

КОМИТЕТ
ПО ГЕОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НЕДР
при Правительстве Российской Федерации
Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт /ВСЕГЕИ/

РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК /РАН/

Межведомственный петрографический комитет

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

/Временный свод правил и рекомендаций/

Санкт-Петербург
1992

Петрографический кодекс. (Временный свод правил и рекомендаций). Кол. авторов под ред. Н.П.Михайлова, 1992, 152 с. + 25 табл. (Всесоюзный геологический институт, РАН, Межведомственный петрографический комитет).

Петрографический кодекс представляет собой свод основных правил и рекомендаций, утверждающий и закрепляющий наиболее рациональные петрографические принципы и практику их применения к изучению 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 основе единых правил выделения и наименования региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов, их парагенезисов, временных и латеральных рядов).

Редакционная коллегия:

Н.П.Михайлов (отв. редактор), Л.С.Егоров, Б.А.Марковский, Б.Л.Масайтис, Б.Н.Москалева, Н.А.Румянцева, Л.Н.Шарпенюк, К.Л.Шмелева (уч. секретарь).

Составители: Н.П.Михайлов, Л.С.Егоров, Б.А.Марковский, Л.Н.Шарпенюк, К.Л.Шмелева

Составители отдельных разделов и приложений: В.В.Жданов, В.Л.Масайтис, З.Д.Москаленко, Ю.Д.Пушкарев, Н.А.Румянцева (ВСЕГЕИ), В.А.Глебовицкий, К.А.Шуркин (ИГГЕД РАН)

Оглавление

Предисловие.....	5
Петрографический кодекс	
Введение	9
Глава I. Назначение и применение Петрографического кодекса	11
Глава II. Систематика магматических и метаморфических пород	21
§ I. Общие принципы систематики и классификации	21
§ 2. Систематика и классификация магматических горных пород	22
§ 3. Принципы выделения и систематика метаморфических пород	41
Регионально-метаморфические породы	44
Контактово-метаморфические породы	49
Метасоматические породы	50
Динамо-метаморфические породы	52
Глава III. Расчленение магматических образований. Петрографические подразделения	55
§ 1. Региональные петрографические подразделения	55
§ 2. Вулканические комплексы и осадочно-вулканические образования ..	63
§ 3. Плутонические комплексы	71
§ 4. Автономные дайковые комплексы	79
Глава IV. Расчленение метаморфических образований. Метаморфические комплексы	82
Глава V. Общие принципы установления и правила наименования региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов)	91
§ 1. Действительность (валидность) региональных петрографических подразделений	91
§ 2. Правила наименования региональных петрографических подразделений	93
§ 3. Правила описания петротипов	98
§ 4. Изменения в региональных петрографических подразделениях	101
§ 5. Авторство и право приоритета	103
Глава VI. Общие принципы корреляции магматических и метаморфических образований	105
Глава VII. Правила формализации петрографической терминологии (названий горных пород и региональных петрографических подразделений)	111
Литература	117

Приложения к Петрографическому кодексу	119-151
Приложение I. Классификация и номенклатура магматических (вулканических, плутонических) пород	119-120
(сводные таблицы-вкладка):	
а) ультраосновные породы	
б) основные породы	
в) средние породы	
г) кислые породы	
Приложение 2. О номенклатуре гипабиссальных пород	121-131
Приложение 3. Классификация и номенклатура вулканогенных обломочных пород	132-137
Приложение 4. О номенклатуре и классификации несиликатных и низкосиликатных магматических пород	138-140
Приложение 5. Систематика и номенклатура ударно-метаморфических пород(импактитов, импактных брекчий)	141-145
Приложение 6. Общие принципы изотопного датирования региональных петрографических подразделений	146-151
Приложение 7. Рекомендуемые формы таблиц региональных и межрегиональных схем корреляции магматических и метаморфических образований (вкладка).	

Предисловие

Петрографический кодекс составлен в соответствии с решением УП Всесоюзного петрографического совещания (Новосибирск, 1986), рекомендацией Пленума Межведомственного петрографического комитета от 8 апреля 1988 г. и по согласованию с Управлением региональной геологии б. Министерства геологии СССР.

Необходимость создания такого кодекса связана с общей проблемой упорядочения научной геологической терминологии и номенклатуры. Эта проблема как у нас в стране, так и за рубежом усиленно разрабатывается в течение двух-трех последних десятилетий. Практическая разработка её, наиболее интенсивная и продуктивная пока в области стратиграфии, привела к созданию стратиграфического кодекса СССР (первое издание - 1977г, второе- 1992 г.) и национальных стратиграфических кодексов многих зарубежных стран (таких кодексов известно свыше 20). Опыт применения этих кодексов показал большие возможности улучшения и уточнения стратиграфической терминологии, классификации и номенклатуры, достижения единообразия в выделении и изучении стратиграфических подразделений различного ранга. Эта проблема унификации вышла за пределы государственных границ отдельных стран, результатом чего явилось создание «Международного стратиграфического руководства» (International stratigraphic guide, 1976).

Естественно, что во всех стратиграфических кодексах и руководствах рассматриваются только стратифицированные образования, в основном осадочные, менее - вулканические и метаморфические. Интрузивные, субвулканические, жерловые и другие геологические образования, не подчиняющиеся закону суперпозиции (каждый слой моложе нижележащего и древнее вышележащего) даже в случаях кажущегося залегания их с вмещающими стратифицированными образованиями (в виде, например, пластообразных интрузивных залежей - силлов), не рассматривались как стратиграфические подразделения, хотя геохронологическое содержание их постоянно учитывалось, так как они занимают определенное место в стратиграфическом разрезе и соответственно в геологической истории региона. Кроме того интрузивные образования (комплексы) в ряде случаев могут служить в качестве реперов перерывов в осадконакоплении (особенно при расчленении докембрийских метаморфических образований) в связи с чем полученные разными методами данные о геологическом возрасте стратифицированных осадочных и интрузивных («секущих») образований могут взаимно контролировать друг друга.

Большое значение интрузивных образований отражено только в Северо-Американском стратиграфическом кодексе (North American stratigraphic Code, 1983), где была сделана попытка включить такие образования в общую стратиграфическую схему под названием "литодем". Однако это не приблизило решения проблемы четкого отображения исторической последовательности образования и первичных пространственновременных соотношений слагающих земную кору генетически разнотипных геологических тел. Оно лишь показало необходимость создания специальных петрографических кодексов, так как нестратифицированные горные породы и в какой-то мере стратифицированные вулканы - это особые объекты, для которых обычные стратиграфические методы не применимы; поэтому требуется иной подход к выделению и наименованию природных ассоциаций таких горных пород, что должно производиться на соответствующем профессиональном уровне.

Магматические и метаморфические породы являются такими же важными объектами геологического картирования, как и стратифицированные осадочные образования, а выделение картируемых природных ассоциаций магматических (метаморфических) пород имеет не меньшее значение, чем установление литостратиграфических подразделений. Поэтому особенно назрела необходимость стандартизации петрографической терминологии и номенклатуры не только в названиях горных пород, но и в выделении и наименовании их природных ассоциаций, находящихся в

различных геологических обстановках и взаимоотношениях как между собой, так и с лито-стратиграфическими подразделениями.

Унификация терминологии в области петрографии в начале шла по линии создания единой схемы классификации горных пород, которая должна быть одновременно научно последовательной и удобной в практическом использовании. Этими вопросами на протяжении ряда лет занималась Терминологическая комиссия Межведомственного петрографического комитета, которая работает в тесном контакте с Подкомиссией по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук. В 1981 Межведомственным петрографическим комитетом (МПК) была издана книга "Классификация и номенклатура магматических горных пород, являющаяся результатом многолетней работы Терминологической комиссии. Аналогичная книга по метаморфическим породам, подготовленная Комиссией по метаморфизму МПК, опубликована в 1991 году.

Терминологическая комиссия МПК и Международная подкомиссия по систематике изверженных пород достигли согласия по основным вопросам классификации магматических пород. В 1989 году к 28-му Международному геологическому конгрессу эта классификация вместе с международным петрографическим глоссарием (словарем) издана отдельной книгой (*A classification of igneous rocks and glossary of terms, 1989*). И все-же несмотря на энергичные попытки Межведомственного петрографического комитета упорядочить петрографическую терминологию, до сих пор в употреблении названий горных пород наблюдается значительный произвол, неоправданно применяются устаревшие термины, без особой нужды вводятся новые наименования пород, что делает трудно сопоставимыми результаты отдельных исследований даже в пределах одного региона. Особенно слабо разработаны принципы выделения и наименования ассоциаций магматических и метаморфических пород, хотя и наметились некоторые общие приемы их расчленения и корреляции и соответственно требования к их изображению на геологических картах. Однако, четко сформулированных правил для этого до сих пор не было утверждено.

Эти недостатки в расчленении и картировании магматических и метаморфических пород и их природных ассоциаций могут быть устранены только созданием петрографического кодекса. После достаточного обсуждения и апробации этого регламентирующего документа, его основные положения должны стать обязательными для всех геологических организаций страны (подобно действующему с 1977 года Стратиграфическому кодексу СССР).

Петрографический кодекс предназначен упорядочить, унифицировать в нашей стране петрографическую терминологию в соответствии с современными требованиями и международными правилами терминообразования, 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 нужно осуществить для унификации получаемых разными исследователями результатов 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. Так, классификация и номенклатура горных пород, рекомендованная для использования, заканчивается на таксоне "вид"; номенклатура разновидностей горных пород не регламентируется, право их выделения и наименования предоставляется самим исследователям соответственно со стоящими перед ними целями. Таким же образом

регламентируется выделение региональных петрографических подразделений, картируемых в средних и крупных масштабах, а для элементов их расчленения, используемых при детальном или специальных петрографических исследованиях, даются только некоторые рекомендации.

Такое ограничение Кодекса предписаниями только общих правил, не касающихся выделения и наименования частных и деталей петрографических объектов, основывается на следующих соображениях. Во-первых, нельзя учесть в Петрографическом кодексе все возможные разновидности горных пород и все детали расчленения петрографических подразделений, которые могут потребоваться в многообразных исследованиях, и тем более немислимо предвидеть какие разновидности горных пород будут выделяться в дальнейшем в связи с развитием новых методов исследования вещества. Во-вторых, в интересах свободного развития различных направлений петрологических исследований не следует ставить в чрезмерно жесткие рамки исполнителей, 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 и частности при широких межрегиональных сопоставлениях неизбежно будут отбрасываться; чем выше ранг сопоставлений (корреляции), тем меньше деталей приходится учитывать.

Значительное внимание классификации и номенклатуре магматических горных пород уделено в Кодексе в связи не только с тем, что изучение горных пород должно начинаться с их описания и систематизации, но главным образом потому, что информация по данному вопросу остается до сих пор недостаточной, хотя он в последнее время интенсивно обсуждался и разрабатывался. Тираж опубликованных в 1981 и 1983 гг. книг (Классификация и номенклатура... 1981; Магматические горные породы. Том I, 1983) давно исчерпан, а упомянутая выше книга по классификации изверженных пород с международным петрографическим глоссарием (1989) практически недоступна широкому кругу наших геологов. Этот пробел хотя бы 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 года внесены необходимые коррективы. Прежде всего упрощены сами таблицы: из них исключен ряд малозначительных дублирующих или просто ненужных граф и разделов, исходя из того соображения, что лишние признаки делают менее четкой характеристику объектов (в данном случае семейств и видов горных пород). Пересмотрены и уточнены минералогические и химические характеристики некоторых семейств и видов магматических пород, дополнительно включены в таблицы некоторые виды, отсутствовавшие в прежних схемах классификации (бонинит, рушаит, исландит и др.). В приложениях даны также рекомендации по номенклатуре гипабиссальных (гл. обр. дайковых) и вулканогенно-обломочных пород и по классификации и номенклатуре импактитов.

Для метаморфических пород утвержденной МПК классификации и номенклатуры пока нет. Поэтому в Кодексе рассмотрены только общие признаки таксонов предлагаемой систематики метаморфических пород, проведенной, как и систематика магматических пород, до уровня вида. Необходимо особенно подчеркнуть, что здесь речь идет о собственно метаморфических горных породах, первичный петрографический состав которых не может быть установлен с достоверностью. Метаморфизованные породы, для которых в той или иной мере однозначно устанавливается их первичный состав или хотя бы определяется их параметаморфическая или ортометаморфическая природа, в каждом конкретном случае могут рассматриваться либо как стратиграфические или как

петрографические подразделения и согласно этому картироваться и включаться в соответствующие схемы возрастной корреляция геологических образований.

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 У11 главе Кодекса.

Предлагаемый петрографический кодекс соответствует современному состоянию петрографической науки. Его создание и введение в действие является первым опытом не только в отечественной, но и в зарубежной практике, так как до сих пор ни в одной, из зарубежных стран не предпринималось попыток создания самостоятельных петрографических кодексов, по праву равнозначных национальным стратиграфическим кодексам.

Составление и подготовка к печати Петрографического кодекса (с учетом предложений и замечаний, полученных при его рецензировании и предварительном обсуждении в кругу ведущих специалистов-петрологов) производилась во ВСЕГЕИ; участниками работы были в основном члены секции региональной петрографии МПК.

Межведомственный петрографический комитет РАН рекомендовал настоящий Кодекс к тиражированию в качестве "Временного свода правил и рекомендаций", который в дальнейшем подлежит дополнениям и коррективам в соответствии с итогами широкого обсуждения.

Редколлегия и составители Кодекса надеются, что в результате его детального обсуждения в ближайшее время будут получены конструктивные предложения как по отдельным статьям, так и по всему его содержанию; они будут учтены при подготовке к печати следующего издания Кодекса, который после утверждения МПК должен стать уже постоянным регламентирующим документом.

Предложения и замечания следует присылать в адрес Секции региональной петрографии МПК /199026, Санкт-Петербург, Средний проспект 74, ВСЕГЕИ/.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

Введение

Петрография - наука геологического цикла, занимающаяся изучением, описанием и систематической классификацией кристаллических (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, вулканическое стекло, содержащее или не содержащее микрокристаллы), характеризующийся определенным, составом, структурой и объемом, минимальный размер которого определяется сохранением качественной сущности объекта в каждом конкретном случае. Иначе говоря, минимальный объем (размер) минерального агрегата, при котором он еще может считаться горной породой, должен включать все характерные для данного вида горной 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.

В отличие от петрографии, петрология концентрирует свое внимание на изучении особенностей состава и структур горных пород, отражающих условия их происхождения (генезиса), на взаимоотношениях горных пород в естественных ассоциациях, на закономерностях их распространения в пространстве и времени и 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, подвергаясь лишь детализации и уточнению." (А.Н.Заварицкий, 1961, с.11). Поэтому точное изложение результатов наблюдений над объектами изучения составляет главную задачу петрографии и является основанием всех наших знаний; оно должно предшествовать формированию общих представлений, гипотез, концепций, исходящих из этих фактов.

Как видно из приведенного выше определения петрографии, ее классическое понятие как науки о горных породах в настоящее время расширено и уточнено введением важнейшего объекта современных петрографических исследований - природных ассоциаций горных пород. Ведь 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, причем ассоциацией не случайной, не произвольной, а вполне определенной, закономерной.

Петрографы наряду с изучением вещественного состава и структуры отдельных горных пород давно уже перешли к выяснению закономерностей образования их природных ассоциаций. При этом наметились разные пути, 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 и даже и особенностей их минерального состава.

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 в пространстве в целях создания необходимой петрографической основы для геологической съемки и построения различных петрогенетических моделей. Однако и в этом формационном направлении нет полного единообразия, что отражено в известных публикациях основных петрологических школ С.-Петербурга, Москвы, Новосибирска, Екатеринбурга. Но, так или иначе, петрографы говорят и пишут о природных ассоциациях изверженных (магматических), метаморфических пород, называя их не всегда однотипно формациями, комплексами, сериями, парагенерациями и т.п.

Таким образом, объектами современных петрографических исследований являются кристаллические и стекловатые горные породы эндогенного происхождения, слагающие геологические тела, и естественные ассоциации таких тел, которые по общности петрографических признаков и пространственно-временной связи объединяются в различные петрографические подразделения. Основными картируемыми в средних и крупных масштабах региональными петрографическими подразделениями являются комплексы горных пород, которые по своему происхождению и соотношению с окружающей средой разделяются на две основные категории:

-магматические комплексы, возникшие за счет глубинного вещества, находившегося в расплавленном состоянии, и характеризующиеся первично-аллохтонным залеганием составляющих их геологических тел;

-метаморфические (глубоко метаморфизованные) комплексы, возникшие за счет преобразования в твердом состоянии ранее существовавших осадочных или магматических пород и слагаемых ими тел, утративших в процессе преобразования признаки первичного состава и строения.

Метасоматические горные породы (т.е. породы, химический состав которых был существенно изменен, в процессе метасоматического преобразования), также относящиеся к категории кристаллических пород эндогенного происхождения, обычно составляют лишь части комплексов магматических (вулканических, интрузивных) и метаморфических пород; поэтому их целесообразно рассматривать в составе таких комплексов, выделять и показывать их на картах (если позволяет масштаб) как вторичные фации соответствующих геологических тел, тяготеющие к тому или иному магматическому или метаморфическому комплексу, но не объединять их в особые метасоматические комплексы или формации, эквивалентные (равноранговые) магматическим или метаморфическим. Исключение составляют регионально распространенные метасоматиты, развитые обычно в тектонически-ослабленных зонах, где они образуют морфологически разнообразные поля значительных размеров.

Петрографическими объектами, картируемыми в поле, во всех случаях являются геологические тела кристаллических и стекловатых горных пород, которые геолог по ряду определенных общих признаков (петрографического состава, строения и соотношения с вмещающей средой) объединяет в отдельные магматические (метаморфические) комплексы и их составные части, выделяет на геологической карте (и в ее легенде) и использует их как основные петрографические единицы при описании магматических и метаморфических образований и в построении конкретного стратиграфического разреза в изучаемом районе.

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

Современный уровень формационных исследований магматических и метаморфических образований, выполненных в ряде регионов нашей страны, позволяет

изучать и картировать комплексы кристаллических пород (главным образом, магматических) 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.

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, их последующей корреляции, установления их места в общей геохронологической (и стратиграфической) шкале региона и составления в итоге региональной схемы магматизма и метаморфизма.

Выполнение этих задач возможно только на основе унифицированной петрографической системы, построенной с использованием формационного анализа как метода изучения природных ассоциаций, кристаллических (магматических, метаморфических) пород.

Но необходимо иметь в виду, что картирование геологических тел горных пород и последующий формационный анализ их совокупностей, объединяемых в магматические (метаморфические) комплексы, являются неравнозначными элементами региональных петрографических исследований: картирование и геолого-петрографическое изучение того или иного комплекса не обязательно требует последующего формационного анализа. но всегда должно ему предшествовать. Определенным заблуждением поэтому является попытка подмены петрографического изучения и картирования геологических тел кристаллических пород формационным анализом их совокупностей, не говоря уже о том, что совсем неправомерно методически и по-существу ставить вопрос о непосредственном геологическом картировании магматических и метаморфических формаций.

Применение формационного метода при геологическом картировании магматических и метаморфических образований обеспечивает создание принципиально новой фактографической базы для региональных петрографических исследований; однако необходимо четко представлять себе роль и возможности этого метода на разных этапах работ для повышения их эффективности и качества.

В формационном методе исследования магматических и метаморфических образований не менее важными, чем анализ, представляются генерализация и синтез петрографических данных, так как они направлены на изучение последовательно и синхронно возникающих ассоциаций горных пород более высокого ранга - рядов и парагенезов комплексов (формаций), для которых кроме обычных структурно-вещественных характеристик особо учитывается корреляционная связь с различными типами эндогенных режимов и с конкретными тектоническими обстановками, в том числе и с глубинным строением блоков земной коры.

Эти вопросы наряду с широкими обобщениями и сопоставлениями геолого-петрографических данных относятся уже к предметам (задачам) регионального формационного анализа, который базируется прежде всего на результатах геологического картирования областей развития ассоциаций магматических и метаморфических пород.

Глава I

Назначение и применение Петрографического кодекса

Статья I.I. 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 всех видов геологических работ и 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;

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

в) рекомендация рациональной системы выделения и изучения местных и вспомогательных петрографических подразделений - элементов магматического комплекса (простых и сложных интрузивных тел, вулканических массивов, их фаз, фаций) и принципов построения региональных и частных схем магматизма;

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

Статья 1.2 Правила и рекомендации Петрографического комитета, сформулированные в виде статей, дополненных в отдельных случаях примечаниями и примерами (для пояснения и указания возможных решений в некоторых ситуациях, не предусмотренных правилами), распространяются на все группы и виды магматических и метаморфических горных 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 составлении государственных геологических карт.

Статья 1.3 Петрографический кодекс утверждается и может быть изменен решением Бюро Межведомственного петрографического комитета (МПК).

