—20 Pl 45—65 Q 25—45 Bt Mus } 0,5—5	Fsp 25—45 Pl 10—35 Q 25—45 Bt Mus } 0,5—5
68—75 0,1—0,6 12—17 0,5—2,5** 0,5—3** 0,1—1,5 1,5—3,5 3,5—6 0,5—2,5	68—75 0,2—0,6 12—17 0,1—2** 0,5—3** 0,3—1,5 0,5—2,5 2,5—4,5 2,5—5	73—78 0—0,3 12—15 0,1—2** 0,3—2** 0,1—0,5 0,5—3 4—6 0,5—2,5	73—78 Сл.—0,3 11—14 0,1—1,5** 0,3—2** 0,1—0,5 0,5—2 2—4,5 3,5—5,5
Роговообманково-биотитовый, биотитовый, мусковитовый плагіочарнокиты)	Биотитовый, роговообманково-биотитовый, двуслюдяной, гиперстеновый (чарнокиты)	Биотитовый, двуслюдяной	Биотитовый, двуслюдяной, турмалиновый, гранатосодержащий
Pl ≫ Fsp; Pl — An _{10—40}	Fsp ≫ Pl; Pl — An _{10—40}	Pl ≫ Fsp; Pl — An _{10—35}	Fsp > Pl; Pl — An _{10—35}

«трондьемит».

Семейства горных пород	Трахидациты	Трахирнодациты	
Виды горных пород	Трахидацит	Трахирнодацит	Щелочнополево-шпатовый трахирнодацит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Pl (An ₃₀₋₄₅), Fsp, Q, Bt, Am, $\pm$ Crpx Осн. масса: Pl, Fsp, Q, Bt, Am, $\pm$ стекло, Crpx	Вкрапл.: Fsp, Pl (An ₁₅₋₃₀), Q, Bt, $\pm$ Am, Crpx, Орх Осн. масса: Fsp, Pl, Q, Bt, $\pm$ Am, Crpx, Орх, стекло	Вкрапл.: Fsp, Ab, Olg, Bt, $\pm$ Px, Q, Ol Осн. масса: Fsp, Q, Ab, Bt, $\pm$ стекло, Px
Граничные содержания породобразующих оксидов, мас. %			
SiO ₂	63—68	67—72	67—72
TiO ₂	Сл.—1	0,1—0,7	0,1—0,4
Al ₂ O ₃	15—19	12—16	12—16
Fe ₂ O ₃	0,2—4	0,1—3	0,5—2
FeO	0—4,5	0—3,5	0,5—2
MgO	0,1—3	0—1,5	0,1—1
CaO	0,5—4,5	0,5—3	0—1,5
Na ₂ O	3,5—7,5	1,5—5	0,5—5,5
K ₂ O	3—5	3,5—6,5	3,6—6
Тип щелочности	Калиевый и		
Некоторые разновидности:			
по характерным минералам	Пироксеновый, амфиболовый, биотитовый	Амфиболовый, биотитовый	Слюдяной, пироксеновый
по содержанию стекла: 80—100 % при H ₂ O < 1 %			Обсидианы.
80—100 % при H ₂ O > 1 %			Пер
50—80 %			Стекло
Характерные особенности семейств и видов	Структура основной массы фельзитовая, микропоякилитовая	Текстуры, массивные, флюидальные. Структуры основной массы сферолитов	

* Соответствует щелочнополевошпатовым трахирнодацитам и трахириолитам

Трахирнолиты			
Онгонит	Трахирнолит	Щелочнополево-шпатовый трахириолит	Онгориолит*
Вкрапл.: Ab, Fsp, Q, Mc Осн. масса: Ab, Q, Fsp, Mc, $\pm$ стекло	Вкрапл.: Fsp, Q, Pl (An ₅₋₂₀), $\pm$ Bt, Crpx, Am, Px Осн. масса: Fsp, Q, Pl, $\pm$ стекло, Bt	Вкрапл.: Fsp, Q, Bt, $\pm$ Crpx, Olg, Ab Осн. масса: Fsp, Q, Bt, Crpx, стекло	Вкрапл.: Ab, Fsp, Q, Mc Осн. масса: Ab, Fs, Q, Mc, стекло
67—72	72—76	72—75	72—76
Сл.—0,4	Сл.—0,5	0,1—0,2	Сл.—0,1
14—18	11—14	12—15	12—17
0,2—0,5	0—3,5	0,1—1,5	0—1,5
0—1	0—2,5	0,5—2,0	0,3—2
0—0,5	0—1	0,1—0,3	0—0,3
0,5—1	0,5—2,5	0,5—1,5	0,1—1,5
3,5—6	2—5	2—6	3—6,5
2,5—5	3,5—8	3—7	3,5—5,5
калиево-натриевый			
Слюдяной, топазовый	Биотитовый, ультракальцевый (без Pl, K ₂ O до 11 %)	Слюдяной, пироксеновый	Слюдяной, топазовый
пемзы			
литы			
ватые			
структуры порфировые, редкопорфировые, афировые			
вые и фельзитовые	Структуры основной массы сферолитовые		
Слюда представлена литиевыми и фтористыми разновидностями: протолитионитом, цинвальдитом, литиевым фенгитом, мусковитом	Слюда представлена литиевыми и фтористыми разновидностями: протолитионитом, цинвальдитом, литиевым фенгитом, мусковитом		

там, отличаясь от них присутствием литий- и фторсодержащих минералов.

Кислые plutонические породы; петрохимический
 $64 \leq \text{SiO}_2 \leq 77$;

Семейства горных пород	Граносиениты	Умеренно-щелочные	
Виды горных пород	Граносиенит*	Субщелочной двуполевошпатовый гранит**	Щелочнополевошпатовый гранит
Модальный минеральный состав, об. %	Fsp 25—50 Pl 15—25 Q 15—25 Am } Bt } 5—25 Cpx }	Fsp 20—50 Pl 10—45 Q 20—30 Bt } Am } 3—10 Mus }	Fsp 55—65 Pl 1—10 Q 30—35 Bt } Am } 3—10
Граничные содержания породобразующих оксидов, мас. %:			
SiO ₂	64—68	69—73	70—73
TiO ₂	0,5—1	0,1—0,6	0,2—0,5
Al ₂ O ₃	13—19	13—17	12—16
Fe ₂ O ₃	0,5—3	0,2—2,5	1—1,5
FeO	0,5—4,5	0,1—3,5	1—2
MgO	0,1—3	0,1—1,5	0,3—1
CaO	1—5	0,5—3	0,5—1,5
Na ₂ O	3—5	2,5—5	3,5—4,5
K ₂ O	3—6	3,5—6	4—5,5
Тип щелочности	Калиево-натриевый	Калиевый и	
Некоторые разновидности	Амфибол-биотитовые, биотитовые, амфиболовые, пироксен-амфиболовые и др.	Биотитовые, амфибол-биотитовые, двуслюдяные с крупными оводами ортоклаза, окруженного обломками олигоклаза — рапакиви	Биотитовые, биотит-гастингситовые и др.
Характерные особенности видов	Fs ≈ Pl; Pl — An _{10—30}	Fsp ≈ Pl; Pl — An _{15—35}	Fsp >> Pl; Pl — An _{5—20}

* Иногда вместо термина «граносиенит» («сиеногранит») в международном котором содержание кварца не превышает 5—15 % (см. табл. 14).

** Умеренно-щелочной двуполевошпатовый гранит, содержащий пример соответствует «монцограниту», согласно международной номенклатуре.