Изменения и дополнения (в том числе уточнения формулировок отдельных статей), необходимость которых неизбежно будет появляться в связи с модификацией современных концепций и методов исследования, могут быть предложены как отдельными специалистами, так и научными и производственными коллективами; такие предложения представляются в письменном виде в Терминологическую комиссию МПК (С. -Петербург, ВСЕГЕИ), которая после рассмотрения выносит их на пленум МПК, где они после обсуждения утверждаются или отклоняются. Все принятые решения по изменению и дополнению статей Петрографического кодекса публикуются в журналах "Петрология" (РАН, Москва) и "Региональная геология и металлогения" (ВСЕГЕИ, СПб) и учитываются в последующих изданиях Кодекса.

Глава II

Систематика магматических и метаморфических пород

§1. Общие принципы систематики и классификации

Статья II.1. Систематика элементарных объектов петрографии - магматических и метаморфических пород имеют целью упорядочить отображение их природного

многообразия и разработать принципы группировки их во взаимосвязанные и взаимоподчиненные таксономические единицы - типы, классы, группы, ряды, семейства, виды. Систематика, базирующаяся на определенных соотношениях в иерархии таких таксонов, призвана устанавливать границы между отдельными группами, семействами, видами горных пород как с учетом обработки количественных данных о вещественном составе пород, так и по общей условной договоренности на основе логических соображений.

Главная цель такой систематики состоит в том, чтобы бесконечное разнообразие индивидов свести к конечному множеству видов по структурно-вещественным признакам и тем самым создать практическую возможность ориентироваться во всем многообразии существующих в природе магматических и метаморфических пород.

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), а потому является фундаментальной основой всех петрографических исследований.

Статья II.2. Вся совокупность известных в природе горных пород разделяется на типы осадочных, магматических и метаморфических пород, что является практически легко осуществимой процедурой, хотя для выделения этой первой наиболее общей таксономической категории принят генетический критерий. Дальнейшее подразделение множества горных пород в пределах этих типов производится уже по различным комплексам структурно-вещественных признаков, разработанным отдельно для каждого типа горных пород.

§2 Систематика и классификация магматических горных пород

Статья II.3. Рекомендуемая Петрографическим кодексом классификация и номенклатура магматических пород базируется на общих принципах генеральной многоступенчатой петрографической систематики, которая предусматривает сочетание геологических, минералогических и химических признаков горных пород. В этой генеральной систематике, разработанной Терминологической комиссией Межведомственного петрографического комитета (Классификация и номенклатура ..., 1981), горные породы группируются во взаимоподчиненные таксономические категории, для каждой из которых устанавливаются свои классификационные признаки. Эти признаки обладают достаточной объективностью, могут легко устанавливаться и применяться ко всем таксономическим подразделениям, каждое из которых занимает определенное место в общей иерархической схеме систематики (рис. 1).

Статья II.4. Тип магматических пород, т.е. горных пород, образовавшихся в результате кристаллизации или застывания магматических расплавов (флюидно-магматических систем) эндогенного происхождения, разделяется прежде всего по фациальным условиям на два класса, различающихся образованием горных пород в результате разных эндогенных процессов:

- класс плутонических (интрузивных пород), 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;
- класс вулканических (эффузивных) пород т.е. продуктов кристаллизации магмы вышедшей на земную поверхность по вулканическим каналам и застывшей в течение

короткого промежутка времени в наземных или подводных условиях; этим породам свойственна микрокристаллическая, криптокристаллическая или стекловатая основная масса.

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

С этих же позиций можно рекомендовать выделять еще 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 (т.е. имевших во время образования сообщение с поверхностью), а также встречаются во внутренних частях вулканических покровов и в краевых приконтактных зонах интрузивных массивов, формировавшихся на умеренных глубинах. Все эти породы характеризуются своеобразием своих текстур и структур, типичных только для гипабиссальных условий становления (порфиroidная, гранофировая, аплитовая, лампрофировая и другие структуры). Поэтому по комплексу своих фациальных признаков гипабиссальные породы могут быть объединены в особый класс магматических пород, стоящий в одном ряду с классами плутонических и вулканических пород (Ле Ба, Штрекайзен, 1991). 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 Приложении №2 настоящего кодекса.

Статья II.5. Дальнейшее подразделение магматических пород основывается исключительно на признаках их вещественного состава, причем вначале для последовательного выделения таксонов сравнительно высокого ранга (групп, рядов, семейств) используются химические критерии как наиболее универсальные, так как один и тот же химический состав может соответствовать разным минеральным ассоциациям. Это позволяет в пределах таких однотипных таксонов рассматривать параллельно плутонические и вулканические породы, характеризующиеся близостью химического состава или даже общностью только петрохимических параметров, принятых в качестве основных критериев для выделения и определения указанных таксонов (рис. I).

Магматические породы по кремнекислотности (по содержанию кремнезема) подразделяются на четыре группы:

- 1) ультраосновные породы 30-45% SiO₂
- 2) основные породы 45-53% SiO₂*
- 3) средние породы 53-64% SiO₂**
- 4) кислые породы 64-78% SiO₂

Примечание I. Границы между группами магматических пород по содержаниям SiO₂ условны, так как все, эти группы связаны между собой постепенными переходами и "естественные" границы между ними отсутствуют. Предлагаемые рубежи являются в петрографии традиционными; они были предложены еще в 1889 году Ф.Ю.Левинсоном-Лессингом для расчленения в основном горных пород нормальной щелочности. Кроме того, внутри почти каждой группы горных пород имеются исключения, когда в единичных видах (и разновидностях) горных пород вариации в содержаниях SiO₂ несколько выходят за пределы, принятые для данной группы, что нашло отражение в таблицах при характеристике отдельных видов магматических пород (см. Приложение №1).

Наряду с этим магматические горные породы могут быть разделены по степени мафичности - по величине цветного индекса "М" на ультрамафические (М>70), мафические (70>М>30), мафисалические (30>М>20), салические (М<20).

*- 45-52%, по международной классификации.

** - 52-63%, по международной классификации

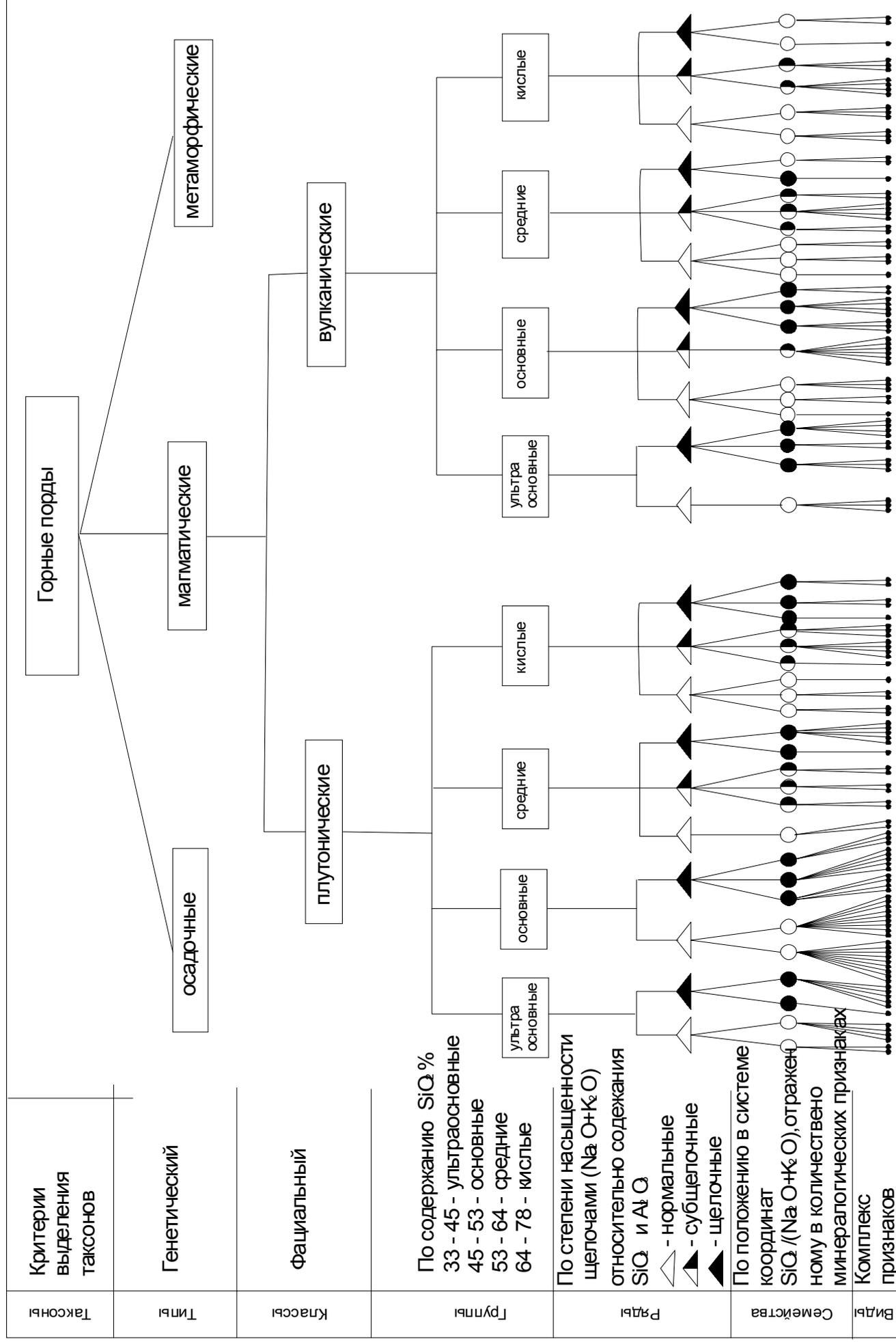


Рис. 1 Схема многоступенчатости систематики магматических горных пород

Примечание 2. В предлагаемой классификации не рассматриваются особые магматические по генезису несиликатные и низкосиликатные породы, содержащие соответственно менее 10% и менее 50% силикатов (карбонатные, сульфидные, машнетитовые и др.), для которых пока нет общепринятой классификации. Рекомендации по номенклатуре таких горных пород даны в приложении №4.

Группы магматических пород разделяются по степени насыщенности щелочами на петрохимические ряды - нормальные, умеренно-щелочные (субщелочные), щелочные. Критерием для такого разделения являются содержания в горных породах суммы щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), пределы колебаний которых принимаются разными для различных групп пород, т.е. варьируют в зависимости от содержаний SiO_2 (См. таблицы, Приложение №1). Граничные значения содержаний суммы щелочей приняты такими, чтобы они коррелировались с особенностями минерального состава горных пород, т.е. с содержаниями или относительной ролью некоторых порообразующих минералов-индикаторов (фельдшпатоидов, щелочных полевых шпатов, щелочных пироксенов и амфиболов), что также используется для определения границ между петрохимическими рядами. Так, породам нормального ряда свойственно отсутствие фельдшпатоидов и щелочных темноцветных минералов; щелочные полевые шпаты присутствуют только в кислых породах этого ряда. Средние и основные породы, в которых появляются аномально кислые плагиоклазы (как например, в гавайитах, муджиеритах) и/или щелочные полевые шпаты и недосыщенные темно цветные минералы (титансодержащие пироксены), должны относиться уже к умеренно-щелочному (субщелочному) ряду.

Примечание 3. Вместо широко распространенного термина "субщелочной" рекомендуется употреблять как его синоним термин "умеренно-щелочной". Это вызвано стремлением приблизить русскую терминологию к международной, где понятие "субщелочной" (subalkaline), противопоставляемое в частности для базальтов понятию "толеитовый", соответствует нашему понятию породы нормальной щелочности. Это породило много недопониманий и неверных толкований при переводе, тем более, что, зарубежные петрографы не делают различий между щелочными и субщелочными породами в нашем понимании. Только в последнее время было решено избежать дальнейших ошибочных интерпретаций путем введения в международную лексику термина "mid-alkaline" (среднещелочной, умеренно-щелочной), соответствующего нашему понятию "субщелочной". Соответственно междуна родная комиссия по систематике изверженных пород рекомендовала нам изъять термин "субщелочной", заменив его на умеренно-щелочной к сожалению наши зарубежные коллеги не смогли отказаться от своего термина subalkaline для "нормальных" (по нашей терминологии) магматических пород (Ле Ба, Штрекайзен, 1991). Все это необходимо иметь в виду при переводах петрографической литературы.

К щелочному ряду относятся магматические породы, содержащие фельдшпатоиды (фоиды)* и/или щелочные темноцветные минералы - пироксеки, амфиболы (это не касается стекловатых вулканических пород, где все щелочи могут быть заключены в стекле); в ультраосновных породах роль фоидов могут играть минералы группы, мелилита - "ненасыщенные пироксены". Среди ультраосновных и основных .плутонических пород умеренно-щелочные ряды не выделены, так как здесь практически нет субщелочных видов, которые могли бы составить, самостоятельный ряд; отдельные же представители этих пород, которые могут считаться умеренно-щелочными, являются по-существу не видами, а разновидностями, так как их минеральный и химический составы не выходят за пределы граничных значений, принятых для соответствующих щелочных видов (биотит-пироксеновый и мелилит-пироксеновый пикрит, якупирангит, эссексит); естественно, что такие виды отнесены к соответствующим щелочным рядам (табл.4.9, Приложение №1).

* фоид - аббревиатура от "фельдшпатоид", рекомендуемая к использованию как синоним этого термина.

Примечание 4. В некоторых прежних классификациях щелочные породы обособлялись в самостоятельную группу, что с позиций принятой кодексом систематики нарушает единство признаков, положенных в основу разделения таксонов. Поэтому в предлагаемой классификации нет необходимости выделять отдельную группу щелочных пород, так как все они четко вписываются в четыре группы магматических пород по кремнекислотности, в пределах которых они составляют соответствующие петрохимические щелочные ряды. Некоторые петрохимические особенности имеет щелочной ряд группы кислых пород, в частности щелочные граниты: в них появление щелочных пироксенов и щелочных амфиболов определяется не столько повышенными содержаниями щелочей (по сравнению с нормальными гранитами), сколько недостатком Al_2O_3 для образования полевых шпатов (См. табл. 17 и 21, Прилож. 1).

Кроме выделения петрохимических рядов магматических пород по степени общей щелочности (нормальные, умеренно-щелочные, щелочные), традиционным и имеющим важное петрологическое значение является расчленение магматических пород по типу щелочности с использованием отношения Na_2O/K_2O : натриевый ($Na_2O/K_2O > 4$), калиево-натриевый (1-4 - для ультраосновных и основных пород и 0.4-4 - для средних и кислых) и калиевый (< 1 для ультраосновных и основных пород и < 0.4 для средних и кислых), что отражено в классификационных таблицах (Приложение 1).

У зарубежных петрографов более распространено выделение двух серий магматических пород по типу щелочности: натриевой ($Na_2O / K_2O > 2$) и калиевой ($Na_2O / K_2O < 2$). Наше предложение о выделении трех типов щелочности Международной комиссией по систематике изверженных пород не было поддержано.

Примечание 5. Широко распространено также представление о петрохимических сериях, характеризующих известную общность петрохимических признаков относящихся к ним магматических (главным образом вулканических) пород. При выделении таких серий наряду со степенью и типом щелочности учитываются и другие химические признаки, в частности глиноземистость:

Нормальной щелочности	Натриевые	Низкоглиноземистые	Бонинитовая
	Калиево-натриевые	Умеренно-глиноземистые Высокоглиноземистые	Толеитовая Известково-щелочная
Умеренно-щелочные	Калиево-натриевые		Гавайит-муджиеритовая
	Калиевые		Шошонитовая
Щелочные	Калиево-натриевые		К-Na - щелочная
	Калиевые		К - щелочная

Распределение магматических горных пород по группам (по кремнекислотности) и по петрохимическим рядам (по степени щелочности) позволяет выделить следующий таксон систематики – семейства горных пород, т.е. совокупности горных пород близкого минерального состава, обладающие определенным отношением двух первых петрохимических параметров: $SiO_2/(Na_2O+K_2O)$. Для графического изображения этого отношения используется бинарная TAS- диаграмма (total alkali silica), на которой показано положение составов семейств магматических пород; в соответствии с принципами систематики семейства горных пород располагаются в определенном порядке как по вертикали (степени щелочности), так и по горизонтали (по кремнекислотности) (рис. 2). Положение семейств магматических пород, как и границы их групп и петрохимических рядов, показаны в основном по логическим соображениям (с учетом статистики) на континууме количественных значений SiO_2 и (Na_2O+K_2O) , но они отражают те свойства объектов классификации, которые объективно обособляют их в семейства, соответствующие их природным сообществам. При этом плутонические породы и

соответствующие им по химизму вулканические породы как образования разных классов относятся к разным семействам, хотя местоположение тех и других на TAS диаграмме могут близко или даже полностью совпадать.

Примечание 6. Упрощенное представление химизма магматических пород, сведенное в данном случае к отношению $SiO_2/(Na_2O+K_2O)$, необходимо для простоты и наглядности их систематики на уровне крупных таксонов. Оно оправдывается наличием четких корреляционных связей большинства петрогенных элементов с SiO_2 и Na_2O+K_2O в горных породах, чем в наибольшей степени определяется химический и минеральный состав последних.

Примечание 7. TAS-диаграмма, отражающая генеральную систематику магматических пород с показом групп, рядов, семейств, может быть использована для диагностики видов горных пород, так как их невозможно определить только по двум химическим показателям.

Статья II.6. Дальнейшее деление семейств на виды и разновидности горных пород осуществляется введением новых классификационных критериев - количественно-минеральных, дополнительных петрохимических, структурных. Вид горной породы - главное звено в систематике - выделяется по наибольшему числу признаков. По решению Международной подкомиссии по систематике изверженных пород, классификация магматических, особенно плутонических пород и характеристика их видов должны базироваться на их модалном (действительном) минеральном составе, выраженном в объемных процентах (Ле Ба, Штрекайзен, 1991). Вид горной породы определяется составом первично магматических типоморфных (главных) и (\pm) существенных минералов, их количественными и структурными соотношениями в сочетании с некоторыми петрохимическими параметрами. При этом последние здесь имеют двоякое значение: а) как классификационные критерии, определяющие принадлежность вида к группе, ряду, семейству в генеральной систематике, магматических пород, б) как дополнительная характеристика вида, необходимая особенно для вулканических пород.

Примечание 8. Следует иметь в виду, что термины "ультрамафиты" (породы с цветовым индексом $M > 90$) и "ультрабазиты" или "ультраосновные породы" (с содержанием $SiO_2 < 45\%$) не являются полными синонимами. Так, в группу ультраосновных пород включены не только ультрамафические породы (дуниты, оливиниты, перидриты), но и такие салические породы как уртит, ийолит, миссурит, в которых содержания SiO_2 колеблются от 38 до 45%. С другой стороны, в группе ультраосновных пород нет таких ультрамафитов как пироксениты, горнблендиты, которые по содержаниям SiO_2 , достигающим 55-56 %, включены в группу основных пород как семейство "основных ультрамафитов" (См. таблицы 2, 4, 7 Приложения 1).

Рекомендуемая Кодексом классификация вулканических пород, разработанная и принятая Межведомственным петрографическим комитетом, построена на комбинированном использовании минералогических и химических признаков, аналогично классификации плутонических пород (См. Приложение 1). В классификационных таблицах приведены видовые характеристики для горных пород с известным модалным минеральным составом; для них даются количественно-минеральный состав и химические параметры. Для диагностики тех вулканических пород, модалный минеральный состав которых установить невозможно, как следующий классификационный признак выступает их химический состав. Место таких вулканических пород в классификационной таблице определяется с использованием признаков химических и структурных.

Примечание 9. Необходимо делать четкое различие между принципами петрографической классификации, которые базируются на комплексе признаков, и диагностикой горных пород, т.е. установлением соответствия конкретной горной породы с определенным видом, причем вначале эта процедура сопоставления может основываться и на одном классификационном признаке. Это особенно касается вулканических пород, почти каждый вид которых может быть представлен как хорошо раскристаллизованными

породами, в которых минеральный состав устанавливается под микроскопом, так и криптокристаллическими и стекловатыми породами. В последнем случае идентификация таких пород с определенным видом (комплексная характеристика которого в классификации дается для хорошо раскристаллизованных представителей вида) опирается в основном на сопоставление петрохимических данных.

Статья II 7. На таксоне "вид" по-существу заканчивается единая классификация и номенклатура магматических пород, рекомендуемая настоящим Кодексом. Таким образом эта классификация в низовых своих таксонах является, видовой, где для любого исследуемого индивида идентичность при правильной диагностике может быть установлена только с одним видовым таксоном. Однако такая идентификация горной породы на уровне видов не всегда бывает достаточной, особенно в детальных петрографических работах. В характеристике каждого вида магматических пород, как можно видеть в таблицах 1-21 (Приложение 1), допускаются в определенных пределах колебания количественно-минерального и соответственно химического состава. Эти вариации в пределах вида дают возможность для более детального подразделения, что в конкретных случаях рекомендуется отражать выделением разновидностей горных пород, которые могут определяться разнообразными второстепенными признаками.

Примечание 10. В соответствии с существующей практикой такими признаками могут быть: а) минералогические (особенности состава существенного минерала, например, повышенная основность плагиоклаза, присутствие второстепенных или даже акцессорных минералов, в количествах выше нормальных для данного вида горной породы; отличные от среднего для вида значения цветового индекса что обозначается префиксом мелано- или лейко- к видовому названию), б) химические (повышенное или пониженное содержание отдельных породообразующих оксидов), в) структурные (нетипичные для данного вида зернистость, порфириность, пегматоидность, трахитодность и т.п.). Относительное значение того или иного признака определяется конкретными целями исследований (обычно специальных петрографических) для которых понятие "вид" является общим и не удовлетворяет кругу поставленных задач. Настоящий Кодекс не регламентирует выделение разновидностей магматических горных пород и тем более их номенклатуру. Право выделения таких разновидностей должно быть предоставлено самим исследователям при соблюдении ими единой номенклатуры видов и семейств магматических пород, приведенной в таблицах (Приложение 1).

Примечание 11. В этих таблицах не ставилась задача отразить разнообразие проявлений того или иного вида магматических пород; лишь в качестве примеров показаны некоторые возможности выделения разновидностей и только для единичных из них приведены наиболее распространенные названия (кортландит, эвкрит, лабрадорит и др.). Для обозначения не имеющих традиционного наименования разновидностей магматических пород рекомендуется пользоваться дополнительными прилагательными или приставками (префиксами) к принятым названиям видов и избегать применения для разновидностей устаревших, вышедших из употребления терминов, а тем более введения новых.

Особо следует считать недопустимыми нарушения принятых в лексике естественных наук языковых норм, в частности, при образовании сложных видовых названий. Согласно общепринятым правилам, каждый "вид" в систематике должен иметь свое строго определенное название, причем оно не может быть образовано сочетанием двух полных "видовых названий" (как например, монцонит-диорит, пикрито-базальт, андезитобазальт, онгонит-риолит и др.). Если же возникает необходимость образования составных названий для некоторых промежуточных видов и разновидностей, то первое видовое название, в соответствии с международными правилами должно быть максимально усечено (купировано), т.е. следует называть монцодиорит, пикробазальт, андезибазальт, онгориолит по типу образования таких широко распространенных укоренившихся терминов как гранодиорит, трахибазальт, риодацит и т.п.

Исключение из этого правила допускается только для "несокращаемого" видового названия "габбро", но его следует вводить, в составное название горной породы так же без дефиса - "габбронорит", "габбродолерит" и т.п. Отсутствие дефиса подчеркивает в этих случаях несамостоятельность обоих видов, входящих в сложное название, и указывает на промежуточное положение самостоятельного вида горной породы с таким составным наименованием.*

Статья II.8. В соответствии с многочисленными пожеланиями петрографов (в том числе и высказанными в печати) о необходимости ликвидации двойственности в обозначении палеотипных и кайнотипных вулканических пород одного вида, Петрографический кодекс утверждает переход на единую в петрографической терминологии одинарную кайнотипную номенклатуру для всех вулканических пород, принятую также и в международной практике. Термины "порфир" и "порфирит" сохраняются в названиях только гипабиссальных пород (см. Приложение 2). Рекомендуются также исключить из употребления такие дублирующие термины как альбитофир, кератофир, ортофир, мелафир, а также безликие названия, учитывающие только структурные особенности горных пород - фельзит, невадит, витрофир, амигдалофир и т.п.

Степень раскристаллизации вулканических пород, как и степень их метаморфических изменений, не должны учитываться в номенклатуре видов общей схемы классификации. Для разновидностей вулканических пород с преобладающим количеством стекла в основной массе, для которых вид определен химическим анализом и соответственно составом потенциальных минералов, рекомендуется давать названия с префиксом "гиало" (гиаломеланефелинит, гиалобазальт). Метаморфизованные вулканические породы, в которых полевые шпаты нацело сосюритизированы или серицитизированы, а мафические минералы замещены серпентином, хлоритом, эпидотом ит.д., могут в названии снабжаться префиксом "мета-" (метапикрит, метабазаальт, метаандезит), если их вулканогенная природа устанавливается по сохранившимся структурам.

Статья II.9. Представленная в таблицах Приложения 1 номенклатура видов магматических пород, включающая около 135 названий и охватывающая по возможности все разнообразие наиболее распространенных (или наиболее петрографически важных) магматических пород на уровне вида, утверждается настоящим Кодексом в значении общего петрографического кода. Следуя этому "коду" геологи не будут использовать для разных магматических пород один и тот же термин или одинаковые горные породы обозначать различными наименованиями (что до сих пор нередко встречается в петрографических публикациях).

Примечание 12. В предлагаемую номенклатуру по- существу не введено ни одного нового термина, отсутствовавшего в прежних классификациях магматических пород, за исключением только коматиита, онгонита и бонинита; однако их уже нельзя считать собственно новыми, так как из них первые два уже получили широкоераспространение, а термин "бонинит" известный еще с конца прошлого столетия, а затем почти забытый, недавно снова, был введен в современную номенклатуру и приобрел важное значение в петрологии.

Статья II.10. Предлагаемая классификация магматических пород, отражающая современное состояние петрографии, не является окончательно завершенной; она несомненно будет пополняться новыми видами магматических пород по мере дальнейшего накопления новых петрографических материалов. Необходимо строго контролировать введение новых названий горных пород в ранге самостоятельного вида, выделение которых следует допускать лишь в случае действительной необходимости. Новый вид может быть выделен

* - Названия горных пород через дефис применяются только в тех случаях, когда они производятся от состава горной породы и ее структуры (гранит-порфир, сиенит-аплит, горнблендит-пегматит и т.п. См. Приложение 2).

только для тех магматических пород, которые от ранее известных видов отличаются существенно новым закономерным парагенезисом порообразующих минералов или же в отдельных случаях новой своеобразной структурой, характеризующей особые физико-химические условия образования горной породы (например, коматиит).

Характеристика предлагаемого нового вида должна включать следующий обязательный объем информации о горной породе, которой присваивается новое видовое название: 1) внешний вид, текстура; 2) минеральный состав, структура, последовательность кристаллизации; 3) химический состав, иллюстрируемый несколькими представительными химическими анализами (т.е. обязательно сопровождающимися данными о количественно-минеральном составе породы, рассчитанном как среднее по измерениям в трех шлифах, изготовленным из образца, послужившего пробой для химического анализа); 4) условия и форма залегания; 5) географический район, где был выделен и описан прототип вида. Желательно также указывать возможные разновидности и название магматического комплекса (или формации); в составе которого был установлен характеризующий новый вид. Такие предложения о выделении новых петрографических видов должны быть до опубликования рассмотрены и одобрены Терминологической комиссией Межведомственного петрографического комитета. Решения Терминологической комиссии об утверждении новых видов магматических пород публикуются в журналах "Известия РАН", серия геологическая" и "Советская геология". Предложения о выделении разновидностей магматических пород Терминологическая комиссия МПК, в соответствии со статьей II.7 настоящего Кодекса, не рассматривает.

§ 3. Принципы выделения и систематики метаморфических пород

Статья II.11. Метаморфические породы - второй по распространению в земной коре тип кристаллических горных пород на ее современном эрозионном срезе. Следует различать: а) собственно метаморфические породы и б) метаморфизованные породы.

Метаморфические породы формируются в результате преобразования существовавших ранее пород любого генезиса, происходящих при изменении физико-химических и термодинамических условий на месте их залегания с полным уничтожением в процессе перекристаллизации признаков их первоначальной текстуры, структуры и минерального состава. Метаморфизованные породы - это частично преобразованные в процессе наложенного метаморфизма породы сохранившие в той или иной степени петрографические признаки своей первоначальной природы, позволяющие уверенно определять не только их происхождение (осадочное, вулканическое, интрузивное), но и вещественный состав. Их петрографическое описание и систематизация производятся на основе первоначального состава и строения лишь с приставкой "мета" впереди видового названия (метабаазальт, метагаббронорит, метааркоз и т.п.). В данном Кодексе метаморфизованные породы не рассматриваются.

Примечание 1. Разнообразные процессы метаморфизма, воздействующие на горные породы различного генезиса и нередко повторно накладывающиеся друг на друга, создают огромное многообразие горных пород нового (метаморфического) типа, для которых еще не создано единой общей классификации и нет достаточно детально разработанной унифицированной номенклатуры для метаморфитов различных классов. Все известные ныне классификационные схемы метаморфических образований обладают недостаточной четкостью выделения таксонов и основываются на различных критериях - то на характере метаморфического процесса или на минеральных фациях метаморфизма, то на вещественном составе и валовом химизме метаморфитов или на каких то других классификационных признаках. Однако, практическая необходимость по возможности единообразного подхода к отображению на геологических картах характера и площадей

распространения петрографических разновидностей метаморфических пород с учетом их многоступенчатой систематики, требует соблюдения определенных принципиальных положений при полевом выделении тех или иных метаморфогенных пород, а также правил составления номенклатуры. О принципах выделения метаморфитов разного класса речь идет в нижеследующих статьях настоящего Кодекса. Современная систематика метаморфических пород, разработанная совместно Терминологической комиссией и Комиссией по метаморфизму и метаморфогенному рудообразованию МПК, опубликована в книге "Классификация и номенклатура метаморфических горных пород", 1991. В этой книге дается систематика разных классов метаморфических пород с использованием комбинированного применения разных критериев для выделения иерархических таксонов - класс, группа, семейство, вид, таких же как и для магматических пород (см. §2 настоящей главы).

Однако проблема классификации и номенклатуры метаморфических (и метасоматических) пород очень сложна, и ее окончательная разработка до сих пор остается одной из насущных задач современной петрографии. Поэтому в настоящем Кодексе для метаморфических пород нет классификационных таблиц, подобных приведенным в Приложении 1 для магматических пород, а предлагаются только общие принципы их систематики и даются некоторые рекомендации по их рациональной номенклатуре.

Статья II.12. В предлагаемой для практического использования систематике тип метаморфических пород по генезису, устанавливаемому по геологической форме нахождения, структурно-текстурным признакам и особенностям минеральных парагенезисов, разделяется на пять классов:

- 1) регионально-метаморфические породы;
- 2) контактово-метаморфические породы;
- 3) ультраметаморфические (гранит-мигматитовые) породы;
- 4) метасоматические породы (метасоматиты);
- 5) динамо-метаморфические породы (тектониты).

Примечание 2. Первоначально в эту систематику включался еще один класс - ударно-метаморфизованных пород - импактитов (Н.Л. Добрецов и др., 1988). Но поскольку эти породы, формируются на земной поверхности и не в связи с эндогенными процессами, а в результате механического воздействия выпадающих масс космического вещества, их следует исключить из типа метаморфических пород и выделить в самостоятельный тип. Предлагаемая классификация и номенклатура этих образований даются отдельно в Приложении 5.

Регионально-метаморфические породы

Статья II.13. Класс регионально-метаморфических пород по термодинамическим условиям образования и, соответственно, по структурно-минералогическим особенностям подразделяется на подклассы.

а) Пониженных и умеренных давлений:

- 1) высокотемпературные (гнейсы, амфиболиты, кристаллосланцы, мраморы и др.);
- 2) среднетемпературные (гнейсы, амфиболиты, слюдяные сланцы, мраморы и др.);
- 3) низкотемпературные (зеленые сланцы, кварцсерицитовые сланцы и др. метаморфические сланцы).

б) Повышенных и высоких давлений:

- 4) высокотемпературные (эклогиты, гриквиты и др.);
- 5) среднетемпературные (кристаллосланцы, жедрититы, гранатовые гранулиты, дистеновые гнейсы и др.);
- 6) низкотемпературные (глаукофановые сланцы, пумпеллиитовые сланцы и др.).

В составе каждого подкласса выделяются группы метаморфических пород, различающихся по валовому химическому составу независимо от происхождения тех

пород, по которым они образовались:

А. Метапелиты, гнейсы и кварц-полевошпатовые сланцы.

Б. Метабазиты.

В. Карбонатные и силикатно-карбонатные породы.

Г-Е. Редкие породы: Г - ультраосновные, Д - железистые,

Е - специфические по химическому составу (марганцевые, щелочные, фосфатные и др.).

В группах А, Б и Г значительную роль играют метаморфизованные магматические породы, причем в группе Г они резко преобладают; метаморфизованные осадочные породы в составе этих групп имеют меньшее значение, но они почти полностью составляют группы В, Д и Е (кроме щелочных пород).

Выделение названных групп метаморфических пород произведено на качественной основе с учетом главнейших особенностей химизма и минералогии горных пород, что позволило в каждой группе (А-Е) провести дальнейшее деление на семейства и виды с использованием особенностей минерального состава, но уже на количественно-минеральной основе (Н.Л. Добрецов и др., 1988).

Примечание 3. Принципы выделения в систематике метаморфических пород таксонов следующих рангов (семейств, видов) на основе дополнительных количественно-минералогических признаков (с использованием многочисленных диаграмм) приведены в указанной книге (Классификация и номенклатура метаморфических пород, 1991). Несмотря на то, что в этой работе систематика доведена до основной таксономической единицы - вида (индивида), т.е. реальной существующей горной породы, единая классификация видов метаморфических пород пока не создана. Особенно большие затруднения возникают при разработке правил наименования метаморфических пород и создания их единой рациональной номенклатуры. В отличие от магматической петрографии, где практически каждый вид горной породы имеет собственное название, а дополнительные определения (в виде прилагательного) используются только на уровне разновидностей, в петрографии регионально-метаморфических пород существует только несколько базовых терминов вне таксономического значения - сланец, кристалло сланец, гнейс, гранулит, амфиболит, эклогит, кинцигит, метасо матит и некоторые другие, не обеспечивающих присвоения собственных названий не только всем видам метаморфических пород, но и названий для многих семейств метаморфитов. Поэтому все видовые названия регионально-метаморфических пород, для того, чтобы подчеркнуть их минеральный состав, следует строить по принципу набора к корневому термину различных определяющих прилагательных.

В отечественной литературе наиболее распространены названия пород, сочетающие наименования характерных, порообразующих минералов (от 1 до 3-х перечисляемых в порядке увеличения их содержания с групповым названием породы - например: хлоритовый сланец, актинолитовый сланец, биотит-амфиболитовый гнейс, гранатовый амфиболит, гематит-магнетитовый кварцит или железистый кварцит, двупироксеновый кристаллосланец и т.д.), а также имена собственные некоторых пород, например: глаукофанит, джеспилит, кинцигит, кондалит, лептит, чарнокит, эклогит, эпидозит и др. Однако, эта исторически сложившаяся номенклатура не опирается на принципиальное единство построения и многие термины не являются четкими по смыслу. Поэтому в настоящем Кодексе в качестве общих правил рационального наименования регионально-метаморфических пород приводятся только основные рекомендации комиссий Межведомственного петрографического комитета и Международной комиссии по систематике в петрологии.

Статья II.1. Принципы рационального видового наименования регионально-метаморфических пород включают нижеследующие положения:

- выделение и название видов и разновидностей пород основывается на количественно-минеральном составе с учетом их положения в фациальной схеме систематики
- количество порообразующих минералов определяется в объемных процентах с

перечислением в порядке увеличения их содержания, причем в названии породы следует использовать не более 3-4-х типичных минералов данного парагенезиса, не включая присутствующих во многих породах этого семейства (например, кварца - в гнейсах, роговой обманки - в амфиболитах, граната - в эклогитах и т.п.);

- минимальное содержание минерала, используемого в названии породы составляет не менее 5 %, но если речь идет о специфическом, характерном минерале, присутствующем в количестве менее 5 % разрешается его включение в наименование породы с прилагательным "содержащий" (например, амфиболсодержащий биотитовый гнейс, карбонатсодержащий тремолит-актинолитовый сланец и т. п.);

- для разновидностей различных по сложению пород могут дополнительно использоваться указания на зернистость (крупнозернистые - 10мм, среднезернистые - 1.0мм, мелкозернистые - 0.1мм) или структурные особенности ("порфиробластический гранат-андалузитовый слюдяной сланец", "очковый гнейс" и т.п.).

Примечание 4. Использование указанных рекомендаций может быть иллюстрировано на следующих примерах.

а) Порода состоящая из клинопироксена (30%), ортопироксена (20%), крупных порфиробластовых скоплений граната (10 %), 35 % плагиоклаза и до 5 % амфибола имеет видовое название: амфиболсодержащий гранат - двухпироксеновый кристаллосланец и по минеральному парагенезису относится к подклассу 1 высокотемпературных пород, по минеральному и химическому составу к группе "Г" метабазитов; б) Порода состава: кварц - 20 %, плагиоклаз - 20 %, ортоклаз - 15 %, гранат - 15%, силлиманит - 10%, кордиерит -20% с видовым названием силлиманит-гранат-кордиеритовый гнейс относится к подклассу 1 высокотемпературных метаморфитов, группе А глиноземистых пород - метапелитов, к семейству гнейсов.

Контактово-метаморфические породы

Статья П.15. Контактный метаморфизм - это процесс структурного и вещественного преобразования вмещающих пород под воздействием внедрившихся в них магматических тел, формирующих экзоконтактную метаморфическую зональность. В условиях нормального геотермического градиента термальное воздействие интрузий на относительно более холодные, чем магма породы, проявляется до глубины не более 10-12км; процессы минералообразования совершаются при литостатическом давлении порядка 3-4 кбара в пространственно локализованном вокруг интрузии температурном ареале, ограниченном с внешней стороны образованием наиболее низкотемпературных метаморфических минералов (300-400°C).

Примечание 5. Термальная экзоконтактная перекристаллизация нередко сопровождается процессами аддитивного метаморфизма, связанного с привнесением во вмещающие породы флюидно-гидротермального вещества со стороны постепенно остывающих интрузивов. Возникающие при этом контактово-метасоматические породы по характеру процессов минералообразования относятся к метасоматитам и здесь не рассматриваются.

Контактово-метаморфические породы, для которых общепринятой систематики и номенклатуры пока не разработано, подразделяются на роговики (наиболее высокотемпературные породы внутренней зоны), узловатые сланцы (переходная зона) и пятнистые сланцы (слагают внешнюю зону экзоконтактного ореола), выделение которых в процессе картирования обычно не вызывает затруднений. Поскольку названные породы пространственно и генетически связаны с магматическими телами методика картирования последних включает и оконтуривание экзоконтактных зон. Дополнительные полевые наблюдения включают наведение изоград, отмечающих различия степени метаморфизма.

Изучение вещественного состава, контактово-метаморфических пород осуществляется на принципиальной основе фациального анализа парагенетических

ассоциаций, применяемого к регионально-метаморфическим породам, т.е. с учетом петрохимического сходства с группами А-Г (статья II.13) и оценкой термодинамических параметров определяющих условия появления и устойчивости индекс-минералов. Отличия состоят в том, что в данном случае парагенезы относятся к специфическим высокотемпературным фациям низких давлений.

Статья II. 16. Видовые названия контактово-метаморфических пород рекомендуется формировать в соответствии с правилами указанными в статье II.14.

Ультраметаморфические породы

Статья II. 17. Класс ультраметаморфических горных пород включает гетерогенные комплексы гранито-гнейсов и мигматитов широко распространенные на древних (докембрийских) щитах, а также в срединных массивах и активизированных блоках в ядерных частях складчатых поясов, вне зависимости от геологического возраста последних. Их формирование связано с глубокими минералого-петрографическими и аллохимическими преобразованиями регионально-метаморфических пород разного состава (гнейсы, амфиболиты, кристаллосланцы), направленными на их обогащение кварц-полевошпатовой ассоциацией минералов (гранитизация) при Т-Р условиях, определяющих начало их селективного плавления.

Класс ультраметаморфитов подразделяется на подклассы: 1) мигматитов и 2) метатектитов. Мигматиты - смешанные породы состоящие из той или иной степени перекристаллизованного субстрата и новообразованного кварц-полевошпатового материала (лейкосома) распределенного в породах субстрата в порфиробластической (метабласты) или жильной форме. Они образуют обширные поля мигматизированных пород.

Метатектиты - новообразованные более или менее однородные лейкократовые породы кварц-полевошпатового состава, вещественно подобные магматическим гранитоидам, но отличающиеся от них коррозионными и бластическими структурами и образующими в пределах мигматитовых полей субавтохтонные тела разных размеров и очертаний, связанные постепенными переходами с теньевыми мигматитами. В тех и других характерно присутствие реликтов глубоко переработанного субстрата (скиалитов), не сохранивших признаков своего первичного состава. Метатектиты отмечают высшую степень гранитизации субстрата.

Статья II.18. По термодинамическим условиям формирования и минералого-петрографическим особенностям состава мигматиты и метатектиты распадаются на образованные в условиях амфиболитовой фации (гранит-мигматиты и ультраметагенные гранитоиды или метатектит-граниты) и гранулитовой фации (чарнокит-мигматиты, эндербиты, эндербит-чарнокиты и чарнокиты с разновидностями по содержанию кварца, ортоклаза и цветных минералов).