*** Семейства лейкогранитов нормального, умеренно-щелочного и щелоч-

Т а б л и ц а 26

ряд умеренно-щелочной (субщелочной)
 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \geq 8$

граниты	Умеренно-щелочные лейкограниты***		
Микроклин-альбитовый гранит	Субщелочной двуполевошпатовый лейкогранит	Аляскит	Микроклин-альбитовый лейкогранит
Fsp 25—45 Ab 35—45 Q 25—35 Mus (Bt) 3—10	Fsp 30—50 Pl 10—30 Q 30—40 Bt (Mus) } Am } 1—5	Fsp 55—65 Ab 0—5 Q 30—45 Bt } Am } 0,3—3	Fsp 25—45 Ab 30—40 Q 30—45 Mus } Ld } 1—5
69—73 Сл.—0,2 14—18 0,1—1 0,3—1,5 Сл.—0,8 0,1—1 3,5—6 2,5—5,5	73—77 0,1—0,3 12—15 0,1—1,5 0,5—2 0,1—1 0,5—2 3—4,5 4—5,5	73—77 Сл.—0,3 12—14 0,5—1,5 0,5—2 Сл.—0,5 0,1—1 3,5—4,5 4,5—5,5	73—77 Сл.—0,2 12—16 Сл.—1 0,3—2 Сл.—0,3 0,1—1 3—6 3—5,5
калиево-натриевый			
Мусковитовые, двуслюдяные, литиевослюдяные, амазонитовые и др.	Биотитовые, мусковитовые, гастингситовые и др.	Биотитовые, гастингситовые и др.	Литиевослюдяные, мусковитовые, амазонитовые и др.
Ab > Fsp; текстура «сахаровидная»; обычен «гороховидный» кварц; топаз, турмалин, гранат до 2—3 %	Fsp > Pl; Pl — An _{5—30}	Fsp > Ab	Fsp ≈ Ab; обычен «гороховидный» кварц; топаз, турмалин, гранат до 2—3 %

ной номенклатуре) неправомерно употребляют термин «кварцевый сиенит», в но равные количества калиевого полевого шпата, плагиоклаза и кварца, соответного рядов иногда объединяются в подгруппу ультракислых гранитов.

Кислые вулканические породы; петрохимический ряд щелочной
 $64 \leq \text{SiO}_2 \leq 75$; $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \geq 8$

Семейства горных пород	Щелочные трахитациты	Пантеллериты—комендиты	
Виды горных пород	Щелочной трахитацит	Пантеллерит	Комендит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Fsp<20, Px<9, Ам, Q, ±Bt Осн. масса: Fsp, Px, Ам, Q, стекло	Вкрапл.: Fsp, alkPx, Q, редко alkАм, Fa, Mt, Ilm Осн. масса: Fsp, Ам, Px, стекло	Вкрапл.: Fsp, Q, alkPx, alkАм Осн. масса: Fsp, Q, alkPx, alkАм, ±стекло
Граничные содержания породообразующих оксидов, мас. %:			
SiO ₂	64—68	67—73	73—75
TiO ₂	0,2—0,9	0,1—0,6	Сл.—0,3
Al ₂ O ₃	10,5—16	8—13	8—12
Fe ₂ O ₃	1,5—6	2,5—6	0,6—3
FeO	0,4—4	Сл.—7	1—4
MgO	0,2—1		Сл.—0,2
CaO	0,4—2,5	0,2—1,5	0,2—0,5
Na ₂ O	5—7,5	5—7,0	4—6,5
K ₂ O	2,5—6	3,5—5,5	4—5
Тип щелочности	Калиево-натриевый и калиевый	Калиево-натриевый	
Некоторые разновидности:	Пироксеновые, амфиболовые		
по характерному минералу	Слюда и др.	Энигматитовый	
по составу минералов	Санидиновые, анортотлазовые, ортоклазовые, эгирин-авгитовые, эгириновые, арфведсонитовые и др.		
по количеству стекла:	Обсидианы, пемзы		
при H ₂ O<1 %	Перлиты		
80—100 % при H ₂ O>	Стекловатые		
>1 %			
50—80 %			
Характерные особенности видов	Преобладают порфировые разновидности; Fsp —обычно анортотлаз или санидин; Px — геденбергит, эгирин-авгит, салит; Ам — энигматит	Известны порфировые и афировые разновидности; Fsp — Na-анортотлаз и Na-санидин; Px — феррогеденбергит; Ам — энигматит, кроссит	Px — эгирин; Ам — арфведсонит, рибекит

Кислые plutонические породы;
 $64 \leq \text{SiO}_2 \leq 76$;

Семейства горных пород	Щелочные граносиениты	Щелочные
Виды горных пород	Щелочной граносиенит	Щелочной щелочнопо- левошпатовый гранит
Модальный минеральный состав, об. %	Fsp 40—70 Pl 5—25 Q 15—20 Bt alkAm } 5—15	Fsp 50—70 Pl 0—10 Q 25—35 alkAm } 2—10 alkPx }
Граничные содержания породообразующих окси- дов, мас. %:		
SiO ₂	64—70	68—73
TiO ₂	0,2—0,8	0,2—0,7
Al ₂ O ₃	12—17	9—14
Fe ₂ O ₃	0,5—4	1,5—3,5
FeO	1—5	0,5—3,5
MgO	0,3—1,5	Сл.—0,3
CaO	0,5—2	0,3—1,5
Na ₂ O	3,5—8	3,5—5
K ₂ O	3—6	4—5
Тип щелочности	Натриевый и калиево- натриевый	Калиево- натриевый
Некоторые разновидно- сти	Биотит-гастингситовый, рибекитовый, биотитовый и др.	Арфведсонит-рибекито- вый, эгирин-рибекитовый, астрофиллитовый и др.
Характерные особенности семейств и видов	Fsp $\gg$ Pl; Pl—An _{0—15}	Fsp $\gg$ Ab

* Щелочные гранитоиды, в отличие от основных и средних собственно характеризуются высоким значением ($>0,85$) коэффициента апаитности и при этом не столько высоким содержанием суммы щелочей (мало отличающейся недостатком Al₂O₃ для образования полевых шпатов).

Таблица 22

петрохимический ряд щелочной
 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \geq 8$

граниты*	Щелочные лейкограниты*	
Щелочной микроклин- альбитовый гранит	Щелочной аляскит	Щелочной микроклин- альбитовый лейкогранит
Fsp 10—35 Pl 10—40 Q 25—35 alkAm } 5—15 alkPx }	Fsp 55—70 Pl 0—5 Q 30—40 alkAm } 0,5—3 alkPx }	Fsp 20—40 Pl 10—30 Q 30—40 alkAm } 1—6 alkPx }
70—73 0,2—0,8 7—13 2—9 1—4 0,1—0,3 0,3—1 3,5—7,5 1,5—5	73—76 0,1—0,3 8—12 2—3 0,5—2 Сл.—0,3 0,3—0,5 3,5—5 4,5—5,5	73—76 0,1—0,3 8—12 1,5—4,5 0,5—3 0,1—0,3 0,1—0,5 2,5—5 4—5,5
натриевый		
Рибекит-эгириновый, арфведсонитовый, астро- филлитовый и др.	Катафоритовый, рибекит- овый, эгирин-арфведсо- нитовый и др.	Рибекитовый, полилитно- итовый, эгирин-арфвед- сонитовый (экерит)
Fsp $\approx$ Pl; Pl—An _{6—12} ; обычен эльпидит	Fsp $\gg$ Ab	Fsp $\gg$ Ab; обычен эльпидит

щелочных пород, называются также пералкалиновыми (peralkaline). Они ха-
 суютствием щелочных пироксенов и (или) щелочных амфиболов, что обусловле-
 от таковой в гранитоидах нормального и умеренно-щелочного ряда), сколько

О НОМЕНКЛАТУРЕ ГИПАБИССАЛЬНЫХ ПОРОД

Класс гипабиссальных магматических пород, по структурам являющийся промежуточным между классами plutonic и вулканических пород, включает горные породы малых интрузий (даек, силлов, небольших штоков) и субвулканических масс (некков, диатрем, экструзивных куполов). Сходные со многими из них по составу и облику породы встречаются также во внутренних частях мощных вулканических потоков и в краевых приконтактных зонах интрузивных массивов, формировавшихся на умеренных глубинах.

Кристаллизация гипабиссальных пород и вулканических пород гипабиссального облика происходила в близких термодинамических условиях, что определило своеобразие их текстур и структур (порфировая, порфировидная, лампрофировая, гранофировая, аплитовидная, микропегматитовая и др.).