Метасоматические породы

Статья II.19. Класс метасоматических пород охватывает петрографически весьма разнообразные кристаллические горные породы, возникшие в результате взаимодействия в твердом состоянии первоначально, слагавших их минералов с поступающими извне флюидами и гидротермальными растворами, вызывающими изменение вещественного состава и структуры исходных пород. Следует различать собственно метасоматические породы (метасоматиты), лишенные петрографических признаков происхождения первоначального субстрата, и породы, частично метасоматически измененные, первичный состав которых легко определим. В данном разделе Крдекса рассматриваются только первые.

Метасоматиты, преимущественным распространением пользуются среди в той или иной степени регионально метаморфизованных пород, формируются на стадии

консолидации подвижных поясов и активизированных геоблоков и связаны с системами разломов, с линейными зонами расланцевания, разрывными, надвиговыми и сбросовыми структурами, а в ареальном развитии образуют морфологически и масштабно разнообразные поля. Распространение метасоматитов определяется не только контролируемыми их формированием структурами и характером источников поступающих подвижных реагентов, связанных либо с эндогенными нижнекоровыми и/или мантийными очагами, либо с интрузивными телами разной глубинности формирования - от абиссальных до субвулканических. В первом случае метасоматиты пользуются региональным распространением, а во втором - развиты локально в пределах экзоконтактных ареалов плутонов, что следует четко отображать на геологических картах.

Статья II.20. По вещественному составу метасоматиты подразделяются на основании типовых парагенетических ассоциаций породообразующих минералов на три подкласса: 1) кислотные - связанные с процессами кислотного выщелачивания (парагенезисы: кварц, мусковит, кианит, силлиманит, андалузит в разных количественных соотношениях), 2) основные - связанные с магнезиально-железистым метасоматозом (парагенетические ассоциации включают: клинопироксены, жадеит, кордиерит, амфиболы, гранаты, биотиты разной железистости, хлорит, серпентин и др.), 3) щелочные - возникающие в условиях щелочного метасоматоза (парагенезисы: калиевые полевые шпаты - санидин, ортоклаз, микроклин, альбит, щелочные амфиболы и пироксены).

В каждом из названных подклассов известны генетически и парагенетически связанные с ними рудные метасоматиты, образующие нередко промышленные месторождения разнообразных полезных ископаемых важного экономического значения. Это обстоятельство требует особого внимания к их выделению в процессе геологического картирования как частично метасоматизированных пород, так и собственно метасоматитов, поскольку они являются петрографическими объектами, потенциально перспективными в отношении рудоносности.

Статья II.21. Разработанная комиссиями Петрокомитета классификация и номенклатура метаморфических горных пород (М., Наука, 1991) предусматривает выделение таксонов в ранге групп по валовому химизму пород, среди которых формировались метасоматиты - глиноземистых, известковистых, железистых, магнезиальных, кварцполевошпатовых и др., подобно тому как это указано в статье II.13.

Видовая терминология метасоматитов определяется правилами, изложенными в статье II.14.

Динамометаморфические породы (тектониты)

Статья II.22. Класс тектонитов включает горные породы, образовавшиеся в линейных зонах расланцевания и разного рода разрывных дислокаций в результате дробления и дифференциального перемещения механически разрушенного минерального вещества. В приповерхностных условиях при низких температурах образуются тектонические брекчии, катаклазиты, какириты, катакластиты, милониты, филлониты, а в Т-Р условиях метаморфогенного минералообразования деструкция сопровождается перекристаллизацией вещества и формируются бластомилониты, обладающие четко выраженной кристаллизационной сланцеватостью и полосчатостью, линзовидно-полосчатой текстурой, характеризующейся параллельным чередованием полос различной зернистости и количественно разного минерального состава. Эти гнейсовидные кристаллические породы нередко содержат удлиненно-линзовидные реликты не полностью бластомилонитизированных первоначальных пород, что является типичным признаком их динамометаморфического происхождения.

Примечание 6. Бластомилониты выглядят в обнажениях часто также как и некоторые широко распространенные регионально-метаморфические породы, обладающие плоскопараллельной ориентировкой кристаллизационной сланцеватости: филлиты,

различные метасоматические сланцы, слюдяные и кристаллические сланцы, гнейсы. Они являются продуктами динамотермального метаморфизма любых пород в обстановке стресса в термодинамически разных условиях. Перекристаллизация происходит путем молекулярной перестройки вещества первичных минералов, замещаемых в твердом состоянии новыми минералами (согласно принципу Рикке-Бекке). В структурном отношении эти породы относятся к кристаллобластическим тектонитам, которые подразделяются на S - тектониты, В - тектониты и R - тектониты, а как петрографические объекты принадлежат к горным породам регионально-метаморфического класса, рассмотренным в статьях II.13-14 настоящего Кодекса.

Статья II.23. Динамометаморфические породы диагностируются по свойственным им линзовидно-полосчатым текстурам и характерным порфиробластическим структурам, а также по распространению в виде линейных зон, секущих залегание прилежащих пород и заключенных в них интрузий. Приведенные выше (ст. II.2) наименования тектонитов, отражающие в порядке перечисления усиление степени механической дезинтеграции, традиционно используются в геологической практике и методических руководствах по геокартированию. Видовые названия бластомилонитов определяются согласно статьи II.14.

Глава III. РАСЧЛЕНЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

§I. Региональные петрографические подразделения

Статья III.1. Региональные петрографические подразделения - это совокупности тел магматических горных пород, объединяемых по признакам пространственной, временной, структурно-морфологической близости и общности вещественного состава, позволяющих допустить общность происхождения и формирования её членов в сходной геологической обстановке.

Примечание I. Региональное петрографическое подразделение по содержанию близко к англо-американскому термину "литодема" (lithodema), являющейся основной единицей в литодемической классификации не стратифицированных интрузивных, сильно деформированных или метаморфизованных пород (North American stratigraphic code, 1983), последовательность образования которых не согласуется с законом суперпозиции. Но в региональное петрографическое подразделение, наряду с такими литодемами включаются и стратифицированные покровные вулканические образования.

Распространение регионального петрографического подразделения ограничивается определенным геологическим пространством (структурно-формационной зоной или группой смежных зон, геосинклинально-складчатой системой, рифтогенной системой, крупным структурным элементом платформы и т.д. в зависимости от задач и масштаба исследований).

Выделение региональных петрографических подразделений, составляющее сущность расчленения магматических образований, имеет целью обеспечение единообразного подхода к их корреляции для составления унифицированных схем магматизма в пределах изучаемой территории.

Статья III.2. Основным, подразделением региональной петрографической систематики природных ассоциаций магматических горных пород является магматический комплекс - конкретный парагенез магматических пород, слагающих отдельные геологические тела и их совокупности в пределах определенного геологического пространства и обладающих общими особенностями состава, морфологии, строения и соотношения с вмещающей средой. Все члены этой ассоциации близко синхронны и связаны фазовыми, фациальными или фазово-фациальными отношениями, что позволяет допустить общность их образования в определенной геодинамической обстановке в течение ограниченного промежутка времени, соответствующего определенному режиму развития структурно-формационной зоны.

Важнейшим признаком магматического комплекса является постоянство петрографического состава или направленная упорядоченность его изменения от начальных до конечных членов, т.е. его внутренняя структура. За границы комплекса, наряду с непосредственно наблюдаемыми возрастными ограничениями геологических тел, принимаются резкие нарушения постоянства или направленности изменения его петрографических и петрохимических параметров.

Магматический комплекс картируется как совокупность тел конкретной ассоциации магматических пород и является обобщающей петрографической единицей, которую геолог изображает на геологической карте и использует его как основу при описании магматических образований региона. Таким образом магматический, комплекс - не произвольное, не случайное сообщество (объединение) горных пород, слагающих любые пространственно сближенные геологические тела, а вполне закономерное их сочетание, отражающее динамику единого магматического процесса (от первых порций внедрения магматического расплава до исчерпания энергетического ресурса очаговой зоны). Состав магматического комплекса определяется видами и разновидностями слагающих его горных

пород, а строение - формой и способом сочетания его составных частей. Тела магматических комплексов могут быть сложены одним видом магматической породы, но обычно они образованы закономерной ассоциацией горных пород, в которой один - два или три вида являются доминирующими, а другие встречаются как второстепенные и необязательно присутствующие члены ассоциации. По преобладающим видам горных пород магматический комплекс получает своё петрографическое наименование, которое обязательно комбинируется с присвоенным ему географическим названием, ибо магматический комплекс локализован в так или иначе ограниченном пространстве (подробнее о правилах наименования магматических комплексов см. гл.V в § 2).

Примечание 2. "Магматический комплекс" - общий собирательный термин, указывающий только на принадлежность данной ассоциации горных пород к магматогеинным образованиям; это понятие объединяет вулканические, плутонические и автономные дайковые комплексы (см. §§2, 3, 4). Поэтому говоря о конкретных петрографических объектах следует употреблять более однозначные прилагательные - вулканический, плутонический, диатремово-дайковый, силлово-дайковый.

Статья III.3. Фундаментальной классификационной единицей в петрографической систематике, используемой для деления всего многообразия магматических пород является магматическая формация как абстрактный образ однотипных магматических комплексов. Другие петрографические единицы, в том числе и региональные при их характеристике соотносятся с определенными видами магматических формаций.

Магматическая формация (формационный вид) - это определенный тип ассоциаций магматических пород, характеризующийся наличием генетического родства или парагенетической связи между образующими их членами, устойчиво повторяющихся в геологическом пространстве и времени и сохраняющих при этом общие признаки состава, строения и соотношения с вмещающей средой, свойственные относящимся к данной формации магматическим комплексам. Магматический комплекс, являющийся конкретным проявлением магматической формации (как классификационного понятия) рассматривается как индивид соответствующего формационного вида. Магматические комплексы одной формации, находящиеся в разобренных регионах и имеющие различный геологический возраст, размещаются, как правило, в сходных тектонических структурах и формируются в определенном геодинамическом режиме в ходе развития однотипных геотектонических элементов.

Примечание 3. Магматическая ассоциация или ассоциация магматических пород - термин свободного пользования, под которым может пониматься любая совокупность магматических (плутонических, вулканических или тех и других вместе) горных пород, сопряженных в пространстве и объединенных по тем или иным признакам петрографического состава. Этот термин употребляется в тех случаях, когда по тем или иным причинам невозможно или же просто нет необходимости указывать магматические комплексы, формации; в частности при совместном рассмотрении вулканических и плутонических образований (т.е. вулканоплутонических ассоциаций).

Примечание 4. Диагностика формационной принадлежности магматических комплексов, относящаяся к задачам региональных формационных исследований, не является самоцелью геологической съемки, но применяется как метод расчленения и корреляции магматических образований при обобщении и анализе результатов геологической съемки, при составлении специализированных карт и оценке минерагенических перспектив изучаемой территории. Определение формационной принадлежности магматического комплекса производится путем сопоставления его с известными формационными видами, охарактеризованными в литературе, или же путем выявления в изучаемом магматическом комплексе необходимого минимума устойчивых формационных признаков и оценки на их основе места комплекса в существующих классификациях магматических формаций, например с использованием таблиц диагностических признаков (Расчленение и корреляция..., 1988).

Магматические комплексы наряду с общими формационными признаками состава имеют еще частные индивидуальные особенности, которые, однако, не выходят за пределы общей качественной характеристики, определяющей их принадлежность к данному формационному виду. Такие частные особенности магматического комплекса могут быть вызваны, разными обстоятельствами: неполнотой проявления ассоциации магматических пород, типичной для данного формационного вида (например, отсутствием отдельных членов ассоциации, составляющих те или иные интрузивные или вулканические фазы), провинциальными геохимическими особенностями комплекса, иногда определяющими его металлогеническую специализацию (например, повышенная глинозёмистость оловоносных гранитных комплексов), степенью эрозионного среза магматических тел и пр.

Статья III.4. Магматические формации (формационные виды) как обобщенные модели определенных типов магматических комплексов классифицируются на основе различных критериев; главными из них являются петрографический состав, по которому формация получает свое название (гранитовая, верлит-габбровая, базальт-андезит-риолитовая и т.п.) и фациальные условия становления, в зависимости от которых выделяются классы формации - вулканический, плутонический, гипабиссальный; каждый из них характеризуется своими формами проявления и строения ассоциаций магматических пород.

Магматические формации (формационные виды) 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 магматических комплексов, разумеется, если она достаточно обоснованно установлена.

Статья III.5. Наряду с выделением вулканических и плутонических комплексов при региональных геологических исследованиях рекомендуется использовать понятие о вулкано-плутонических ассоциациях в тех случаях, когда требуется подчеркнуть неоспоримо установленное пространственное и временное совмещение разных форм проявления магматизма (например, попарное сочетание последовательно формирующихся вулканических и плутонических комплексов).

Под вулкано-плутонической ассоциацией понимается совокупность вулканических и интрузивных (главным образом гипабиссальных) образований, характеризующихся близким петрохимическим составом и являющихся продуктами сложного эффузивно-интрузивного процесса, происходящего в относительно короткий интервал времени.

Примечание 5. Проблема генетических соотношений вулканизма и интрузивного магматизма до сих пор остается предметом дискуссии, которая ведется вокруг двух взаимоисключающих представлений: а) о полной независимости этих двух форм магматической деятельности и б) о тесной их связи и взаимопереходах. В соответствии с той или иной точкой зрения такие сложные пространственные сочетания связанных, во времени вулканических и интрузивных (плутонических) образований предлагалось выделять под названиями "комплекс", "ассоциация", "парагенез", "парагенерация" и др. Но необходимо иметь в виду, что факт формирования вулканических и интрузивных образований в различных термодинамических условиях противоречит принятому определению комплекса (который, согласно ст. III.2. понимается прежде всего как закономерная ассоциация пород одного класса) и обуславливает неправомерность выделения "вулкано-плутонических комплексов". Поэтому для таких сложных естественных сообществ вулканических и плутонических пород и образуемых ими совокупностей геологических тел, сопряженных по составу, возрасту и расположению в единых тектонических структурах, предлагается употреблять термин "вулкано-плутоническая ассоциация"

Статья III.6. При региональных геологических и петрологических исследованиях, особенно на больших территориях и при составлении карт мелкого масштаба используются

более крупные петрографически подразделения, в которые объединяются тем или иным способом магматические комплексы. При этом преследуются различные цели.

а) Для объединения однотипных магматических комплексов на обширной территории, охватывающей крупные тектонические элементы (петрографические провинции) иногда выделяются региональные магматические формации, как сообщества одноформационных магматических комплексов, образующихся в определенное время в одинаковой геодинамической обстановке в пределах одного крупного региона. Региональная магматическая формация, обычно содержит некоторую провинциальную характеристику, которая как бы отражает общие для объединенных ею комплексов тонкие петрографические, минералогические, геохимические и даже металлогенические особенности и которая отличает ее от аналогичных региональных магматических формаций других регионов и (или) другого возраста.

Примечание 6. Понятие о региональной магматической формации существует в практике геологических работ еще с "доформационного времени", когда однотипные магматические комплексы одной петрографической провинции выделялись как например "трапповая формация Сибири", "платиноносная дунит-габбровая формация Урала" и т.п. В настоящее время представление о региональных магматических формациях используется только при необходимости выделения таких обобщающих петрографических подразделений в различных обзорах, при составлении мелкомасштабных карт геологического содержания, причем в названиях региональных формаций обязательно указывается её географическое распространение, а иногда и геологический возраст (например, мезозойская лейкогранитовая формация Забайкалья).

б) Для объединения разнотипных магматических комплексов (относящихся к разным классам и видам формаций) по принципу временной последовательности их образования в пределах определенного района (структурно-формационной зоны) или же по принципу одновременности (геологически близкой синхронности) их становления в смежных геологических структурах выделяются ряды магматических комплексов, причем в соответствии с временными и пространственными взаимоотношениями магматических комплексов различаются их временные и латеральные ряды.

Временной ряд - ряд конкретных магматических комплексов, образующихся последовательно в ходе развития того или иного определенного тектонического элемента. В большинстве случаев в пределах временного ряда устанавливается направленное изменение вещественного состава магматических комплексов (тренд), обычно характеризующее гомодромность развития магматизма. Полезно 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 зон и т.п.).

Латеральный ряд - объединяет магматические комплексы, возникшие синхронно в смежных разнотипных структурах (структурно-формационных зонах); латеральный ряд отражает проявление определенного синхронного импульса магматической деятельности в разных тектонических обстановках. Латеральные ряды магматических комплексов характеризуют соотношение одновременно развивающихся на определенном этапе смежных тектонических зон, что особенно важно для анализа сочленения структур с различными типами глубинного строения.

Примечание 7. Изучение рядов магматических комплексов позволит выявить типовые формационные ряды, представляющие собой устойчиво повторяющиеся сообщества магматических комплексов, обладающие тождественными пространственно-временными взаимоотношениями. Таковы типовые формационные ряды эвгеосинклиналей, миогеосинклиналей, срединных массивов, авлакогенов, рифтогенных систем, зон сочленения континент-океан и др.; они отвечают и определенным геодинамическим режимам: геосинклинальному, орогенному, рифтогенному, платформенному.

Статья III.7. При средне- и крупномасштабном геологическом картировании и при детальных петрографических исследованиях возникает необходимость расчленения сложных по составу магматических комплексов на отдельные их составные элементы - вспомогательные петрографические подразделения. В зависимости от детальности работ и поставленных перед ними задач такое расчленение может быть доведено до разных пределов, но при соблюдении обязательного условия: каждое такое подразделение должно быть картируемым петрографическим элементом, т.е. обладать хорошо различимыми объективными признаками, отличающими его от других одноранговых петрографических элементов. При этом не рекомендуется вводить такие недостаточно определенные, а зачастую и двусмысленные понятия как "подкомплекс", "субкомплекс" и т.п.; следует выделять только картируемые в данном масштабе элементы магматических комплексов, рассмотренные в §§ 2, 3 настоящей главы применительно к вулканическим и плутоническим образованиям.

§ 2 Вулканические комплексы и осадочно-вулканические ассоциации

Статья III.8. Вулканический комплекс - конкретная ассоциация (парагенез) вулканических (эффузивных, вулканокластических, гипабиссальных) горных пород, слагающих геологические тела (покровные, экструзивно-жерловые, субвулканические) и их совокупности располагаются в пределах конкретной структурно-формационной зоны. Вулканические породы комплекса составляют закономерную последовательную во времени ассоциацию, обладающую общими чертами состава, морфологии, строения и соотношения с вмещающей средой, указывающими на их образование в течение единого вулканического процесса в определенный отрезок геологического времени.

Важнейшим признакам вулканического комплекса, как конкретного проявления магматической (вулканической) формации, является постоянство, или упорядоченность изменения его структурно-вещественных параметров, обусловленных проявлением определенного вулканического ритма. Физическими границами комплекса являются резкие нарушения постоянства или направленности его петрографических и структурных признаков (т.е. внутренней упорядоченности), выражающиеся в нарушениях гомодромности, антидромности, контрастности состава, постоянства порядка перемежаемости вулканитов различного состава и др. Такие нарушения упорядоченности признаков вулканического комплекса, как правило, совпадают с отчетливыми перерывами в вулканическом процессе.

Примечание 1. "Вулканиты" - термин свободного пользования для субвулканических, покровных вулканических и вулканогенных образований от гипабиссальных пород корневых частей вулканов и излившихся на поверхность лав (собственно эффузивов) до пирокластических и осадочно-пирокластических пород. "Покровными" называются все вулканические образования (лавовые, вулканокластические), последовательно накапливавшиеся в наземных и подводных условиях. Вулканическая фаза (как продукт процесса) - это совокупность внутренне однородных вулканических тел, сложенных горными породами устойчивого (или плавно изменяющегося) состава с общими структурно-текстурными признаками, сформировавшимися в определенную стадию (фазу) вулканической деятельности, являющуюся частью единого вулканического процесса. Вулканические породы фазы отделены от других фаз (фазовых тел) поверхностями раздела (границами), отчетливо фиксируемыми при полевых визуальных наблюдениях. Вулканические фазы, формирующиеся в ходе однонаправленного вулканического процесса в определенном интервале геологического времени в конкретном регионе, составляют вулканический комплекс.

Примечание 2. Понятие "фаза" для вулканитов имеет несколько иное содержание,

чем для интрузивных образований (см.ст.III.14). Это обусловлено сложностью и разнообразием проявлений процесса вулканизма, в результате чего фазовые взаимоотношения, отражающие границы между различными извергавшимися порциями вулканитов, возможны как между отдельными отличными по своим структурно-вещественным признакам покровными образованиями (наиболее четко отражающими эти границы), так и между покровными, экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями, где установление различий между фазовыми и фациальными (по глубинности образования) отношениями требует особо тщательно документированных наблюдений.