По составу (химическому и минеральному) одни гипабиссальные породы вполне отвечают определенным видам plutonic или вулканических пород, представляя собой их структурные фации, обусловленные специфическими условиями кристаллизации. Гипабиссальные породы этой первой группы*, как правило, находятся в тесной пространственно-временной (генетической) связи с интрузивными массивами или с вулканическими образованиями, т. е. они принадлежат к определенным plutonic или вулканическим комплексам, в составе которых их и следует рассматривать.

Другие гипабиссальные породы не имеют петрографических аналогов среди plutonic и вулканических и известны только в форме малых гипабиссальных тел; к ним могут быть отнесены лампрофиры, лампронты, кимберлиты и близкородственные последним щелочные беспироксеновые пикриты (мелилитовые, монтичеллитовые, флогопит-кальцитовые). Горные породы этой второй группы наблюдаются как автономные образования — комплексы малых интрузивных тел в виде протяженных поясов или небольших роев даек, силлов, мелких штоков, жил и диатрем (трубок взрыва).

Несмотря на относительно хорошую изученность гипабиссальных пород, в их наименовании в мировой литературе нет строгого единообразия. В меньшей степени это относится к первой группе гипабиссальных пород, в правилах наименования которых укоренились определенные тенденции. Так, французские авторы для всех гипабиссальных пород, являющихся струк-

турными разновидностями plutonic пород, используют видовые названия последних, сопровождая их префиксом *микро-* (*микрогранит, микродиорит, микрогаббро* и т. д.), независимо от наличия или отсутствия в них фенокристаллов. В немецкой литературе этот префикс применяется только в названиях пород, лишенных фенокристаллов, а названия пород с фенокристаллами кварца и (или) щелочного полевого шпата дополняются словом *порфир* (*гранит-порфир, сиенит-порфир*); породы с фенокристаллами плагиоклаза и (или) цветных фемических минералов получают к своему названию дополнение *порфирит* (*диорит-порфирит, габбро-порфирит*), что также принято и в русской петрографической терминологии. В англоязычной литературе не делается различий между «порфиром» и «порфиритом»; для них употребляется равнозначный термин «porphyry».

Терминологическая комиссия МПК и Международная подкомиссия по систематике изверженных пород, пока еще не создавшие схему классификации и номенклатуры всех гипабиссальных пород, дают следующие предварительные рекомендации, основанные на рациональном использовании сложившихся в мировой практике традиций:

1. Гипабиссальные порфировые породы, не имеющие собственных наименований, должны называться в соответствии с номенклатурой plutonic пород с отражением их порфирового строения (*гранит-порфир, сиенит-порфир, диорит-порфирит* и т. д.); таким же образом следует давать названия входящим в состав вулканических комплексов гипабиссальным породам с фенокристаллами в полнокристаллической или криптокристаллической основной массе (*габбро-порфирит в базальтовом вулканическом комплексе, сиенит-порфир в трахитовом комплексе* и т. п.)*.

2. Для афировых гипабиссальных пород, зернистость которых различима под микроскопом, рекомендуется использовать названия plutonic пород с префиксом *микро-* (*микромонзонит, щелочной микросиенит* и т. п.).

3. Для гипабиссальных (главным образом субвулканических) пород, содержащих стекло или девитрифицированный мезостазис, рекомендуется использовать обычную номенклатуру вулканических пород (*меланефелинит, базальт, андезит, дацит* и т. д.).

4. Для гипабиссальных пород, за которыми закреплены собственные названия (*гранофир, пегматит, диабаз, долерит, тешенит* и др.), дополнительные приставки не употребляются, но для отдельных их разновидностей, особенно для анхиэвтектических, рекомендуется делать уточнения соответствующими названиями plutonic пород (*сиенит-аплит, горнблендит-пегматит*).

* Здесь «группа» и далее «семейство» понимаются не как таксоны химической систематики магматических пород (см. гл. II), а используются для обозначения сообществ разного ранга петрографически родственных горных пород.

* Названия горных пород, которые производятся от их состава и структуры, пишутся через дефис, в отличие от промежуточных видов пород, названия которых всегда даются в слитном написании. (см. гл. II, рек. 8Б).

Наиболее сложна и специфична проблема классификации и номенклатуры гипабиссальных пород второй группы, не имеющих плутонических или явных вулканических (покровных) аналогов. Международная подкомиссия по систематике изверженных пород рекомендует рассматривать такие образования в группе лампрофировых пород, в которую включаются собственно лампрофиры, лампроиты и кимберлиты (A classification..., 1989). Для них указываются следующие общие характерные признаки: а) залегание, как правило, в виде даек (лампрофиры, лампроиты, реже кимберлиты), диатрем (кимберлиты, лампроиты) или небольших экструзий (лампроиты); б) нахождение полевых шпатов и (или) фельдшпатоидов, когда они присутствуют в породе, преимущественно в основной массе; те и другие отсутствуют в кимберлитах; в) во всех этих горных породах обычны гидротермальные изменения оливина, пироксена, амфибола, плагиоклаза; г) кальцит, цеолиты и другие минералы, типичные для гидротермальных парагенезисов, могут появляться в качестве первичных минеральных фаз.

Существует достаточно распространенная точка зрения об отнесении этих петрографических раритетов к классу вулканических пород на основании их структурного облика и сходства образуемых ими геологических тел — диатрем с обычными вулканическими аппаратами. Однако для лампрофиров и кимберлитов не известны лавовые фации, а единичные упоминания о лампроитовых лавах, сопровождающиеся указаниями на трудности их диагностики в керновом материале и в подвергшихся сильному выветриванию обнажениях, не могут считаться бесспорными. Наиболее обычная форма проявления лампроитов — дайки и трубки взрыва (диатремы), заполненные главным образом вулканогенно-кластическим материалом, а ниже туфов и брекчий устанавливаются гипабиссальные фации магматических лампроитов. Кроме того, для лампроитов и кимберлитов обычны слепые диатремы и туффизитовые дайки, образованные интрузивными туфами и туфобрекчиями.

Все эти факты делают более предпочтительным отнесение рассматриваемых пород к гипабиссальному классу и объединение их в одну группу, которую можно подразделить на три семейства — лампрофиров, лампроитов и кимберлитов (с подсемейством родственных им щелочных бесполевошпатовых пикритов).

Лампрофиры — порфировые мезократовые до меланократовых ($M=35-90$) породы с фенокристаллами темноцветных минералов, среди которых наряду с постоянными слюдой (биотитом, флогопитом) и (или) роговой обманкой присутствуют клинопироксен (авгит, титанавгит), оливин, реже мелилит. Все светлые компоненты этих пород — полевые шпаты и (или) фельдшпатоиды — заключены в основной массе (лампрофировая структура). В значительно менее типичных случаях вся ро-

говая обманка и (или) слюда сосредоточены в основной массе, а среди вкрапленников изредка отмечается основной плагиоклаз (одиниты).

По модальному количественно-минеральному составу семейство лампрофиров делится на три подсемейства: полевошпатовых, фельдшпатоидных (фоидовых) и мелилитовых лампрофиров. Члены первого подсемейства относятся к нормальному (известково-щелочному) или умеренно-щелочному ряду, а двух других — к щелочному ряду. Для щелочных лампрофиров было предложено множество различных наименований, многие из которых не нашли широкого использования и устарели.

В таблице, составленной на основе рекомендаций Международной подкомиссии по систематике изверженных пород с некоторыми дополнениями и уточнениями Терминологической комиссии МПК, показано распределение по модальному минеральному составу 13 наиболее распространенных видов лампрофировых пород, отнесенных к указанным выше подсемействам.

Лампроиты — общий термин, охватывающий высококальциевые и высокомагнезиальные гипабиссальные породы. Лампроиты характеризуются значительными вариациями химизма, но всегда отличаются высоким отношением K_2O/Na_2O (>3), умеренным содержанием SiO_2 , отношением K_2O/Al_2O_3 обычно больше 1 и частым содержанием необычных минеральных фаз, таких как титанистый ($2-10\% TiO_2$) тетраферрифлогопит, K-Ti-рихтерит, прайдерит (K, Ba) $(Ti, Fe)_8O_{16}$, вадерит $K_2CaZr(SiO_3)_2$, железистый ортоклаз, высокожелезистые лейцит и санидин. Большинство лампроитов попадает в рамки следующих вариаций содержаний ведущих компонентов (мас. %): SiO_2 38—55, TiO_2 1—5, Al_2O_3 4—10, $FeO_{общ}$ 2—10, MgO 15—30, CaO 2—10, Na_2O 0,2—1,5, K_2O 3—10, P_2O_5 0,5—2, Ba 0,1—3.