Вулканическая фация - обособленная ограниченная по площади часть вулканического тела (вулканической фазы), отличающаяся по структурным и(или) вещественным признакам слагающих ее горных пород от других одновременно образовавшихся частей данного тела и имеющая с ними постепенные (реже резкие, но не интрузивные) границы. Вулканические фации отражают внутреннюю неоднородность фазовых тел, обусловленную различными факторами: проявления дифференциации (в том числе гравитационной, ликвационной) магмы на месте застывания, условия остывания расплава (поверхностная, субвулканическая), температурная неоднородность условий кристаллизации излившегося расплава, положение относительно центров извержения (фации прижерловые, отдаленно-вулканокластические и т.п.).

Примечание 3. Термин "фация", используемый в широком и недостаточно определенном смысле (причины, условия, геологические тела и слагающие их породы) для вулканитов достаточно сложен, поскольку он объединяет неоднородности вулканических образований как по глубине, так и по латерали. Тем не менее, при всей терминологической сложности рекомендуется на практике делать четкие различия между понятиями "фация", "фаза", "комплекс" для вулканитов, так как каждое из них несет достаточно определенный смысл: "фация" - объединяет объекты с постепенно, изменяющимися признаками (на уровне главным образом разновидностей горных пород), отражающими обстановку их образования, отличную от других синхронно формирующихся частей геологического тела, "фаза" - объекты с хорошо различимыми признаками и потому имеющими четкие границы, фиксирующие отдельные стадии вулканического процесса, "комплекс" - объекты, характеризующиеся внутренней неоднородностью, но объединенные общей эволюционной упорядоченностью и закономерной последовательностью, вулканических фаз при последующем их нарушении на границе комплексов, на основании чего может быть установлена завершенность единого вулканического процесса (ритма вулканической деятельности).

Главная особенность вулканических комплексов - их полифациальность (как в вертикальном разрезе, так и по латерали); она определяется сложностью самого процесса вулканизма, различной связью с поверхностью переносимого из глубин вещества в разном агрегатном состоянии - от непосредственного излияния (выжимания) лавы до выбросов и отложения пирокластического материала до образования субвулканических тел корневой части вулкана с породами гипабиссального облика. Такая полифациальная природа вулканических комплексов определяется входением в них изменчивых по площади покровных стратифицированных эффузивных и вулканогенно-обломочных (потоки, покровы, пласты, слои, пачки),экструзивно-жерловых (некков, вулканических жерловин) и субвулканических образований (даек, силлов, штоков и др.); при этом нужно иметь в виду, что между всеми ними могут быть как фазовые, так и фациальные взаимоотношения в пределах единого вулканического комплекса.

Примечание.4. В русской петрографической терминологии давно установилось различие между понятиями эффузивные образования, возникшие в результате излияния жидкой лавы на поверхности (покровы и потоки) и экструзивные образования, т.е. выжатые на земную поверхность купола, пробки, бисмалиты вязкой, нерастекающейся лавы (в отличие от англо-американской терминологии, в которой не делается различия между

терминами *effusive* и *extrusive* и под ними понимаются все изверженные породы выведенные на поверхность Земли).

С экструзивными образованиями часто связаны продолжающие их вглубь жерловые образования (некки), представляющие собой заполнения застывшей лавой (магмой) подводных трубообразных каналов или 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.

Следует также строго однозначно применять термин "субвулканические образования" для интрузивных тел (дайки, силлы, штоки, купола) внежерлового ряда ("корни вулканов"), сформировавшихся на небольшой глубине в непосредственной связи с вулканическим процессом; последнее обстоятельство отличает субвулканические образования от гипабиссальных интрузивных и автономных дайковых образований (см. §§ 3, 4), кроме того, субвулканические образования всегда отличаются своей однофазностью.

Вулканический комплекс может быть образован породами как всех фаций, так и одной из них - покровной, экструзивно-жерловой, субвулканической или же различными их сочетаниями.

Статья III.9. Осадочно-вулканические (содержащие менее 50% осадочного компонента) и вулканогенно-осадочные (осадочного компонента более 50%) ассоциации состоящие из вулканических (в том числе и вулканокластических) и осадочных пород, обычно соответствуют свите или нескольким свитам (при отсутствии значительного перерыва в осадконакоплении). Как стратифицированные образования, подчиненные 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 опознавать в поле, картировать и представлять их описание в соответствии с правилами и рекомендациями, изложенными в главе V Стратиграфического кодекса (1992).

Отождествление понятий "свита" и "вулканический комплекс" возможно лишь в частных случаях, когда комплекс представлен только его покровной составляющей; в большинстве же случаев объемы их не могут совпадать, так как в вулканический комплекс должны включаться также экструзивно-жерловые и субвулканические образования.

Статья III.10. В вулканический комплекс объединяются картируемые в среднем и крупном масштабах тела вулканических пород, обладающие прежде всего определенными структурно-вещественными характеристиками и соотношениями с вмещающей средой, что позволяет отличать каждый комплекс на основе специфических черт от соседних и даже близких по составу вулканических комплексов.

Объединение ассоциаций вулканических пород и слагаемых ими покровных, экструзивно-жерловых и субвулканических тел в единый вулканический комплекс должно производиться по ряду общих критериев:

-постоянство петрографических (структурно-вещественных) параметров горных пород комплекса или направленная упорядоченность их изменения (вулканический ритм);

-наличие общих для всей ассоциации горных пород признаков (петрографических, петрохимических, геохимических), характеризующих наиболее существенные особенности вещественного состава комплекса и позволяющие устанавливать сериальные отношения между его членами;

-пространственная сопряженность геологических тел комплекса и их определенные соотношения, указывающие на близкие палеогеографические и геодинамические условия становления комплекса;

-ограниченность пространственного распространения вулканитов комплекса одной структурно-формационной зоной или несколькими зонами, близкими по типу тектоно-магматического развития;

-определенный геологический возраст вулканического комплекса и относительно короткий интервал времени его становления, что определяется положением его во временном ряду магматических комплексов данного региона (для стратифицированной составляющей комплекса - определенным положением в стратиграфическом разрезе).

Примечание 5. Следует иметь в виду, что критерий постоянства структурно-вещественных параметров вулканического комплекса не следует понимать как обязательную его однородность, которая возможна лишь как частный случай проявления комплекса. "Постоянство" может означать и присущую комплексу перемежаемость вулканических пород различного и даже контрастного состава, и закономерное его изменение как гомодромное, так и антидромное. Возможны также варианты, когда направленность обусловлена изменением объемных соотношений в разрезе видов вулканических пород, образующих комплекс.

Однако во всех случаях вулканический комплекс должен характеризоваться определенной упорядоченностью признаков состава и структуры образующих его горных пород.

Границей вулканического комплекса (кровли и подошвы для стратифицированной составляющей) является резкое нарушение его внутренней, упорядоченности (статья III.8), с которым обычно совпадает перерыв в вулканической деятельности, структурное или стратиграфическое несогласие, тектоническая перестройка.

Статья III.11. При детальном геологическом картировании вулканический комплекс может быть разделен на отдельные элементы - вулканические массивы, являющиеся локальными проявлениями вулканического комплекса в той или иной части структурно-формационной зоны, т.е. местными петрографическими подразделениями.

Вулканический массив - совокупность разнофациальных геологических тел (покровных, экструзивно-жерловых, субвулканических), связанных с деятельностью одного вулкана или нескольких сближенных и сходных по типу развития вулканов. Вулканический массив должен иметь все характерные признаки вулканического комплекса; его границы с другими массивами могут фиксироваться некоторыми изменениями состава и структуры горных пород, не выходящими за пределы вариаций, свойственных данному комплексу в целом. 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.

Вулканический массив как и вулканический комплекс картируется как совокупность составляющих единое целое отдельных геологических тел с фазовыми и фациальными взаимоотношениями; в связи с этим он может подразделяться на фазы и фации, образующие иногда дискретные вулканические тела - вспомогательные петрографические подразделения - лавовые потоки, пачки и пласты пирокластических пород, экструзивно-жерловые и субвулканические тела. Среди них покровные фазы и фации вулканического массива представляют наиболее четко различимую и картируемую последовательность вулканических пород, которая одновременно рассматривается также как местное или вспомогательное стратиграфическое подразделение (Стратиграфический кодекс 1992).

§ 3. Плутонические комплексы

Статья III.12. Плутонический комплекс - конкретная ассоциация (парагенез) плутонических пород, слагающих магматические тела и их совокупности, проявляющиеся в определенном геологическом пространстве и времени и обладающие общими особенностями вещественного состава, строения и соотношений с вмещающей средой. Плутонический комплекс формируется в определенной геодинамической обстановке в ходе развития единого, как правило, многостадийного (многофазного) интрузивного процесса. Внутренняя целостность комплекса определяется естественной связанностью его составных

частей (интрузивных фаз) и принадлежностью их к завершеному (т.е. однонаправленному в структурно-вещественном отношении) ритму интрузивной деятельности.

В состав плутонического комплекса входят ассоциация плутонических пород, их дайковая серия, а также постмагматические пневмато-гидротермальные жильные и метасоматические образования, связь которых с интрузивным массивом достаточно определена. Когда же для серий (роёв) даек не обнаруживается четкой, связи с закономерно эволюционирующим интрузивным процессом, они должны выделяться в автономные дайковые комплексы (см. § 4). В единый плутонический комплекс объединяются не только горные породы близкого петрографического состава (что характерно главным образом для гранитоидных комплексов), но и определенные ассоциации магматических пород разных групп и семейств (например, от ультрабазитов и габброидов до диоритов и плагиогранитов) в дифференцированных интрузивных телах сложного состава, где они тесно связаны пространственно-временными отношениями (см. ст. III.14). Состав плутонического комплекса определяется совокупностью образующих его видов и разновидностей горных пород, а его общее строение - формой, структурой и последовательностью формирования простых (фазовых) тел, соединяющихся в сложных интрузивных массивах (плутонах).

Примечание 1. В плутонические комплексы могут объединяться как собственные интрузивные, внедрившиеся (аллохтонные) магматические тела, так и автохтонные тела магматического замещения, а также тектонически перемещенные тела магматических пород (протрузии). Морфология и условия залегания всех этих геологических тел по существу одинаковы и вопрос об их аллохтонной или автохтонной природе далеко не всегда решается однозначно. Поэтому для практических целей рекомендуется именно термин "плутонический комплекс", который по сравнению с близким ему термином "интрузивный комплекс" является более свободным с точки зрения генезиса, зачастую весьма спорного.

Примечание 2. Границы плутонического комплекса определяются на основании указанных признаков в результате в первую очередь геологических наблюдений, а также петрографических, геохимических и радиологических исследований. В общем виде дискретность внешних границ плутонического комплекса определяется как прямыми геологическими свидетельствами (трансгрессивное перекрытие эродированных интрузивных тел стратифицированными, осадочными или вулканическими отложениями, проявления промежуточных между двумя комплексами автономных дайковых образований), так и любыми другими однозначно фиксируемыми резкими нарушениями внутренней структурно-вещественной упорядоченности (в общем случае гомодромной направленности) в последовательном ряду фазовых тел, являющейся важнейшим признаком плутонического комплекса (см.ст.III.15).

Статья III.13. Объем плутонического комплекса и его распространение в геологическом пространстве определяется совокупностью образующих его интрузивных тел (интрузивных массивов), т.е. локальных проявлений комплекса, которые могут рассматриваться как местные петрографические подразделения. Среди них по строению и соответственно по характеру образования различается несколько типов:

- простые однофазные массивы - однородные интрузивные тела, образованные однократным внедрением магмы и характеризующиеся относительным постоянством состава и строения; однородность их состава может нарушаться только фациальными разновидностями плутонических пород, наличием зон краевой закалки, шлиров переплавленных ксенолитов, пегматоидных обособлений и участков интенсивных постмагматических изменений;

-дифференцированные однофазные (однотайпные) массивы -интрузивные тела, образованные одноактным внедрением магмы и характеризующиеся внутренней структурно-вещественной неоднородностью; среди них различаются: а) простые дифференцированные массивы, возникшие в процессе кристаллизационной

дифференциации, а также образованные в результате кристаллизации двух (редко трех) не смешивающихся жидких фаз, возникших при ликвационном разделении расплава, и б) расслоенные массивы, образовавшиеся при затвердевании первично гомогенного расплава и имеющие в результате внутри камерной гравитационно-кристаллизационной дифференциации ярко выраженное гетерогенное строение, обусловленное чередующимися согласными слоями плутонических пород разного состава наподобие стратифицированной пачки осадочных отложений;

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

-сложные полигенные и полихронные плутоны, в которых соединяются спаянные воедино интрузивные тела, образованные неоднократными внедрениями магм разного состава из заведомо разных автономных источников и всегда имеющие между собой резкие интрузивные контакты; такие плутоны сложены горными породами нескольких плутонических комплексов, относящихся к разным магматическим формациям (полиформационные плутоны) и возникающих в определенном временном интервале (устанавливаемым с помощью изотопного датирования), внутри которого прерывистость интрузивной деятельности не фиксируется формированием других геологических тел.

Примечание 3. Широко распространенный собирательный термин "массив", имеющий в основном морфологическое значение и разное содержание в геотектонике, вулканологии, гидрогеологии, геоморфологии, предлагается применять в магматической геологии только с прилагательным "интрузивный". Для сложных полихронных полиформационных интрузивных образований более предпочтителен термин "плутон" (в соответствии с его первоначальным значением как общего названия крупных сложных глубинных тел магматического происхождения, Г.Клосс, 1927). Отдельным интрузивным массивам (в особенности крупным) присваиваются географические названия; по названию наиболее типичного массива нередко получает своё наименование плутонический комплекс.

В связи с разнотипностью интрузивных образований, изучение их внутреннего строения (в том числе и при геологической съемке) должно сводиться к решению двух взаимосвязанных задач:

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

-выявление характера структурных отношений 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.

Примечание 4. Изучение внутреннего строения интрузивных массивов до недавнего времени строилось преимущественно исходя из априорно принимаемого представления о принадлежности каждого интрузивного массива к одному плутоническому комплексу; в соответствии с этим разновозрастные интрузивные тела внутри плутонов рассматривались как отдельные интрузивные фазы в рамках одного плутонического комплекса. Но в настоящее время недопустимо игнорировать твердо установленный факт существования полихронных полигенных плутонов и полиформационный характер многих из них. Поэтому необходимо при геологической съемке учитывать возможность совмещения в морфологически едином массиве (плутоне) интрузивных тел разновозрастных плутонических комплексов и использовать критерии, по которым их следует различать. В связи с тем, что в большинстве случаев отсутствуют надёжные геологические свидетельства разновозрастности (полихронности) спаянных, воедино интрузивных тел, доказательство разной формационной принадлежности частей таких плутонов приобретает особое значение как важнейший способ расчленения их на самостоятельные плутонические

комплексы.

Некоторые рекомендации по расчленению интрузивных массивов не только на фазы и фации, но и выделение внутри них плутонических комплексов даны в статье III.15. Специально эти вопросы освещены в брошюре методических рекомендаций (Принципы расчленения и картирования гранитоидных интрузий, 1988).

Статья III.14. Наблюдаемая внутренняя неоднородность интрузивных массивов отражает прежде всего дискретность формирования их отдельных частей вследствие: а) прерывистости внедрения магматических расплавов и б) сравнительно длительного прерывисто-непрерывного процесса кристаллизации магматического расплава в интрузивной камере (т.е. внутрикамерной кристаллизационной или ликвационной дифференциации).

Такая дискретность интрузивного процесса во времени фиксируется прерывистым характером изменения состава, и (или) текстурно-структурного облика магматических пород. На основании этого в пределах единого интрузивного массива вычленяются отдельные внутренне однородные тела, сложенные однотипными или близкими породами устойчивого (или непрерывно плавно меняющегося) состава и структуры, т.е. на основе конкретных структурно-вещественных признаков выделяются интрузивные фазы как элементарные тела (части) плутонического комплекса, которые по-существу являются вспомогательными петрографическими подразделениями.

Примечание 5. Термин "интрузивная фаза" применяется и как временное понятие т.е. как ограниченный по длительности импульс интрузивной деятельности, обособленный во времени акт вторжения и кристаллизации магматического расплава определенного состава, и как структурно-вещественное понятие, т.е. как возникшее в результате этого интрузивного импульса тело одного состава и текстурно-структурного облика, отделенное от других фазовых тел границами (поверхностями разделов), фиксируемыми при полевых визуальных наблюдениях.

В соответствии с характером происхождения неоднородности интрузивных массивов различают два типа фаз:

-фазы внедрения - результат неоднократного поступления в интрузивную камеру магматических расплавов из эволюционирующего во времени первичного глубинного или промежуточного магматического очага а;

-фазы становления (или "внутрикамерные дифференциаты"), возникающие вследствие внутренних физико-химических превращений протекающих в охлаждающемся расплаве и обуславливающих прерывисто-непрерывный скачкообразный характер его кристаллизации; отличием этих фаз от фаз внедрения является отсутствие между ними рвущих интрузивных контактов, хотя их границы обычно достаточно четкие, что определяется характером кристаллизации.

В практике геологических работ понятие интрузивная фаза, фазовое тело относится почти исключительно к фазам внедрения. Что касается фаз становления, то они, хотя и разделенные между собой краткими временными интервалами отражают по-существу элемент строения, возникающий в процессе становления уже внедренного интрузивного тела. Поэтому фазы становления в равной степени можно рассматривать как конституционные фации (см. ст.III.15), образовавшиеся в процессе кристаллизации магматического расплава в интрузивной камере.

Понятие плутонического комплекса предусматривает определенную временную последовательность внедрения интрузивных фаз, которые рекомендуется обозначать либо порядковыми номерами (первая, вторая, третья...), либо определять словами: ранняя, средняя, поздняя, дополнительная, дайковая и т.д.

Статья III.15. Неоднородность внутреннего строения интрузивных массивов обуславливается не только их многофазным характером формирования, но и наличием различных фаций внутри однофазных тел. В магматической геологии термин "фация" используется в двойном смысле: 1) для обозначения условий образования горных пород, в

том числе и глубины становления, интрузивных массивов (абиссальные, мезоабиссальные, гипабиссальные) и 2) для обозначения структурно-вещественных разновидностей горных пород, образовавшихся одновременно и всегда отражающих различные условия кристаллизации магматической системы. Во избежание неопределенности термин "фа́ция" в первом смысле может быть заменен термином "фациальные условия". Термин "фа́ция" рекомендуется сохранить за отдельными участками (зонами) внутри единых фазовых тел, сложенных разновидностями горных пород, незначительно различающихся между собой структурно и (или) по составу. Переход между фациями обычно плавный постепенный, и потому границы между ними проводятся условно.

Традиционными являются выделения эндоконтактовой фации, горные породы которой отличаются от пород главного объема интрузива меньшей зернистостью при сохранении главных особенностей состава, и гибридной фации, характерной главным образом для ранних интрузивных фаз в краевых частях массивов и отличающейся наличием шпиров, ксенолитов, общей неравновесностью минерального состава горных пород.

Статья III.16. Критерии отнесения магматических пород и слагаемых ими интрузивных тел к единому плутоническому комплексу:

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

- однотипность (однонаправленность) временных пространственных соотношений тел различных горных пород внутри интрузивных массивов комплекса (однофазные простые или дифференцированные, расслоенные, многофазные);

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

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

Главным критерием правильности (корректности) выделения плутонического комплекса служит устойчивость его главных внутренних характеристик в пространстве, т.е. повторяемость их в разных интрузивных телах (массивах), относимых к данному комплексу.

Для массивов одного плутонического комплекса возможны колебания в числе интрузивных фаз (неполный их набор) и незначительные вариации в составе горных пород, слагающих фазовые тела. Но при этом обязательно соблюдение главного условия принадлежности всей ассоциации горных пород к единому комплексу: общая эволюционная упорядоченность, выдержанная направленность изменения состава и (или) структур горных пород в ряду последовательно формирующихся интрузивных фаз.

Выявленная повторяющаяся закономерность изменения структурно-вещественных параметров интрузивных фаз позволяет использовать явные резкие нарушения такой направленности в последовательности интрузивных фаз в качестве надежного показателя, определяющего внешние границы комплекса и как свидетельство проявления в данном гетерогенном сложном плутоне другого более молодого плутонического комплекса, пространственно совмещенного с интрузивными фазовыми телами предшествующего комплекса.

§4. Автономные дайковые комплексы

Статья III.17. В автономные дайковые (диатремово-дайковые и силлово-дайковые) комплексы выделяются естественные сообщества магматических пород гипабиссального класса, слагающие генетически самостоятельные, локализованные в пространстве и

времени группы малых интрузивных тел (даек, силлов, жил, конических тел, мелких штоков, лакколлитов, диатрем), непосредственно не связанных с корневой системой вулканических аппаратов и не являющихся апофизами или дайковой серией интрузивных тел; они отвечают самостоятельному импульсу магматической деятельности, представляют собой результат особой формы проявления магматизма, отличной от собственно вулканической и плутонической.

Устанавливаются два типа рассматриваемых магматических образований: диатремово-дайковые и силлово-дайковые комплексы.