Лампроиты нередко содержат ксенокристаллы (оливин, пироксен, гранат, хромшпинелид, алмаз) и ксенолиты мантийного происхождения. Открытие в Западной Австралии промышленно-алмазоносных лампроитов сделало эти породы, наряду с кимберлитами, одним из главных объектов поисков коренных месторождений алмазов.

В настоящее время нет общепринятой номенклатуры видов лампроитовых пород. Для обозначения многочисленных разновидностей лампроитов предлагались некоторые названия географического происхождения (*вайомингит*, *орендит*, *верит*, *мадунит* и др.). Однако эти предложения, ввиду недостаточной четкости смыслового содержания таких терминов, не могут быть рекомендованы к применению. Согласно наиболее рациональной классификации (Scott, Skinner, 1984; Mitchell, 1985), различается шесть видов лампроитов, характеризующихся соответственно преобладанием одного из главных первичных минералов — лейцита, амфибола (чаще K-рихтерита), флогопита, клинопироксена (обычно диопсида), оливина или санидина (напри-

Семейство лампрофиров

Подсемейства лампрофиров	Саленские минералы		Темноцветные (фемические) минералы*							
	Полевые шпаты	Фельдшпаты	Aug, Hbl, ±Bt	Hbl, Bt	Hbl, Aug, ±Ol	Bt, Aug, ±Ol	Am, TiAug, Ol, Bt	Mel, Bt, Ol, ±Mnt	Mel, Bt	Mel, Bt, Aug, Ol
Полевощпатовые	$Pl_{Al^{50-7}}$ $Pl_{Al^{30-59}}$ $Pl > Ort$ $Ort > Pl$	Одинит	Малхит	Спессартит Вогезит	Керсантит Минетта					
Фельдшпатовые	$Pl > Ort$ $Ort > Pl$	$Fsp > F$ $Fsp > F$ F , ±стекло			Уаингит	Камптонит Саннант Мончикит				
Меллитовые		F ±F						Польденит	Бергелит	Альегит

* Полу жирным шрифтом отмечены фенокристаллы.

мер, *лейцитовый лампроит*). Дальнейшие подразделения разновидностей по этой схеме производятся путем использования дополнительных определений, отражающих относительную распространенность других существенных компонентов (*санидин-флогопитовый лампроит*, *диопсид-рихтерит-лейцитовый лампроит* и т. п.). Несколько иной подход к классификации и номенклатуре лампроитовых пород предложили О. А. Богатиков с соавторами (1991). Считая, что термин «лампроит» должен использоваться как общее групповое название для всего сообщества калиевых высокомагнезиальных магматических пород, они рассматривают последнее как лампроитовую серию, характеризующуюся широкими вариациями состава, в том числе и по содержанию кремнезема (от ультраосновной группы пород до средней). В связи с этим указанные авторы предлагают объединить породы лампроитовой серии в три семейства в соответствии с принадлежностью их к разным группам: ультраосновные лампроиты, основные лампроиты, средние лампроиты (или орендиты). К этим семействам отнесены десять видов, в названиях которых отражена принадлежность породы к определенному семейству (группе), а прилагательным указываются типичные для данного вида породообразующие минералы (например, *оливин-диопсидовый ультраосновной лампроит*, *рихтеритовый орендит*). Предложенный вариант достаточно четко определяет место всех лампроитовых пород в общей классификации магматических пород (см. гл. II Кодекса). Однако здесь виды горных пород, относящиеся к разным семействам и группам, имеют одно и то же коренное название (*лампроит*), а для их различий используются только дополнительные прилагательные, что, согласно принятым в Кодексе правилам построения номенклатуры горных пород, больше соответствует образованию названий разновидностей (см. ст. II.9).

Кимберлиты — общее название разнообразных по облику умеренно-щелочных ультраосновных магматических пород с ярко выраженной такситовой текстурой, заполняющих диатремы и, реже, встречающихся в виде даек и жил. Несмотря на то что термин «кимберлит» был введен более 100 лет тому назад для обозначения коренных алмазонасных пород района Кимберли в Южной Африке (Lewis, 1887), он до сих пор не получил вполне однозначной трактовки. Если исходить из первоначального определения Х. К. Льюиса и принимать во внимание складывающуюся в последние годы систематику щелочных пикритов, то под кимберлитом следует понимать щелочной (умеренно-щелочной) пикрит ксенокриstopорфировой структуры с обычно нацелом измененной (серпентинизированной, карбонатизированной, иногда флогопитизированной) основной массой, отвечающей по составу щелочному кальцитовому или флогопит-кальцитовому пикриту (судя по псевдоморфозам по идиоморфным зернам оливина, иногда наблюдаемым микролитам первичного кальцита и

редким чешуйкам слюды). В сильно измененной основной массе кимберлит содержит ксенокристаллы, среди которых, помимо оливина (до 50 % объема породы), отмечаются в аксессуарных количествах энстатит, диопсид, хромшпинелиды, пикроильменит, флогопит, пироп, алмаз и др. Характерно почти постоянное содержание в кимберлите округлых включений (ксеногенных нодулей) пироповых перидотитов и эклогитов с минералами, образующимися в условиях высоких давлений.

Главное, что петрографически отличает кимберлит от близких к нему видов беспироксеновых щелочных пикритов (флогопит-кальцитовых, монтичеллитовых, мелилитовых), — отсутствие интрателлурических (субликвидусных) идиоморфных вкрапленников оливина; последний находится здесь только в виде угловато-окатанных ксенокристаллов или, редко, в виде микрокристаллов в основной массе наряду с микролитами диопсида.

В диатремах кимберлит и кимберлитовый туффизит (агрегат округлых и угловатых обломков кимберлита — автолитов, микроксенолитов и ксенокристаллов, сцементированных вторичным карбонат-серпентиновым цементом) служат связующей массой для смеси из обломков глубинных горных пород мантии, кристаллического фундамента и платформенного чехла.

Кимберлиты, по Даусону (1986), ввиду их петрографического разнообразия, должны рассматриваться в качестве группы или «клана», а не узкоопределенного вида горных пород. Номенклатура кимберлитов до сих пор не разработана. Предлагалась их минералогическая классификация, которая, как и для лампроитов, может быть основана на присутствующих наряду с оливином в «достаточном количестве» других породообразующих минералах, названия которых рекомендовалось применять как прилагательное к основному термину — «кимберлит» (Skinner, Clement, 1985). Однако кимберлиты почти всегда настолько сильно изменены, что первичный минеральный состав их практически не распознаваем. Поэтому в большинстве случаев породу лучше всего называть просто кимберлитом, выделяя разновидности по типам структур и указывая в описании их характерные особенности. В зарубежной литературе распространено деление кимберлитов на «базальтоидный» (с низким содержанием K_2O) и «лампрофировый» (богатый слюдой — флогопитом) виды. Р. Митчеллом предложено выделять повышенную известковистую (обогащенную кальцитом) разновидность; в нашей литературе она иногда не совсем удачно именуется карбонатитовым кимберлитом.

К семейству кимберлитов, по предложению Терминологической комиссии МПК, отнесены близкородственные кимберлитам беспироксеновые щелочные пикриты (кимберлитойды), которые слагают отдельные гипабиссальные тела в некоторых полях развития кимберлитовых диатрем, образуют автономные ассоциации или сопутствуют сложным щелочным плутонам преимуще-

ственно щелочно-ультраосновного состава. В качестве самостоятельных видов предлагается выделять мелилитовый, монтичеллитовый и кальцитовый (флогопит-кальцитовый) щелочные пикриты. Помимо содержания специфических микролитов (мелилит, монтичеллит), иногда сопутствуемых фоидами, все эти породы отличают от кимберлитов присущие им идиоморфные порфировые выделения оливина (интрателлурические вкрапленники). Количество ксенокристаллов барофильной ассоциации в этих породах существенно меньше, чем в кимберлитах, причем особенно редки, хотя и встречаются спорадически, наиболее глубинные барофилы — пироп и алмаз.

В связи с петрографической индивидуальностью кимберлитов и беспироксеновых щелочных пикритов, вполне достаточной для диагностики их традиционными петрографическими методами, нельзя не обратить внимания на все еще существующую практику выделения кимберлитов только по факту содержания в той или иной кимберлитоподобной породе по меньшей мере единичных зерен пироба и (или) алмаза (Милашев, 1987). Ксеногенная природа этих минералов в кимберлитах теперь считается вполне очевидной, а потому использовать обязательное их присутствие в породе для отнесения ее к кимберлиту неправомерно. С другой стороны, по мере совершенствования методов минералогического анализа спектр горных пород, содержащих барофильные компоненты мантийного субстрата, значительно расширился; ксенокристаллы пироба и алмаза обнаружены в целом ряде некимберлитовых магматических пород (в щелочных пироксеновых пикритах, лампроитах, базальтах, базальтовых и альнеитовых брекчиях и даже в альпинотипных интрузивных ультрамафитах).

Приложение 3

КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

Широко распространенные в природе горные породы, состоящие из обломков вулканических пород и минералов, иногда с некоторой примесью (до 50 %) экзогенного материала, объединяются в группу с обобщенным названием «вулканогенные обломочные породы». При этом имеются в виду только те породы, время образования которых синхронно в геологическом понимании процессу вулканизма. Породы, обломочный материал которых представлен более древними переотложенными и выветрелыми вулканитами, рекомендуется рассматривать как осадочные образования (вулканогенно-терригенные или вулканомиктовые).

Классификация и упорядочение номенклатуры этих пород весьма сложны из-за большого разнообразия классифицируемого материала, многочисленности системных признаков, трудности выделения их иерархической последовательности, а также из-за сложности определения реального соотношения вулканогенного и осадочного (в том числе переотложенного пирокластического) обломочного материала. Результаты обсуждения этих вопросов отражены в материалах специальных семинаров (Тбилиси, 1968 г.; Петрозаводск, 1972 г.; Южно-Курильск, 1974 г.; Караганда, 1979 г.) и вулканологических совещаний («Вопросы вулканизма», 1962 г.), а также в отдельных публикациях Е. Ф. Малеева, И. В. Хворовой, В. Т. Фролова, В. К. Ротмана и др.

В настоящее время признано целесообразным четко разграничивать петрографическую и генетическую классификации вулканогенных обломочных пород.

Петрографическая классификация основывается на хорошо выраженных, проверяемых объективных признаках, таких как размер обломков, степень их окатанности, состав, структура, агрегатное состояние, характер цементации и т. д. Такая классификация должна быть первой стадией изучения вулканогенных обломочных образований.

Наиболее простым и доступным является разделение вулканогенно-кластических пород на группы по размеру обломков. Рекомендуется при этом использовать наиболее широко вошедшую в практику шкалу размерности, единую для классификации как вулканогенных обломочных, так и осадочных терригенных пород. В названиях традиционных подразделений можно сохранять термины, выработанные для осадочных обломочных пород, и специальные названия, отражающие размерность пирокластического материала (таблица).

Структуры пород определяются как псефитовая (глыбовая, гравелитовая и т. д.), псаммитовая, алевроитовая или бомбовая, лапиллиевая, пепловая. Поскольку вулканогенным обломочным породам свойственна плохая сортировка обломочного материала, структура их определяется по фракции, составляющей более 50 % объема породы (без цемента); при невозможности выделить таковую, структуре дается сложное (двойное или тройное) название (*псефито-псаммито-алевритовая*).

По агрегатному состоянию среди обломков выделяются: лито-, витро-, пемзо- и кристаллокласты. Выясняется принадлежность обломков к определенному виду пород (базальты, андезиты, дациты и т. д.).

Генетическая классификация должна учитывать происхождение как отдельных обломков, так и пород в целом. Она не всегда возможна на основании одних лишь петрографических наблюдений и нередко требует специальных исследований и привлечения фацеального анализа всего вулканического ареала.

Гранулометрическая классификация вулканогенных обломочных пород

Размер обломков, мм	Нелитифицированный материал		Литифицированный материал	
	Общее название	Специальное название		
>100	Глыбы	Вулканические бомбы (>50 мм)	Глыбовая брекчия, агломерат	Псефиты
10—100	Щебень	Лапилли (2—50 мм)	Брекчия, агломерат	
2—10	Щебень, гравий		Гравелит	
0,1—2	Песок	Вулканический песок (0,5—2 мм)	Песчанник (псаммит)	Вулканический пепел
0,1*	Алеврит	Вулканическая пыль (0,5 мм)	Алевролит	

* По мнению некоторых исследователей, границей между псаммитами и алевролитами следует считать 0,05 мм, а не 0,1 мм.

Среди обломков необходимо выделить обломки эндогенного (эндокласты) и экзогенного (экзокласты) происхождения. К первым относятся фрагменты излившейся и раздробленной или выброшенной и разбрызганной жидкой лавы, продукты резургентного происхождения (результат дробления предыдущих построек и образований) и материал фундамента вулкана (ксенокласты). Присутствие чужеродных обломков некоторые исследователи предлагают обозначать приставкой *ксено-* (*ксенотуфы*). При этом для названия породы определяющим является состав материала, синхронного извержению, а не состав ксенокластов, за счет которых иногда создается впечатление смешанного состава породы.

Ко вторым относятся обломки осадочного происхождения. Это самые разнообразные по составу и генезису породы, в том числе и вулканогенные, но перекрытые, часто выветрелые и существенно оторванные по времени образования от процесса извержения, связанные с продуктами извержения лишь парагенетически *.

* По мнению некоторых исследователей, к экзокластам следует относить и переотложенную тефру, в разной степени оторванную по возрасту от времени извержения.

Кроме происхождения обломков, при генетической классификации вулканогенных обломочных пород учитывается способ цементации обломков и литификации пород, а также степень обработки кластического материала, который может либо оставаться на месте первоначального выпадения, либо подвергаться частичному переносу, окатыванию и переотложению при условии, что процессы близкосинхронны извержению. Нередко такие породы содержат примесь экзокластического материала (до 50 %); в этом случае их традиционно называют туффитами и относят к группе осадочно-пирокластических пород. Смешение терригенного и пирокластического материала может происходить как в момент эксплозии, так и (чаще) в процессе перемыва и переотложения тефры.

С учетом сказанного могут быть выделены следующие генетические подразделения вулканогенных обломочных пород:

1. Эффузивно-обломочные породы:
 - а) с лавовым цементом (лавовые брекчии, кластолавы, игни-спумиты, автомагматические брекчии);
 - б) уплотненные и сцементированные гидрохимически (лаво-кластиты, гиалокластиты).
2. Эксплозивно-обломочные породы:
 - а) нелитифицированные (тефра);
 - б) спекшиеся и сваренные (агглютинаты, спекшиеся туфы, игнимбриты);
 - в) уплотненные, почти без цемента или сцементированные гидрохимически, с незначительной примесью осадочного материала:
 - без перемыва и переотложения пирокластического материала (туфы),
 - с перемытым и переотложенным пирокластическим материалом: без примеси экзокластов (тефроиды) и с примесью экзокластов (туффиты).

Некоторые исследователи для обозначения вулканогенных обломочных пород, содержащих более 50 % экзогенных обломков, используют термины «туфопесчаники», «туфоалевролиты» и т. д., тогда как другие относят эти названия к туфам песчаной (алевритовой и т. д.) структуры и рекомендуют эти термины из употребления изъять.

Исходя из изложенного, полное название конкретной вулканогенной обломочной породы должно быть сложным, состоящим из нескольких определений: *туф базальтовый лапиллиевый литовитрокластический, тефроид андезит-базальтовый псаммитовый кристалло-литокластический, лавокластит дацитовый глыбовой структуры* и т. д. В случае, когда невозможно определить генетический тип породы, рекомендуется ограничиваться термином «вулканокластическая порода» с указанием состава и структуры.