Малые интрузивные тела диатремово-дайкового типа, развитые главным образом на платформах, щитах, реже в пределах орогенов, залегают обособленно в форме линейных поясов (роёв) различной, иногда значительной протяженности вне видимой связи с близко синхронными им вулканическими и интрузивными комплексами, обычно тяготея к тектонически ослабленным зонам. Для диатремово-дайковых комплексов характерно широкое распространение брекчиевых, автобрекчиевых и туффзитовых фаций, которыми иногда целиком сложены изометрические в плане тела - диатремы (трубки взрыва), имеющие лишь внешнее сходство с субвулканическими жерловинами (некками). Специфические черты горных пород диатремово-дайковых комплексов - конституционная неоднородность и нередкое содержание глобулей (микрошлиров) относительно более лейкократового состава. Меланократовые члены этих комплексов, как правило, содержат нодули и ксенокристаллы глубинных пород мантийного и корового происхождения. Для всех горных пород диатремово-дайковых комплексов характерен интенсивный аутометасоматоз, до полного преобразования во вторичные минеральные парагенезисы, и глубокое гидротермальное изменение вмещающих пород.

Малые интрузивные тела силлово-дайкового типа развиты главным образом в подвижных областях, где они особенно характерны для орогенного режима. Они проявляются в форме кольцевых (конических) линейно-кольцевых и линейных поясов, нередко значительно протяженных. В формировании вулкано-плутонических ассоциаций они занимают как промежуточное положение между вулканическими и интрузивными комплексами, так и завершающее положение после интрузивного комплекса, или же проявляются во временном перерыве между двумя интрузивными комплексами. Кроме того, протяженные пояса и рои автономных даек - это широко распространенные наиболее ранние проявления магматизма в рифтогенных системах, где они фиксируют зоны начальных растяжений на сводовых поднятиях, сопряженных с основной зоной рифта: прослеживаясь по простиранию на многие десятки километров такие рои даек также трассируют возможное продолжение не развившейся рифтовой зоны.

Статья III.18. Принадлежность магматических проявлений к автономному диатремово-дайковому или силлово-дайковому комплексу определяется совокупностью диагностических признаков вытекающих из анализа их петрографических особенностей, условий залегания и структурных и временных соотношений с близко одновозрастными им вулканическими и интрузивными комплексами.

Пояса и рои малых интрузивных тел (даек, силлов, мелких штоков, и др.), сложенных горными породами, не имеющими аналогов среди вулканитов и плутонитов (микрогаббро, гранит-порфиры, аплиты, диабазы, тешениты и др.) могут быть отнесены к автономным диатремово-дайковым и силлово-дайковым комплексам только в тех случаях, когда они не могут считаться корневыми частями вулканических извержений и не являются дайковыми комагматами интрузивных массивов. Если же устанавливается определенная связь таких образований с вулканизмом или с интрузивным магматизмом, то их следует включать в состав соответствующего вулканического или плутонического комплекса, показывая их на геологической карте особыми условными знаками.

Статья III.19. Названия конкретным автономным дайковым комплексам рекомендуется давать по преобладающим видам гипабиссальных горных пород (спессартитовый, гранит-порфировый, уачитит-минеттовый, камптонит-мончикитовый,

щелочно-пикритовый и т.п.), сочетая их с географическими названиями (см. гл. V).

Статья III.20, Ввиду важного геологического и металлогенического значения малых интрузивных образований рассматриваемого типа (что широко признано в практической деятельности геологов) все выявленные при региональных геологических исследованиях автономные диатремово-дайки и силлово-дайковые комплексы должны показываться на геологических картах немасштабными условными знаками. В легендах к картам и в литостратиграфических колонках такие комплексы должны занимать место в соответствии со своим изотопным и относительным геологическим возрастом.

Глава IV. РАСЧЛЕНЕНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Метаморфические комплексы.

Статья IV.1. Ассоциации метаморфических пород являются сложными специфическими образованиями, методика расчленения и картирования которых отлична от таковой для осадочных или магматических образований.

Изучение и картирование метаморфических образований, также как и магматических, ведется на уровне (в объеме) основного регионального петрографического подразделения - комплекса или же отдельных составляющих его обособленных групп горных пород.

Горные породы, претерпевшие метаморфизм, разделяются на две категории метаморфизованных и метаморфических, требующих различного подхода к их выделению и наименованию (см.гл. II.§3) Метаморфизованные и метаморфические породы объединяются в комплексы - естественные геологические тела сложенные ассоциацией этих пород, сформированные в определенном геологическом пространстве и времени, обладающие устойчивыми признаками состава, структуры, текстуры и соотношения с окружающей средой.

Метаморфизованные комплексы сложены осадочными или магматическими горными породами, которые в результате метаморфизма только частично утратили первичные признаки. При полевых наблюдениях достаточно уверенно устанавливается их первоначальная природа. Эти комплексы не имеют самостоятельного петрографического значения. Они выделяются и картируются либо по литостратиграфическим признакам, если они образовались по стратифицированным осадочным, осадочно-вулканогенным или покровным вулканическим образованиям (Стратиграфический кодекс 1992, гл. III и IV), либо по структурно-вещественным признакам при образовании их по магматическим (интрузивным, субвулканическим) образованиям (см. гл. III §2, 3 настоящего Кодекса). Для метаморфизованных комплексов предлагается применять терминологию, установленную для неметаморфизованных пород с приставкой либо "мета-", указывающей что они претерпели метаморфизм (метабазальтовый комплекс, метапелитовая серия), либо "апо", указывающей на исходный состав данной ассоциации метаморфизованных пород (апогаббровый амфиболитовый комплекс, апопесчаниковая зеленосланцевая свита).

Метаморфические комплексы сложены горными породами, которые в процессе метаморфизма в значительной мере или полностью утратили минеральные и структурные признаки исходных пород, вследствие чего природа субстрата не реставрируется по прямым, визуальным наблюдаемым признакам.

Примечание 1. Если состав субстрата будет установлен только при аналитической обработке полевого материала, то данный комплекс все же предлагается считать метаморфическим, так как иначе он не будет в поле надежно диагностироваться другими исследователями.

Характеристическими признаками метаморфических образований являются: минеральный парагенез, структура (гранобластическая, мозаичная и др.), текстура (сланцевая, гнейсовидная и др.), полихронность (время образования субстрата и время

метаморфизма), взаимоотношение со средой (в отличие от магматических образований, сформированных из расплава и находящихся в аллохтонном залегании, метаморфические комплексы образуются в результате преобразования субстрата без изменения его твердофазного состояния и находятся в автохтонном залегании), широкое развитие процессов метасоматоза.

Статья IV.2. Методическая основа картирования должна обеспечить четкое выделение метаморфических комплексов среди геологических образований других генетических типов, а также возможную и необходимую детальность их расчленения. Выделение и картирование метаморфических комплексов производится с использованием реально наблюдаемых структурно-вещественных признаков. На геологических картах должны изображаться с необходимой для данного масштаба детальностью только структурно-вещественные комплексы метаморфических пород ("литодемы", по американской терминологии), которые отражают развитие метаморфизма как во времени, так и в пространстве и характеризуют определенный уровень (степень) метаморфических преобразований. Реставрация субстрата допускается только как интерпретационный вариант и на карте не демонстрируется. Закон суперпозиции, основной в стратиграфии, не применим ко многим метаморфическим комплексам в силу того, что они вследствие метаморфизма, метасоматоза и тектонической перестройки утратили первоначальную структуру, текстуру и состав.

Статья IV.3. Существенным элементом в изучении метаморфических комплексов являются метаморфические фации.

В метаморфической петрографии термин "фация" имеет иное, более широкое значение, чем фации применительно к магматическим образованиям (гл. III, §§ 2, 3). Термин "метаморфическая фация" употребляется для совокупности горных пород изоградного метаморфизма, т.е. отдельных его ступеней, что фиксируется появлением в горных породах определенных типоморфных парагенетических ассоциаций минералов, образовавшихся в одинаковых условиях одной ступени метаморфизма. Минеральные ассоциации, составляющие фацию, представляют собой системы, достигшие равновесия в определенных условиях, контролируемых совокупностью связанных друг с другом термодинамических, химических, концентрационных, структурно-текстурных и других факторов.

Принцип фаций метаморфизма широко распространен при классификации ассоциаций метаморфических пород по зонам глубинности, и в таком понимании метаморфическая фация применяется почти во всех петрографических работах, посвященных региональному метаморфизму.

Метаморфическая фация может или целиком характеризовать метаморфический комплекс, или же может относиться к какой-то его отдельной части, что имеет место в зональных метаморфических комплексах.

Соответственно роли фаций в строении метаморфических тел различаются два типа комплексов; для них существует определенная специфика расчленения и картирования.

Монофациальные стратиформные метаморфические комплексы, сложенные минеральными парагенезисами одной фации, образующейся в период становления комплекса при постоянных для данного возрастного или реоструктурного уровня термодинамических условиях; границы таких комплексов совпадают с границами стратификации и с фациальными границами. Для этих комплексов характерна стратиформность, что позволяет применять к ним стратиграфическую терминологию (слои, пласты и др.). Но во всех случаях необходимо устанавливать природу стратиформности, является ли она первичной реликтовой стратификацией исходных пород (т.е. субстрата), или возникла в процессе метаморфо-метасоматической дифференциации в период становления метаморфического комплекса, что обязательно должно, учитываться при характеристике этих комплексов.

Полифациальные зональные метаморфические комплексы сложены минеральными

ассоциациями различных фаций, возникающих синхронно в процессе высокоградиентного регионального метаморфизма, наложенного на стратифицированные осадочные, вулканогенные или интрузивные образования. Минеральные парагенезы в пространстве образуют единую зональную метаморфическую структуру, в которой границами зон являются изограды метаморфизма (условия одной фации), причем эти границы могут сечь первичную слоистость (поверхности стратификации) и складчатые структура субстрата.

Примечание 2. Зональные метаморфические комплексы являются благоприятными объектами изучения закономерностей развития процессов метаморфизма и сопутствующего ему метасоматоза в обстановке направленного изменения физико-химических условий среды. Вследствие специфики строения зональных метаморфических комплексов обычные приемы петрографического или стратиграфического расчленения стратиформных образований оказываются зачастую неправомерными - выше и ниже лежащие зоны (стратиформные тела) образовались одновременно, закон суперпозиции не применим. При значительных размерах зональных метаморфических комплексов может быть осуществлено их четкое поверхностное картирование с расчленением комплекса на отдельные метаморфические зоны и с соответствующим показом их в масштабе геологической карты.

Особая форма зональности метаморфических комплексов обусловлена неоднократностью метаморфических процессов проявленных в данном регионе, как в режиме прогрессивных, так и регрессивных изменений. Сформированные таким образом полихронные метаморфические зональные комплексы требуют специального изучения парагенетических минеральных ассоциаций, проведения фациального анализа, рассмотрение которых не входит в задачи настоящего Кодекса.

Статья IV.4. В связи с органичной полихронностью метаморфических комплексов необходимо отличать геологический возраст ассоциации горных пород субстрата от возраста метаморфизма. Радиологическими методами определяется время метаморфизма, а возраст субстрата следует устанавливать по комплексу геологических, геохимических и других дополнительных признаков. Подобная процедура особенно успешно применима в зональных метаморфических комплексах с внешней зоной слабо измененного субстрата.

Возрастное положение регионально-метаморфических комплексов с целью определения их места в региональной шкале геологических событий определяется в процессе картирования на основании их взаимоотношений с магматическими породами, стратиграфическими и структурными несогласиями с подстилающими и перекрывающими толщами супракрустальных пород, и, что крайне желательно, на основании изотопных методов геохронологии. Необходимым условием, при этом, является отбор изотопно-возрастных проб с привязкой к обнажениям, где документированы геологические соотношения этих пород с прилежащими или прорывающими, а в случае полиметаморфических комплексов со строгой привязкой отбираемых проб к региональной структурно-метаморфической шкале, без чего полученные изотопные данные геологически обоснованно не могут быть расшифрованы.

Геологический возраст контактово-метаморфических пород и их местонахождение в легенде определяется по возрасту интрузивных тел, формирующих эти породы. В тех же случаях, когда интрузивы остаются эрозионно не вскрытыми, необходимо изотопное датирование роговиков.

Возрастное положение динаметаморфических тектонитов определяется их геологическими соотношениями с породами регионального стратиграфического разреза и с интрузиями, возраст которых известен, находящимися, в зоне развития тектонитов.

Метод изотопного датирования к этим породам практически не применим из-за нарушения радиохронометрических минералов. В пределах развития полициклических гранит-мигматитовых комплексов в областях раннеархейской консолидации их структурно-петрологический анализ, сопровождается изотопно-возрастным датированием с отбором проб в их строгой привязке к определенным минеральным парагенезисам, радиометрическое изучение которых рекомендуется проводить с применением изохронного

U-Pb метода.

Статья IV.5. Процессы метаморфизма протекают преимущественно при конвективном теплопереносе в открытой системе с участием химически активного теплоносителя (флюида). Поэтому метаморфизм сопровождается значительными химическими изменениями исходных пород (аллохимический метаморфизм), а закрытые системы с изохимическим метаморфизмом являются только частным случаем данного процесса. Метасоматические преобразования ведут к значительным структурно-текстурным и особенно химическим изменениям горных пород.

Метасоматические породы, т.е. породы, химический состав которых был существенно изменен в процессе метасоматических преобразований, обычно составляют лишь какую-то часть метаморфических комплексов. Поэтому их рекомендуется рассматривать в составе таких комплексов, выделять и показывать на геологической карте как обособленные тела, тяготеющие к тому или иному метаморфическому комплексу, но не объединять их в самостоятельные метасоматические комплексы, так как в данном случае они не могут рассматриваться как региональные петрографические подразделения (гл. III. §+). В тех же случаях, когда приходится иметь дело с ареалами проявления регионального метасоматоза, они должны квалифицироваться как один из видов метаморфических комплексов, а потому выделяться и картироваться согласно общим правилам, изложенным в настоящей главе.

Статья IV.6. Отсутствие в настоящее время единой общепринятой классификации и номенклатуры метаморфических пород (гл. III, §3) осложняет четкое единообразное расчленение их природных ассоциаций и затрудняет предложение общих правил образования названий для метаморфических комплексов.

Метаморфические комплексы, для которых субстрат достоверно не установлен, выделяются, исходя из устойчивого парагенеза главных видов горных пород с учетом однотипности морфологии и строения геологических тел и фациальных условий их образования. В основу номенклатуры таких комплексов пока должны быть положены традиционные названия групп и семейств метаморфических пород (гнейс, амфиболит, кристаллосланец, эклогит, киндигит и др.), дополненные определяющими прилагательными (образованными из названий породообразующих минералов), отражающими наиболее типичные для данного комплекса виды (или часто даже один вид) метаморфических пород (комплекс гранат-гиперстеновых кристаллосланцев, комплекс амфибол-биотитовых гнейсов и т.п.).

Статья IV.7. Для метаморфических комплексов, выделение которых проводится на структурно-вещественном принципе, необходима типизация на формационной основе. Однако, еще нет общепринятой классификации метаморфических формаций, которая могла бы быть положена в основу такого принципа выделения метаморфических комплексов. До разработки такой классификации можно рекомендовать учитывать две работы, в которых сделаны первые попытки систематики и классификации метаморфических формаций: "Метаморфические формации" (ред. Н.Л.Добрецов, Новосибирск, 1981), составленная Комиссией по метаморфизму и метаморфогенному рудообразованию, и "Региональные метаморфо-метасоматические формации (Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций, В.В.Жданов, Б.В.Петров, Б.А.Блюман и др., 1983). В первой дается типизация метаморфических комплексов по структурно-геологическому принципу и выделяется три типа метаморфических комплексов: стратиформные комплексы щитов и срединных массивов, ультраметаморфические комплексы наиболее характерные для гранито-гнейсовых куполов и фундамента древних платформ и прочие метаморфические комплексы, развитые преимущественно в постархейских складчатых областях. Во второй работе формации метаморфических пород выделяются исходя из особенностей их состава, строения и соотношений с субстратом, в основу номенклатуры положены названия ведущих семейств горных пород.

Метаморфические формации, как объекты, отображаются только на специальных,

обычно мелкомасштабных картах, но они пока не должны фигурировать на общих геологических картах средних и крупных масштабов, где показываются только конкретные структурно-вещественные комплексы метаморфических пород.

Разработка и последующее утверждение общей схемы классификации метаморфических формаций - задача дальнейших исследований и она должна быть решена при подготовке к следующему изданию Петрографического Кодекса.

Глава I. ОБЩИЕ 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 для целей четкого выделения хорошо обособленных совокупностей геологических тел определенного петрографического состава и достоверно установленного возраста, быть основной единицей внутрирегиональной и (или) межрегиональной корреляции магматических и метаморфических образований; оно должно быть предложено и охарактеризовано согласно требованиям Кодекса. Региональное петрографическое подразделение может считаться установленным после неоднократного использования его содержания и наименования в ряде геологических работ по региону и утверждения его Региональным петрографическим советом.

Статья V.2. Ранее установленные петрографические подразделения могут считаться валидными (т.е. признаны действительными, узаконенными) только тогда, когда они имеют достаточно охарактеризованный петротип (см. §3) 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.

Примечание 1. Многие магматические комплексы (особенно интрузивные) приобрели настолько широкую известность и настолько укоренились в практике региональных работ, что вопроса о признании их валидности практически не возникает; таковы например: хибино-ловозерский, кемпирсайский, ишимский, змеиногорский, таннуольский, колымский, джугджурский и другие комплексы.

Статья V.3. Вновь выделяемое региональное петрографическое подразделение является валидным только при соблюдении требований Кодекса (гл. III и §§ 2,3 настоящей главы); оно считается официально принятым после утверждения, его Региональным петрографическим советом.

При описании нового регионального петрографического подразделения, которое может быть дано в публикации или 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 данные); внутреннее строение тел;
- объем подразделения (свиты, толщи, вулканические массивы, интрузивные массивы и пр.);
- геологический возраст; данные изотопного датирования;
- положение в региональной стратиграфической схеме и тектоническая позиция;
- соотношение с региональными петрографическими подразделениями в смежных регионах (на основании межрегиональной корреляции);
- сведения, о петротипе (см. ст. V.9).

Примечание 2. При характеристике региональных петрографических подразделений такие данные, которые подразумевают его генезис (комагматичность, контаминация, анатексис и т.д.), к числу основных признаков относиться не могут вследствие их гипотетичности и возможности различных интерпретаций, но в описании желательны их приводить.

В предложение по введению нового регионального петрографического подразделения и обоснование его целесообразности должно входить рассмотрение истории вопроса прежнего петрографического подразделения, которое включало полный объем или часть объема предлагаемого.

Все принятые Региональным петрографическим советом новые региональные петрографические подразделения (магматические, метаморфические комплексы) обязательно 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 стратиграфическое подразделение может иметь только одно валидное название. Недопустимо дублирование названий, которое происходит при использовании различных наименований по отношению к одному и тому же петрографическому подразделению (синонимия), как недопустимо применение одного и того же названия для разных петрографических подразделений (омонимия).

Статья V.5. Полное название магматического или метаморфического комплекса, имеющего, в отличие от магматической или метаморфической формации ограничения в пространстве и во времени, должно отражать не только петрографический облик комплекса, но и указывать на его географическое распространение или местонахождение его петротипа. Поэтому название комплекса должно быть составным, комбинированным из присвоенного ему географического наименования (индивидуальный признак) и петрографического прилагательного (видовой признак). Если стратифицированные (покровные) фации вулканического комплекса выделены в свиту, уже получившую валидное название (утвержденное МСК), то это название может быть перенесено на вулканический комплекс в целом с соответствующим изменением родового окончания названия (например, сакмарская свита - сакмарский комплекс).

В случаях необходимости или целесообразности в названии магматического или метаморфического комплекса может фигурировать указание на его геологический возраст; например: базальтовый комплекс Буреинского срединного массива неоген-четвертичный.

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

Названия региональных петрографических подразделений, как и всех стратиграфических подразделений, пишутся со строчной буквы.

Статья V.8. Первой частью полного составного названия магматического или метаморфического комплекса является суффиксальное прилагательное, образованное от исходного географического названия. Рекомендуется отдавать предпочтение географическим названиям от постоянных 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 трубуется для отличия двух идентичных названий (например: медвежьегорский, медвежьеозерский). Не рекомендуется по одному и тому же географическому объекту давать названия разным петрографическим подразделениям.

В случаях, когда комплекс не имеет присвоенного ему географического

наименования, его следует предложить и утвердить на РПС.

Примечание 1. Источниками правильного написания географических названий являются современные географические и топографические карты, атласы. Географическая часть названия хорошо установленного регионального петрографического подразделения не изменяется при изменении в написании географического объекта; например: сохраняется название "улутауский пироксенит-перидотитовый комплекс" после написания на последних топографических картах "горы Улыгау", "бошекульский спилит-кератофировый (трахиандезит-базальтовый) комплекс после изменения названия озера Бошекуль на "Боз шаколь" и т.д.). Рекомендуется избегать выбора сложных и труднопроизносимых названий, а также близких по начертанию названий в особенности для петрографических подразделений, развитых в пределах одного района и (или) близких по геологическому возрасту.