О НОМЕНКЛАТУРЕ И СИСТЕМАТИКЕ НЕСИЛИКАТНЫХ И НИЗКОСИЛИКАТНЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

В последние 20—30 лет петрологической наукой получены убедительные доказательства существования автономных тел несиликатных и низкосиликатных изверженных горных пород. К признанным уже давно магматическим рудам (сульфидным, хромитовым и титаномagnetитовым) сегодня можно уверенно отнести такие породы, как карбонатиты, фоскориты и нельсониты. Известны излияния на поверхность карбонатитовых (Африка, Афганистан) и магнетитовых (Чили) лав.

Это вызывает необходимость краткой предварительной систематики несиликатных и низкосиликатных магматических пород.

К несиликатным следует относить магматические (изверженные) породы, в составе которых главную роль играют несиликатные минералы — оксиды, сульфиды, карбонаты, фосфаты (>90 %). Породы с содержанием силикатов менее 50 % целесообразно классифицировать как низкосиликатные, например оливин-магнетит-апатитовые породы — фоскориты, ассоциирующие с карбонатитами.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг относил к группе несиликатных пород силекситы, сульфидолиты, карбонатиты, магнетититы и нефелин-апатитовые породы. А. Н. Заварицкий охарактеризовал три вида несиликатных магматитов: магматические магнитные железняки, сульфидные руды и карбонатиты. Данные об этой группе горных пород, несколько расширенные и детализированные, приведены в таблице.

Из названий пород, приведенных в таблице, по-видимому, требуют пояснений только два, не упоминавшихся классиками петрографии: «нельсонит» и «фоскорит».

Термин «нельсонит» введен в употребление в начале этого века Т. Л. Уотсоном и С. Табером. Так были названы дайковые рутил-апатитовые породы округа Нельсон (США), ассоциирующие с анортозитами. Позднее там же были обнаружены ильменитовые и магнетитовые разновидности, что позволило уточнить первоначальный объем понятия. В настоящее время нельсонитовые дайки и мелкие штоки известны в связи с ийолит-карбонатитовыми комплексами (Филпотс, 1967), в связи с сиенитами в орогенных поясах андийского типа (Badham, Morton, 1976) и обнаружены в своеобразном комплексе натриево-калиевых щелочных пород и карбонатитов в Южной Монголии (Коваленко и др., 1977).

Фоскориты, как специфические магматические породы, впервые охарактеризованы под этим именем в южноафриканском ийолит-карбонатитовом комплексе Палабора (Russell et al., 1954).

Группа	Подгруппа	Вид	Разновидность
Окисные	Кремнеземистые	Силексит (кварцолит)	—
	Железоокисные	Магнетитит	Оливиновый, апатитовый
	Хромоокисные	Хромитит	—
Солевые	Карбонатные	Карбонатит	Кальцитовый, доломитовый, анкеритовый, сидеритовый
	Фосфатные	Апатитит	Нефелиновый, оливиновый, магнетитовый, пироксеновый
	Сульфидные	Сульфидит	Пирротиновый, кубанитовый
Окисно-солевые	Титано-железо-фосфатные	Нельсонит	Рутил-ильменитовый, ильменитовый, титаномагнетитовый, магнетитовый
Силикатно-окисно-солевые	Силикатно-железо-фосфатные	Фоскорит	Хризолитовый, (оливиновый), форстеритовый, бадделейтсодержащий, пироклорсодержащий

Термин является производным от названия горнодобывающей компании «Phosphor Development Corporation». В современной зарубежной литературе под «фоскоритом» понимают изверженные породы, состоящие из варьирующих количеств апатита, магнетита и оливина (A classification..., 1989). При содержании оливина ниже 10 % фоскорит переходит в нельсонит. Руднофорстеритит-нелсонитовая серия, помимо карбонатитовых комплексов, известна также в ассоциациях с габбро-анортозитами (в последнем случае оливин более железист, а магнетит представлен высокотитанистой разновидностью).

СИСТЕМАТИКА И НОМЕНКЛАТУРА УДАРНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОД (ИМПАКТИТОВ, ИМПАКТНЫХ БРЕКЧИЙ)

К ударно-метаморфическим (коптогенным*) образованиям относятся импактиты и импактные брекчии, залегающие в импактных кратерах и в их древних модифицированных аналогах — астроблемах, а также за их пределами в форме плащей выбросов. Они возникают при трансформации изверженных, метаморфических и осадочных пород за счет кинетической энергии выпадающих на Землю быстро летящих малых тел (крупных метеоритов, астероидов, комет), соударяющихся с ее поверхностью.

Вещество импактитов и импактных брекчий несет следы импульсного сжатия и последующей разгрузки, дифференциальных движений, переноса по различным траекториям, в том числе в радиальном направлении от точки удара, осаждения и охлаждения раздробленного и расплавленного материала первичных пород. Специфическими особенностями являются признаки ударного метаморфизма и ударного плавления, а также контаминации брекчий и импактитов распыленным веществом ударившего тела.

Принципы систематики ударно-метаморфических образований разработаны еще недостаточно, разными исследователями их расчленение и номенклатура производится по-разному, иногда в один и тот же термин вкладывается разное содержание. Детальный анализ различных подходов к решению этого вопроса приведен в атласе «Структуры и текстуры взрывных брекчий и импактитов» (1983). Отнесение всех без исключения ударно-преобразованных пород к импактитам (Фельдман, 1991 и др.) противоречит первоначальному смыслу термина. Такие породы могут быть подразделены на ударно-метаморфизованные (сохранившие первичный облик) и ударно-метаморфические (импактиты и импактные брекчии, утратившие первичные структурно-текстурные особенности).

Ниже кратко освещены разработанные во ВСЕГЕИ, в секторе петрографии и минералогии импактитов, предложения, учитывающие принятые в петрографии подходы к их систематике и номенклатуре. Эти разработки успешно использовались при геологическом картировании астроблем в средних и крупных масштабах, а также при их детальном изучении, в том числе с помощью бурения, во многих регионах Сибири, Урала, европейской части России, Украины, Казахстана и др.

* От греч. «контос» — дробить, разрушать ударом.

Методика расчленения и картирования ударно-метаморфических (коптогенных) образований существенно отличается от таковой для пород другого происхождения. Точно так же имеют определенную специфику принципы их систематики и номенклатуры. Как и другие типы горных пород, коптогенные образования подразделяются на классы по структурно-вещественным признакам и условиям залегания (таблица).

Классы коптогенных пород выделяются исходя из степени преобразования исходного материала в процессе ударного метаморфизма и транспортировки и отражают общие генетические особенности процессов формирования этих классов, к которым принадлежат взрывные (импактные) брекчии и импактиты. По условиям залегания и степени гомогенизации материала могут быть выделены подклассы — аутигенные и аллогенные брекчии в составе класса импактных брекчий и импактиты I и II рода в классе импактитов. Условная граница между импактитами и брекчиями определяется присутствием не менее чем 10 % продуктов ударного плавления в виде фрагментов или цементирующей обломки матрицы.

Группы среди коптогенных пород выделяются по составу. По особенностям матрицы среди импактитов II рода выделяются два ряда — тектический (от «тектос» — оплавленный) и тектокластический, в тектурном отношении отвечающие соответственно массивным (продукты ударного плавления образуют матрицу пород) и обломочным (продукты ударного плавления входят в породы в виде фрагментов) импактитам.

Семейства коптогенных пород определяются агрегатным состоянием массы (матрицы), цементирующей обломки, которая незначительно развита или отсутствует в подклассе аутигенных брекчий.

Виды коптогенных пород выделяются также исходя из признаков состава и строения, ведущими из которых являются granulometрия кластов, их агрегатный состав, соотношение кластов разного состава, степень раскристаллизации тектической матрицы. Критерии выделения видов в каждом подклассе или каждом семействе могут быть различными.

Систематика и классификация перемещенных коптогенных пород главным образом по признакам строения, соотношения с окружающей средой (т. е. петрографическим, литологическим, геологическим и пр.) наряду с реконструируемой динамикой их формирования позволяют перейти и к выделению в составе геологических тел фаций пород, различающихся условиями преобразования исходного субстрата, транспортировки и отложения.

Расчленение импактных брекчий и импактитов при картировании связано с рядом трудностей, что обусловлено неомогенностью большинства классов и подклассов коптогенных образований почти во всех масштабах, незакономерными переходами между подклассами, группами, видами. Сортировка обломочных

Схема систематики литифицированных ударно-метаморфических пород, образующих геологические тела

Тип	Класс	Подкласс	Группа	Ряд	Семейство	Вид
Коптогенные породы	Импактиты брекчий (главным образом продукты дробления минеральных, перемещенные и перемещенные)	Аутигенные брекчии (неперемещенный или незначительно перемещенный материал)	Мономиктовая	—	Эпикластическое	Брекчированные породы мишени Крупнообломочные и грубообломочные брекчии Коптокатаклазиты Коптомилолиты Горная мука Коптокатаклазиты со стеклом Коптомилолиты со стеклом (псевдотакхилиты)
					Витроэпикластическое	
		Аллогенные брекчии (перемещенный материал)	Мономиктовая Олигомиктовая Полимиктовая	—	Эпикластическое	Крупнообломочные брекчии Грубообломочные брекчии Коптокластиты
					Витроэпикластическое	Крупнообломочные брекчии со стеклом Грубообломочные брекчии со стеклом Коптокластиты со стеклом
Коптогенные породы	Импактиты (главным образом продукты плавления мишени)	Импактиты I рода (неперемещенный материал)	—	Тектический	Гиалиновое (кристаллическое)	Ударно-расплавленные породы мишени
					Гиалиновое	Импактиты стекла, шлаки (коптогналиты) Тагматиты
		Импактиты II рода (перемещенный материал)	Весьма низкокремнеземистая Низкокремнеземистая Умеренно-кремнеземистая Высококремнеземистая Весьма высококремнеземистая	Тектокластический	Кристаллическое (гиалиновое)	
					Витроэпикластическое Эпивиетрокластическое Витрокластическое	Зювиты

пород, как правило, не проявляется в небольших объемах, но может наблюдаться при анализе мощных вертикальных разрезов этих пород.

При средне- и крупномасштабной геологической съемке древних импактных кратеров (астроблем), особенно большого диаметра, все развитые в их пределах импактные аллогенные брекчии и импактиты относятся к коптогенному комплексу, обычно получающему название по соответствующей импактной структуре (*Жаманшинский комплекс* — по кратеру Жаманшин, *карский комплекс* — по Карской астроблеме и т. д.). В случае индивидуализации тел аллогенных брекчий и импактитов, позволяющей их раздельное картирование в соответствующем масштабе, они выделяются в подкомплексы. В свою очередь, отдельные геологические тела, образованные теми или иными видами пород, могут объединяться в толщи. Как подкомплексы, так и толщи, учитывая кратковременность формирования, по существу, могут рассматриваться как своего рода фации выбросов, различающиеся по степени переработки исходного материала, степени его перемешивания при выбросе, по способам переноса и отложения. Таким образом, каждый коптогенный комплекс обычно полифациален.

Возраст того или иного коптогенного комплекса определяется обычными геологическими методами, а также с помощью изотопно-геохимических исследований; он отвечает моменту импактного события.

Приложение 6

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗОТОПНОГО ДАТИРОВАНИЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

В основе современного изотопного датирования лежит закон радиоактивного распада. Он обычно выражается уравнением изохроны, определяющим современный изотопный состав того элемента, к которому относится радиогенный изотоп:

$$D'/D = M/D (e^{\lambda\tau} - 1) \pm (D'/D)_0,$$

где M — радиоактивный материнский изотоп (^{235}U , ^{87}Rb , ^{147}Sm и т. д.);

D' — радиогенный изотоп дочернего элемента (соответственно ^{207}Pb , ^{87}Sr , ^{143}Nd);

D — нерадиогенный изотоп того же элемента (^{204}Pb , ^{86}Sr , ^{144}Nd);

e — основание натуральных логарифмов;

λ — константа распада радиоактивного материнского изотопа;

τ — время;
 $(D'/D)_0$ — начальный изотопный состав дочернего элемента τ лет назад, т. е. $(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})_0$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_0$ и т. д.

Расчет возраста τ по изотопному составу D'/D и отношению M/D представляет собой существо изотопного датирования в целом.

Для наиболее надежного радиологического (изотопного) датирования геологических объектов следует использовать изохронно-математический метод обработки экспериментальных данных, применяемый для установления достоверного (или реального) возраста серии образцов геологически одновозрастных минералов или горных пород.

Суть изохронного датирования сводится к экспериментальному доказательству (в каждом конкретном случае) неискаженности эффектов, связанных с действием закона радиоактивного распада, для серии когенетических образцов. Сохранность таких эффектов в ненарушенном виде обосновывается соблюдением линейной зависимости для исследуемых образцов в координатах изохронной модели: $y = D'/D$, $x = M/D$. Выявление подобной зависимости означает: 1) что фоновое изотопное отношение одинаково во всех исследованных образцах, 2) что соответствующая им радиологическая система оставалась геохимически замкнутой с момента последней гомогенизации изотопов и 3) что возраст, отвечающий времени этой замкнутости, определяется тангенсом угла наклона (α) полученной прямой линии (изохроны); он рассчитывается по формуле

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \ln (\tg \alpha + 1).$$

Рассчитываемые таким образом возрасты называются изохронными и относятся к категории достоверных или реальных, т. е. соответствующих времени проявления реальных геологических событий, приведших к гомогенизации изотопов. Таким событием может быть как образование, так и полное преобразование датируемого геологического объекта.

Ошибка в определении возраста отражает как погрешности аналитических операций, так и несовершенство трех перечисленных условий изохронной модели, т. е. в пределах ошибки датированные образцы могут быть изначально изотопно негомогенны, геохимически незамкнуты и разновозрастны. Ошибка имеет вероятностный характер и обычно вычисляется для двух доверительных уровней: 0,68 (1 σ) и 0,95 (2 σ).

Помимо изохронных возрастов, допускается использование и датировок единичных образцов горных пород или минералов. Однако при этом необходимо помнить, что расчет датировок произведен условно, поскольку ни геохимическая замкнутость радиологической системы, ни фон радиогенного изотопа, требу-

емые для обоснования корректности расчета, в данном случае не доказываются, а постулируются. Соответственно такой особенности расчета полученные возрасты следует называть условными. В тех случаях, когда принятые допущения оказываются несостоятельными, рассчитываемые возрасты не отвечают времени реального геологического события и называются кажущимися или нарушенными. В противоположность им достоверными или реальными называются такие датировки, для которых геохимическая замкнутость системы и фоновое содержание радиогенного изотопа имеют надежную аргументацию. Достоверный возраст отражает время накопления продуктов радиоактивного распада на месте и соответствует времени проявления геологического события, установившего геохронометр в «нулевое положение».

Следовательно, без обоснования правомочности выполненных расчетов условные возрасты для корректных геологических построений непригодны, так как они могут оказаться кажущимися. Критериями перевода условных возрастов в разряд достоверных служат совпадения условных возрастов, полученных либо разными методами, либо в пределах одного метода, но по разным минералам.

Эффективность изотопного датирования непосредственно зависит от правильного выбора геологического объекта и его рационального опробования. Поэтому для определения изотопного возраста конкретных петрографических подразделений необходимо соблюдение следующих правил:

1) выбирать объект датирования в виде совокупности когенетичных горных пород (или минералов), различающихся по отношению M/D (U/Pb , K/Ar , Rb/Sr , Sm/Nd и т. п.) и прошедших стадию гомогенизации изотопов в процессе петрогенезиса (в магматическом расплаве, в растворе или посредством изотопного обмена с морской водой минералов глубоководных осадков и т. п.);

2) отбирать в пробы те разновидности намеченных горных пород, которые в наибольшей степени соответствуют свежему, неветреному веществу, избежавшему наложенных процессов, т. е. такие, которые с петрологических позиций отвечают условию геохимической замкнутости изотопной системы.