Статья V.7. Магматический (метаморфический) комплекс должен быть достаточно хорошо изучен и определен, что отражается в петрографическом прилагательном его полного названия. Для валидных региональных петрографических подразделений недопустимы такие неконкретные общие наименования, как например: "омсукчанский интрузивный комплекс" без указания его петрографического состава. Следует также отказаться от петрохимических названий комплексов (например, "щелочно-ультраосновной комплекс"), что практиковалось на ранних стадиях изучения, когда еще не было выявлено петрографического облика магматического комплекса.

Петрографическое название комплекса дается по наименованиям преобладающих магматических или метаморфических пород, которые его составляют; оно определяется тем или иным сочетанием этих главных (типоморфных) горных пород и соответственно может быть простым (гранитовый, базальтовый, кинцигитовый) или сложным (габбро-анортозитовый, базальт-андезит-риолитовый, амфиболит-гнейсовый). Не рекомендуется 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 именно его петрографический облик, по которому данный комплекс отличается от других магматических или метаморфических комплексов.

В отличие от правил наименования горных пород (см. гл. II), петрографические названия магматических и метаморфических комплексов должны писаться через дефис, поскольку дефис придает самостоятельность всем соединяемым словам. В двучленных или в более сложных петрографических прилагательных недопустимо усекаль (купировать) название первого вида горных пород (например: писать "монцо-сиенитовый" вместо "монцонит-сиенитовый", или "пикро-базальтовый" вместо "пикрит-базальтовый"), что искажает смысл ввиду того, что в петрографической номенклатуре есть собственные названия горных пород: монцосиенит, пикробазальт.

В случаях, когда петрографическое название комплекса трудно (или недостаточно) выразить одним, хотя бы и составным прилагательным, его петрографический облик может быть передан в форме дополнительного несогласованного определения (например: ель-озерский комплекс щелочных габброидов, щелочных и нефелиновых сиенитов, лапландский комплекс кислых гранулитов).

Примечание 2. 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 отношений в составе комплекса отдельных видов горных пород, когда ни один из них не может быть выделен в качестве преобладающего, рекомендуется располагать члены сложного петрографического прилагательного в порядке возрастания кремнекислотности пород, что обычно отражает общую направленность

изменения состава комплекса (например: андезит-дацит-риолитовый комплекс).

Примечание 3. При выборе петрографического названия комплекса необходимо иметь в виду абстрактность формационного вида, к которому данный комплекс относится, но которому на практике он редко отвечает полностью по своим петрографическим признакам. Поэтому не следует стремиться делать название комплекса точно соответствующим названию формации; при таких жёстких рамках название комплекса может оказаться не отвечающим его модальному петрографическому составу, а кроме того в нем не будут отражены индивидуальные, провинциальные особенности комплекса. Но вместе с тем произвольный разноречивый в петрографических названиях одноформационных комплексов будет затруднять их формационную и возрастную корреляцию. Поэтому в названии комплекса следует стремиться по возможности приблизиться к названию формационного вида, включая в него главные виды горных пород, типоморфных для данной формации, а в дополнении отражать индивидуальные особенности комплекса; последние могут быть отражены также путем перестановки членов прилагательного соответственно количественному соотношению горных пород в составе комплекса (например, "плаггиогранит-габбровый комплекс", хотя он относится к габбро-плаггиогранитовой формации).

В случаях, когда региональное петрографическое подразделение еще не утверждено и формационная принадлежность ассоциации магматических образований еще не определена, но представление о ее самостоятельности в регионе уже сформировалось, допускается выделение на картах и в корреляционных и стратиграфических схемах таких ассоциаций 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 данного регионального петрографического подразделения; он является стандартом для магматического или метаморфического комплекса, и представляет собой основу для его определения и узнавания. Многие магматические и метаморфические комплексы лучше всего определяются ссылкой на хорошо охарактеризованные объекты, которые могут осмотреть и изучить другие исследователи. Поэтому объект, рекомендуемый в качестве петротипа, должен обладать максимальным количеством коррелятивных признаков, быть наглядным, представительным для данного петрографического подразделения и доступным для осмотра и изучения.

При характеристике петротипа необходимо ориентироваться только на прямо наблюдаемые признаки, проводя чёткое различие между ними и предположениями и интерпретациями.

В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть следующие петрографические объекты:

-для вулканического комплекса - типовой разрез толщи покровных вулканитов определенного петрографического и фациального состава, сопряженные с ним экструзивно-жерловые и субвулканические образования;

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

-для автономных диатремово-дайковых и силлово-дайковых комплексов - группа сближенных малых интрузивных тел, обладающих типичными чертами состава и строения;

-для метаморфических комплексов - типовой разрез толщи или геологического тела глубоко метаморфизованных образований.

Петротип должен характеризоваться горными породами наиболее представительного состава и облика, а также иметь четкие признаки самостоятельности

включая контактовые соотношения с другими комплексам.

Статья V.9. Описание петротипов нужно считать обязательным, особенно для вновь вводимых магматических и метаморфических комплексов. При утверждении корреляционных схем рекомендуется требовать, чтобы в объяснительных записках к ним указывались петротипы отдельных 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 лито-стратиграфической схеме;
- петрографический состав объекта, текстурные и структурные признаки горных пород, петрохимические и геохимические особенности;
- характеристика строения объекта: разрез покровной части вулканического комплекса и характер её взаимосвязи с экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями; схема внутреннего строения интрузивного тела; разрез и строение тел глубоко метаморфизованных пород;
- критерии определения геологического возраста, соотношение объекта с вмещающими геологическими образованиями; данные изотопного датирования, которое является обязательным для петротипа;
- место хранения коллекции образцов горных пород, характеризующих данный петротип.

При описании, петротипа необходимо четко формулировать его отличительные признаки и в особенности - характеризовать его границы, чтобы любой последующий исследователь мог безошибочно узнавать это региональное петрографическое подразделение, отличая его от других магматических и метаморфических комплексов.

Петротип вновь устанавливаемого петрографического подразделения должен быть одобрен специальной рабочей группой Регионального петрографического совета и утвержден РПС. Петротипы заслуживают опубликования.

Если петротип какого-нибудь регионального петрографического подразделения при последующем изучении признается неудовлетворительным (т.е. не дающим необходимого представления о геолого-петрографических особенностях подразделения), то выбирается другой более удовлетворительный дополнительный петротип (гипопетротип) и при необходимости предлагается новое название петрографического подразделения.

Примечание 1. Не производится выделения петротипов для более крупных петрографических подразделений (региональных магматических формаций, временных и латеральных рядов, комплексов), так как последние рассматриваются как определенные совокупности конкретных магматических или метаморфических комплексов.

§4. Изменения в региональных петрографических подразделениях

Статья V.10. Необходимость изменения названия, объема и содержания региональных петрографических подразделений может возникать в результате новых более детальных исследований магматического или метаморфического комплекса, когда анализ нового фактического материала требует переопределения, пересмотра (ревизии) или отклонения (упразднения) уже официально утвержденного и названного 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 изменения петрографического прилагательного в названии магматического (метаморфического) комплекса, но не требует нового географического прилагательного. При этом право

приоритета (см. № 5) не должно препятствовать исправлению первоначальной неправильной характеристики комплекса, несоответствующей истинному положению. Так например, установлено что интрузивный комплекс, первоначально названный актасским "адамеллитовым" (кстати - это нерекомендуемый термин), оказался в свете новых данных состоящим из диоритов и гранодиоритов; в соответствии с этим его название меняется на "актасский диорит-гранодиоритовый".

Ревизия включает в себя более значительный пересмотр содержания петрографического подразделения, ведущее к изменению его объема и границ (изменение последних касается в основном стратифицированных вулканических и метаморфических образований). В результате пересмотра на основе нового исходного фактического материала может возникнуть такая ситуация, что два-три (редко более) выделенных ранее идентичных 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 составное из названий соединяемых комплексов (например: актатау-калдырминский); но при расчленении комплекса его первоначальное название не рекомендуется применять для новых комплексов во избежание путаницы и необходимости делать оговорки о том, что именно подразумевается под этим старым названием упразднённого комплекса.

Отклонение ошибочно определенного, устаревшего или выделенного не в соответствии с правилами Кодекса регионального петрографического подразделения может быть совершено также в следующих случаях:

- если доказана омонимия или синонимия в названии подразделения;
- если доказано отсутствие необходимости, полезности выделения комплекса или же широкое распространение употребления его названия в разных смыслах;
- если предложенное название магматического (метаморфического) комплекса долгое время не употреблялось на практике и комплекс не опознается при геологическом картировании.

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

Статья V.11 Предложения о выделении или об 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 выделенной 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.

Примечание 1. При оценке предложений во всех случаях следует четко различать, что сыграло полезную роль в определенные периоды работ и сегодня может иметь проверенное временем позитивное значение, и что было неоднозначно истолковано, искажено в предшествующие годы и потому далее не может иметь валидности.

Статья V.12. В целях упорядочения работ по расчленению и корреляции магматических и метаморфических образований в каждом Региональном петрографическом совете необходимо 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.13. Автором выделенного регионального петрографического подразделения является специалист или группа специалистов, которые впервые предложили и обосновали выделение данного подразделения, опубликовали его название и содержание в соответствии, с требованиями настоящего Кодекса.

Статья V.14. 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)

Статья V.15. Если при дальнейших исследованиях подвергается переопределению (уточнению) только вещественный состав регионального петрографического подразделения без изменения его объема, границ и географического названия, автором остается лицо, впервые установившее и заявившее данное подразделение. Если же в процессе ревизии изменяется объём магматического или метаморфического комплекса и происходят либо его расчленение на два или более комплексов, 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. 16. 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 "одноимённых" петрографических подразделений должны быть предложены и утверждены другие собственные наименования.

Статья V.17. Соблюдение права приоритета в названиях региональных петрографических подразделений может быть ограничено: один только приоритет не оправдывает сохранения названия и содержания магматического или метаморфического комплекса, который не является ни хорошо обоснованным, ни общепринятым. Не следует 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, а не к их единообразию.

Все вопросы, связанные с ограничением права приоритета в выделении и наименовании петрографических подразделений, решаются Региональными петрографическими советами, а в случае необходимости выносятся на обсуждение региональных петрографических совещаний.

Глава VI. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОРРЕЛЯЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Статья VI.1. Корреляция - это процедура показывающая соответствие между пространственно разобщенными, но одновозрастными объектами изучения.

При региональных геологических исследованиях и в особенности при составлении геологических карт разных масштабов необходимо, чтобы наряду с корреляцией стратифицированных осадочных, вулканогенно-осадочных, вулканических образований (производимой обычно на биостратиграфической или на изотопно-геохимической основе) была в равной степени проведена и корреляция интрузивных и метаморфических

образований, определение времени образования которых не согласуется с законом суперпозиции. Предметом этой корреляции в конечном счете являются процессы магматизма и метаморфизма, происходившие близко синхронно на больших территориях.

Статья VI.2. Корреляции магматических и метаморфических образований предшествует их расчленение, решающее задачи выделения в данном регионе картографируемых единиц - региональных и местных петрографических подразделений (см. гл. III и IV). В то же время выделение петрографических подразделений уточняется их взаимной корреляцией на изучаемой площади, так и за ее пределами. Следовательно, расчленение и корреляция магматических и метаморфических образований, (также как и расчленение и корреляция стратиграфических объектов) выступают как две стороны единого процесса создания петрографической основы для геологического картирования.

Корреляция петрографических объектов, может производиться на уровнях: а) отдельных видов и разновидностей горных пород и слагаемых ими геологических тел (массивов, фаз, фаций); б) определенных совокупностей этих тел (т.е. магматических или метаморфических комплексов); в) временных рядов и парагенезов магматических комплексов или региональных магматических формаций (только при широких межрегиональных сопоставлениях, см. ст. III.6).

Основной является корреляция на уровне магматических и метаморфических комплексов как наиболее удобных общепринятых единиц региональной петрографии, необходимых и достаточных как для картосоставительских работ среднего масштаба, так и для регионального петрологического и металлогенического анализа.

Примечание 1. Самыми надежными маркирующими элементами для выделения и корреляции магматических комплексов являются горные породы главных вулканических и интрузивных фаз, доминирующие в большинстве геологических тел комплекса и составляющие его петротипический облик. Наименее информативными, внешне плохо индивидуализированными оказываются породы некоторых фациальных проявлений вулканических комплексов, а для плутонических комплексов - породы заключительных жильных (дайковых) фаз, представленные однообразными по облику и составу образованиями. Поэтому исходной операцией всех корреляционных процедур должно быть сопоставление (отождествление) главных фазовых тел в составе изучаемых вулканических и интрузивных массивов, объединяемых в соответствующие комплексы.

Статья VI.3. Корреляция магматических и метаморфических комплексов может производиться как по временному (геохронологическому) признаку, так и по определенному структурно-вещественному признаку, а в целом - по формационной принадлежности региональных петрографических подразделений. Отсюда различаются две стороны корреляции:

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

-формационная (структурно-вещественная), 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.

На практике возрастная и формационная корреляция производится по-существу совместно, так как особое значение для создания петрографической основы картирования кристаллических образований придается установлению соответствия между разновозрастными и однотипными (одноформационными) магматическими и метаморфическими комплексами, а основными критериями корреляции во всех случаях остаются время образования коррелируемых ассоциаций и их вещественный (в том числе и формационный) состав.

Примечание 2. Более сложна корреляция метаморфических комплексов, особенно в зонах мигматизации и повторного метаморфизма. Возрастная корреляция, здесь имеет

преимущественно относительный характер, т.е. сопоставляется главным образом временная (стратиграфическая) последовательность метаморфических комплексов в смежных структурно-формационных зонах. Корреляция метаморфических образований по структурно-вещественным признакам должна проводиться на уровне современных минеральных ассоциаций горных пород, объединяемых в метаморфические комплексы; их первичный состав обычно не реконструируется и потому формационная принадлежность их не всегда может быть определена. Радиологические определения остаются иногда единственными данными для возрастных сопоставлений докембрийских метаморфических комплексов.

Статья VI.4. Основным содержанием всех видов корреляционных работ является составление по единому принципу и по единым формам региональных схем корреляции магматических и метаморфических образований (см. Приложение 7). Региональные схемы корреляции должны отражать соотношения и особенности временных и латеральных рядов магматических и метаморфических комплексов в различных частях региона (в структурно-формационных зонах и подзонах) и показывать возрастное положение всех выделенных петрографических подразделений в общей геохронологической шкале.

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) (Приложение 7).

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 и сопутствующей минерализации (желательно); формационная принадлежность комплекса указывается в особой графе (индексом, приданным данному формационному виду).

Примечание 3. В тех случаях, когда ассоциация магматических или метаморфических пород еще не выделена в комплекс с собственным валидным наименованием, 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 ясны, она в корреляционной таблице называется по составу входящих в неё горных пород без слова "комплекс" ("базальты и андезиты", "тоналиты, плагиограниты, гранодиориты", "гнейсы и амфиболиты" и т.п.).

Статья VI.5. Крупномасштабное геологическое картирование предъявляет новые требования к внутрирегиональной корреляции магматических и метаморфических образований. Предметами корреляции по-прежнему остаются магматические и метаморфические комплексы, их возрастное положение, петрографический состав. В типовых таблицах корреляции предусматривается дополнительное освещение признаков состава и строения магматических и метаморфических комплексов и их отдельных геологических тел (Приложение 7/*).

Состав магматического (метаморфического) комплекса должен указываться в виде перечня преобладающих горных пород на уровне видов, а во многих случаях и разновидностей, в соответствии с рекомендациями настоящего Кодекса (гл. II, Приложение 1). Групповые и недостаточно определенные названия горных пород ("перидотиты", "щелочные эффузивы", "гранулиты" и т.п.) должны быть полностью исключены из корреляционных таблиц для крупномасштабного геологического картирования. В таблицах особо должно указываться строение комплексов: фазовость (с указанием состава фаз), дифференцированность, расслоенность в интрузивных комплексах, соотношения фаз и фаций в вулканических комплексах, мощность вулканических тел.

В корреляционных схемах могут выделяться и сопоставляться гидротермально-метасоматические образования (различные метасоматиты и жильные агрегаты, эпигенетические минеральные ассоциации), которые по возрасту могут быть скоррелированы с интрузивными и вулканическими комплексами, а в отдельных случаях и

с фазами этих комплексов. Гидротермально-метасоматические образования в корреляционных схемах располагаются в одном возрастном ряду с соответствующими вулканическими или интрузивными комплексами, а также с рудными образованиями. Особо рекомендуется выделять петрографические подразделения, непосредственно вмещающие рудные образования с тем, чтобы отразить в корреляционных схемах признаки реально и потенциально рудоносных комплексов одного формационного вида.

Таким образом корреляция этого типа учитывает не только сами объекты, но и их важнейшие диагностические характеристики и специфические особенности.

Такие единообразно соотавленные схемы корреляции петрографических объектов по отдельным регионам могут быть использованы для последующих широких межрегиональных сопоставлений путем включения их в общую межрегиональную корреляционную схему для соответствующих крупных территорий.

Таблицы корреляции магматических и метаморфических комплексов в принципе играют ту же роль для установления последовательности магматических и метаморфических процессов, что и региональные и сводные стратиграфические схемы для анализа осадконакопления.

Дальнейшее уточнение и детализация корреляционных схем магматических и метаморфических образований, согласованных с уточненными стратиграфическими схемами, должно обеспечивать возможность большей информативности крупномасштабных геологических карт.

Тесная взаимная увязанность схем возрастной корреляции магматических и метаморфических образований и региональных стратиграфических схем является необходимой конструктивной основой на всех стадиях геологической картографии - от составления мелкомасштабных карт различного геологического содержания до государственных геологических карт масштабов 1:200 000 и 1:50 000.

Глава VII. 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 непрременной формализации и унификации применяемой лексики. Это 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 закреплённых Кодексом названий магматических и метаморфических пород и собственных имен региональных петрографических подразделений (магматических, метаморфических комплексов). Этим правилам рекомендуется 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 закреплённых Кодексом таксонов систематики магматических пород (групп, рядов, семейств, видов, разновидностей) устанавливаются следующие правила однозначной формы представления терминов.

Названия групп и рядов магматических пород все без исключения перечислены в Приложении №1 к Кодексу. Соответственно их использование не должно вызвать затруднений. Но для них 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 исследователей. Видовое имя - однокорневая или двукорневая лексическая единица; оно всегда должно быть представлено именем существительным в единственном числе. В соответствии со статьей II.8. Кодекса не допускается разделение через дефис составных частей, образующих двукорневое название вида (габбронорит, но не габбронорит).

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, образованные из названий двух видов, 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 (статья II.7), но запись названий разновидностей необходимо формализовать. Придаваемые исследователями имена разновидностей должны записываться всегда в инверсной форме и в единственном числе (меланефелинит лейцитовый, онгонит слюдяной, лейкогранит турмалин-мусковитовый и т.п.).

В названиях разновидностей, в отличие от названий видов, исключения составляют некоторые достаточно распространенные однословные имена, но они всегда имеют синонимом словосочетания (авкрит-габбро анортозитовое, анкарамит-пикробазальт субщелочной и др.).

Статья VII.3. В связи с тем, что классификация метаморфических пород находится еще в разработке 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 Межведомственного петрографического комитета по рациональному наименованию метаморфических пород (гл. II, §3).

Названия индивидов 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, кинцигит, метасоматит и некоторые другие.

Все определения к этим базовым существительным выносятся вслед за ними в следующем порядке: за существительным словом записываются простые и составные прилагательные, образованные из названий главных порообразующих минералов; составные 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-плаггиоклазовый рутилсодержащий). Определение текстурных и структурных особенностей метаморфической породы, если они вносятся в ее название, записываются на последнем месте, после определения минерального состава породы (гнейс кордиерит-плаггиоклазовый очковый).

Статья VII.4. В соответствии с правилами образования имени магматического или метаморфического комплекса, изложенными в главе 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 (статья 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 инверсионной: на втором месте должно быть слово "комплекс", а непосредственно за ним следует прилагательное, характеризующее петрографический состав комплекса. Это прилагательное может быть простым (гранитовый, базальтовый) или образованным из названия 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 позднемеловой, 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 (статьи VII.2-4), геолог должен соответствующим образом оформлять (несмотря может быть 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 будет одновременно служить подведением итогов изученности того или иного региона и определением первоочередных задач региональных петрографических исследований в ближайшем будущем.

Литература

Богатиков О.А., Махоткин И.А., Кононова В.А. Лампроиты и место их в систематике высокомагнезиальных калиевых пород. Изв. АН СССР, сер.геол., 1985, № 12, с. 3-10.

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

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

Классификация и номенклатура метаморфических пород. Справочное пособие. Под ред. Н.Л.Добрецова. М., Наука, 1991 .

Лё Ба М., Штрекайзен А. Систематика магматических горных пород Международного союза геологических наук. Зап. Всес. минер. о-ва. Часть СХХ, №4, 1991, с.1-20.

Магматические горные породы. Том I. Классификация, номенклатура, петрография. М., Наука, 1983.