Соблюдение первого правила обеспечивает также четкость последующей интерпретации получаемых результатов, поскольку определяемый возраст соответствует времени формирования тех неоднородностей вещества по M/D , которые лежат в основе различия проб, отобранных для датирования. Так, если это валовые пробы, характеризующие разные интрузивные фазы магматического тела, то их датирование должно дать время магматической дифференциации; если же это мономинеральные пробы из метантрузивных пород, то их возраст будет соответствовать времени метаморфизма.

Для надежного определения возраста петрографических подразделений необходимо выбрать оптимальный комплекс изотопных методов. Предпочтительность метода изотопного датирования возрастает с увеличением M/D и с контрастностью вариаций этого отношения. Для гранитоидов предпочтительны Rb/Sr -метод в приложении к калийсодержащим минералам и $U-Th-Pb$ -метод — к цирконам, апатитам, сфенам и другим минералам с повышенными соотношениями U/Pb ; для основных и ультраосновных пород более перспективны $Sm-Nd$ - и $Th-Pb$ -методы в приложении к валовым пробам и минералам, $K-Ar$ -метод — для амфиболов, плагиоклазов и позднемагматического биотита; для метаморфических пород типа кристаллических сланцев и гнейсов — $Rb-Sr$ - и $K-Ar$ -методы.

При выборе изотопных методов рекомендуется также учитывать эмпирически установленные ограничения наиболее распространенных из них.

$K-Ar$ -метод в приложении к единичным минералам может давать как заниженный возраст за счет потерь радиогенного аргона при перекристаллизации (омоложение), так и завышенный (удревнение) — за счет захвата радиогенного аргона из окружающей среды в процессе минералообразования. В этой связи $K-Ar$ -датирование по горной породе в целом, как правило, оказывается либо бессмысленным, либо малоинформативным.

$Rb-Sr$ -метод может давать заниженный возраст, соответствующий времени завершения изотопного и элементного обмена рубидием и стронцием между минералами, вследствие повышенной подвижности этих элементов на заключительных стадиях петрогенетического процесса.

$U-Th-Pb$ -метод может давать завышенный возраст цирконов по отношению ко времени петрогенетического процесса вследствие сохранности реликтовых цирконов недезинтегрированного субстрата, по которому развивается магматический расплав или ультраметаморфическая порода. Сохранность таких реликтовых цирконов определяется парциальным давлением H_2O в процессе петрогенезиса: при сухих условиях циркон способен сохраняться до $1670^\circ C$, но при $p_{H_2O}=1$ кбар он начинает перекристаллизовываться уже при температурах около $400^\circ C$. Поэтому наиболее велика вероятность встретить реликтовые цирконы в продуктах кристаллизации «сухих» магм среднего и основного состава. Реликтовые цирконы могут появляться также вследствие ассимиляции более древних вмещающих гранитоидов.

$Sm-Nd$ -метод в приложении к валовым пробам может давать завышенные значения изохронного возраста вследствие изменения в них изотопных составов $^{143}Nd/^{144}Nd$ соответственно изменению отношений Sm/Nd за счет процессов смешения мантийного и корового вещества.

Тактика комплексного датирования конкретных петрографических подразделений, ориентированная на обоснование реаль-

ности изотопного возраста и расшифровку его геологического содержания в минимальное число геохронологических ходов, может быть условно представлена в такой последовательности (по мере увеличения вероятности получения искомого результата):

- а) датирование двух минералов одним методом;
- б) два единичных минеральных определения разными методами;
- в) единичное изохронное определение одним методом и единичное минеральное определение другим методом;
- г) два изохронных определения возраста, выполненных разными методами по валовым пробам;
- д) изохронные возрасты по валовым пробам и минералам, полученные разными методами.

Несмотря на достаточную универсальность приведенной последовательности, изотопное датирование в каждом конкретном случае, по-видимому, не может быть сведено к совокупности заранее расписанных аналитических операций вследствие огромного разнообразия геологических обстановок. Поэтому для надежного определения изотопного возраста любого петрографического подразделения в минимальное число геохронологических ходов следует обращаться за консультацией к профессионалам-геохронологам.

Приложение 7

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ ТАБЛИЦ РЕГИОНАЛЬНЫХ И МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ СХЕМ КОРРЕЛЯЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

В качестве приложения (дополнения) к гл. VII рекомендуются формы таблиц для схем корреляции магматических и метаморфических комплексов как внутри региона (табл. 1), так и в межрегиональном плане (табл. 2).

В таблицах внутрирегиональной корреляции предусмотрен показ строения вулканических и плутонических комплексов (массивы, фазы, фации и др.), что позволяет вести сопоставления на уровне геологических тел. Межрегиональная (межзоональная) корреляция ведется на уровне определенных совокупностей геологических тел — региональных петрографических подразделений; поэтому в таблицах даются только валидные названия магматических и метаморфических комплексов с указанием главных видов горных пород, мощности (для вулканических и метаморфических комплексов) и радиологического возраста (данные изотопного датирования).

Схема внутрирегиональной (внутризональной) корреляции магматических и метаморфических образований

Геохронологические подразделения			Структурно-формационная зона									
Период (система)	Эпоха (отдел)	Век (ярус)	Структурно-формационная подзона				Структурно-формационная подзона					
			Регионально-стратиграфические подразделения*	Магматические и метаморфические комплексы	Гидротермально-метасоматические образования	Рудные образования	Регионально-стратиграфические подразделения	Магматические и метаморфические комплексы	Гидротермально-метасоматические образования			
				 плутонический к. []** массив массив фаза фаза фаза фаза а) фация б) фация вулканический к. [] Субвулканические фазы, фации а) б) Экструзивно-жерловые фазы, фации Покровные фазы, фации Поздняя фаза свита Ранняя фаза свита плутонический к. [] фаза фаза осадочно-вулканический к. [] вулканический вулканический массив массив Субвулканическая фаза Жерлово-экструзивная фаза Покровная фаза Покровная фаза свита метаморфический к. [] фация фация						 вулканический к. [] массив массив Субвулканические фазы, фации Субвулканические фазы, фации а) б) Экструзивно-жерловые фазы, фации Экструзивно-жерловые фазы, фации а) б) свита Покровные фазы, фации Поздняя фаза Ранняя фаза плутонический к. [] фаза фаза а) фации б) фации		

* Помещается вся стратиграфическая колонка рассматриваемой зоны или подзоны вне зависимости от наличия на отдельных ее уровнях магматических, метаморфических образований.

** Формационная принадлежность магматического комплекса указывается индексом в квадратных скобках.

ее уровнях магматических, метаморфических образований.

Схема межрегиональной (межзональной) корреляции магматических и метаморфических комплексов
складчатой области (платформы)

Стратиграфическая шкала			 складчатая система				 срединный массив	 складчатая система	
Система	Отдел	Ярус	 структурно- формационная зона	 структурно- формационная зона	 структурно- формационная зона	 структурно- формационная зона		 структурно- формационная зона	 структурно- формационная зона
			. . . комплекс*	. . . комплекс	. . . комплекс			. . . комплекс	. . . комплекс
					. . . комплекс	. . . комплекс	. . . комплекс	. . . комплекс	
			. . . комплекс	. . . комплекс				. . . комплекс	. . . комплекс
				. . . комплекс	. . . комплекс	. . . комплекс			. . . комплекс

* Для каждого комплекса (вулканического, плутонического, дайкового, метаморфического) указывается его полное название, вещественный состав, мощность, данные изотопного датирования. Например: жантауский базальт-трахириолитовый комплекс

Трахириолиты, риодацитовые игнимбриты, базальты
М. до 400 м, 265 млн. лет

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС
МАГМАТИЧЕСКИЕ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

*Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском
геологическом институте имени А. П. Карпинского
по заказу Комитета РФ по геологии
и использованию недр и Межведомственного петрографического комитета*

ЛР № 020704 от 28.01.93

Подписано в печать 19.07.95. Формат 60×90/16. Бумага типографская № 1.
Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 8+3 вкл.
Усл. кр.-отт. 8,27. Уч.-изд. л. 9,52. Тираж 3000 экз. Заказ 864.
Цена договорная.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). 199026, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ.
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72