Магматические формации СССР. Т. 1,2. Кол. авт. под ред. В.Л. Масайтиса, В.Н.Москалевой, Н.А.Румянцевой. Л., Недра, 1979.

Метаморфические формации. Принципы выделения и классификация. Ред. Н.Л.Добрецов. ИГГ СО АН СССР, вып.488, Новосибирск, Наука, 1981.

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., ВСЕГЕИ, 1988. 61 с.

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., ВСЕГЕИ, 1988. 86 с.

Региональные метаморфо-метасоматические формации. Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций. Ред. В.В.Жданов, Л., Недра, 1983. 280 с.

Стратиграфический кодекс МСК. Ленинград, 1992.

A classification of igneous rocks and glossary of terms. Edited by R. Le Maitre. Blackwell scientific publication. 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). The American association of petroleum geologist. Bull, vol. 5, N 5; 1983 pp. 841-875.

ПРИЛОЖЕНИЯ
К ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМУ КОДЕКСУ

Приложение 1

Классификация и номенклатура магматических
/вулканических, плутонических/ пород

Сводные таблицы - вкладка:

Ультраосновные породы /таблицы 1-4/
Основные породы /таблицы 5-9/
Средние породы /таблицы 10 - 15/
Кислые породы /таблицы 16 - 21/

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ
В КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ТАБЛИЦАХ

Ab – альбит
Aeg – эгирин
alk - приставка,
обозначающая щелочность
Am - амфибол
Aug – авгит
An - анортитовая
составляющая в плагиоклазе
Anc - анальцим
Bt - биотит
Can - канкринит
Cpx - клинопироксен
Chr – хромшпинелид
Di – диопсид
F - фельдшпатоид /фоид/
Fs - фаялитовая
составляющая в оливине
Fsp - калиевый и
калинатровый полевой шпат
Gr - гранат
Hbl - роговая обманка
Ilm - ильменит /
Ks - кальсилит
Lc – лейцит

Lc* - псевдолейцит
Lep - лепидомелан
Ld - лепидолит
Mc - слюда
Mel - Мелилит
Mnt -монтичеллиг
Mt - Магнетит
Mus - мусковит
Ne - Нефелин
Ol - оливин
Olg - олигоклаз
Opx - ортопироксен
Ort - ортоклаз
Phl - флогопит
Pl - плагиоклаз
Px - пироксен
Q - кварц
Sod - содалит
Tiaug - титанавгит
Timt - титаномагнетит

О номенклатуре гипабиссальных пород

Класс гипабиссальных магматических пород, по условиям залегания и 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 эффузивных пород гипабиссального облика происходила в близких термодинамических условиях, что определило своеобразие их текстур и структур (порфировая, порфировидная, лампрофировая, гранофировая, аплитовая, пегматитовая, микропанидиоморфнозернистая и другие).

По составу (химическому и минеральному) часть гипабиссальных пород вполне отвечает определенным видам plutonic или вулканических пород, представляя 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, сопровождая их или чаще следуя за ними; то есть они принадлежат к определенным plutonic или вулканическим комплексам, в составе которых их и следует рассматривать.

Другая часть гипабиссальных пород не имеет петрографических аналогов среди плутонитов и вулканических пород и известна только в форме автономных малых гипабиссальных тел; к этой группе могут быть отнесены лампрофиры, лампроиты, кимберлиты и близко родственные последним щелочные беспироксеновые пикриты (мелилитовые, монтичеллитовые, флогопит-кальцитовые). Горные породы этой второй группы иногда ассоциируют с петрохимически близкими сложными плутонами, формируясь позже становления последних (лампрофиры), но обычно они наблюдаются как автономные образования - комплексы малых интрузивных тел в виде протяженных поясов или не больших роев даек, силлов, мелких штоков, жил и диатрем (трубок взрыва); они нередко составляют так называемые "викарирующие комплексы"; как бы занимающие место отсутствующих в данной тектонической зоне вулканических или plutonic образований.

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 достаточно укоренились определенные тенденции. Так, французские авторы для всех гипабиссальных пород, являющихся структурными 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 приставкой "порфир" (гранит-порфир, сиенит-порфир); породы с фенокристаллами плагиоклаза и (или) цветных феррических минералов получают в своем названии приставку "порфирит" (диорит-порфирит, габбро-порфирит), что также принято и в русской петрографической терминологии. В англоязычной

* - 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.

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 строгую 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 присвоенных им собственных наименований, должны называться в соответствии с номенклатурой плутонических 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 (например, 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 плутонических пород с префиксом "микро" (микромонцит, 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 укоренились собственные названия (аплит, гранофир, пегматит, диабаз, долерит, тешенит и другие) дополнительные приставки не употребляются; но для отдельных разновидностей их, особенно для анхиэвтектических, рекомендуется делать уточнения соответствующими названиями плутонических пород (сиенит-аплит, горнблендит-пегматит).

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 of igneous rocks..., 1989). Для них указываются следующие общие характерные признаки, позволяющие объединить их в единую группу (там же, стр. 10-11):

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, только в основной массе;

в) проявление во всех этих горных породах интенсивных гидротермальных изменений оливина, пироксена, амфибола, плагиоклаза;

г) появление кальцита, цеолитов и других гидротермальных минералов в качестве первичных минеральных фаз.

Эти петрографические раритеты некоторые геологи нередко еще относят к классу вулканитов на основании вулканического облика пород или сходства формируемых ими специфических геологических тел - диатрем с вулканическими аппаратами. Однако отсутствие доказательств субаэральных или субмаринных извержений лампрофировой, кимберлитовой или лампроитовой магм и неизвестность покровных фаций всех этих горных пород, а также выявление слепых лампрофировых (кимберлитовых, лампроитовых) диатрем, кимберлитовых силлов и лакколлитов, делает более обоснованным отнесение этих горных пород к гипабиссальному классу и объединение их в одну группу, которую можно

* - 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. статью II.8).

подразделить на три семейства - лам рофиров, лампроитов и кимберлитов (с подсемейством родственных им щелочных бесполовотштовых пикритов - "кимберлитовидов").

Лампрофиры - порфиновые 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 роговая обманка и (или) слюда сосредоточены в основной массе, а среди вкрапленников изредка отмечается основной плагиоклаз (одиниты). Для лампрофиров в целом характерны интенсивные аутометасоматические изменения.

По модальному количественно-минеральному составу семейство лампрофиров делится на три подсемейства: 1) полевошпатовых, 2) фельдшпатоидных (фоидовых) и 3) мелилитовых лампрофиров.

Члены первого подсемейства относятся к нормальному (известково-щелочному) или субщелочному ряду, а два других - к щелочному ряду. Для щелочных лампрофиров было предложено множество различных наименований, многие из которых не нашли широкого использования и устарели.

В таблице 22, составленной на основе рекомендаций Международной подкомиссии по систематике изверженных пород с некоторыми дополнениями и уточнениями Терминологической комиссии МПК, показано распределение по модальному минеральному составу тринадцати наиболее распространенных видов лампрофировых пород, отнесенных к трем указанным выше подсемействам.

Лампроиты - общий термин, охватывающий высококалиевые и высокомагнезиальные гипабиссальные породы. Лампроиты характеризуются значительными вариациями химизма, но всегда отличаются высоким содержанием K_2O , умеренным до низкого содержанием SiO_2 , K_2O/Al_2O_3 обычно больше или равно 1 и частым содержанием необычных минеральных фаз, таких как титанистый (2-10% TiO_2), тетраферрифлогопит, K-Ti - рихтерит, прайдерит - $(K, Ba)(Ti, Fe)_8O_{16}$, вадеит - $K_2CaZr(SiO_3)_2$, 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; FeOобщ 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 ксенолиты и ксенокристаллы (оливин, пироксен, гранат, хромшпинелид, алмаз) 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 термин "лампроит", не имеющий однозначно определенного содержания, рекомендуется использовать только для наименования семейства ультракалиевых лампрофиров, для которого пока нет общепринятой номенклатуры видов. Для обозначения многочисленных разновидностей лампроитов предлагалось некоторые названия географического происхождения (вайомингит, орендит, верит, мадупит и др.). Однако это предложение ввиду недостаточной четкости смыслового содержания таких терминов не может быть рекомендовано к применению.

Согласно наиболее рациональной классификации (Scott, Skinner, 1984; Mitchell, 1985) различаются шесть видов лампроитов, характеризующихся, соответственно, преобладанием одного из главных первичных минералов - лейцита, амфибола (чаще K-рихтерита), флогопита, клинопироксена (обычно диопсида), оливина или санидина; например - 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.).

Семейство лампрофиров

Таблица №22

Подсемейства лампрофиров	Салические минералы		Темноцветные (фемические) минералы*							
	Полевые шпаты	Фельдшпатоиды	<u>Aug</u> , Hbl, ±Bt	<u>Hbl</u> , Bt	<u>Hbl</u> , Aug, ±Ol	<u>Bt</u> , Aug, ±Ol	<u>Am</u> , <u>Ti-</u> <u>aug</u> , <u>Ol</u> , Bt	Mel, <u>Bt</u> , Ol± Mnt	<u>Mel</u> , <u>Bt</u>	Mel, Bt, <u>Aug</u> , Ol
Полевошпатовые лампрофиры	Pl _{Ап50-70} Pl _{Ап30-50}	-	Одинит	Малхит						
	Pl>Ort Ort>Pl	-			Спес сартит Вогезит	Керсантит Менетта				
Фельдшпатоидные лампрофиры	Pl>Ort Ort>Pl	Fsp>F F>Fsp					Камптонит Саннаит			
	-	F±стекло				Уачитит	Мончикит			
Мелилитовые лампрофиры	-	F ±F						Польценит	Бергалит	Альнэит

□ - Подчеркнуты фенокристаллы

Алмазоносные, существенно оливиновые безлейцитовые лампроиты, содержащие титанистый флогопит, калиево-титанистый рихтерит и прайдерит названы оливиновыми лампроитами.

Принципиально иной подход к номенклатуре и классификации лампроитовых пород предложен О.А.Богатиковым с соавторами (1985). Термин "лампроит" сохранен ими только за алмазоносным оливиновым видом. Все же остальные представители лампроитового семейства отнесены к тем или иным разновидностям лейцититов и лейцитовых фонолитов, объединяемым в "лампроитовую серию". Например: флогопит-лейцитовый меланофонолит лампроитовой серии (вайомингит). Это предложение, не упрощая номенклатуру лампроитовых пород, вносит изменения в уже устоявшиеся и изложенные выше представления о лампроитах. Объединение "лампроитовой серии" с лейцититами и фонолитами вряд ли удачно также и в связи с особой геологической (петрогенетической) спецификой лампроитов: в отличие от преимущественно эффузивных лейцититов и фонолитов они практически не известны в покровном залегании, но вполне гомологичны по условиям проявления гипабиссальным интрузиям (диатремам) лампрофиров и кимберлитов.

Кимберлиты - общее название разнообразных по облику 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 алмазоносных пород района Кимберли в Африке (Lewis, 1887), он до сих пор не получил вполне однозначной трактовки. Если исходить из первоначального определения Х.К.Дьюиса и принимать во внимание складывающуюся в последние годы систематику щелочных пикритов, то под кимберлитом следует понимать щелочной (субщелочной) пикрит ксенокристокристаллической структуры с обычно нацело 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) отмечены в аксессуарных количествах энстатит, хромшпинелиды, пикроильменит, флогопит, пироп, алмаз и другие. 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) вкрапленников оливина; последний находится здесь только в виде угловато-окатанных зерен ксенокристаллического облика.

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 кристаллического фундамента и платформенного чехла.

Номенклатура кимберлитовых разновидностей не разработана. Предлагалась их минералогическая классификация, которая, также как и для лампроитов, может быть основана на присутствующих наряду с оливином в "достаточном количестве" других породообразующих минералов, названия которых рекомендовалось применять в качестве прилагательного к основному термину - кимберлит (Skinner E., Clement C., 1979). Однако кимберлиты почти всегда настолько сильно изменены, что первичный минеральный состав их нарушен. Поэтому в большинстве случаев породу лучше всего называть просто кимберлитом, указывая в описании ее характерные особенности. В зарубежной литературе распространено предложенное еще Вагнером деление кимберлитов на "базальтовый" (с низким содержанием K_2O) и "лампрофировый" (богатый слюдой - флогопитом) виды.

К семейству кимберлитов, по предложению Терминологической комиссии МПК, отнесены близко родственные кимберлитам беспироксеновые щелочные пикриты (кимберлитойды), которые слагают отдельные гипабиссальные тела в некоторых полях кимберлитовых диатрем, образуют автономные ассоциации или сопутствуют сложным щелочным плутонам преимущественно щелочно-ультраосновного состава. В качестве самостоятельных видов предлагается выделять мелилитовый монтичеллитовый и кальцитовый (флогопит-кальцитовый) щелочные пикриты. Помимо содержания специфических микролитов (мелилит монтичеллит) все эти породы отличают от кимберлитов присущие им идиоморфные порфиновые 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 каждого из них 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 (В.А.Милашев, 1987). Ксеногенная природа этих минералов в кимберлитах теперь

считается вполне очевидной, а потому обуславливать обязательное их присутствие в понятии кимберлита 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).

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 вулканогенных обломочных пород. 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, что то же вулканомиктовые).

Классификация и упорядочение номенклатуры этих пород весьма сложны из-за большого разнообразия классифицируемого материала, многочисленности системных признаков, сложности выделения их иерархической последовательности, а также из-за трудности определения реального соотношения вулканогенного и осадочного (в том числе переотложенного пирокластического) обломочного материала. Обсуждение этих вопросов отражено в материалах специальных семинаров (Тбилиси, 1986; Петрозаводск, 1972; Южно-Курильск, 1974; Караганда, 1979) и вулканологических совещаний (Вопросы вулканизма, 1962), 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 вулканокластических 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 градационных подразделений можно сохранять как термины выработанные для осадочных обломочных пород, так и специальные названия отражающие размерность пирокластического материала (таблица 23).

Структуры пород определяются как псефитовая (глыбовая, гравелитовая и т.д.), псамитовая, 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-псамито-алевроитовая).

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 фациального анализа всего вулканического ареала.

Среди обломков необходимо выделять 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 (фундаментокласты). Присутствие чужеродных обломков некоторые

Гранулометрическая классификация вулканогенных
обломочных пород

Размер обломков (мм)	Нелитифицированный материал		Литифицированный материал	
	Общие названия	Специальные названия		
>100	Глыбы	Вулканические бомбы (>50мм) ----- Лапилли (2-50мм)	Глыбовая брекчия, агломерат	П с е ф и т ы
10-100	Щебень		Брекчия, агломерат	
2-10	Щебень, гравий		Гравелит	
0.1-2	Песок	Вулканический песок (0.5-2мм)	Песчаник (псаммит)	
<0.1*	Алеврит	Вулканическая пыль (<0.5мм)		

* - По мнению некоторых исследователей границу между псаммитами и алевритами следует считать 0.05мм, а не 0.1мм.

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 перемытые, часто выветрелые и существенно оторванные по времени образования от процесса извержения, связанные с продуктами извержения лишь парагенетически*.

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 близко синхронны извержению. Нередко такие породы содержат примесь экзокластического материала (до 50%), в этом случае их традиционно принято называть туффитами и относить к группе осадочно-пирокластических пород. Смешение терригенного и пирокластического материала может происходить как в момент эксплозии, так и (чаще) в процессе перебива и переотложения тефры.

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

А. Эффузивно-обломочные породы

- а. С лавовым цементом (лавовые брекчии, кластолавы, игни спумиты, автомагматические брекчии)
- б. Уплотненные и сцементированные гидрохимически (лаво кластиты, гиалокластиты)

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

Б. Эксплозивно-обломочные породы

- а. Не литифицированные (тефра)
 - б. Спекшиеся и сваренные (аглютинаты, спекшиеся туфы, игнимбриты)
 - в. Уплотненные и цементированные гидрхимически или осадочным материалом
 - 1. Без перемыва и переотложения пирокластического материала
 - 2. С перемытым и переотложенным пирокластическим материалом
- 1) Без примеси экзокластов (тефроиды)
- 2) 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, например: туф базальтовый лапиллиево-пепловый лито-витрокластический; 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 титано-магнетитовым) 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 24.

Таблица 24

Несиликатные и низкосиликатные
магматические породы

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

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

Термин "нельсонит" введен в употребление в начале этого века Т.Л.Уотсоном и С.Табером. Вначале так были названы дайковые рутил-апатитовые породы округа Нельсон (в 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 (А.Филпотс, 1967), в связи с сиенитами в ороговикоманных 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 южно-африканском ийолит-карбонатитовом комплексе Палабора (Russel a. oth., 1954). Термин является производным от названия горно-добывающей компании "Phosphata Development Corporation".

В современной зарубежной литературе под собственно "фоскоритом" понимают изверженные породы, состоящие из варьирующих количеств апатита, магнетита и оливина (A classification of igneous rocks..., 1989). При содержании оливина ниже 10 % фоскорит переходит в нельсонит. Руднофорстеритит-нельсонитовая серия помимо карбонатных комплексов известна также и в ассоциациях с габбро-анортозитами (в последнем случае оливин более железист, а магнетит представлен высокотитанистой разновидностью).

Систематика и номенклатура ударно-метаморфических пород
(импактитов, импактитовых брекчий)

К ударно-метаморфическим (коптогенным*), образованиям относятся импактиты и импактитовые брекчий, залегающие в импактных кратерах и в их древних модифицированных аналогах – астроблемах, а так же за их пределами в форме плащей выбросов. Они возникли 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 так же 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 брекчий, 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.

Методика расчленения и картирования ударно-метаморфических (коптогенных) образований существенно отличается от таковой для пород другого происхождения. Точно также 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 25).

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) брекчий и импактиты. По условиям залегания и степени гомогенизации материала могут быть выделены подклассы - аутигенные и аллогенные брекчий 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" –

* - от греческого «копто» - дробить, разрушать ударом.

Таблица 25

Схема систематики литифицированных ударно-метаморфических пород, образующих геологические тела

Тип	Класс	Подкласс	Группа	Ряд	Семейство	Вид	
Коптогенные породы	Импактные брекчии (главным образом продукты дробления мишени, не перемещенные и перемещенные)	Аутигенные брекчии (неперемещенный или незначительно перемещенный)	Мономиктовая		Эпикластическое	Брекчированные породы мишени Крупноблоковые и грубообломочные брекчии Коптокатаклазиты	
					Витроэпикластическое	Коптокатаклазиты со стеклом Коптомилониты со стеклом (псевдотахилиты)	
		Аллогенные брекчии (перемещен)			а) Мономиктовая б) Олигомиктовая в) Полимиктовая	Эпикластическое	Крупноблоковые брекчии Грубообломочные
						Витроэпикластическое	Крупноблоковые брекчии со стеклом Грубообломочные брекчии со стеклом Коптокластиты со стеклом
	Импактиты (главным образом перемещенные продукты плавления мишени)	Импактиты I рода (неперемещенный материал)		Тектический	Гиалиновое (кристаллическое)	Ударно-расплавленные породы мишени	
		Импактиты II рода (перемещенный материал)	а) Весьма низкокремнеземистые б) Низкокремнеземистая	Тектический	Гиалиновое Кристаллическое (гиалиновое)	Импактные стекла, шлаки (коптогиалиниты) Тагамиты	
			Тектокластический	Витроэпикластическое Эпивитрокластическое Витрокластическое	Зювиты		

оплавленный) и тектокластический, в текстурном отношении отвечающие соответственно массивным (продукты ударного плавления образуют матрицу пород) и обломочным импактитам (продукты ударного плавления входят в породы в виде фрагментов).

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

При среднемасштабной 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 (например, жаманшинский комплекс в кратере Жаманшин, карский комплекс в 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.

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:

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

где: M - радиоактивный материнский изотоп (например, ^{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;

φ - время;

(D'/D)₀ - начальный изотопный состав дочернего элемента φ 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 φ 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 изохрон-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 когенетичных 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 (b) полученной прямой линии (изохроны); он рассчитывается по формуле:

$$\phi = 1/\lambda \ln(\text{tg} b + 1)$$

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 датированного 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 (1σ) и 0.95 (2σ).

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, требуемые 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 отношениям 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, невыветрелому 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 метаминтрузивных 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 Sn-Nd и Th-Pb методы в приложении к валовым пробам и минералам, K-Ar метод - для амфиболов, плагиоклазов и позднемагматического биотита; а 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.

1) K-Ar метод в приложении к единичным минералам может давать как сниженные возрасты за счет потерь радиогенного аргона, при перекристаллизации ("омоложение"), так и завышенные ("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 крайне малоинформативным.

2) Rb-Sr 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.

3) 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 H₂O процессе петрогенезиса: при сухих условиях циркон способен

сохраняться до 1670°C, но при $R_{H_2O}=1$ кб он начинает перикристаллизовываться уже при температурах около 400°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.

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

Тактика комплексного датирования, конкретных петрографических подразделений, ориентированная на обоснование реальности 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, выполненные 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 распланированных 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.